



KSÜ Tarım ve Doğa Derg

KSU J. Agric Nat

e-ISSN : 2619-9149

T.C.

KAHRAMANMARAŞ

SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

# TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Journal of Agriculture and Nature

Cilt-Volume 24 Sayı-Number 3 Yıl-Year: 2021



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Dergimiz aşağıdaki indeksler tarafından taranmaktadır (This journal is indexed and abstracted by )

- Emerging Sources Citation Index
- TUBİTAK-TR Dizin
- CAB Abstracts
- CiteFactor
- DRJI (Directory of Research Journal Indexing)
- Google Scholar
- Index Copernicus
- International Directory of Agriculture, Food and The Environment
- Journal Index
- Scientific Indexing Services (SIS)
- The International Plant Names Index

**Yazışma Adresi / Corresponding Address**  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi  
Tarım ve Doğa Dergisi,  
46100 – Kahramanmaraş/TÜRKİYE  
Tel : (+90-344) 300 2108

E-mail: [dogabilimleri@ksu.edu.tr](mailto:dogabilimleri@ksu.edu.tr)  
Web: <http://dergipark.org.tr/ksudobil>  
<http://dogadergi.ksu.edu.tr>

Bu dergi hakemli olup yılda 6 kez yayınlanır.  
This journal is peer-reviewed and published 6 issues per year.

Dergimiz, herhangi bir başvuru veya yayımlama ücreti almamaktadır  
*The Journal doesn't have APC or any submission charges.*

**Derginin Eski Adı/Previous Name of Journal**

KSU Fen ve Mühendislik Dergisi  
KSU Journal of Science and Engineering  
KSU Doğa Bilimleri Dergisi  
KSU Journal of Natural Science

**Derginin Eski ISSN Numarası/Previous ISSN Number**  
1301-2053



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### Sahibi/ Owner

Prof.Dr. Niyazi CAN  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörü

### Editörler / Editors

[Prof.Dr. Ali KAYGISIZ](#) (Baş Editör/Editor in Chief)  
KSÜ Ziraat Fak. Zootečni Böl.  
dogabilimleri@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. İ. Ersin AKINCI](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Bahçe Bitkileri Böl.  
akinci.ie@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. Adil AKYÜZ](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Biyosistem Müh. Böl.  
adilakyuz@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. Sakine Serap AVGIN](#)  
KSÜ Eğitim Fak.  
Biyoloji Böl.  
ssavgin@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. İsmail AKYOL](#)  
Ankara Üniv. Ziraat Fak.  
Zootečni Böl.  
ismail.akyol@ankara.edu.tr

[Prof.Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN](#)  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak.  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl.  
mcimrin@mku.edu.tr

### Alan Editörleri

**İngilizce Editörü/English Editor**  
[Prof.Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Bitki Koruma Böl.  
cetintas@ksu.edu.tr

**İstatistik Editörü/Statistics Editor**  
[Prof.Dr. Mustafa ŞAHİN](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Tarımsal Biyoteknoloji Böl.  
ms66@ksu.edu.tr

**Alan Editörü/Associate Editor**  
[Doç.Dr. Mustafa KÜSEK](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Bitki Koruma Böl.  
mkusek@ksu.edu.tr



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### Uluslararası Danışmanlar Kurulu (International Advisory Board)

Doç. Dr. Khairulmazmi AHMAD Putra University, MALAYSIA	Prof. Dr. Larisa CAÏSİN State Agrarian University, MOLDOVA	Prof.Dr. Mohammed H. Abu-DİEYEH Qatar University, QATAR
Assist.Prof. Dr. Eslam FAID-ALLAH Minoufiya University, EGYPT	Prof.Dr. Wayne GARDNER The University of Georgia, USA	Prof.Dr Stanislaw HURUK Jan Kochanowski Univ. POLAND
Prof. Dr. Khalid JAVED University of Veterinary and Animal Sciences, PAKİSTAN	Prof.Dr. A Salah KHATTAB Tanta University, EGYPT	Prof.Dr. K Mahmood KHAWAR Ankara Üniversitesi, ANKARA
Dr. Abdulaziz Bashir KUTAWA Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia (UPM), Selangor, MALAYSIA	Dr. Ram Prasad MAINALI National Agriculture Genetic Resources Center, NEPAL	Prof. Dr. Alisa PİRLOG State Agrarian University, MOLDOVA
Assist.Prof. Dr. Mehdi RAHİMİ Graduate University of Advanced Technology, İRAN	Dr. Ahmad K. SALAMA Autonomous University of Barcelona, SPAIN	Dr. Vivekanandarajah SARAVANAN KnowledgeLink Group, Inc., SRI LANKA
Prof.Dr Vytautas TAMUTIS Uniwersytet Aleksandra, LITVANIA	Prof. Dr. Muhammed Masood TARIQ Balochistan University, PAKİSTAN	Dr. Thobela Louis TYASI University of Limpopo Polokwane, SOUTH AFRICA
Prof.Dr. Abdulmojeed YAKUBU Nasarawa State University, NIGERIA	Doç. Dr. Daniel ZABORSKI West Pomeranian University of Technology, POLAND	Prof.Dr. Navid GHAVİ HOSSEİN-ZADEH University of Guilan, Rasht, İRAN
	Prof.Dr. Jose Cola ZANUNCIO Federal Univ. of Vicosa, BRAZIL	

### Ulusal Danışmanlar Kurulu (Advisory Board)

Doç.Dr. Tugay AYAŞAN Korkutata Üniversitesi OSMANİYE	Prof. Dr. Fikri BALTA Ordu Üniv. ORDU	Prof.Dr. Levent BAT Sinop Üniv. SİNOP
Prof. Dr. H. Murat BÜYÜKÇAPAR Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. KAHRAMANMARAŞ	Prof. Dr. Mahfuz ELMASTAŞ Sağlık Bilimleri Üniv. İSTANBUL	Prof. Dr. İlhami GÜLÇİN Atatürk Üniv. ERZURUM
Prof.Dr. Rüştu HATİPOĞLU Çukurova Üniversitesi, ADANA	Prof.Dr. Murat KÜTÜK Gaziantep Üniv. GAZİANTEP	Prof. Dr. Ramazan MERAL Bingöl Üniv. BİNGÖL
Prof.Dr. Yeşim Yalçın MENDİ, Çukurova Üniversitesi, ADANA	Prof.Dr. Fatih SATIL Balıkesir Üniv. Balıkesir	Prof.Dr. Hüseyin SÜZEK Muğla Sıtkı Koçman Üniv. MUĞLA
Prof.Dr. Nazım ŞEKEROLU Kilis 7 Aralık Üniv. KİLİS	Prof. Dr. İbrahim YILMAZ Akdeniz Üniv. ANTALYA	Prof. Dr. Kadir YILMAZ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. KAHRAMANMARAŞ



### İÇİNDEKİLER

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE

- Artvin Şavşat Yöresi Propolisinin Farklı Sıcaklıklardaki PBS'li Ekstraktlarının Antioksidan Özelliklerinin ve Eritrosit Hemoliz İnhibisyonu Üzerine Etkisinin Araştırılması** 464-472  
Investigation the Different Extraction Temperature Effect of Artvin Şavşat Region Propolis PBS Extracts on Antioxidant Properties and Erythrocyte Hemolysis Inhibition  
Deniz CANBOLAT, İbrahim TURAN, Yunus Emre KÜPELİ, Sedanur KILINÇ, Sevim PİLİÇ
- Ratlarda Toluenle İndüklenen Oksidatif Hasara Karşı p-Kumarik Asitin Antioksidan Etkisi** 473-478  
The Antioxidant Effect of p-Coumaric Acid Against Toluene-Induced Oxidative Stress in Rats  
Zeki EROL, Selinay Başak ERDEMLİ KÖSE, Simge GARLI, Fatma KOCASARI
- İki Verbascum Türünün Biyoaktif Bileşenleri, Antimikrobiyal ve Antibiyofilm Aktiviteleri** 479-487  
Bioactive Compounds, Antimicrobial and Antibiofilm Activity of Two Verbascum Species  
Mehmet GÖSE, Nurcihan HACIOĞLU
- Kültürü Yapılan Bazı Mentha Türlerinin HPLC ile Fenolik Asitlerin Tayini ve Antioksidan Kapasitesi Belirlenmesi** 488-494  
Determination of Phenolic Acids by HPLC and Antioxidant Capacity of Some Cultivated Mentha Species  
Mahfuz ELMASTAS, Mehmet KEÇECİ, Nusret GENÇ, Ahmet BEYATLI, Duygu MISIRLI İsa TELCİ
- Bazı Organik Materyallerin Kıvrıkcık Yaprak Salata (*Lactuca sativa* var. *Crispa*)' da Verim ve Bitki Besin Elementi İçeriklerine Etkisi** 495-504  
Effect of Some Organic Materials on Yield and Plant Nutrient Content of Curly Leaf Salad (*Lactuca sativa* var. *Crispa*)  
Halide TUĞA, Özlem ÜZAL, Fikret YAŞAR
- Farklı Tuz Stresleri Altında Yetiştirilen *Salvia officinalis* Mill. ve *S. tomentosa* L. Türlerinde Bitki Büyümesi, İyon Birikimi ve Esansiyel Yağ Miktarı** 505-514  
Plant Growth, Ion Accumulation and Essential Oil Content of *Salvia officinalis* Mill. and *S. tomentosa* L. Grown under Different Salt Stress  
Harun GÖÇER, Prof. Dr. Halit YETİŞİR, Abdullah ULAŞ, Mehmet ARSLAN, Alim AYDIN
- Türkiye'nin Marmara Bölgesindeki Türk Zeytin Üreticilerinin İyi Tarım Uygulamalarını Benimsemesini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi** 515-521  
Determination of the Factors Affecting Turkish Olive Producer's Adoption of Good Agricultural Practices in Marmara Region of Turkey  
Cenap PİLAK, Salih ÜLGER
- Kaolin Partikül Film Uygulamasının Trakya İlkeren (*V. vinifera* L.) Çeşidinin Sofralık Kalite Özelliklerine Etkisi** 522-528  
Effects of Kaolin Particle Film Treatment on Table Grape Characteristics of cv. Trakya İlkeren (*V. vinifera* L.)  
Sevil CANTÜRK, Birhan KUNTER
- Lolium perenne* L. Çeşitlerinde Kuraklık Stresinin Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi** 529-538  
Effect of Drought Stress on Germination and Early Seedling Growth of *Lolium perenne* L.) Cultivars  
Merve Birhan YILMAZ, Şule KISAKÜREK



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Çapakçur Vadisi (Bingöl) Buğdaygil (Poaceae) Florası** 539-553  
The Grasses (Poaceae) Flora of Çapakçur Valley (Bingöl)  
Lütfi BEHÇET, Yakup YAPAR
- Bingöl İli Elma (*Pyrus malus* L.) ve Ceviz (*Juglans regia* L.) Bahçelerinde Bitki Paraziti Nematod Türlerinin Belirlenmesi** 554-560  
Determination of Plant Parasitic Nematode Species of Tylenchida (Nematoda) in Apple (*Pyrus malus* L.) and Walnut (*Juglans regia* L.) Orchards in Bingöl Province of Turkey  
Uygur Serkan KARAKAŞ, Aydın PEÇEN, İlker KEPENEKÇİ, Ramazan ÇETİNTAŞ
- Yemlik Kolzanın (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg) Farklı Ekim Zamanlarına Göre Verim, Kalite ve Besin Elementleri İçeriklerinin Değişimi** 561-569  
Changes in Yield, Quality and Nutrient Content of Forage Rape (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg) in Different Sowing Times  
Erdal ÇAÇAN, Hüseyin NURSOY
- Yağışa Bağlı Kuru Şartlarda Dalı Darı (*Panicum virgatum* L.) Çeşitlerinin 4 ve 5.Yıllardaki Biyokütle Verimi ve Diğer Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi** 570-578  
Determination of Biomass Yield and Other Agricultural Characteristics of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Varieties in Rainfed Conditions in 4th and 5th Years  
Erdal GÖNÜLAL, Süleyman SOYLU
- Tek ve Çok Yıllık *Calendula officinalis* L. Türlerinin Kültür Şartlarında Karşılaştırılması** 579-585  
Comparing Annual and Perennial *Calendula officinalis* L. Species Under Cultural Conditions  
Betül AVCI, Memet İNAN
- Seri 82 × B35 Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Melez Popülasyonunda F<sub>4</sub> Bireylerinin Fonksiyonel DNA Markörleri İle Değerlendirilmesi** 586-593  
Evaluation of F<sub>4</sub> Individuals Belong to Seri 82 × B35 Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cross Population Using Functional DNA Markers  
Bilge Kübra KOÇYİĞİT, İlker YÜCE, Tuğba BAŞKONUŞ, Tevrican DOKUYUCU, Aydın AKKAYA, Ziya DUMLUPINAR
- Türkiye'de Çiğ Süt ile Perakende Süt Fiyatları Arasındaki Asimetrik İlişki** 594-602  
Asymmetrical Relationship Between Raw Milk and Retail Milk in Turkey  
Merve AYYILDIZ, Adnan ÇIÇEK, Kaan KAPLAN
- Başlıca Sebze Ürünlerinde Üretim Maliyetlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi** 603-613  
Determination of Factors Affecting Production Costs in Major Vegetable Products  
Zeki BAYRAMOĞLU, Zuhul KARAKAYACI, Kemalettin AĞIZAN, Süheyla AĞIZAN, Merve BOZDEMİR
- Türkiye'de Büyükbaş Hayvan Hayat Sigortası Talebinin Count Data Yöntemiyle Tahmini: TRAI Bölgesi Örneği** 614-621  
Estimation of Cattle Insurance Demand in Turkey through Count Data Method: The Case of TRAI Region  
Emine İKİKAT TÜMER
- Toprak Veritabanı Kullanılarak Ceyhan Ovası Arazi Kullanımında Zamansal Değişimlerin Belirlenmesi** 622-631  
Monitoring Of Land Use In The Ceyhan Plain By Using Soil Database  
Yavuz Şahin TURGUT, Batuhan KELEŞ, Suat ŞENOL



- Metil Jasmonat ve Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Soğukta Muhafaza Süresince Kayısı Meyvesinin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkileri 632-640  
Effects of Methyl Jasmonate and Modified Atmosphere Packaging on Physical and Mechanical Characteristics of Apricot Fruit During Cold Storage  
Berrak ASLANTÜRK, Ebubekir ALTUNTAŞ, Burhan ÖZTÜRK
- Pre ve Post Embriyonik Dönemdeki Cıvcıvlerin Kalp Ventrikülleri ve Purkinje Hücrelerine Histokimyasal Bir Yaklaşım 641-649  
A Histochemical Approach to Cardiac Ventricles and Purkinje Cells of Chicks in Pre and Post Embryonic Periods  
Gamze TURGAY İZZETOĞLU, İnci TURAN ÖZGAN, Servet YALÇIN
- Türkiye'nin Carabodid Oribatid Akarları (Acari, Oribatida, Carabodidae) Bilgisine Ekolojik ve Zoocoğrafik Açıklamalar İle Katkılar 650-662  
Contribution to The Knowledge of Carabodid Oribatid Mites (Acari, Oribatida, Carabodidae) of Turkey, With Ecological And Zoogeographical Remarks  
Ayşe TOLUK, Nusret AYYILDIZ
- Bolu İlinde Sığır Besiciliği ve Besiye Alınan Sığırlarda Bazı Vücut Ölçülerinin Belirlenmesi 663-670  
The Structure of Beef Production and Determination of Some Body Measurements in Fattened Cattle in Bolu Province  
Onur ŞAHİN
- Lactobacillus Buchneri* Aşılması ve Taze Peynir Altı Suyu İlavesinin Yonca Silajı Kalitesi ile Fermantasyon Özellikleri Üzerine Etkileri 671-67  
Effects of *Lactobacillus Buchneri* Inoculation and Fresh Whey Addition on Alfalfa Silage Quality and Fermentation Properties  
Maghsoud BESHARATI, Valiollah PALANGI, Mojtaba NEKOO, Tugay AYŞAN
- Siyah Alaca Sığırlarda Zaman Serileri ile Farklı Laktasyon Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması 679-688  
Comparison of Time Series with Different Lactation Curve Models in Holstein Cattle  
Emine ÇETİN TEKE, Hikmet ORHAN



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### HAKEMLER/Referees\*

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Burak AĞIR	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Cuma AKBAY	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Cuma AKBAY	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Ömer AKBULUT	Giresun Üniv. Fen Bilimleri Enst. Biyosüreç Mühendisliği ABD Giresun
Prof.Dr. Erhan AKÇA	Adıyaman Üniv. Teknik Bilimler MYO El Sanatları Böl. Adıyaman
Prof.Dr. İzzet AKÇA	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Samsun
Prof.Dr. Adem AKSOY	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Erzurum
Prof.Dr. Sinan ANLAŞ	Manisa Celâl Bayar Üniv. Alaşehir MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Manisa
Doç.Dr. Mehmet ARSLAN	Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Antalya
Doç.Dr. Ş. Funda ARSLANOĞLU	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Samsun
Prof.Dr. Recep ASLAN	Afyon Kocatepe Üniv. Veteriner Fak. Veteriner Hekimliği Temel Bil. Böl. Afyon
Prof.Dr. Mehmet Atilla AŞKIN	Lefke Avrupa Üniv. Tarım Bilimleri ve Tek. Fak. Bahçe Bitkileri Böl. KIBRIS
Prof.Dr. İbrahim ATIŞ	Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Hatay
Prof.Dr. Kamuran AYHAN	Ankara Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Ankara
Prof.Dr. Cahit BALABANLI	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Isparta
Prof.Dr. Erol BAYHAN	Dicle Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Diyarbakır
Prof.Dr. Erol BAYTOK	Erciyes Üniv. Veteriner Fak. Zootekni ve Hayvan Besleme Böl. Kayseri
Doç.Dr. Hatice BİLİR EKBİÇ	Ordu Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Ordu
Prof.Dr. Mustafa Yıldırım CANBOLAT	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Besleme Böl. Erzurum
Prof.Dr. Mustafa Yıldırım CANBOLAT	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Besleme Böl. Erzurum
Prof.Dr. Belgin COŞGE ŞENKAL	Yozgat Bozok Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Yozgat
Prof.Dr. Belgin COŞGE ŞENKAL	Yozgat Bozok Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Yozgat
Doç.Dr. Arzu ÇIĞ	Siirt Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Siirt
Doç.Dr. Gökhan ÇINAR	Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Aydın
Prof.Dr. Ümüt CİRİT	Çukurova Üniv. Ceyhan Veteriner Fak. Klinik Bilimler Böl. Adana
Prof.Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN	Çukurova Üniv. Ceyhan Veteriner Fak. Temel Bilimler Böl. Adana
Dr. Öğr. Üyesi Alihan ÇOKKIZGIN	Gaziantep Üniv. Nurdağı MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Gaziantep
Prof.Dr. Mehmet Akif ÇÜRÜK	Çukurova Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Adana
Doç.Dr. Selim DEMİR	Karadeniz Teknik Üniv. Sağlık Bilimleri Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl. Trabzon

\* Soyada göre sıralanmıştır.





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Prof.Dr. Nihat DEMİREL	Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Hatay
Prof.Dr. Sibel DERVİŞ	Mardin Artuklu Üniv. Kızıltepe MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Mardin
Dr. Öğr. Üyesi Derya DOĞANAY	Biruni Üniv. Eczacılık Fak. Temel Eczacılık Bilimleri Böl. İstanbul
Doç.Dr. Ziya DURLUPINAR	KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Mahfuz ELMASTAŞ	Sağlık Bilimleri Üniv. Hamidiye Eczacılık Fak. Temel Eczacılık Bilimleri Böl. İstanbul
Doç.Dr. Ömer ERTÜRK	Ordu Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Ordu
Dr. Öğr. Üyesi Osman GEDİK	KSÜ Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Hakan GEREN	Ege Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. İzmir
Prof.Dr. Aytekin GÜNLÜ	Selçuk Üniv. Veteriner Fak. Zootekni ve Hayvan Besleme Böl. Konya
Prof.Dr. Ergin HAMZAOĞLU	Gazi Üniv. Gazi Eğitim Fak. Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Böl. Ankara
Prof.Dr. Ahmet İLÇİM	Hatay Mustafa Kemal Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Hatay
Prof.Dr. Adem KAMALAK	KSÜ Ziraat Fak. Zootekni Böl. Kahramanmaraş
Doç.Dr. Önder KAMILOĞLU	Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Hatay
Prof.Dr. Burhan KARA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Isparta
Dr. Öğr. Üyesi Siyami KARACA	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Böl. Van
Dr. Öğr. Üyesi Siyami KARACA	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Böl. Van
Prof.Dr. Ufuk KARADAVUT	Karabük Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Karabük
Doç.Dr. Süleyman KARAMAN	Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Antalya
Dr. Öğr. Üyesi İlhami KARATAŞ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Almus MYO Ormancılık Böl. Tokat
Prof.Dr. Bahri KARLI	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl.
Prof.Dr. Mükerrerem KAYA	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Erzurum
Prof.Dr. A. Sevtap KESTEL	ODTÜ Uygulamalı Matematik Enst. Aktüerya Bilimleri ABD Dalı Ankara
Prof.Dr. Serap KIRMIZI	Bursa Uludağ Üniv. Gemlik Asım Kocabıyık MYO Bursa
Prof.Dr. Merih KIVANÇ	Anadolu Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Eskişehir
Prof.Dr. Semiha KIZILOĞLU	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Erzurum
Prof.Dr. Ekrem KİREÇCİ	KSÜ Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Ekrem KİREÇCİ	KSÜ Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Kahramanmaraş
Doç.Dr. Fatma KOCASARI	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniv. Veteriner Fak. Klinik Öncesi Bil. Böl. Burdur
Prof.Dr. Ufuk KOLAK	İstanbul Üniv. Eczacılık Fak. Temel Eczacılık Bilimleri Böl. İstanbul
Prof.Dr. İlknur KORKUTAL	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tekirdağ
Prof.Dr. Recai KULAKSIZ	Balıkesir Üniv. Veteriner Fak. Klinik Bilimler Böl. Balıkesir
Doç.Dr. Murat KURŞAT	Bitlis Eren Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Bitlis
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf NİKPEYMA	KSÜ Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kahramanmaraş



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Prof.Dr. İhsan Bülent OKUR

Doç.Dr. Neşe OKUT

Prof.Dr. Muharrem ÖZCAN

Prof.Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR

Prof.Dr. Müdahir ÖZGÜL

Prof.Dr. Ersin POLAT

Prof.Dr. Necdettin SAĞLAM

Prof.Dr. Cafer Sırrı SEVİMAY

Prof.Dr. Osman SEYYAR

Prof.Dr. Sibel SİLİCİ

Prof.Dr. Hüseyin SÜZEK

Prof.Dr. Nazım ŞEKEROĞLU

Prof.Dr. Seda ŞENGÜL

Prof.Dr. Çiğdem TAKMA

Prof.Dr. Mustafa TAN

Prof.Dr. İbrahim TAPKI

Prof.Dr. Pınar TATLI SEVEN

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TERİN

Prof.Dr. Muzaffer TOSUN

Prof.Dr. Raşit URHAN

Prof.Dr. Veli UYGUR

Prof.Dr. Veli UYGUR

Doç.Dr. Ebru YILDIRIM

Prof.Dr. Seral YÜCEL

Prof.Dr. Kadri YÜREKLİ

Ege Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. İzmir

Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Van

Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Samsun

Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Hatay

Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Erzurum

Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Antalya

Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tokat

Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Ankara

Niğde Ömer Halisdemir Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Niğde

Erciyes Üniv. Seyrani Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kayseri

Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Sağlık Bilimleri Fak. Hemşirelik Böl. Muğla

Kilis 7 Aralık Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kilis

Çukurova Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Ekonometri Böl. Adana

Ege Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. İzmir

Trakya Üniv. Havsa Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri Böl. Edirne

Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Hatay

Fırat Üniv. Veteriner Fak. Zootekni ve Hayvan Besleme Böl. Elazığ

Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Van

Ege Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. İzmir

Pamukkale Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Pamukkale

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Besleme Böl. Isparta

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Besleme Böl. Isparta

Kırıkkale Üniv. Veteriner Fak. Klinik Öncesi Bilimleri Böl. Kırıkkale

Selçuk Üniv. Silifke Taşucu MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Konya

Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Tokat

## Artvin Şavşat Yöresi Propolisinin Farklı Sıcaklıklarda Hazırlanan PBS'li Ekstraktlarının Antioksidan Özelliklerinin ve Eritrosit Hemoliz İnhibisyonu Üzerine Etkisinin Araştırılması

Deniz CANBOLAT<sup>1</sup>, İbrahim TURAN<sup>2</sup>, Yunus Emre KÜPELİ<sup>3</sup>, Sedanur KILINÇ<sup>4</sup>, Sevim PİLİÇ<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı. Gümüşhane, <sup>2,3,4,5</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Gümüşhane

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-1328-4762>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3400-5494>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-3114-941X>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-9093-9550>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-1217-6188>

✉: [ibrahimtrn@gmail.com](mailto:ibrahimtrn@gmail.com)

### ÖZET

Geleneksel tıpta yüzyıllardır tüm dünyada kullanılan propolis, bal arılarının bitkilerin tomurcuklarını ve polen tanelerini salgıladıkları enzimlerle karıştırıp elde ettikleri kompleks içeriğe sahip reçinemsî doğal bir üründür. Toplanma bölgesi, bitki kaynağı, arı çeşitliliği ve toplandığı yerin ikliminin farklı olması sebepleriyle propolis farklı içeriklere sahip olabilmektedir. Farklı bölgelerle ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen, Artvin ilinin Şavşat bölgesine ait propolis ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın amacı Artvin Şavşat yöresine ait propolisin farklı sıcaklıklarda (45 ve 60 °C) fosfat tampon tuz çözeltisi (PBS) ile hazırlanan ekstraktlarının antioksidan özelliklerinin (demir indirgeyici güç tayini, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme aktivitesi, toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarı) tespit edilmesi ve ekstraktların eritrosit hemoliz inhibisyon özelliklerinin belirlenmesidir. PBS'li ekstraktların toplam fenolik (g propoliste 11.91±0.5-24.14±1.38 mg gallik asit eşdeğeri) ve toplam flavonoid (g propoliste 1.79±0.03-2.13±0.07 mg kuersetin eşdeğeri) madde miktarı, demir indirgeyici güç tayini (g propoliste 12.80±0.36-27.15±0.12 mg askorbik asit eşdeğeri), DPPH (%22.86±0.5-31.24±1.33) ve eritrosit hemoliz inhibisyonu (%55.58±0.57-96.37±0.02) spektrofotometrik yöntemler kullanılarak belirlendi. Deneylerin sonucunda 60 °C sıcaklıkta elde edilen PBS'li ekstraktın, antioksidan özellikleri ve eritrosit hemolizini inhibe etme oranının 45 °C de elde edilen ekstrakta göre yüksek olduğu tespit edildi. Ekstraktların eritrosit hemolizini inhibe edici ve yüksek antioksidan özellik gösteren moleküllerinin belirlenmesi için daha ileri çalışmalar gerekmektedir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 07.07.2020

Kabul Tarihi : 23.12.2020

### Anahtar Kelimeler

Antioksidan Aktivite

Hemoliz İnhibisyonu

Propolis

## Investigation the Different Extraction Temperature Effect of Artvin Şavşat Region Propolis PBS Extracts on Antioxidant Properties and Erythrocyte Hemolysis Inhibition

### ABSTRACT

Propolis, which has been used in traditional medicine for hundreds of years all over the world, is a resinous natural product with a complex content obtained by honey bees by mixing the buds of plants and pollen grains with enzymes they secrete. Propolis may have different contents due to the gathering region, plant source, bee variety and climate of the place where it is collected. Although there are many studies related to different regions, so far the propolis of the Şavşat region in Artvin have not been studied yet. The aim of this study is to determine the antioxidant properties (determination of iron reducing power, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, total phenolic and total flavonoid content) of propolis extracts of Artvin Şavşat region prepared with phosphate buffer salt solution (PBS) prepared at different temperatures (45 and 60 °C) and to determine the erythrocyte hemolysis inhibition properties of the extracts. Total phenolic (11.91±0.5-24.14±1.38 mg gallic acid equivalent to g propolis) and total flavonoid (1.79±0.03-2.13±0.07 mg

### Research Article

### Article History

Received : 07.07.2020

Accepted : 23.12.2020

### Keywords

Antioxidant Activity

Hemolysis Inhibition

Propolis

quercetin equivalent to g propolis) content of PBS extracts, iron power determination (12.80±0.36-27.15±0.12 mg ascorbic acid equivalent to g propolis), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity (%22.86±0.5-31.24±1.33) and erythrocyte hemolysis inhibition (%55.58±0.57-96.37±0.02) were determined using spectrophotometric methods. As a result of the experiments, it was determined that the extract with PBS obtained at a temperature of 60 °C was higher than the extract obtained at 45 °C, in terms of antioxidant properties and erythrocyte hemolysis inhibition ratio. Further studies are required to identify molecules that inhibit erythrocyte hemolysis in extracts and have antioxidant properties.

**Atf İçin:** Canbolat D, Turan İ, Küpeli YE, Kılınc S, Piliç S 2021. Artvin Şavşat Yöresi Propolisinin Farklı Sıcaklıklarda Hazırlanan PBS'li Ekstraktlarının Antioksidan Özelliklerinin ve Eritrosit Hemoliz İnhibisyonu Üzerine Etkisinin Araştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 464-472. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.765838.

**To Cite :** Canbolat D, Turan İ, Küpeli YE, Kılınc S, Piliç S 2021. Investigation of the Different Extraction Temperature Effect of Artvin Şavşat Region Propolis PBS Extracts on Antioxidant Properties and Erythrocyte Hemolysis Inhibition. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 464-472. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.765838.

## GİRİŞ

Son zamanlarda sentetik ilaçların hastalıklarda kullanımının belirli yan etkilerle sonuçlanmasının ardından insanlar ilaç olarak doğal ürünleri tüketmeye başlamıştır. Doğal ürünler, farmakolojik keşiflerin gelecek vadeden kaynaklarından olup arı ürünleri de bu amaçla sıklıkla kullanılmaktadır. Arı ürünlerinin hastalıkların tedavisi için kullanılmasına apiterapi denir (Scorfin ve Bankova 2011; Frozza ve ark., 2013; Onbaşılı ve ark., 2019). Apiterapide en sık kullanılan ürünlerden biri de propolistir. Geleneksel tıpta yüzlerce yıldır tüm dünyada kullanılan propolis, bal arılarının topladıkları tomurcuk ve polen tanelerini salgıladıkları enzimler ile karıştırıp elde ettikleri kompleks içeriğe sahip reçinemi doğal bir üründür (Da-silva ve ark., 2013; Turan ve ark., 2015). Arılar propolisi kovanda bulunan çatlakların kapatılmasında ve kovana gelen davetsiz misafirleri öldürmek için kimyasal bir silah olarak kullanmaktadır (Demir ve ark., 2016). Zengin bir içeriğe sahip olan ve içeriği toplanma yerine, zamanına, arı çeşitliliğine ve bitki kaynağına bağlı olarak değişiklikler gösteren propolisin yapısında genel olarak %5 polen, %5 organik maddeler, %10 aromatik ve uçucu yağlar, %50 reçine ve bitkisel balsam, %30 ise balmumu gibi çeşitli maddeler bulunmaktadır (Burdock, 1998; Rufatto ve ark., 2017). Farklı propolis örneklerinden günümüze kadar 300 farklı bileşik tanımlanmıştır ve bunların içinde çeşitli flavonoidler ve fenolik asitlerin (hem benzoik asit hemde sinnamik asit türevleri) bulunduğu bildirilmiştir (Aliyazıcıoğlu ve ark., 2013; Da-silva ve ark., 2013; Turan ve ark., 2015). Çok çeşitli aktif bileşenler (flavonoidler ve fenolik asit) içeren propolisin flavonoid içeriğindeki değişiklikler, esas olarak bal arılarının ziyaret ettiği bitkilerin bölgesel farklılığına atfedilmektedir (Ertürk ve ark., 2016). İçerdiği bileşikler ile propolis antibakteriyel, radyoprotektif, antienflamatuvar, antiviral, antimutajenik, antikanser ve antioksidan özelliklere

sahiptir (Aliyazıcıoğlu ve ark., 2005; Pereira ve ark., 2008; Demir ve ark., 2016; Yalçın ve ark., 2016; Mısır ve ark., 2018).

Sağlık açısından bu kadar yararlı özelliklere sahip olan propolis ham haliyle endüstride direk olarak kullanılmadığından tüketilebilmesi için ilk olarak ekstrakte edilmelidir. Propolisin ekstraksiyonunda özellikle gıda ve sağlık sektöründe kullanılacak bir ürün geliştirilecekse su ve gliserol gibi toksik olmayan çözücülerin kullanımı uygun görülmektedir (Thamnopoulo ve ark., 2018; Bakkaloğlu ve Arıcı, 2019). Fosfat tampon tuz çözeltisi (PBS) birçok *in-vitro* ve *in-vivo* çalışmada tampon çözelti ya da kontrol grubu olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda PBS'nin hücrelere ve enzimlere zarar vermediği gözlemlenmiş olup PBS'nin kullanımının canlı vücudunda herhangi bir toksisiteye neden olduğunu gösteren bir çalışmaya da rastlanılmamıştır (Meeking ve ark., 2019; Sajid ve ark., 2020; Kozima ve ark., 2020). Ekstraksiyon işleminde çözücünün yanı sıra uygulanan sıcaklığında önemi vardır. Uygulanan sıcaklığın ekstraktlarda bulunan fenolik bileşikleri serbest hale dönüştürebileceği ve sonucunda antioksidan aktiviteyi arttırabileceği bildirilmektedir (Meral, 2017).

Antioksidanlar, serbest radikallerin canlı vücudunda meydana getirdiği hasarları ortadan kaldırmak için bir tür savunma sistemidir. Bu sistem doğrudan veya dolaylı olarak karsinojenlerin, ilaçların ve aynı zamanda birçok toksik radikal reaksiyonların zararlı etkilerine karşı hücreleri korumaktadır (Mercan, 2004; Süleyman ve ark., 2018). Serbest radikaller (ROS) eşlenmemiş elektronlara, elektron verebilen ya da eşlenmemiş elektronlara saldırıp onlardan elektron alabilen moleküllerdir. Bu moleküller negatif, pozitif ya da nötr yüke sahip olabilmektedir. ROS'ların farklı konsantrasyonları biyolojik sistemler üzerinde yararlı ya da zararlı etki gösterebilmektedir. Düşük konsantrasyonlarda ROS'lar, hücre fonksiyonlarını,

bağışıklık tepkilerini, vasküler tonusu, inflamasyon sürecini ve hücrel sinyalizasyonu sağlayan önemli fizyolojik rollere sahip olmakla birlikte aynı zamanda çok sayıda biyolojik tepkimelere de etki ederek yükseltgenme ve indirgenme sinyallerini kontrol edebilirler. Biyolojik sistemlerde ROS'ların yüksek konsantrasyonları ise hasar verici eylemleri teşvik ederek hastalıklara neden olmaktadır (Brieger ve ark.,2012; Sezer ve Keskin, 2014). Hücrel metabolizmada oluşan süperoksit radikali, hidroksil radikali ve hidrojen peroksit gibi ROS'ların artışı ile antioksidan enzimlerin, bu ROS'ları detoksifiye edememesi sonucu oksidatif stres oluşmaktadır. Oksidatif stresin artışından kaynaklanan ROS'lar, DNA'da bulunan bazlardan, hücre içi lipit ve protein yapılarının çift bağ içeren gruplarından bir hidrojen atomu kopararak zincirleme oksidasyon reaksiyonlarını başlatabilme yeteneğine sahiptirler. Bu zincirleme reaksiyonların sonucunda ise DNA, hücre içi protein ve lipit gibi makro moleküller hasar görek hücre ölümü ya da hasarına neden olmaktadır. (Özcan ve ark., 2015; Ighodaro ve Akinloye, 2017). ROS'lardan ilk etkilenen hücreler arasında kırmızı kan hücresi olarak bilinen eritrositlerin olduğu bildirilmektedir (Balkan, 2017). Solunum sırasında eritrositler sürekli olarak oksidatif hasara neden olabilecek yüksek oksijen gerilimine maruz kalmaktadır. Bunun yanında eritrositlerin toksik maddelere maruz kalması, membranlarında hasara neden olan serbest radikallerin oluşumuna yol açar (Shinde ve ark., 2017). Eritrositlerin membran yapılarında yüksek oranda çoklu doymamış yağ asidi ve içindeki hemoglobinin yapısında oksidasyonu katalizleyen ferro demiri (Fe<sup>3+</sup>) bulunmaktadır. Bu yapılar eritrositleri ROS'ların açık hedefi haline getirmektedir (Balkan, 2017). Eritrosit zarına serbest radikal saldırısı, hemolize yol açan lipid peroksidasyonuna neden olur (Ramchoun ve ark., 2015). Eritrositler, ROS'lardan yoğun etkilenmesi ve elde edilmesinin de kolay olması sebebiyle *in vitro* çalışmalarda sıklıkla tercih edilmektedir (Carl ve ark., 2016; Balkan, 2017).

Yapılan literatür taramalarında propolisin farklı sıcaklıklarda hazırlanan PBS'li ekstraktlarının antioksidan özelliklerini ve eritrosit hemoliz inhibisyonunu değerlendiren *in vitro* çalışmaya rastlanılmamıştır. Buradan hareketle hazırlanan bu çalışmanın amacı; Artvin Şavşat yöresine ait propolisin farklı sıcaklıklarda (45 ve 60 °C) hazırlanan PBS'li ekstraktlarının antioksidan özelliklerinin tespit edilmesi ve ekstraktların eritrosit hemoliz inhibisyon özelliklerinin incelenmesidir.

## MATERYAL ve METOD

### Propolisin Temini

Çalışmada kullanılan propolis, Artvin ilinin Şavşat yöresinden temin edilmiştir.

### Kullanılan Kimyasal Maddeler

Antioksidan aktivite analizi ve eritrosit hemoliz inhibisyonu için kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıkta olup, Merck ve Sigma-Aldrich (St. Louis, ABD) firmasından satın alındı.

### Kullanılan Laboratuvar Cihazları

Bu çalışmada mikroplyt okuyucu (Thermo scientific, Multiskan GO, Finlandiya), hassas terazi (Kern, ABJ-NM/ABS-N, Almanya), etüv (Daihan Scientific, ThermoStable IG-105, Güney Kore), çalkalayıcı inkübatör (Shel lab, SI4, Amerika), spektrofotometre (Shimadzu, Japonya), pH-metre (Hanna, Almanya) ve santrifüj (Beckman Coulter-AllegraX-30R, Almanya) cihazları kullanıldı.

### Propolisin Ekstraksiyonu

Propolis rende yardımıyla toz haline getirildi. Toz halindeki örneklerden 0,5'er gram tartılıp iki ayrı 50 mL'lik tüpe aktarıldı. Bu tüplere 20' şer mL PBS ilave edilerek vortekslenildi ve çalkalayıcı inkübatörde iki farklı sıcaklıkta (45 ve 60°C) 150 rpm'de 24 saat sürekli çalkalanarak inkübe edildi. 24 saatlik inkübasyon sonrası 2000xg de 10 dakika santrifüj edildi ve propolis ekstraktları süzgeç kâğıdı yardımıyla süzüldü. Elde edilen PBS'li ekstraktlar antioksidan deneylerinde ve eritrosit hemoliz inhibisyonu deneyinde kullanılmak üzere alikotlanarak - 20 °C' de, karanlıkta saklandı (Turan ve ark., 2017).

### Toplam Fenolik Madde Tayini

Folin-Ciocalteu metodu fenolik ve polifenolik antioksidanların kolorimetrik olarak *in vitro* analizi için kullanılmaktadır. Propolis ekstraktlarındaki toplam fenolik madde içeriği standart olarak kullanılan mg gallik asit(GA) eşdeğeri/ 1 g propolis olarak belirtildi. Kısaca modifiye edilmiş olan Folin-Ciocalteu metoduna göre 12.5 µL ekstrakt, 1:10 seyreltilmiş Folin reaktifi (62.5 µL) ve %20'lik sodyum karbonat çözeltisinden (125 µL) eklendikten sonra oda sıcaklığında, 30 dakika karanlıkta inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresinin ardından absorban ölçümü 760 nm'de mikroplyt okuyucuda gerçekleştirildi. Tüm analizler, üç kez tekrarlandı (Slinkard ve Singleton, 1977).

### Toplam Flavonoid Madde Tayini

Propolis ekstraktlarının toplam flavonoid içeriği, standart olarak kullanılan mg kuersetine eşdeğer/1 g propolis olarak belirtildi. Alüminyum klorür kolorimetrik metoduna göre propolis ekstraktlarından 20 µL, %80'lik etanolden 172 µL, %10'luk alüminyum klorürden 4 µL ve 1 M potasyum asetat çözeltisinden 4 µL ilave edilip karıştırıldı ve 40 dakika oda sıcaklığında, karanlıkta inkübe edildi. İnkübasyonun

ardından absorbans ölçümü 415 nm'de mikropleyt okuyucuda gerçekleştirildi. Tüm analizler, üç kez tekrarlandı (Moreno ve ark., 2000).

### Demir İndirgeyici Gücün Belirlenmesi

Propolis ekstraktlarının demir indirgeyici gücü mg askorbik asite eşdeğer/g propolis olarak belirtildi. Oyaizu tarafından geliştirilmiş yöntem modifiye edilerek; 40 µL propolis ekstraktı, 100 µL 0.2 M fosfat tamponu (pH:6.6) ve 100 µL potasyum ferrisiyanatla karıştırılıp 50°C'de karanlık bir yerde 20 dakika inkübe edildi ve inkübasyon sonrası su altında tutularak soğuması beklendi. Karışıma %10'luk TCA (trikloroasetik asit)'dan 100 µL ilave edildi ve karışım 10 dakika 2000×g'de santrifüjlendi. Santrifüjlenen örneklerin üst fazlarından 96 kuyucuklu mikropleyte 100'er µL alındı ve üzerlerine 100'er µL distile su ve 20'er µL demir (III) klorür eklendi. Son karışım karanlıkta, oda sıcaklığında 5 dakika inkübasyona bırakıldı. Inkübasyonun ardından absorbans ölçümü 700 nm'de mikropleyt okuyucuda gerçekleştirildi. Tüm analizler, üç kez tekrarlandı (Oyaizu, 1986).

### DPPH Radikal Süpürücü Aktivite

Propolis ekstraktlarının DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikali temizleme aktivitesi Yu ve arkadaşları tarafından geliştirilen metod modifiye edilerek kullanıldı (Yu ve ark., 2002). 125 µL propolis ekstraktı üzerine 0.1 mM'lık 125 µL DPPH radikali eklenerek karanlıkta, oda sıcaklığında 30 dk'lık inkübasyona bırakıldı. Inkübasyon sonrası 517 nm'de mikropleyt okuyucuda absorbans değerleri okundu. Sonuçları % inhibisyon olarak belirtildi. Yüzde inhibisyon değeri Eşitlik 1'deki formülden hesaplandı.

$\% \text{İnhibisyon} = ((Abs_{kontrol} - Abs_{örnek}) / Abs_{kontrol}) \times 100$  (Eşitlik 1.)

### Eritrosit Hemoliz İnhibisyonu

Çalışma için KTÜ Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulundan 2019-13 sayılı Etik Kurul onayı alındı. Onam formu eşliğinde 10 farklı gönüllüden (alkol, ilaç, sigara kullanmayan, kronik rahatsızlığı olmayan ve ağır egzersiz yapmayan) EDTA'lı tüplere kan örneği alınarak eritrositlerin ayrılması için tüpler 4000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Santrifüj sonrası süpernatant kısmı uzaklaştırılarak 0.2 M pH'ı 7.4 olan PBS (fosfat tamponu) ile yıkama yapıldı. Yıkama işlemine eritrosit paketleri elde edilinceye kadar devam edildi. Elde edilen eritrosit paketlerinden 200 µL alındı, üzerine 200 µL propolis ekstraktı eklendi ve 37 °C'de 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Inkübasyon işlemi sonrasında örnekler 0.4 M'lık 100 µL tersiyer bütül hidroperoksit (t-BHP) ilave edilerek 37 °C'de 3 saat inkübe edildi. Inkübasyonun ardından tüplere 5 mL PBS ilave edildi ve 4000 rpm'de 10 dakika santrifüjlendi. Elde edilen süpernatantdan 750

µL alınarak spektrofotometrede 540 nm dalga boyunda absorbansları ölçüldü (Okoko ve Ere, 2012). Negatif kontrol olarak PBS, pozitif kontrol olarak t-BHP'li örnek kullanıldı. Deney sonuçları % hemoliz inhibisyonu olarak verildi. t-BHP'nin neden olduğu hemoliz %100, % hemoliz inhibisyonu ise % 0 olarak alındı. Yüzde inhibisyon değerleri ise Eşitlik 2'deki formülden hesaplandı.

$\% \text{hemoliz inhibisyonu} = ((Abs_{t-BHP} - Abs_{örnek}) / Abs_{t-BHP}) \times 100$  (Eşitlik 2.)

### İstatistik Analizler

Deney sonuçları üç bağımsız deneyin ortalaması ve standart sapması alınarak (aritmetik ortalama±standart sapma) hesaplandı. Sonuçların normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ile kontrol edilip normal dağılıma uygunlukları görüldükten sonra antioksidan analizleri için Independent-Sample T Testi ile eritrosit hemoliz inhibisyonu analizinde ise Oneway ANOVA testi kullanıldı. (P<0.001) istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Oksidatif stres antioksidan-oksidan dengenin oksidan lehine doğru bozulması sonucu ortaya çıkan patolojik bir durumdur. Oksidatif stres kardiyovasküler hastalıklar, otoimmün bozukluklar ve kanser gibi birçok hastalıkla ilişkilendirilmiştir (Turan ve ark., 2017). ROS'ların hastalıklar üzerindeki rolleri ile ilgili bilgilerin artması insanlar arasında doğal antioksidanları daha popüler hale getirmiştir (Demir ve ark., 2017). Doğal ürünler önemli antioksidan kaynaklardan olup bunlardan biri de propolistir. Propolisin sağlığı korumaya ve çeşitli hastalıklara karşı savaşmaya hizmet edebilecek iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu belirtilmiştir (Aliyazıcıoğlu ve ark., 2013). Antioksidan aktiviteye sahip bileşiklerin özellikleri ve yapıları birbirinden farklı olduğu için tek bir ölçüm metodu bu özelliklerin tespiti için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle birden fazla ölçüm metodu ile antioksidan aktivitenin tespit edilmesi gerekmektedir (MacDonald-Wicks ve ark., 2006). Bu çalışmada da antioksidan özelliklerin belirlenmesinde toplam fenolik madde tayini, demir indirgeyici güç analizi ve toplam flavonoid madde tayini kullanılmış olup sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Propolisin biyolojik aktivitesinden esas olarak sorumlu olan yapılar fenolik bileşiklerden olan flavonoidlerdir. Flavonoidler, antioksidan aktiviteden de sorumludur ve antioksidan aktiviteleri özellikle radikal süpürme etkisine dayanmaktadır (Kanbur ve ark., 2009). Can ve ark. (2015) Azerbaycan'ın 15 farklı bölgesinden temin ettikleri propolis örneklerinin etanollü ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriğinin 10.94–79.23 mg GAE/g arasında olduğunu bildirmişlerdir (Can ve ark., 2015). Aliyazıcıoğlu ve

ark. (2013) Türk propolisinin metanolik ekstraktının toplam polifenol seviyelerini 155-210 mg GAE/g propolis aralığında olduğunu belirtmişlerdir (Aliyazıcıoğlu ve ark., 2013). Çakıroğlu (2010) farklı çözücüler (DMSO, etanol, gliserol, su ve aseton) ile elde edilen Türk propolisinin toplam polifenol içeriğinin

19.67±0.29-141.17±9.99 mg GA/g propolis, toplam flavonoid içeriğinin 1.30±0.12-55.25±6.63 mg K/g propolis ve demir indirgeyici gücünün ise 26.22±8.57-273±11.62 mg T/g propolis arasında olduğunu bildirmiştir (Çakıroğlu, 2010).

Çizelge 1. Artvin Şavşat propolisinin PBS'li ekstraktlarının antioksidan analiz sonuçları (n=3)

Table 1. The antioxidant analysis results of PBS extracts of Artvin Şavşat propolis (n=3)

	Gruplar	
	45 °C	60 °C
Toplam polifenol içerik (mg GAE/g)	11.91±0.5 <sup>a</sup>	24.14±1.38 <sup>a</sup>
Toplam flavonoid içerik (mg KE/g)	1.79±0.03 <sup>a</sup>	2.13±0.07 <sup>a</sup>
Demir indirgeyici güç tayini (mg AAE/g)	12.80±0.36 <sup>a</sup>	27.16±0.12 <sup>a</sup>
DPPH (% inhibisyon)	22.86±0.5 <sup>a</sup>	31.24±1.33 <sup>a</sup>

Değerler aritmetik ortalama±standart sapma olarak verildi. Antioksidan testlerinin her biri kendi grupları içinde karşılaştırılarak sıcaklıklar arası fark anlamlı bulundu. (a=p<0.001)

**GAE**: Gallik asit eşdeğeri, **QE**: Kuersetin eşdeğeri, **AAE**: Askorbik asit eşdeğeri

Ahn ve ark. (2007) Çin'in çeşitli bölgelerinden temin ettikleri propolislerin etanollü ekstraktlarını hazırlayarak toplam polifenol ve toplam flavonoid içeriğini incelemişlerdir. Toplam polifenol içeriğinin 42.9±0.8-302±4.3 mg GAE/g propolis etanol ekstraktı, toplam flavonoid içeriğinin ise 8.3±3.7-188±6.6 mg QE/g propolis etanol ekstraktı arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Ahn ve ark., 2007). Literatürde propolis ekstraksiyonlarının aynı anda farklı sıcaklıklarda yapıldığı ve biyoaktif özelliklerinin karşılaştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yine literatürde propolis ekstraktlarının PBS ile seyreltilerek kullanıldığı çok sayıda çalışma olmasına rağmen çözücü olarak PBS kullanarak propolis ekstraksiyonu yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat başka doğal ürünler için tarama yapıldığında Pala ve arkadaşları geleneksel meyan kökü şerbeti hazırlama sürecinde farklı sıcaklık uygulamalarının şerbetin biyoaktif bileşenleri üzerindeki etkisini incelemiş üç farklı sıcaklıkta (oda sıcaklığı(25 °C), 40 ve 75 °C) meyan kökü ekstraktlarını hazırlayarak toplam polifenol içeriğini 521.2±23.2-623.3±36.8 mg GAE/L meyan kökü şerbeti, toplam flavonoid içeriğini ise 31.2±1.5-37.43±2.4 mg QE/L meyan kökü şerbeti değerleri arasında belirtmişlerdir. Elde ettikleri sonuca göre oda sıcaklığında en düşük toplam polifenol ve flavonoid madde miktarının olduğu ve en yüksek değerlerin ise 75 °C'de olduğu belirtilmiş olup artan sıcaklık ile ekstrakt içerisindeki biyoaktif bileşenlerinde arttığı gözlemlenmiştir (Pala ve ark. 2017). Bucic- Kojic ve arkadaşları ise üzüm çekirdeklerinden 25-80 °C arasında elde ettikleri ekstraktların toplam fenolik madde içeriğini artan sıcaklık etkisi ile en yüksek 80 °C'de hazırlanan ekstraktta olduğunu belirtmişlerdir (Bucic- Kojic ve ark. 2007). Bu çalışmada ise Artvin Şavşat bölgesinden temin edilen propolisin iki farklı sıcaklıkta hazırlanan PBS'li ekstraktlarının toplam polifenol miktarı 11.91±0.5-24.14±1.38 mg GAE/g

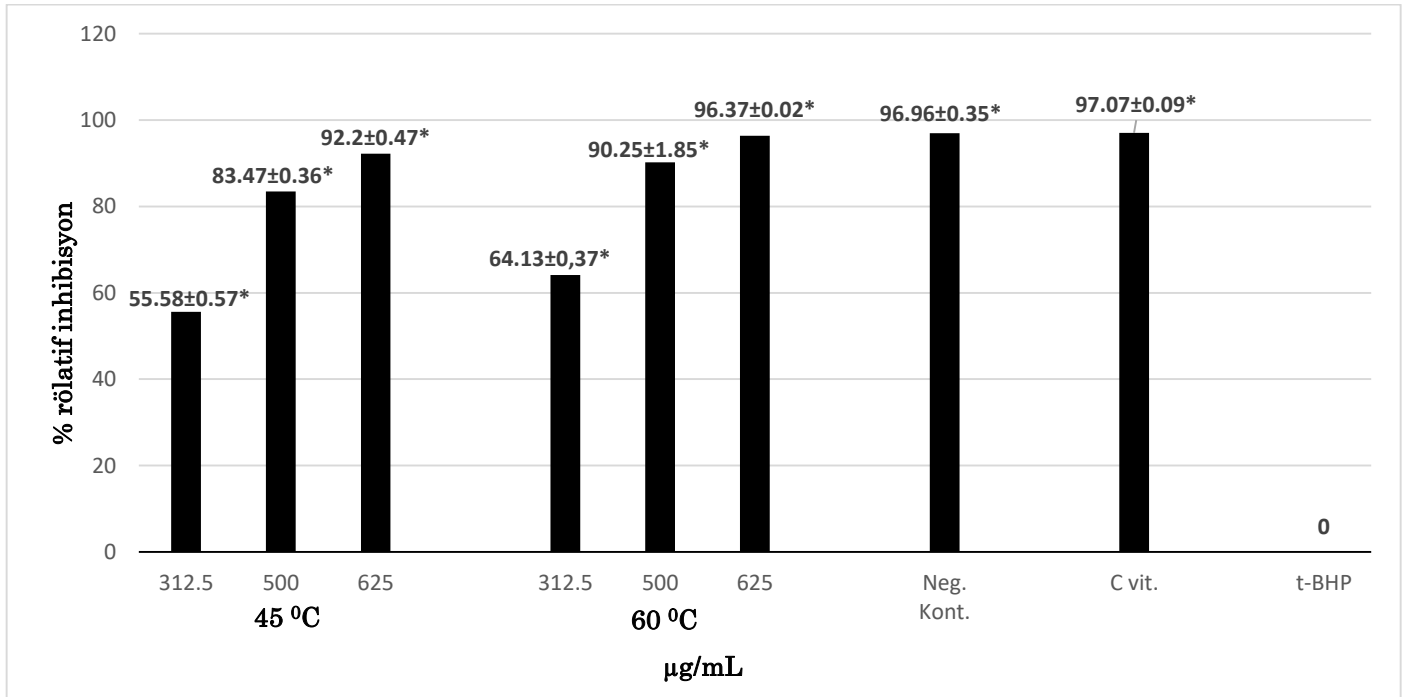
propolis, toplam flavonoid madde miktarı 1.79±0.03-2.13±0.07 QE/g propolis ve demir indirgeyici güç ise 12.80±0.36-27.16±0.12 mg AAE/g propolis olduğu tespit edilmiştir. Buna göre ekstraksiyon sıcaklıkları karşılaştırıldığında artan ekstraksiyon sıcaklığının antioksidan değerlerini de arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu durumun sıcaklık artışı ile ekstraksiyon sırasında propoliste bağlı halde bulunan bileşiklerin serbest hale geçiş hızını artırarak antioksidan aktiviteyi de arttırdığı düşünülmektedir. Antioksidan madde içeriği bakımından Artvin Şavşat propolisi diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında ise sonuçlar arasındaki farklılıkların, propolisin toplandığı bölgelerin flora farklılığından, kovanın bulunduğu konumdan, arıların propolisi biriktirme zamanından ve ekstrakt elde etmek için kullanılan çözücülerin farklı olmasından kaynaklandığı öngörülmektedir.

Doğal antioksidanların ROS'ları yakalama aktivitesini değerlendirmek için DPPH radikali kullanılmaktadır. DPPH çözeltisi antioksidan bir madde ile karşılaştığında yapısı değiştiğinden var olan mor rengini sarı renkli bir bileşiğe dönüştürür. Oluşan sarı renk ile antioksidan konsantrasyonu arasında doğru bir orantı vardır. Mısır (2013) Türk propolisinin farklı çözücülerdeki (etanol, metanol ve DMSO) ekstraktlarının DPPH radikal süpürücü etkisini inceleyerek en yüksek aktivitenin 0,5 mg/mL'de %72±1.4-95±0.3 olduğunu bildirmiştir (Mısır, 2013). Siripatrawan ve arkadaşları (2012) Tayland'tan temin ettikleri propolisi 4 farklı yüzde konsantrasyona sahip etanol (%30,40,50 ve 70) çözeltileri ile ekstrakte etmişler ve sonucunda DPPH serbest radikal süpürme aktivitesinin %65.52±1.18-94.21±2.06 arasında olduğunu bildirmişlerdir (Siripatrawan ve ark., 2012). Miguel ve arkadaşları (2014) kış ve ilk bahar boyunca Algarve bölgesindeki on üç farklı alanda toplanan propolis örneklerinin su ve etanollü ekstraktlarını elde etmişler ve sulu propolis ekstraktlarının DPPH serbest radikal süpürme aktivitesinin %35.76±6.45-

91.55±0.58 arasında olduğunu bildirmişlerdir (Miguel ve ark., 2014). Bu çalışmada ise Artvin Şavşat propolisinin farklı sıcaklıklardaki PBS'li ekstraktlarının DPPH radikal süpürücü aktiviteleri Çizelge 1'de gösterildiği gibi 200 µg/mL için % inhibisyon oranları 45 °C ve 60 °C'de sırasıyla %22.86±0.5-31.24±1.33 olarak bulunmuştur. Çalışmadaki farklı sıcaklıklar karşılaştırıldığında 60 °C'de elde edilen ekstraktın DPPH radikal süpürme aktivitesinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalar ve elde edilen veriler karşılaştırıldığında ise PBS'li ekstraktın, etanol, metanol ve DMSO ekstraktlarına göre daha düşük değerde, su ekstraktına göre benzer DPPH radikal süpürme aktivitesine sahip olduğu gözlemlenmektedir. Propolis çalışmalarında çözücü seçimi elde edilecek son ürüne göre yapılmalıdır. Gıda veya sağlık sektöründe geliştirilecek ürünlerin toksik özellik göstermeyen su ve gliserol gibi çözücülerin yanında PBS'nin de çözücü olarak kullanımının uygun olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca hücre kültürü çalışmalarında da PBS ile hazırlanan ekstraktın direk hücrelere verilebilir formda olması da avantaj olarak düşünülmektedir.

Eritrositler doğal olarak çoklu doymamış yağ asitleri içerikleri ve yapılarında buldukları hemoglobin nedeni ile oksidasyona daha yakın hücreler olarak bilinir. Bu nedenle oksidatif stres çalışmalarında çok fazla kullanılmaktadır. Shinde ve ark. (2017) tarafından *Buchanania lanzan spreng*'in yaprakları metanol çözücüsü ile ekstrakte edilmiş ve bu

ekstrakttan farklı fraksiyonlar elde edilerek hidrojen peroksidin (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) neden olduğu eritrosit hasarını engellemesi hedeflenmiştir. Yapılan çalışmada eritrosit hemoliz inhibisyonu IC90 değerleri 68,41-79,56 mg/mL' arasında bulunmuştur. Bu değerler ile *Buchanania lanzan spreng*'in ekstraktının anti-hemolitik aktivite sergilediği gözlemlenmiştir (Shine ve ark., 2017). Bu çalışmada ise eritrositlerde hasar oluşturması amacıyla t-BHP kullanılmıştır. t-BHP organik bir bileşik olup oksidatif hücre hasarı mekanizmaları ile ilgili yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada farklı sıcaklıklarda hazırlanan propolis ekstraktlarının 3 farklı konsantrasyonu (625, 500, 312.5 µg/mL) çalışılarak eritrosit % hemoliz inhibisyonuna bakılmış ve hemoliz inhibisyon sonuçları şekil 1'de verilmiştir. 45 ve 60 °C'de elde edilen propolis ekstraktlarının artan konsantrasyonlardaki yüzde inhibisyon değerleri sırasıyla 55.58±0.57-92.2±0,47 ve 64.13±0,37-96.37±0.02 arasında olduğu bulunmuştur. Propolis ekstraktını hazırlamada kullanılan PBS çözeltisi negatif kontrol olarak kullanılmış ve eritrosit örneklerini hasara uğratmadığı gözlemlenmiştir. Oluşan hemolizi en iyi inhibe eden ekstraktın 60 °C'de hazırlanan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu ekstraktın konsantrasyonu yükseldikçe hemolizi inhibe etme oranının da arttığı tespit edilmiştir. 60 °C de hazırlanan ekstraktın 45 °C de hazırlanan ekstrakta göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olması, hemoliz inhibisyonunu da benzer oranda arttırmaktadır.



Şekil 1. Artvin propolis ekstraktlarının % hemoliz inhibisyonu

Figure 1. % hemolysis inhibition of Artvin propolis extracts

(Değerler aritmetik ortalama±standart sapma olarak verildi. t-BHP grubu ile karşılaştırılarak fark anlamlı bulundu (\* p<0.001))



## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma Artvin Şavşat yöresine ait propolisin farklı sıcaklıklarda (45 ve 60 °C) hazırlanan PBS'li ekstraktlarının antioksidan özelliklerinin ve eritrosit hemoliz inhibisyonu üzerine etkisinin incelendiği ilk çalışma olup veriler karşılaştırıldığında 60 °C de hazırlanan ekstraktın 45 °C de hazırlanan ekstrakta göre daha yüksek antioksidan kapasiteye ve hemoliz inhibisyonuna sahip olduğu bulunmuştur.

Bu sonuçlardan elde edilen verilere göre, PBS'li ekstraktın içerik analizi yapıldıktan sonra hastaya direk olarak verilebilecek toksik olmayan bir ürünün geliştirilebilmesi için PBS'nin iyi bir propolis ekstraksiyon çözücüsü olabileceği, bunun yanında antioksidan özelliklerin yüksek bulunması sebebiyle de propolis ekstraktlarının 60°C'de hazırlanmasının uygun olabileceği değerlendirilmektedir. Yapılacak ileri çalışmalar sonrasında eritrosit hemolizine sebep olan etkenlerin yaptığı hasarın azaltılmasında PBS'li propolis ekstraktının in-vivo çalışmalarla desteklenerek kullanılabilirliği düşünülmektedir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

Ahn MR, Kumazawa S, Usui Y, Nakamura J, Matsuka M, Zhu F, Nakayama T 2007. Antioxidant Activity and Constituents of Propolis Collected in Various Areas of China. *Food Chemistry* 101(4): 1383-1392.

Aliyazıcıoğlu R, Şahin H, Ertürk O, Ulusoy E, Kolaylı S 2013. Properties of Phenolic Composition and Biological Activity of Propolis from Turkey. *International Journal of Food Properties* 16(2):277–287.

Aliyazıcıoğlu Y, Deger O, Ovalı E, Barlak Y, Hosver I, Tekelioğlu Y, Karahan SC 2005. Effects of Turkish Pollen and Propolis Extracts on Respiratory Burst for K-562 Cell Lines. *International Immunopharmacology* 5(11): 1652–1657.

Bakkaloğlu Z, Arıcı M 2019. Farklı Çözücülerle Propolis Ekstraksiyonunun Toplam Fenolik İçeriği, Antioksidan Kapasite ve Antimikrobiyal Aktivite Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda* 17(4):538-545.

Balkan S 2017. Eritrositlerde İn Vitro Oksidatif Strese Karşı Antioksidan Olarak Değerlendirilen Çeşitli Bitki Ekstraktları. *Trakya University Journal of Natural Sciences* 18(2): 185-191.

Brieger K, Schiavone S, Miller FJJ, Krause KH 2012. Reactive Oxygen Species: From Health To Disease. *Swiss Medical Weekly* 142:1-14.

Bucic-Kojic A, Planinic M, Tomas S, Bilic M, Velic D., 2007. Study of solid–liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. *Journal of Food Engineering* 81: 236–242.

Burdock GA 1998. Review of the Biological Properties and Toxicity of Bee Propolis. *Food and Chemical Toxicology* 36:347-363.

Can Z, Yıldız O, Şahin H, Asadov A, Kolaylı S 2015. Phenolic Profile and Antioxidant Potential Of Propolis From Azerbaijan. *Mellifera* 15(1):16-28.

Çakıroğlu TN 2010. Çeşitli Çözücülerde Türk Propolisinin Çözünürlüğünün İncelenmesi. *KTÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 63 sy.

Carl H, Soumya R, Srinivas P, Vani R, 2016. Oxidative stress in erythrocytes of banked ABO blood. *Hematology* 21(10): 630-634.

Da-Silva Frozza CO, Celi Garcia CS, Gambato G, Oliveira de Souza MD, Salvador M, Moura S, Padilha FF, Seixas FK, Collares T, Borsuk S, Dellagostin OA, Henriques JAP, Roesch-Ely M 2013. Chemical Characterization, Antioxidant and Cytotoxic Activities of Brazilian Red Propolis. *Food Chem Toxicol* 52:137-142.

Demir F, Aliyazıcıoğlu Y, Demir D 2017. Asidifikasyon İşleminin *Laurocerasus officinalis* Ekstraktlarının Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering* 4(3):365-373.

Demir S, Aliyazıcıoğlu Y, Turan I, Misir S, Mentese A, Yaman SO, Akbulut K, Kilinc K, Deger O 2016. Antiproliferative and Proapoptotic Activity of Turkish Propolis on Human Lung Cancer Cell Line. *Nutrition and Cancer* 68(1):165-172.

Ertürk Ö, Çil E, Yoloğlu N, Yavuz C 2016. An In vitro Study on Antimicrobial and Antioxidant Activity of Propolis from Rize Province of Turkey. *Mellifera* 16(1): 4-18.

Frozza CO, Garcia CS, Gambato G, Souza MD, Salvador M, Moura S, Padilha FF, Seixas FK, Collares T, Borsuk S, Dellagostin OA, Henriques JA, Roesch M 2013. Chemical Characterization, Antioxidant and Cytotoxic Activities of Brazilian Red Propolis. *Food Chem Toxicol* 52: 137-142.

Ighodaro OM, Akinloye OA 2018. First Line Defence Antioxidants-Superoxide Dismutase (SOD), Catalase (CAT) and Glutathione Peroxidase (GPX): Their Fundamental Role in the Entire Antioxidant Defence Grid. *Alexandria Journal of Medicine* 54: 287–293.

Kanbur M, Eraslan G, Silici S 2009. Antioxidant Effect of Propolis Against Exposure to Propetamphos in Rats. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72(3):909–915.

Kozima ET, Souza ABF, Castro TF, Matos NA, Philips NE, Costa GP, Talvani A, Cangussú SD, Bezerra FS 2020. Aluminum Hydroxide Nebulization-

- İnduced Redox İmbalance and Acute Lung İnflammation in Mice. *Experimental Lung Research* 21: 1-11.
- MacDonald-Wicks LK, Wood LG, Garg ML 2006. Methodology for the Determination of Biological Antioxidant Capacity in Vitro: a Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86(13):2046-2056.
- Meeking MM, MacFabe DF, Mephram JR, Foley KA, Tichenoff LJ, Boon FH, Kavaliers M, Ossenkopp KP 2020. Propionic Acid İnduced Behavioural Effects of Relevance to Autism Spectrum Disorder Evaluated in the Hole Board Test With Rats. *Progress in Neuropsychopharmacology and Biological Psychiatry* 97:1-13.
- Meral R 2017. Farklı Sıcaklık Derecelerinin Uşkun Bitkisinin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Profili Üzerine Etkisi. *YYÜ Tar Bil Dergisi* 27(1): 88-94.
- Mercan U 2004. Toksikolojide Serbest Radikallerin Önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 15(1-2): 91-96.
- Mısır S 2013. Türk Propolisinin Farklı Çözücülerdeki Ekstraktlarının Radikal Yakalama Ve Demir Şelatlama Aktivitesinin İncelenmesi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 60 sy.
- Miguel MG, Nunes S, Dandlen SA, Cavaco AM, Antunes MD 2014. Phenols, Flavonoids and Antioxidant Activity of Aqueous and Methanolic Extracts of Propolis (*Apis Mellifera* L.) from Algarve, South Portugal. *Food Sci. Technol, Campinas* 34(1): 16-23.
- Misir S, Aliyazicioglu Y, Demir S, Turan I, Ozer Yaman S, Deger O 2018. Antioxidant Properties and Protective Effect of Turkish Propolis on t-BHP-İnduced Oxidative Stress in Foreskin Fibroblast Cells. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research* 52:94-100.
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA 2000. Comparison of the Free Radical-Scavenging Activity of Propolis from Several Regions of Argentina. *Journal of Ethnopharmacology* 71(1-2): 109-114.
- Okoko T, Ere D 2012. Reduction of Hydrogen Peroxide-İnduced Erythrocyte Damage by *Carica papaya* Leaf Extract. *Asian Pac J Trop Biomed* 2(6): 449-453.
- Onbaşılı D, Yuvalı Çelik G, Kahraman S, Kanbur M 2019. Apiterapi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 16(1): 55-62.
- Oyaizu M 1986. Studies on Product of Browning Reaction Prepared from Glucose Amine. *Japanese Journal of Nutrition* 44: 307-315.
- Özcan O, Erdal H, Çakırca G, Yönden Z 2015. Oxidative Stress and Its İmpacts On İntracellular Lipids, Proteins and DNA. *Journal of Clinical and Experimental Investigations* 6 (3): 331-336.
- Pala UÇ, Ekşi CN, Özçelik E, Çam AB 2017. Geleneksel Meyan Kökü Şerbeti Hazırlama Sürecinde Farklı Sıcaklık Uygulamalarının Şerbetin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Etkisi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* 2:276-286.
- Pereira AD, De-Andrade SF, De-Oliveira SMS, Maistro EL 2008. First İn Vivo Evaluation of the Mutagenic Effect of Brazilian Green Propolis by Comet Assay and Micronucleus Test. *Food and Chemical Toxicology* 46(7): 2580-2584.
- Postacı I, Coskun O, Senol N, Aslankoc R, Comlekci S 2018. The Physiopathological Effects of Quercetin on Oxidative Stress in Radiation of 4.5 g Mobile Phone Exposed Liver Tissue of Rat. *Bratisl Lek Listy* 119(8):481-489.
- Ramchoun M, Sellam K, Harnafi H, Alem C, Benlyas M, Khallouki F, Amrani S 2015. Investigation of Antioxidant and Antihemolytic Properties of Thymus Satureioides Collected From Tafilalet Region, South-East of Morocco. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 5(2): 93-100.
- Rufatto LC, Dos Santos DA, Marinho F, Henriques, JAP, Ely MR, Moura S 2017. Red Propolis: Chemical Composition and Pharmacological Activity. *Asian Pac. J. Trop. Biomed* 7(7): 591-598.
- Sajid M, Khan MR, Ismail H, Latif S, Rahim AA, Mehboob R, Shah SA 2020. Antidiabetic and Antioxidant Potential of *Alnus Nitida* Leaves in Alloxan İnduced Diabetic Rats. *Journal of Ethnopharmacology* 1-33
- Sezer K, Keskin M 2014. Serbest Oksijen Radikallerinin Hastalıkların Patogenezisindeki Rolü. *FÜ Sağ. Bil. Vet. Dergisi*, 28(1): 49-56.
- Sforcin JM, Bankova V 2011. Propolis: is There a Potential for the Development of New Drugs?. *J Ethnopharmacol* 133: 253-260.
- Shinde G, Patil AS, Sheikh R 2017. Reduction of Hydrogen Peroxide-İnduced Erythrocyte Damage by Leaf Extracts of *Buchanania Lanzan Spreng* as a Potential Natural Antioxidant. *Austin J Biotechnol Bioeng* 4(2): 1-7.
- Siripatrawan U, Vitchayakitti W, Sanguandeeikul R 2012. Antioxidant and Antimicrobial Properties of Thai Propolis Extracted Using Ethanol Aqueous Solution. *Int J Food Sci Tech* 48(1):22-7.
- Slinkard K, Singleton VL 1977. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *American Journal of Enology and Viticulture* 28: 49- 55.
- Süleyman H, Gül V, Erhan E 2018. Oksidatif Stres ve Doku Hasarı. *Erzincan Tıp Dergisi* 1(1):1-4
- Thamnopoulo IAI, Michailidis GF, Fletouris DJ, Badeka A, Kontominas MG, Angelidis AS 2018. Inhibitory Activity of Propolis Against *Listeria Monocytogenes* in Milk Stored Under Refrigeration. *Food Microbiology* 73:168-176.
- Turan I, Demir S, Misir, S., Kilinc K, Mentese A,

- Aliyazicioglu Y, Deger O 2015. Cytotoxic Effect of Turkish Propolis on Liver, Colon, Breast, Cervix and Prostate Cancer Cell Lines. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* 14(5): 777-782.
- Turan İ, Demir S, Aliyazıcıoğlu R, Aliyazıcıoğlu Y 2017. Primula vulgaris Yaprak Ekstraktının Antioksidan ve Sitotoksik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *KSÜ Doğa Bil. Derg* 20(4):361-367.
- Yalçın CO, Aliyazicioglu Y, Demir S, Turan I, Bahat Z, Misir S, Deger O 2016. Evaluation of Radioprotective Effect of Turkish Propolis on Foreskin Fibroblast Cells. *J Can Res Ther* 12(2): 990-994.
- Yu L, Haley S, Perret J, Harris M, Wilson J, Qian M 2002. Free Radical Scavenging Properties of Wheat Extracts. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 50:1619-1624.



## The Antioxidant Effect of p-Coumaric Acid Against Toluene-Induced Oxidative Stress in Rats

Zeki EROL<sup>1</sup>, Selinay Başak ERDEMLİ-KÖSE<sup>2</sup>, Simge GARLI<sup>3</sup>, Fatma ŞAHİNDOKUYUCU-KOCASARI<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup>Animal Experiments Production and Experimental Research Laboratory, Faculty of Veterinary Medicine, University of Burdur Mehmet Akif Ersoy, 15030 Burdur, Turkey, <sup>2</sup>Department of Chemistry, Faculty of Arts and Sciences, Burdur University of Mehmet Akif Ersoy, 15030 Burdur, Turkey <sup>4</sup>Department of Pharmacology and Toxicology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Burdur Mehmet Akif Ersoy, 15030 Burdur, Turkey <sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1563-0043>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-8986-585X>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-9818-5212>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-6123-4762>

✉: fatmasa@mehmetakif.edu.tr

### ABSTRACT

This research aimed to investigate the protective effect of p-CA, a derivative of phenolic acid, against toluene-induced oxidative damage. A total of 32 Sprague-Dawley male rats, 8 in each group, were used. A total of 4 groups were formed as control, toluene, p-CA and toluene+p-CA. Animals in the control group, toluene group and p-CA group were given 0.9 % NaCl, 0.9 mg kg<sup>-1</sup> b.w toluene and 100 mg kg<sup>-1</sup> b.w p-CA orally for 21 days, respectively. The animals in toluene+p-CA group were received p-CA for 3 days and from day 4, toluene and p-CA were applied together daily until day 25. On the 25th day, the study was terminated, and blood samples were collected. Catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GSH-Px) activities and malondialdehyde (MDA) and glutathione (GSH) levels in the erythrocytes and superoxide dismutase (SOD) activity in plasma samples were determined. In this study, CAT and SOD activities and MDA level significantly ( $p < 0.05$ ) increased, GSH level and GSH-Px activity significantly ( $p < 0.05$ ) decreased in the blood samples of toluene group compared to the control group. In toluene+p-CA group, significant ( $p < 0.05$ ) increases in GSH level and GSH-Px activity and significant ( $p < 0.05$ ) decreases in MDA level and SOD and CAT activities were detected compared to the toluene group. It has been determined that toluene caused oxidative stress and lipid peroxidation in blood tissue and against this oxidative damage, p-CA had a protective effect.

### Research Article

#### Article History

Received : 06.07.2020  
Accepted : 16.09.2020

#### Keywords

Toluene  
Oxidative stress  
p-Coumaric acid  
Rat

## Ratlarda Toluenle İndüklenen Oksidatif Hasara Karşı p-Kumarik Asitin Antioksidan Etkisi

### ÖZET

Bu araştırmada, fenolik asidin bir türevi olan p-CA'nın toluen kaynaklı oksidatif hasara karşı koruyucu etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada, her grupta 8 olmak üzere toplam 32 Sprague-Dawley erkek sıçan kullanıldı. Kontrol, toluen, p-CA ve toluen+p-CA olarak toplam 4 grup oluşturuldu. Kontrol grubu, toluen grubu ve p-CA grubundaki hayvanlara 21 gün boyunca sırasıyla %0.9 NaCl, 0.9 mg kg<sup>-1</sup> c.a toluen ve 100 mg kg<sup>-1</sup> c.a p-CA verildi. Toluen+p-CA grubundaki hayvanlara 3 gün boyunca p-CA verildi ve 4. günden itibaren toluen ve p-CA 25 güne kadar günlük olarak birlikte uygulandı. 25. günde çalışma sonlandırıldı ve kan örnekleri alındı. Eritrositlerde katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) aktiviteleri ile malondialdehit (MDA) ve glutatyon (GSH) seviyeleri; plazma örneklerinde süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi belirlendi. Bu çalışmada, toluen grubunun kan örneklerinde CAT ve SOD aktiviteleri ve MDA düzeyi anlamlı ( $p < 0.05$ ) olarak arttığı; GSH düzeyi ve GSH-Px aktivitesinin anlamlı ( $p < 0.05$ ) olarak azaldığı tespit edildi. Toluen+p-CA grubunda, toluen grubuna göre GSH düzeyi ve GSH-Px aktivitesinde anlamlı ( $p < 0.05$ ) artış; MDA düzeyi ile ve SOD ve CAT aktivitelerinde anlamlı ( $p < 0.05$ ) azalma saptandı. Toluenin kan dokusunda oksidatif strese ve lipit peroksidasyonuna neden olduğu ve bu oksidatif hasara karşı p-CA'nın koruyucu bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 06.07.2020  
Kabul Tarihi : 16.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Toluen  
Oksidatif stres  
p-Kumarik asit  
Sıçan

**To Cite:** Erol Z, Erdemli-Köse SB, Garlı S, Şahindokuyucu-Kocasarı F 2021. The Antioxidant Effect of p-Coumaric Acid Against Toluene-Induced Oxidative Stress in Rats. KSU J. Agric Nat 24 (3): 473-478. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.765193>

## INTRODUCTION

Toluene is an organic solvent, also known as toluol, methylbenzene and phenylmethane, that is frequently used in chemical syntheses and industrial processes such as gasoline and plastic production. Toluene is a volatile at room temperature. It is abused with inhalation form in its pure form or from many commercial mixtures (such as solvents, paints, varnishes, thinners, adhesives, inks). As a result of this inhalation, it passes to the nervous system and causes psychoactive effects (Balster et al., 2009; Cruz et al., 2014).

Toluene has an addictive potential. Exposure occurs at low concentrations by inhalation with consumer products or gasoline. However, significant health risks do not arise where the air circulation is good (Cruz et al., 2014). Abuse or occupational exposure of toluene results in detection of high concentrations, and higher levels of abuse are seen compared to occupational exposure (Tas et al., 2011).

Exposure occurring in workplaces where toluene is used as raw material or solvent occurs approximately five days a week, 5 hours a day. Although there are differences between countries, there are legal regulations and exposure limits are specified by legislation in order to prevent negative effects that may arise from occupational exposures. The safe exposure limit for toluene ranges from 10-100 ppm (Cruz et al., 2014). The limit value, which immediately endangers life and health, has been determined as 500 ppm (OSHA, 2013).

Although toluene primarily accumulates in lipid rich tissues, it is distributed throughout the body (Benignus et al., 1981). Exposure to toluene causes damage to all organs. It is possible to list the main target organs as brain, liver, kidney, heart and lungs (Afravy et al., 2017). It is known that toluene is highly absorbed from the gastrointestinal tract and respiratory tract and slightly from the skin. Its perfusion in the brain is also extremely high. Different cytochrome P450 isoenzymes are incorporated into the toluene metabolism, of which CYP2E1 is known to be the most active and is known to catalyze the conversion of toluene to benzyl alcohol (Tamie and Rui-Sheng, 1994; Cruz et al., 2014). Free oxygen radicals are produced as a result of toluene metabolism and this is the main mechanism of cellular damage caused by exposure (Halifeoglu et al., 2000).

p-Coumaric acid (p-CA), a hydroxycinnamic acid in phenolic nature, is obtained from a number of plants materials (Rafiee et al., 2020). p-CA is found in edible plants such as groundnuts, tomatoes, carrots, sage, and garlic, as well as in beverages such as wine,

vinegar, tea, coffee, and beer (Urfalioglu et al., 2017). Several studies have described the antioxidant mechanism of phenolic compounds, such as p-CA. p-CA possesses anti-inflammatory and anti-oxidant activities in various diseases (Shen et al., 2019; Godarzi et al., 2020; Huang et al., 2020; Sabitha et al., 2020). Via scavenging the cytotoxic electrophilic agents and reactive oxygen species (ROS), and responding to pro-inflammatory stimuli, p-CA plays a key role in cellular defense (Kheiry et al., 2019).

The objective of the present study was to assess the protective effect of p-CA on oxidative damage in toluene-induced toxicity.

## MATERIALS and METHODS

The rats used in the study were obtained from Burdur Mehmet Akif Ersoy University Animal Experiments Production and Experimental Research Laboratory and experimental applications were made in the same center. The research was conducted within the framework of decision number 126 taken at the meeting of Burdur Mehmet Akif Ersoy University Animal Experiments Local Ethics Committee on 01/04/2015.

In this study, a total of 32 Sprague-Dawley male rats (10-12 weeks old), 8 in each group, weighing approximately 200-300 g were used. A total of 4 groups were formed as control, toluene, p-CA and toluene+p-CA. Animals in the control group, toluene group and p-CA group were given 0.9% NaCl, 0.9 mg kg<sup>-1</sup> b.w toluene and 100 mg kg<sup>-1</sup> b.w p-CA orally for 21 days, respectively. The animals in toluene+p-CA group were received p-CA for 3 days and from day 4, toluene and p-CA were applied together daily until day 25. All animals were given *ad libitum* pellet feed and water. The doses of p-CA (Abdel-Wahab et al., 2003; Roy and Prince, 2013) and toluene (ATSDR, 2000; Tas et al., 2011) to be given to animals were determined in the light of previous studies. On the 25th day, the study was terminated and all animals were anesthetized with 2-3% isoflurane (inhalation) and blood was taken from the heart. The animals were euthanized by cervical dislocation under anesthesia.

### Preparation of blood samples

Blood samples that collected into K<sub>3</sub>EDTA containing tubes were centrifuged at 4000 rpm for 5 minutes at 4 °C. The plasmas of blood samples were separated and kept at -20 ° C. The erythrocytes were obtained by centrifugating the blood samples for 5 minutes with addition of 3 times of its volume of saline phosphate buffer solution (pH 7.4) at 4000 rpm and the supernatant discarded. After 3 repeats of this

procedure, 1:1 volume of saline phosphate buffer solution was added to erythrocyte samples. All blood samples were kept at -20 ° C until analysis.

### Determination of antioxidant systems

Catalase (CAT), glutathione peroxidase (GSH-Px) and superoxide dismutase (SOD) activities were measured in blood samples.

CAT activities in erythrocyte samples were measured according to the method reported by Aebi (1984) and expressed in k g<sup>-1</sup> Hb. GSH-Px levels in erythrocyte samples were measured according to the method reported by Paglia and Valentine (1967) and expressed in U g<sup>-1</sup> Hb. SOD levels in plasma samples were measured according to the method of commercial kit (Rat Super Oxidase Dismutase ELISA Kit EA0168Ra) and expressed in ng ml<sup>-1</sup>.

Glutathione (GSH) levels were measured in erythrocytes according to the method reported by Sedlak and Lindsay (1968) and expressed in μmol g<sup>-1</sup> Hb.

### Determination of lipid peroxidation

MDA level in erythrocytes were measured based on the method reported by Yoshioka et al. (1979) and expressed in μmol g<sup>-1</sup> Hb.

### Statistical Evaluation

Statistical calculations were evaluated using the "SPSS 22.0" program. Results were expressed with arithmetic mean±standard error (SE) and compared with one-way analysis of variance (ANOVA) and the differences between the groups were determined by the

Tukey test.  $p < 0.05$  was considered as statistically significant.

## RESULTS and DISCUSSION

When the toluene group was compared to the control group, significant ( $p < 0.05$ ) decreases in level of GSH and activity of GSH-Px were detected in blood samples, whereas significant ( $p < 0.05$ ) increases were determined in activities of CAT and SOD, and level of MDA. When compared to the toluene group, in the group with toluene+p-CA were given together, significant ( $p < 0.05$ ) decreases in the level of MDA and activities of CAT and SOD and significant ( $p < 0.05$ ) increases in level of GSH and activity of GSH-Px were detected in blood samples (Table 1).

In physiological conditions (in the case of homeostatic equilibrium), controlled fluctuations occur in ROS densities in the living organism, these fluctuations are regulated by enzymatic and non-enzymatic antioxidant systems. Oxidative stress occurs when this homeostatic balance is disturbed and excess ROS is produced. During toluene metabolism, oxygen free radicals are produced and these radical species cause tissue and cell damage (Valko et al., 2007; Moro et al., 2012; Cruz et al., 2014).

Antioxidant enzymes (SOD, CAT, and GSH-Px) are recognized as antioxidant enzymes (Meydan et al., 2016). The living organisms try to deal with oxidative stress by showing an increase or decrease in antioxidant enzyme systems. Against ROS, the organism is first protected by GSH, and xenobiotics that cause damage to tissues lead to depletion of GSH store (Mates et al., 2008).

Table 1. SOD, CAT and GSH-Px activities and GSH and MDA levels in blood samples of the research groups.

Çizelge 1. Araştırma gruplarının kan örneklerindeki SOD, CAT ve GSH-Px enzim aktiviteleri ile GSH ve MDA düzeyleri

Parameters	Groups			
	Control	Toluene	p-CA	Toluene+p-CA
SOD	4.16±0.19 <sup>a</sup>	12.54±0.37 <sup>d</sup>	5.43±0.08 <sup>b</sup>	8.20±0.40 <sup>c</sup>
CAT	164.37±5.08 <sup>a</sup>	1297.80±127.48 <sup>c</sup>	175.00±5.53 <sup>a</sup>	456.52±25.17 <sup>b</sup>
GSH-Px	114.80±3.87 <sup>d</sup>	41.25±3.35 <sup>a</sup>	88.14±0.99 <sup>c</sup>	66.14±1.67 <sup>b</sup>
GSH	1.34±0.53 <sup>c</sup>	0.38±0.03 <sup>a</sup>	1.22±0.02 <sup>c</sup>	0.84±0.05 <sup>b</sup>
MDA	0.46±0.11 <sup>a</sup>	1.30±0.06 <sup>c</sup>	0.57±0.04 <sup>a</sup>	0.84±0.03 <sup>b</sup>

\* Values are expressed as arithmetic mean ± standard error.

\*\* (a, b, c, d) shows differences between groups in the same line,  $p < 0.05$

p-CA: p-Coumaric acid

SOD: Superoxide dismutase (ng ml<sup>-1</sup>)

CAT: Catalase (k g<sup>-1</sup> Hb)

GSH-Px: Glutathione peroxidase (U g<sup>-1</sup> Hb)

GSH: Glutathione (μmol g<sup>-1</sup> Hb)

MDA: Malonaldehyde (μmol g<sup>-1</sup> Hb)

As a result of peroxidation of membrane lipids, caused by ROS especially superoxide anion, MDA is formed as a final product (Patocková et al., 2003). It is known as one of the main markers of damage that is caused by oxidative stress on lipid-rich tissues and organs (Božić et al., 2003). In many studies, toluene is found to lead to oxidative stress in various tissues (Božić et al., 2003; Stajković et al., 2009; Muti et al., 2016). Also in this

study, in blood samples significant ( $p < 0.05$ ) increases in CAT and SOD activities, and MDA level; significant ( $p < 0.05$ ) decreases in GSH level and GSH-Px activity were detected in the OPP group. Božić et al. (2003) gave toluene (3, 7 or 11 days 0.7 μm) to adult female Wistar rats intraperitoneally. They detected that blood MDA level was significantly ( $p < 0.05$ ) higher in toluene group compared to control. Stajković et al. (2009) were administered toluene intraperitoneally (at daily doses

of 0.38 mmol kg<sup>-1</sup> b.w for 12 days and 5 mmol kg<sup>-1</sup> b.w for 6 days) to female Wistar rats. When compared to control group, they found significant ( $p < 0.05$ ) increases in SOD and CAT activities and MDA level in toluene group. Muti et al. (2016) administered toluene-2,4-diisocyanate (10%) to rats with intranasal application. After sensitization with toluene-2,4-diisocyanate, researchers detected that MDA level was significantly ( $p < 0.001$ ) increased compared to control. Similar to this study, Stajković et al. (2009) found significant increases in SOD and CAT activities in toluene group. Also consistent with this study, Božić et al. (2003), Stajković et al. (2009) and Muti et al. (2016) found significant increase in MDA level.

There are studies showing the toxic effects of toluene on workers exposed to chemicals containing toluene (Halifeoglu et al., 2000; Dundaroz et al., 2003; Karabulut et al., 2009). Halifeoglu et al. (2000) reported that they observed significant increases in MDA ( $p < 0,001$ ) level and SOD ( $p < 0,05$ ) and GSH-Px ( $p < 0,001$ ) activities in erythrocyte samples of workers in paint industry, compared to control group. Dundaroz et al. (2003) reported that significant ( $p < 0.001$ ) increases in SOD activity and MDA level and significant ( $p < 0.001$ ) decrease in GSH-Px activity in erythrocyte samples of children who exposed to toluene with inhalation. Karabulut et al. (2009) examined blood samples of 10 workers (8 shoemakers and 2 painters) who exposed 20-100 ppm (76.6 mg-383 mg) toluene in their working environment. When compared to control group, significant increase ( $p < 0.05$ ) in MDA level and significant decreases ( $p < 0.05$ ) in CAT and GSH-Px activities.

Phenolic compounds are natural antioxidants with potential benefits to human health. With their free radical scavenging activities, they play an important role in the prevention of many chronic diseases in which oxidative stress plays a role (Boo, 2019; Bento-Silva et al., 2020). Hydroxycinnamic acids are bioactive carboxylic acids, including coumaric acid, caffeic acid, ferulic acid and synapic acid, known as phenolic acids. These compounds deliver the phenoxyl hydrogen atoms to the medium to neutralize the free radicals and form the phenoxyl radical. These phenoxyl radicals show weak reactivity due to the unpaired electrons delocalizing on the ring structure. They create antioxidant activities by providing inhibition of dangerous radical species (Chen, 2016). Coumaric acids are cinnamic acid derivatives which are mono-hydroxylated from phenyl groups, and p-CA is the most abundant isoform (Boo, 2019; Bento-Silva et al., 2020).

The antioxidant properties of p-CA are displayed in several studies (Ekinci-Akdemir et al., 2017a,b; Shen et al., 2019; Rafiee et al., 2020; Sabitha et al., 2020). Also, in this study, in toluene+p-CA group, CAT and SOD activities, and MDA level decreased and there were increases in GSH level and GSH-Px activity when

compared to OPP group in blood samples. Shen et al. (2019) administered p-CA (50 and 100 mg kg<sup>-1</sup> b.w. per day) for 6 weeks to mice which fed with high-fat diet (HFD). CAT level was significantly ( $p < 0.05$ ) increased in serum samples of mice which received p-CA with HFD. There are studies about protective effect of p-CA on oxidative damage induced by different xenobiotics in various tissues (brain, liver, kidney, heart, lung) (Roy and Prince, 2013; Ekinci-Akdemir et al., 2017a, b; Shen et al., 2019; Godarzi et al., 2020; Rafiee et al., 2020; Sabitha et al., 2020). This study is the first to investigate the protective effect of p-CA on toluene-induced oxidative damage. In addition, it is one of the few studies published in which antioxidant effect of p-CA was determined by examining blood oxidative stress parameters.

## CONCLUSION

When ROS, which form the basis of the cellular signaling system in a healthily functioning organism, is produced in excess and the antioxidant defense systems cannot cope with this oxidative load, homeostasis is disrupted and oxidative stress occurs. In this study, it was stated that toluene caused oxidative damage in the blood at the chosen dose and the dosage period. This damage is determined according to increases in SOD and CAT activities and MDA levels and decreases in GSH-Px activity and GSH level in blood samples of toluene-treated group. There are endogenous enzymatic and non-enzymatic antioxidant systems to fight oxidative stress that may occur in a healthy organism. Besides, there are also exogenous antioxidant sources. The most important of these are phenolic compounds. They form a good defense against oxidative stress with their radical scavenging effects. p-CA is one of these phenolic compounds. In this study, it was stated that p-CA ameliorated the effects of oxidative damage caused by toluene. This protective effect is determined according to decreases in SOD and CAT activities and MDA levels and increases in GSH-Px activity and GSH level in blood samples of p-CA+toluene-treated group. As a result of this study, we found that toluene caused oxidative damage in the blood and p-CA has a corrective effect on toluene-induced oxidative stress parameters.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by TUBITAK (Project No: 1919BO11501737).

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

Authors declares the contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Abdel-Wahab MH, El-Mahdy MA, Abd-Ellah MF, Helal GK, Khalifa F, Hamada FMA 2003. Influence of p-coumaric acid on doxorubicin-induced oxidative stress in rat's heart. *Pharmacological Research*, 48(5): 461-465.
- Aebi H 1984. Catalase *in vitro*. *Methods Enzymology*, 105: 121-126.
- Afravy M, Angali K, Khodadadi A, Ahmadzadeh M 2017. The protective effect of Buffalo's milk against toluene induced-nephrotoxicity in rats. *Journal of Nephropathology*, 6(3): 174-179.
- Agency of Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Toxicological profile for Toluene (2000). Available from: URL: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp56.pdf>. (Access Date: September 2016)
- Balster RL, Cruz SL, Howard MO, Dell CA, Cottler LB 2009. Classification of abused inhalants. *Addiction*, 104(6): 878-882.
- Benignus VA, Muller KE, Barton CN, Bittikofer JA 1981. Toluene levels in blood and brain of rats during and after respiratory exposure. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 61(3):326-334.
- Bento-Silva A, Koistinen VM, Mena P, Bronze MR, Hanhineva K, Sahlström S, Aura A M 2020. Factors affecting intake, metabolism and health benefits of phenolic acids: do we understand individual variability? *European Journal of Nutrition*, 59(4): 1275-1293.
- Boo YC 2019. p-Coumaric acid as an active ingredient in cosmetics: A review focusing on its antimelanogenic effects. *Antioxidants*, 8(8): 275. doi:10.3390/antiox8080275.
- Božić TP, Stevanović J, Kovačević M, Jović S, Lukić S, Petakov M, Borozan S, Mijačević Z, Knežević M, Bulajić S 2003. Toluene mediated oxidative stress and granulo-monocytopenia. *Acta Veterinaria (Beograd)*, 53(4): 201-210.
- Chen C 2016. Sinapic acid and its derivatives as medicine in oxidative stress-induced diseases and aging. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016:3571614. doi: 10.1155/2016/3571614.
- Cruz SL, Rivera-Garcia MT, Woodward JJ 2014. Review of toluene actions: Clinical evidence, animal studies, and molecular targets. *Journal of Drug and Alcohol Research*, 3: 235840. doi:10.4303/jdar/235840.
- Dundaroz MR, Turkbay T, Akay C, Sarici SU, Aydin A, Denli M, Gokcay E 2003. Antioxidant enzymes and lipid peroxidation in adolescents with inhalant abuse. *Turkish Journal of Pediatrics*, 45(1): 43-45.
- Ekinci-Akdemir FN, Albayrak M, Çalik M, Bayir Y, Gülçin I 2017a. The protective effects of p-coumaric acid on acute liver and kidney damages induced by cisplatin. *Biomedicines*, 5 (2): 18. doi:10.3390/biomedicines5020018.
- Ekinci-Akdemir FN, Gülçin I, Gürsul C, Alwasel SH, Bayir Y 2017b. Effect of p-coumaric acid against oxidative stress induced by cisplatin in brain tissue of rats. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(5): 1560-1564.
- Godarzia SM, Gorji AV, Gholizadehc B, Mardd SA, Mansouri E 2020. Antioxidant effect of p-coumaric acid on *interleukin 1-β* and *tumor necrosis factor-α* in rats with renal ischemic reperfusion. *Nefrologia*, 40(3): 311-319.
- Halifeoglu I, Canatan H, Ustundag B, Ilhan N, Inanc F 2000. Effect of thinner inhalation on lipid peroxidation and some antioxidant enzymes of people working with paint thinner. *Cell Biochemistry and Function*, 18: 263-267.
- Huang X, You Y, Yang Xi, Ni B, Chu X, Zhang R, You H 2020. p-Coumaric acid attenuates IL-1β-induced inflammatory responses and cellular senescence in rat chondrocytes. *Inflammation*, 43(2): 619-628.
- Karabulut I, Dicle Balkanci Z, Pehlivanoglu B, Erdem A, Fadillioglu E 2009. Effect of toluene on erythrocyte membrane stability under *in vivo* and *in vitro* conditions with assessment of oxidant/antioxidant status. *Toxicology and Industrial Health*, 25(8): 545-550.
- Kheiry M, Dianat M, Badavi M, Mard SA, Bayati V 2019. p-Coumaric acid attenuates lipopolysaccharide-induced lung inflammation in rats by scavenging ROS production: an *in vivo* and *in vitro* study. *Inflammation*, 42: 1939-1950.
- Mates JM, Segura JA, Alonso FJ, Marquez J 2008. Intracellular redox status and oxidative stress: implications for cell proliferation, apoptosis, and carcinogenesis. *Archives of Toxicology*, 82(5): 273-299.
- Meydan S, Nacar A, Ozturk HO, Tas U, Kose E, Zararsiz I, Yilmaz N, Kus I 2016. The protective effects of caffeic acid phenethyl ester against toluene-induced nephrotoxicity in rats. *Toxicology and Industrial Health*, 32(1): 15-21.
- Moro AM, Brucker N, Charão M, Bulcão R, Freitas F, Baierle M, Nascimento S, Valentini J, Cassini C, Salvador M, Linden R, Thiesen F, Buffon A, Moresco R, Garcia SC 2012. Evaluation of genotoxicity and oxidative damage in painters exposed to low levels of toluene. *Mutation Research*, 746(1): 42-48.
- Muti AD, Pârvu AE, Muti LA, Moldovan R, Muresan A 2016. Vitamin E effect in a rat model of toluene diisocyanate-induced asthma. *Clujul Medical*, 89(4): 499-505.
- OSHA, US 2013. Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (GHS). United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) 224, 2013. <https://www.osha.gov/dsg/hazcom/ghsguideoct05.pdf> Access Date: 15.06.2020.
- Paglia DE, Valentine WN 1967. Studies on the quantitative and qualitative characterisation of erythrocyte glutathione peroxidase. *Journal of*



- Laboratory and Clinical Medicine 70: 158-169.
- Patocková J, Marhol P, Tůmová E, Krsiak M, Rokyta R, Stípek S, Crkovská J, Anděl M 2003. Oxidative stress in the brain tissue of laboratory mice with acute post insulin hypoglycemia. *Physiological Research*, 52(1): 131-135.
- Rafiee Z, Moaiedi MZ, Gorji AV, Mansouri E 2020. *p*-Coumaric acid mitigates doxorubicin-induced nephrotoxicity through suppression of oxidative stress, inflammation and apoptosis. *Archives of Medical Research*, 51(1): 32-40.
- Roy AJ, Prince PSM 2013. Preventive effects of *p*-coumaric acid on lysosomal dysfunction and myocardial infarct size in experimentally induced myocardial infarction. *European Journal of Pharmacology*, 699(1-3): 33-39.
- Sabitha R, Nishi K, Gunasekaran VP, Annamalai G, Agilan B, Ganeshan M 2019. *p*-Coumaric acid ameliorates ethanol-induced kidney injury by inhibiting inflammatory cytokine production and NF- $\kappa$ B signaling in rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 9(5): 188-195.
- Sedlak J, Lindsay RH 1968. Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Analytical Biochemistry* 25: 192-205.
- Shen Y, Song X, Li L, Sun J, Jaiswal Y, Huang J, Liu C, Yang W, Williams L, Zhang H, Guan Y 2019. Protective effects of *p*-coumaric acid against oxidant and hyperlipidemia-an *in vitro* and *in vivo* evaluation. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 111: 579-587.
- Stajković SS, Borozan SZ, Gađanski-Omerović G 2009. The effect of toluene on oxidative processes in rat blood. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 74(1): 15-25.
- Tamie N, Rui-Sheng W 1994. Induction of cytochrome P450 by toluene. *The International Journal of Biochemistry*, 26(12): 1333-1340.
- Tas U, Ogeturk M, Meydan S, Kus I, Kuloglu T, Ilhan N, Kose E, Sarsilmaz M 2011. Hepatotoxic activity of toluene inhalation and protective role of melatonin. *Toxicology and Industrial Health*, 27(5): 465-473.
- Urfalioglu A, Yazar FM, Bilal B, Tolun FI, Oksuz H, Boran OF, Oksuz G 2017. The effect of *p*-coumaric acid and ellagic acid on the liver and lungs in a rat model of sepsis. *Asian Biomedicine*, 11(3): 217-225.
- Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin M, Mazur M, Telser J 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 39: 44-84.
- Yoshioka T, Kawada K, Shimada T, Mori M 1979. Lipid peroxidation in maternal and cord blood and protective mechanism against activated oxygen toxicity in the blood. *American Journal of Obstetrics & Gynecology* 135: 372-376.



## Bioactive Compounds, Antimicrobial and Antibiofilm Activity of Two *Verbascum* Species

Mehmet-GÖSE<sup>1</sup>, Nurcihan-HACIOĞLU DOĞRU<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, <sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-6029-2442>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5812-9398>

✉: nurcihan.n@gmail.com

### ABSTRACT

Methanol, acetone and ethyl acetate extracts obtained from *Verbascum pinnatifidum* Vahl. and *V. antinori* Boiss. et Heldr were investigated for their bioactive composition, antimicrobial and antibiofilm activity. Antimicrobial and antibiofilm activity was determined with *Escherichia coli* NRRL B-3704, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606), *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P, *Staphylococcus haemolyticus* ATCC 43252 and *Candida albicans* ATCC 10231 by the disk diffusion, minimum inhibitory concentration and minimum bactericidal or fungicidal concentration and microplate biofilm method, respectively. Bioactive compounds analyses reveal the presence of coumarins, cardiac glycosides, quinones, flavanones. It was revealed that extracts of *V. antinori* has more antimicrobial activity than *V. pinnatifidum* extracts against test microorganisms. The lowest MIC value was recorded by *V. pinnatifidum* methanol extract against *A. baumannii* ATCC 19606 (0.3125 ± 0.01). Antibiofilm activities of three extracts of *V. pinnatifidum* and *V. antinori* have been showed an inhibition percentage range of 8.93 - 92.18% and 14.56 - 91.19%, respectively.

### Research Article

#### Article History

Received : 09.06.2020

Accepted : 30.09.2020

#### Keywords

*Verbascum pinnatifidum* Vahl.

*V. antinori* Boiss. et Heldr.

Bioactive Compounds

Antimicrobial

Antibiofilm Activity

## İki *Verbascum* Türünün Biyoaktif Bileşenleri, Antimikrobiyal ve Antibiyofilm Aktiviteleri

### ÖZET

*Verbascum pinnatifidum* Vahl. ve *V. antinori* Boiss. et Heldr'den elde edilen metanol, aseton ve etil asetat ekstraktları biyoaktif bileşenleri, antimikrobiyal ve antibiyofilm aktiviteleri bakımından araştırıldı. Antimikrobiyal ve antibiyofilm aktiviteleri *Escherichia coli* NRRL B-3704, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606), *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P, *Staphylococcus haemolyticus* ATCC 43252 ve *Candida albicans* ATCC 10231 ile sırasıyla disk difüzyon, minimum inhibitör konsantrasyonu ve minimum bakterisidal veya fungisidal konsantrasyonu ve mikropalak biyofilm metodu ile belirlendi. Biyoaktif bileşik analizleri kumarinler, kardiyak glikozidler, kuinonlar ve flavanonların varlığını ortaya koymuştur. *V. antinori* ekstraktlarının test mikroorganizmalarına karşı *V. pinnatifidum* ekstraktlarından daha yüksek antimikrobiyal aktivite sahip olduğu ortaya çıkmıştır. En düşük MİK değeri *A. baumannii* ATCC 19606 (0.3125 ± 0.01)'ya karşı *V. pinnatifidum* metanol ekstraktı ile kaydedilmiştir. Üç *V. pinnatifidum* ve *V. antinori* ekstraktının antibiyofilm aktiviteleri sırasıyla %8.93 - 92.18 ve %14.56 - 91.19 oranlarında inhibisyon yüzdesi göstermiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 09.06.2020

Kabul Tarihi : 30.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Verbascum pinnatifidum* Vahl.

*V. antinori* Boiss. et Heldr.

Bioaktif Bileşikler

Antimikrobiyal

Antibiyofilm Aktivite

## INTRODUCTION

Antimicrobial agents are substances that are used to stop the growth of microorganisms or to kill them. Antimicrobial medicines have been very effective in treating infections for a long time. However, the treatment possibilities of these agents are limited due to the presence of some resistant pathogens against antimicrobial agents and the occurrence of undesirable side effects. Accordingly, natural or synthetic antimicrobial agents with new active compounds are needed to control infections. Due to toxicity seen in synthetic antimicrobials, there is greater tendency to natural antimicrobial agents (Pulcini et al., 2012).

Microbial biofilms are important virulence factors enabling the microorganism to live in a complex matrix (Sánchez et al., 2016). Biofilm production in microorganisms and resistance to antibiotics required new biofilm control strategies. In alternative searches for microbial control, especially plant-derived products are widely used. It is known that plants are potential sources as bioactive agents. They are widely accepted in alternative antimicrobial agent research due to their reliability, use in the treatment of diseases and infections, and their long history in traditional medicine (Packiavathy et al., 2012).

The knowledge that plants have therapeutic agents dates back to ancient times. According to a research conducted by the World Health Organization (WHO) based on the pharmacopoeia of 91 countries and some

publications on medicinal plants, the total amount of medicinal plants used for therapeutic purposes is approximately 20000 (Mahindru, 1992). *Verbascum* plants also are used medicinally in folk medicine especially for respiratory problems, anodyne, sedative, diuretic, sudorific, expectorant and antidiarrheal (Baytop, 1999; Georgiev et al., 2011). Biological and medical (antimicrobial, antioxidant, anticholinesterase etc.) activities of these plants have been also previously reviewed (Tatli and Akdemir, 2006; Dulger and Hacıoğlu, 2009; Kahraman et al., 2010; Kahraman et al., 2011; Kozan et al., 2011; Ozcan et al., 2011; Boga et al., 2016). However, there is no any literature about *Verbascum* plant species antibiofilm activity, except Moghaddam et al. (2015).

The objective of this study was to evaluate chemical composition, antimicrobial and antibiofilm activities of methanol, acetone and ethyl acetate extracts of two *Verbascum* plants including *Verbascum pinnatifidum* Vahl. and *V. antinori* Boiss. et Heldr.

## MATERIALS and METHODS

### Plant materials

The specimens belong to *V. pinnatifidum* and *V. antinori* were collected from Canakkale in 2018, respectively (Table 1). Two plants were described with the aid of Flora of Turkey (Davis et al., 1988) and other relevant publications by Dr. Ersin KARABACAK.

Table 1 Plant specimens used in this study  
*Çizelge 1 Çalışmada kullanılan bitki örnekleri*

Species (Türler)	Collected area (Toplanan alan)	Identification by (Tanımlayan)
<i>Verbascum pinnatifidum</i>	Çanakkale: Kumkale, near the lantern, d.s. sandy area, 40.008101 N, 26.203127 E	<i>E. Karabacak</i>
<i>Verbascum antinori</i>	Çanakkale: Ayvacık, Balabanlı, Sivrice village way, 300 m, volcanic cliffss, 39.495868 N, 26.218705 E, 4 viii 2018	<i>E. Karabacak</i>

### Plants extraction

The plants samples were air-dried. Each dry powdered plant material 15 g was extracted with 150 mL of methanol, acetone and ethyl acetate (Merck, Darmstadt, Germany) for 24 h by using Soxhlet equipment. Filtered extracts were evaporated under reduced pressure and dried using a rotary evaporator at 55°C and stored in labeled sterile screw-capped bottles at -20°C (Khan et al., 1988).

### Qualitative phytochemical screening

*V. pinnatifidum* and *V. antinori* plant extracts were standardized phytochemical tests (coumarins, cardiac glycosides, phlobotannins, quinones, flavanones, anthocyanins and proteins) in order to evaluate their chemical composition for different active constituents

(Harborne and Baxter, 1999; Raaman, 2006; Evans, 2009).

Coumarins: To 1 mL of plant extract, 1 mL of 10% NaOH was added. The formation of yellow color indicates the presence of coumarins (Raaman, 2006).

Cardiac glycosides: To the plant extract, few mL of glacial acetic acid, ferric chloride (FeCl<sub>3</sub>) and conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> were added. Green color indicates the presence of cardiac glycosides (Harborne and Baxter, 1999).

Phlobotannins: Plant extract was dissolved in distilled water. The filtrate was boiled with 2% HCl. Red precipitate indicates the presence of phlobotannins (Raaman, 2006).

Quinones: To 1 mL of extract 1 mL of conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> were added, formation of red color indicates the presence of quinones (Raaman, 2006; Evans, 2009).

Flavanones: To few mL plant extract, 10% of few drops of NaOH was added. Yellow color indicates the presence of flavanones (Harborne and Baxter, 1999; Evans, 2009).

Anthocyanins: To the plant extract, 10% NaOH was added; blue color indicates the presence of anthocyanins (Harborne and Baxter, 1999).

Proteins: To few mL plant extract, 1 mL of 40% NaOH solution and 2 mL of 1% CuSO<sub>4</sub> were added. Violet color indicates the presence of proteins (Evans, 2009).

### Test microorganisms

Gram-negative bacteria (*Escherichia coli* NRRL B-3704, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606), Gram-positive bacteria (*Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P, *Staphylococcus haemolyticus* ATCC 43252) and yeast (*Candida albicans* ATCC 10231) were used for determining the antimicrobial and antibiofilm activity of two *Verbascum* plant extracts.

### Screening for antimicrobial activities

Disc diffusion method was used for qualitative analyses of two *Verbascum* species extracts (Collins et al., 1989). Studies were performed in triplicate. Treatments with Penicillin (P10), Streptomycin (ST) and Nystatin (NYS100) served as positive controls and treatments with methanol, acetone and ethyl acetate without plant materials served as negative controls.

For quantitative antimicrobial analyses, minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal/fungicidal concentration (MBC or MFC) values of all samples were determined. MIC and MBC or MFC were investigated as recommended instruction of the Clinical and Laboratory Standards Institute (Barry, 2007). The lowest concentration of extracts inhibiting visible growth of each test microorganisms was taken as the MIC. The medium, 0.1% (w/v) Streptomycin (ST), NYS100 and 10% DMSO were used as the non-treated, positive and negative controls, respectively.

To support each MIC and to define the MBC and MFC, 10 µL of the following dilutions were inoculated into dishes with Mueller Hinton Agar (MHA) to evaluate microbial growth. Each experiment was repeated for three times (Teapasian et al., 2017).

### Biofilm inhibition assay

Microplate biofilm method (Merritt et al., 2005) was used to evaluate the inhibition of biofilm formation by two *Verbascum* extracts against test microorganisms. All experiments were repeated thrice in triplicate. The measurement of the antibiofilm effect of the

extracts was made by the percentage reduction formulation.

$$\% \text{ Inhibition} = (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}} / A_{\text{control}}) \times 100 \quad (1)$$

A<sub>control</sub>: Absorbance of the control (containing 100 µL Mueller Hinton Broth instead of plant extract) reaction

A<sub>sample</sub>: Absorbance of the test compounds

### Statistical analysis

The results of antimicrobial and antibiofilm activity assays were mean ± SD of three parallel measurements. The statistical significance was estimated using a Student's *t*-test, *p* values < 0.05 were regarded as significant.

## RESULT and DISCUSSION

The extract yields obtained from each extraction are provided in Table 2. With reference to, extracts yields were obtained methanol > ethyl acetate > acetone and acetone > ethyl acetate > methanol for *V. pinnatifidum* and *V. antinori* plants, respectively. Alimpić et al. (2016), showed that the largest yield was obtained from the water extract, followed by methanol, hexane and ethyl acetate extracts. Findings in this study have some differences about *V. antinori* extracts yield rates. This case may be related to the dissolution of different contents of plant samples by different solvents.

Table 2 Yield (%) from three extracts of *V. pinnatifidum* and *V. antinori*  
 Çizelge 2 *V. pinnatifidum* ve *V. antinori* elde edilen üç ekstrektinin verimi (%)

Solvent of extracts (Ekstrektlerin çözücüsü)	Yield of extract (%) (Ekstrekt verimi (%))	
	<i>V. pinnatifidum</i>	<i>V. antinori</i>
Methanol (Metanol)	1.1370±0.1	0.3908±0.17
Acetone (Aseton)	0.197±0.14	4.408±0.4
Ethyl acetate (Etil asetat)	0.2915±0.02	1.994±0.12

Phytochemical compounds of the plant extracts are given in Table 3. Coumarins, cardiac glycosides, quinones, flavanones were found in all two plants extracts. Similar phytochemicals have been reported in different species of these plants like, where the presence of glycosides, flavonoids and saponins has been reported (Tatli and Akdemir, 2006; Kahraman et al., 2010; Georgiev et al., 2011; Boga et al., 2016). Flavonoids cause bacterial death by inhibiting DNA or RNA synthesis (Sánchez et al., 2016). Therefore, there may be a correlation between the antimicrobial activities and phytochemical compounds of two plants extracts.

The antimicrobial activities of the plants extract against different test microorganisms were showed in Table 4-5. All extracts obtained from both plants

showed higher antibacterial effect against *P. aeruginosa* ATCC 27853 than comparison antibiotic P10. *V. antinori* also showed antibacterial activity against *A. baumannii* ATCC 19606 (extracts of methanol, acetone and ethyl acetate), *P. vulgaris* ATCC 13315 and *B. subtilis* ATCC 6633 (extracts of ethyl acetate) higher than comparison antibiotic P10. It can be seen in Table 4, no significant activity was found against *E. coli* NRRL B-3704, *A. baumannii*

ATCC 19606, *S. aureus* ATCC 6538P, *S. haemolyticus* ATCC 43252, *C. albicans* ATCC 10231 (except acetone) all extracts of *V. pinnatifidum*. It was found that extracts of *V. antinori* had more antagonistic activity than *V. pinnatifidum* extracts against test microorganisms. The lowest MIC value was recorded by *V. pinnatifidum* methanol extract against *A. baumannii* ATCC 19606 (0.3125 ± 0.01).

Table 3 Phytochemical screening results of two *Verbascum* plant extracts  
 Çizelge 3 İki *Verbascum* bitki ekstraktının fitokimyasal tarama sonuçları

Phytochemical compounds (Fitokimyasal bileşikler)	<i>V. pinnatifidum</i>			<i>V. antinori</i>		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Coumarins ( <i>Kumarinler</i> )	++	+	+	+	+	+++
Cardiac glycosides ( <i>Kardiak glikozitler</i> )	++	++	++	+	++	+++
Phlobotannins ( <i>Filobotanninler</i> )	+	-	-	-	-	-
Quinones ( <i>Kuinonlar</i> )	++	++	++	+	+++	++
Flavanones ( <i>Flavonlar</i> )	+	+	+	+	+	+
Anthocyanins ( <i>Antosiyaninler</i> )	+	-	-	+	-	-
Proteins ( <i>Proteinler</i> )	-	+	+	-	-	+

[+: low intensity reaction; ++: medium intensity reaction; +++: strong intensity reaction; -: Not Present; E1: Methanol extract, E2: Acetone extract, E3: Ethyl acetate extract]

There are many reports regarding to *Verbascum* species antimicrobial activity (Meurer-Grimes et al., 1996; Dulger et al., 2002; Guarino, 2002; Dulger et al., 2005; Dulger and Hacıoğlu, 2008; Prakash et al., 2016; Dulger and Dulger, 2018). It was shown that *Verbascum* L. species showed antimicrobial activity against the Gr (+) bacteria and yeasts, but no activity was observed against the Gr (-) bacteria by disc-diffusion method (Meurer-Grimes et al., 1996; Dulger et al., 2002; Dulger and Gonuz, 2004; Dulger and Hacıoğlu, 2008). As a result of these studies *S. aureus* and the yeast cultures appear to be more susceptible to plant extracts. There is no data about *V. pinnatifidum* and *V. antinori* antimicrobial activities except Dulger and Dulger (2018). According to this investigation *V. antinori* has a strong antagonistic effect against Gram (+) bacteria; but it was ineffective on gram (-) bacteria.

Obtained different results in this research with antibacterial activity of *V. pinnatifidum* and *V. antinori* against *P. aeruginosa* ATCC 27853 and *A. baumannii* ATCC 19606 (Gram (-) bacteria). It was thought that the *Verbascum* species gave different results on the same test microorganisms was due to differences of plant collected localization, ecological status, seasonal differences and variety of extraction methods.

The results indicated that three extracts *V. pinnatifidum* and *V. antinori* reduced metabolic activity of cells in biofilm all test microorganisms, showing an inhibition percentage range of 8.93-92.18% and 14.56-91.19%, respectively (Figure 1-2).

All extracts compared, *V. pinnatifidum* and *V.*

*antinori* methanol extracts were the most effective in inhibiting formation and growth of *B. subtilis* ATCC 6633 biofilm by 92.18% and 91.19%. The lowest antibiofilm activity was obtained against *E. coli* NRRLB-3704 by two plants all extracts. Inhibition biofilm activity was performed with MIC concentrations of plant extracts.

*V. pinnatifidum* and *V. antinori* extracts have not been investigated in terms of antibiofilm activity. Moghaddam et al. (2015) showed that ethanol extract of *V. thapsus* had inhibitory effect on biofilm formation of *Streptococcus mutans*, *S. sanguinis*, and *S. salivarius*. The current findings indicated that biofilm forming of bacteria and yeast could be potentially being managed using *V. pinnatifidum* and *V. antinori* plant extracts.

Microbial biofilms were thought to be important virulence factors due to their high resistance properties to chemotherapeutics and host immune system (Grant and Hung, 2013). Bacteria in biofilms had higher antibiotic resistance than planktonic cells owing to it was preserved in the exopolysaccharide. This necessitated the screening of new and natural antibiotic sources, such as medicinal plants, in the fight against biofilm. Biofilm formation was controlled by quorum sensing, a bacterial communication mechanism (Vuong et al., 2004; Pratiwi et al., 2015; Erdonmez et al., 2018). Therefore, in this study the reason for the antibiofilm activity of *V. pinnatifidum* and *V. antinori* extracts in MIC and sub-MIC concentrations, is thought to be the inhibition of the quorum sensing mechanism. Further studies need to be performed to confirm the actual

mode of action of antibiofilm activity from these extracts. Therefore, detailed studies are needed to

reveal the mechanism of antibiofilm activity of both plants.

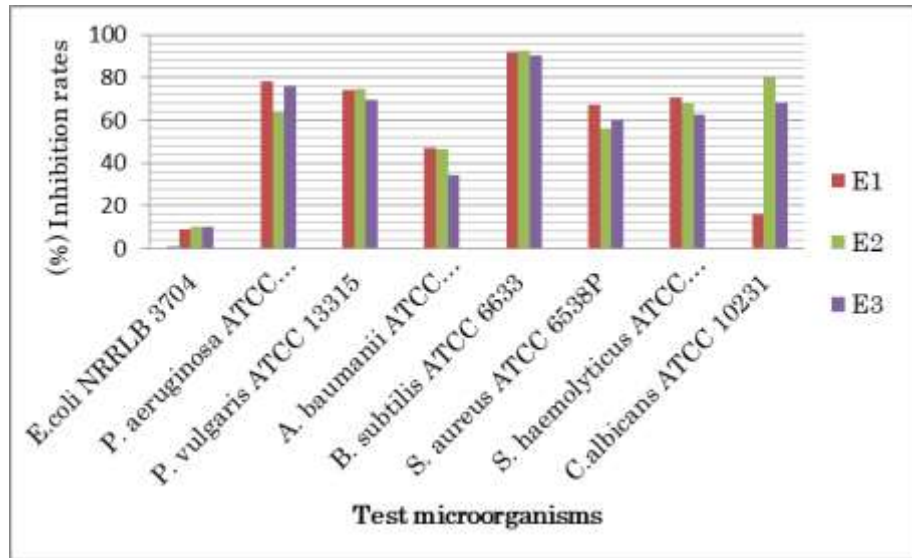


Figure 1 Antibiofilm activity of *V. pinnatifidum* extracts (E1: Methanol, E2: Acetone, E3: Ethyl acetate)  
Şekil 1 *V. pinnatifidum* ekstraktlarının antibiyofilm aktivitesi (E1: Metanol, E2: Aseton, E3: Etil asetat)

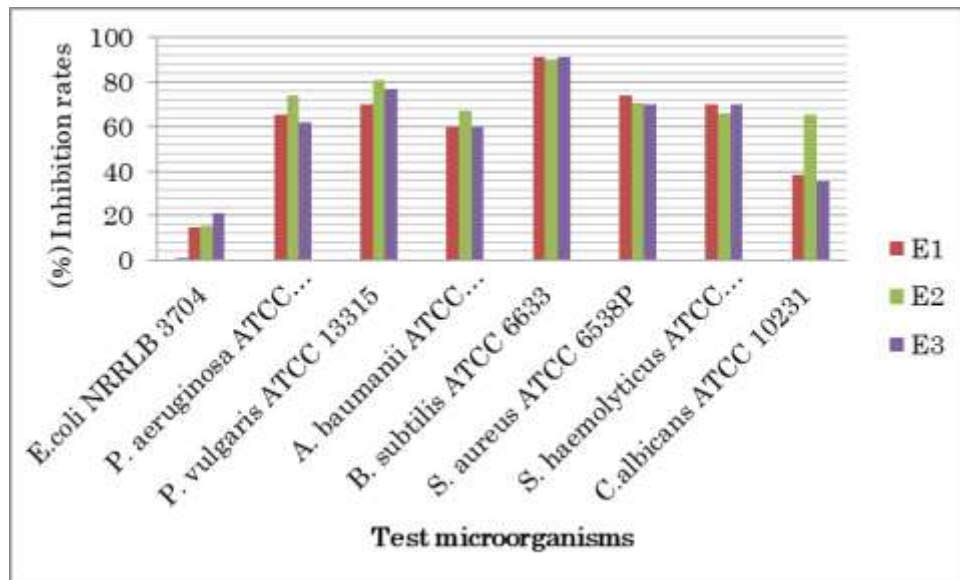


Figure 2 Antibiofilm activity of *V. antinori* extracts (E1: Methanol, E2: Acetone, E3: Ethyl acetate)  
Şekil 2 *V. antinori* ekstraktlarının antibiyofilm aktivitesi (E1: Metanol, E2: Aseton, E3: Etil asetat)

## CONCLUSION

Natural products are important source of new drugs which are very vital in modern medicine. The most important feature of this study is that all of the extracts had significant antibiofilm activity that inhibits serious bacterial and fungal pathogens. Comprehensive pharmacological studies are required to determine the components of these plants that have antimicrobial and antibiofilm effects and their use in treatment. This is the first report on the bioactive compounds and antibiofilm activity of *V. pinnatifidum* and *V. antinori* extracts. This approach may also allow new kind of research in medicinal usage or development of drug research.

## ACKNOWLEDGMENTS

This investigation is a part of Master thesis of Mehmet GÖSE. This study was financially supported by the Çanakkale Onsekiz Mart University Scientific Research Projects Coordination Unit, Turkey (FYL-2018-2693). Authors would like to thank Assoc. Prof. Dr. Ersin KARABACAK and Assoc. Prof. Dr. Neslihan DEMİR for defining plant species and helping phytochemical screening, respectively.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Table 4 Disc Diffusion, MIC, MBC or MFC ratios of the *V. pinnatifidum* extracts  
 Çizelge 4 *V. pinnatifidum* ekstraktlarının disk difüzyon, MİK, MBK veya MFK oranları

Test microorganisms ( <i>Test mikroorganizmaları</i> )	Plant extracts ( <i>Bitki ekstraktları</i> )													
	*Disc Diffusion <sup>z</sup> (mm) (* <i>Disk Difüzyon</i> <sup>z</sup> (mm))						MIC ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) ( <i>MİK</i> )					MBC or MFC ( <i>MBK veya MFK</i> )		
	Extracts ( <i>Ekstraktlar</i> )			Control( <i>Kontrol</i> )			Extracts( <i>Ekstraktlar</i> )			Control( <i>Kontrol</i> )		Extracts ( <i>Ekstraktlar</i> )		
	E1	E2	E3	P10	NY100	E1	E2	E3	ST	NY100	E1	E2	E3	
<i>E.coli</i> NRRL B-3704	8.0±0.21	8.3±0.31	8.0±0.02	16.0	NT	5.0±0.01	5.0±0.03	5.0±0.03	4.0	NT	10.0±0.01	20.0±0.34	20.0±0.24	
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	10.3±0.10	12.0±0.12	10.0±0.14	8.0	NT	5.0±0.02	20.0±0.03	10.0±0.01	1.0	NT	10.0±0.02	20.0±0.24	20.0±0.01	
<i>P. vulgaris</i> ATCC 13315	11.0±0.01	9.3±0.23	9.3±0.14	13.0	NT	2.5±0.01	10.0±0.01	20.0±0.01	4.0	NT	10.0±0.04	20.0±0.28	20.0±0.15	
<i>A. baumannii</i> ATCC 19606	7.6± 0.32	7.0±0.35	7.3±0.43	12.0	NT	0.3125±0.01	5.0 ± 0.03	5.0 ± 0.03	2.0	NT	20.0±0.10	20.0±0.64	20.0±0.58	
<i>B. subtilis</i> ATCC 6633	11.3±0.24	11.3±0.35	11.3±0.32	14.0	NT	0.3125±0.01	20.0±0.01	5.0 ± 0.01	4.0	NT	20.0±0.27	20.0±0.47	20.0±0.01	
<i>S. aureus</i> ATCC 6538P	7.3±0.51	7.0±0.21	7.6± 0.01	15.0	NT	2.5±0.03	20.0±0.03	10.0±0.01	4.0	NT	20.0±0.15	20.0±0.15	20.0±0.01	
<i>S. haemolyticus</i> ATCC 43252	8.0±0.03	7.0± 0.12	7.0± 0.04	14.0	NT	5.0±0.01	20.0±0.01	5.0 ± 0.01	5.0	NT	10.0±0.17	20.0±0.17	20.0±0.01	
<i>C.albicans</i> ATCC 10231	7.0±0.11	10.3±0.02	8.3±0.12	NT	16.0	2.5±0.01	10.0±0.01	1.25±0.01	NT	5.0	20.0±0.18	20.0±0.15	20.0±0.01	

[NT: Not Tested; E1: Methanol, E2: Acetone, E3: Ethyl acetate; \*Inhibition zone (mm); z includes diameter of disk (6 mm); P10 = Penicillin (10 ug/disc); ST: Streptomycin (10 ug/disc); NY100 Nystatin (100 ug/disc)]

Table 5 Disc Diffusion, MIC, MBC, and MBC or MFC ratios of the *V. antinori* extracts  
 Çizelge 5 *V. antinori* ekstraktlarının disk difüzyon, MİK, MBK veya MFK oranları

Test microorganisms ( <i>Test mikroorganizmaları</i> )	Plant extracts ( <i>Bitki ekstraktları</i> )													
	*Disc Diffusion <sup>z</sup> (mm) ( <i>*Disk Difüzyon<sup>z</sup> (mm)</i> )						MIC ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) ( <i>MİK</i> )					MBC or MFC ( <i>MBK yada MFK</i> )		
	Extracts ( <i>Ekstraktlar</i> )			Control ( <i>Kontrol</i> )			Extracts ( <i>Ekstraktlar</i> )			Control ( <i>Kontrol</i> )		Extracts ( <i>Ekstraktlar</i> )		
	E1	E2	E3	P10	NY100	E1	E2	E3	ST	NY100	E1	E2	E3	
<i>E. coli</i> NRRL B-3704	11.0±0.34	12.0±0.28	11.0±0.04	16.0	NT	10.0±0.01	10.0±0.03	20.0±0.03	4.0	NT	20.0±0.01	20.0±0.37	20.0±0.24	
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	9.0±0.15	10.0±0.14	12.0±0.18	8.0	NT	10.0±0.03	5.0±0.06	10.0±0.01	1.0	NT	20.0±0.12	10.0±0.24	10.0±0.01	
<i>P. vulgaris</i> ATCC 13315	10.0±0.03	12.0±0.26	15.0±0.16	13.0	NT	10.0±0.01	20.0±0.06	20.0±0.01	4.0	NT	20.0±0.04	20.0±0.27	20.0±0.15	
<i>A. baumannii</i> ATCC 19606	13.33±0.16	15.3±0.48	13.0±0.34	12.0	NT	10.0±0.05	20.0±0.05	20.0±0.03	2.0	NT	20.0±0.10	20.0±0.64	20.0±0.58	
<i>B. subtilis</i> ATCC 6633	11.0±0.12	12.0±0.37	16.0±0.36	14.0	NT	5.0 ±0.14	10.0±0.07	10.0±0.01	4.0	NT	10.0±0.29	10.0±0.47	10.0±0.01	
<i>S. aureus</i> ATCC 6538P	12.0±0.42	12.0±0.25	11.0±0.12	15.0	NT	10.0±0.03	10.0±0.08	10.0±0.01	4.0	NT	20.0±0.17	20.0±0.15	10.0±0.01	
<i>S. haemolyticus</i> ATCC 43252	11.0±0.13	11.0±0.16	11.0±0.04	14.0	NT	10.0±0.08	20.0±0.11	20.0±0.01	5.0	NT	20.0±0.19	20.0±0.27	20.0±0.01	
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	10.0±0.13	10.3±0.01	10.0±0.11	NT	16.0	5.0±0.07	10.0±0.10	10±0.01	NT	5.0	10.0±0.18	20.0±0.17	20.0±0.01	

[NT: Not Tested; E1: Methanol, E2: Acetone, E3: Ethyl acetate; \*Inhibition zone (mm); z includes diameter of disk (6 mm); P10 = Penicillin (10 ug/disc); ST: Streptomycin (10 ug/disc); NY100 Nystatin (100 ug/disc)]



## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Alimpić A, Knežević A, Šavikin K, Ćurčić M, Veličković D, Stević T, Duletić-Laušević S 2016. Composition and Biological Activities of Different Extracts of *Salvia jurisicii*, a Rare and Endemic Macedonian Species. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology* 151(6): 1002–1011.
- Barry A 2007. An Overview of the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) and Its Impact on Antimicrobial Susceptibility Tests. *Antimicrobial Susceptibility Testing Protocols*, 1–6.
- Baytop T 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. (2nd ed). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Boga M, Ertas A, Yilmaz MA, Kizil M, Ceken B, Hasimi N, Ozden TY, Demirci S, Yener I, Deveci O 2016. UHPLC-ESI-MS/MS and GC-MS Analyses on Phenolic, Fatty Acid and Essential Oil of *Verbascum pinetorum* with Antioxidant, Anticholinesterase, Antimicrobial and DNA Damage Protection Effects. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 15(3): 393-405.
- Collins CH, Grange JM, Lyne PM 1989. Collins and Lyne's Microbiological Methods (6th ed.) London: Butterworths.
- Davis PH, Mill RR, Tan K, Genista L. In: Davis, P. H., Mill RR, Tan K, editors. 1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Suppl). Edinburgh Univ. Press.
- Dulger B, Kirmizi S, Arslan H, Güteryüz G 2002. Antimicrobial Activity of Three Endemic *Verbascum* Species. *Pharmaceutical Biology* 40(8): 587–589.
- Dulger B, Gonuz A 2004. Antimicrobial Activity of Some Endemic *Verbascum*, *Salvia*, and *Stachys* Species. *Pharmaceutical Biology* 42(4-5): 301–304.
- Dulger B, Ugurlu E, Aki C, Suerdem TB, Camdeviren A, Tazeler G 2005. Evaluation of Antimicrobial Activity of Some Endemic *Verbascum*, *Sideritis*, and *Stachys* Species from Turkey. *Pharmaceutical Biology* 43(3): 270–274.
- Dulger B, Hacıoğlu N 2008. Antimicrobial Activity of Some Endemic *Verbascum* and *Scrophularia* Species from Turkey. *Asian Journal of Chemistry* 20(5): 3779-3785.
- Dulger B, Hacıoğlu N 2009. Activity of Three endemic *Verbascum* Species Against Hospital Isolates of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Biotechnology and Biotechnological Equipment* 23(sup1): 760–762.
- Dulger B, Dulger G 2018. Antibacterial Activity of *Verbascum antinori*. *Konuralp Tıp Dergisi* 387–390.
- Erdönmez D, Kenar N, Türkmen K 2018. Screening for Anti-quorum Sensing and Anti-Biofilm Activity in *Viscum album* L. Extracts and its Biochemical Composition. *Trakya University Journal of Natural Sciences* 19(2): 175-186.
- Evans WC 2009. *Pharmacognosy* (16th ed.) Singapore: W.B. Saunders Co. Ltd.
- Georgiev M, Alipieva K, Orhan I, Abrashev R, Denev P, Angelova M 2011. Antioxidant and Cholinesterases Inhibitory Activities of *Verbascum xanthophoeniceum* Griseb. and Its Phenylethanoid Glycosides. *Food Chemistry* 128:100–105.
- Guarino C 2002. Antimicrobial Activity of *Verbascum macrurum* Ten. (*Scrophulariaceae*). *Bollettino Chimico Farmaceutico* 141(3): 238-242.
- Grant SS, Hung DT 2013. Persistent Bacterial Infections, Antibiotic Tolerance, and the Oxidative Stress Response. *Virulence* 4(4): 273–283.
- Harborne JB, Baxter H 1999. *Handbook of Natural Flavonoids*. Wiley: Chichester.
- Kahraman C, Tatlı II, Orhan IE, Akdemir ZS 2010. Cholinesterase Inhibitory and Antioxidant Properties of *Verbascum mucronatum* Lam. and Its Secondary Metabolites. *Zeitschrift Für Naturforschung C* 65(11-12): 667–674.
- Khan NH, Rahman M, Nur-e-Kamal MSA 1988. Antibacterial Activity of *Euphorbia thymifolia* Linn. *The Indian Journal of Medical Research* 87(4):395–397.
- Kahraman C, Ekizoglu M, Kart D, Akdemir ZS, Tatlı II 2011. Antimicrobial Activity of Some *Verbascum* Species Growing in Turkey. *Fabard Journal of Pharmaceutical Sciences* 36: 11-15.
- Kozan E, Çankaya IT, Kahraman C, Akkol EK, Akdemir Z 2011. The In vivo Anthelmintic Efficacy of Some *Verbascum* Species Growing in Turkey. *Experimental Parasitology* 129(2): 211–214.
- Mahindru SN 1992. *Indian Plant Perfumes*. Metropolitan Phototype Settera Printers Ltd. India.
- Merritt JH, Kadouri DE, O'Toole GA 2005. Growing and Analyzing Static Biofilms. *Current Protocols in Microbiology*. 1(1):1B.
- Meurer-Grimes B, McBeth DL, Hallihan B, Delph S 1996. Antimicrobial Activity in Medicinal Plants of the *Scrophulariaceae* and *Acanthaceae*. *International Journal of Pharmacognosy* 34(4): 243–248.
- Moghaddam HK, Mirzaii M, Khaksari M, Fazli M, Rahimi F, Behzadi AA 2015. Antibacterial and Anti-adherent Activity of Great Mullein (*Verbascum thapsus* L.) Ethanolic Extract on In vitro Biofilm Formation of Three Oral *Streptococci*. *International Journal of Health Studies* 1(2): 34-37.
- Ozcan B, Esen M, Caliskan M, Mothana RA, Cihan AC, Yolcu H 2011. Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Various Extracts of *Verbascum pinetorum* Boiss. O. Kuntze (*Scrophulariaceae*).

- European Review for Medical and Pharmacological Sciences 15(8): 900- 905.
- Packiavathy SVIA, Agilandeswari P, Musthafa KS, Pandian KS, Ravi VA 2012. Antibiofilm and Quorum Sensing Inhibitory Potential of *Cuminum cyminum* and Its Secondary Metabolite Methyl Eugenol Against Gram Negative Bacterial Pathogens. Food Research International 45(1): 85–92.
- Prakash V, Rana S, Sagar A 2016. Studies on Antibacterial Activity of *Verbascum thapsus*. Journal of Medicinal Plants Studies 4(3): 101-103.
- Pratiwi SUT, Lagendijk EL, Hertiani T, Weert S, Cornellius AMJ, Vand Den Hondel J 2015. Antimicrobial Effect of Indonesian Medicinal Plants Extracts on Planktonic and Biofilm Growth of *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences 7(4): 183-191.
- Pulcini C, Bush K, Craig WA, Frimodt-Møller N, Grayson ML, Mouton JW 2012. Forgotten Antibiotics: An inventory in Europe, the United States, Canada, and Australia. Clinical Infectious Diseases 54(2): 268–274.
- Raaman N 2006. Phytochemical Techniques. New Delhi: New India Publishing Agency.
- Sánchez E, Rivas Morales C, Castillo S, Leos-Rivas C, García-Becerra L, Ortiz Martínez DM 2016. Antibacterial and Antibiofilm Activity of Methanolic Plant Extracts Against Nosocomial Microorganisms. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2016: 1–8.
- Tatli II, Akdemir ZS 2006. Traditional Uses and Biological Activities of *Verbascum* Species. Fabad Journal of Pharmaceutical Sciences 31: 85-96.
- Teanpaisan R, Kawsud P, Pahumunto N, Puripattanavong J 2017. Screening for Antibacterial and Antibiofilm Activity in Thai Medicinal Plant Extracts Against Oral Microorganisms. Journal of Traditional and Complementary Medicine 7(2): 172–177.
- Vuong C, Kocianova S, Voyich JM, Yao Y, Fischer ER, DeLeo FR, Otto M 2004. A Crucial Role for Exopolysaccharide Modification in Bacterial Biofilm Formation, Immune Evasion, and Virulence. Journal of Biological Chemistry 279(52): 54881–54886.



## Determination of Phenolic Acids by HPLC and Antioxidant Capacity of Some Cultivated *Mentha* Species

Mahfuz ELMASTAŞ<sup>1\*</sup>, Mehmet KEÇEÇİ<sup>2</sup>, Nusret GENÇ<sup>3</sup>, Ahmet BEYATLI<sup>4</sup>, Duygu MISIRLI<sup>5</sup>, Isa TELCİ<sup>6</sup>

<sup>1,5</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Hamidiye Pharmacy, University of Health Sciences, Üsküdar/Istanbul, Turkey, <sup>2,3</sup>Department of Chemistry, Institute of Science, Gaziosmanpaşa University, Tokat, Turkey, <sup>4</sup>Department of Medical and Aromatic Plants, Hamidiye Health Vocational School, University of Health Sciences, Üsküdar/Istanbul, Turkey, <sup>6</sup>Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-7149-7427>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-1665-4677>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3685-1344>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-5225-6217>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-3581-4368>, <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0002-3651-1641>

✉: mahfuz.elmastas@sbu.edu.tr

### ABSTRACT

This study was designed to investigate the phenolic acid contents and antioxidant activities of 14 clones of mint species (*M. spicata*, *M. piperita*, *M. villosa nervata* and *M. dumetorum*) that cultivated in Turkey. The phenolic acid contents were analysed using HPLC. The antioxidant activities of these *Mentha* species were evaluated by free radical scavenging activity (DDPH<sup>•</sup>), cation radical scavenging activity (ABTS<sup>•+</sup>) and reducing power activity tests. Additionally, total phenolic content of mint species was determined spectrophotometrically using Folin-Ciocalteu's reagent. Phenolic acid contents of *Mentha* were evaluated in two subclasses: benzoic acid and cinnamic acid derivatives. The rosmarinic acid (which is cinnamic acid derivative) was the main phenolic acid for all tested plant material changing from 5482.6 to 31982.7 mg/kg dry weight concentrations. p-hydroxy benzoic acid (ranging from 30.5 to 236.4 mg/kg dry weight) and syringic acid (ranging from 95.4 to 375.2 mg/kg dry weight) were most abundant benzoic acids derivatives found in tested mint clones. According to DDPH<sup>•</sup> and ABTS<sup>•+</sup> test results, while *M. villosa nervata* clone (originated from Osmaniye) has higher activity, *M. spicata* clone (originated from Manisa) has lower activity among the other clones. Reducing power activity of *M. villosa nervata* clone (originated from Osmaniye) was highest and *M. spicata* clone (originated from Konya) was lowest. It has been observed that the correlation between phenolic acid derivatives and antioxidant activity varied depending on used antioxidant activity methods. These results show that best *Mentha* for human health in terms of both phenolic acid content and antioxidant activity are the 3rd clone (*M. spicata*) and the 10th clone (*M. villosa nervata*) genotypes.

### Research Article

#### Article History

Received : 13.08.2020

Accepted : 19.10.2020

#### Keywords

*Mentha*

Phenolic acid

Antioxidant activity

DPPH

ABTS

## Kültürü Yapılan Bazı *Mentha* Türlerinin HPLC ile Fenolik Asitlerin Tayini ve Antioksidan Kapasitesi Belirlenmesi

### ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'de yetiştirilen *M. spicata*, *M. piperita*, *M. villosa nervata* ve *M. dumetorum* türlerine ait 14 nane klonlarının fenolik asit içerikleri ve antioksidan aktivitelerini araştırmak için tasarlanmıştır. Fenolik asit içerikleri HPLC kullanılarak analiz edilmiştir. *Mentha* türlerinin antioksidan aktiviteleri, serbest radikal giderme aktivitesi (DDPH<sup>•</sup>), katyon radikal giderme aktivitesi (ABTS<sup>•+</sup>) ve indirgeme gücü aktivite testleri ile değerlendirilmiştir. Ek olarak, nane türlerinin toplam fenolik içeriği, Folin-Ciocalteu'nun reaktifi kullanılarak spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Nane türlerinin fenolik asit içerikleri benzoik ve sinamik asit türevi olmak üzere iki alt sınıfta değerlendirilmiştir. Rosmarinik asit (sinamik asit türevi) konsantrasyonu, test edilen tüm bitki materyalleri için 5482.6'dan 31982.7 mg/kg kuru ağırlık

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 13.08.2020

Kabul Tarihi : 19.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Mentha*

Fenolik asit

Antioksidan aktivite

DPPH

ABTS

arasında değişen ana fenolik asit olarak gözlemlenmiştir. *p*-hidroksi benzoik asit (30.5 ile 236.4 mg/kg kuru ağırlık arasında) ve şiringik asit (95.4 ile 375.2 mg/kg kuru ağırlık arasında), test edilen nane klonlarında en yüksek miktarda bulunan benzoik asit türevleridir. DDPH• ve ABTS•+ test sonuçlarına göre *M. villosa nervata* türü (Osmaniye kaynaklı klonu) daha yüksek aktiviteye sahipken, *M. spicata* türü (Manisa kaynaklı klonu) diğer klonlar arasında daha düşük aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. *M. villosa nervata* türü (Osmaniye kaynaklı klonu) indirgeme gücü aktivitesi düşük iken en yüksek aktiviteyi *M. spicata* türü (Konya kaynaklı klonu) göstermiştir. Fenolik asit türevleri ile antioksidan aktivite arasındaki ilişkinin, kullanılan antioksidan aktivite yöntemlerine bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre hem fenolik asit içeriği hem de antioksidan aktivite açısından insan sağlığı için en yararlı nane türünün 3. klon (*M. spicata*) ve 10. klon (*M. villosa nervata*) genotipleri olduğunu tespit edilmiştir.

**To Cite :** Elmastaş M, Keçeci M, Genç N, Beyatlı N, Mısırlı D, Telci İ 2021. Determination of Phenolic Acids by HPLC and Antioxidant Capacity of Some Cultivated *Mentha* Species. KSU J. Agric Nat 24 (3): 488-494. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.780019>.

## INTRODUCTION

Labiata (Lamiaceae) with about 170-250 genera and 3000-3500 species considered one of the plant families spread worldwide and specially on the Mediterranean coast (Heywood et al. 1978; Baytop 1983). Mint is one of the oldest cultivated members of this family. *Mentha* species; In addition to being used in many civilizations since ancient times, it is a kind of spice which is used widely in Ottoman and Turkish medicine and it is noticed as a plant which is used for treatment of many kinds of diseases. Nowadays, mint is used for both spices and medicinal purposes. *M. spicata* and *M. piperita* are among the most commonly cultivated and used mint species in the world. At Turkey *M. dumetorum* and *M. villosa-nervata* are the most cultivated species.

In terms of human health, it is important to determine the chemical content of nutrients. In recent years, consumption of foods containing functional compounds has been encouraged and became the focus of scientific studies. Literature showed that mint species contain compounds have biological activities such as anti-inflammatory (Shen et al. 2011), antioxidants, antibacterial (Lin et al. 2011) and cardioprotective (Trivedi et al. 2011). Scientists believe that these activities are due to existence of phenolic compounds. Phenolic compounds are divided into flavonoids and phenolic acids. Phenolic acids are natural antioxidants that contribute to the colour, smell and taste of plants. These compounds significantly affect the stability, colour, odour, nutrient content and quality of foods (Robbins 2003). Therefore, determination the amount of phenolic acids in foods it is one of the important issues.

According to literature search we cannot find any study on the determination of the phenolic compounds in *M. villosa nervata* and *M. dumetorum* species

research is therefore required on these species. Demonstrating the phenolic acid content of these two species will guide other studies about these species. This study aimed to determine the phenolic acid content of the cultivated clones belonging to *M. villosa nervata*, *M. dumetorum*, *M. spicata* and *M. piperita* species in Turkey. It's expected that determination of phenolic acid content and antioxidant activities of these species will be helpful in the availability of better-quality products in the markets.

## MATERIALS and METHODS:

### Chemicals and reagents

Ferric chloride (FeCl<sub>3</sub>), 2,2-diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS), potassium ferricyanide K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>, trichloroacetic acid (TCA), potassium dihydrogen phosphate (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), sodium carbonate (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) and Folin-Ciocalteu reagent were obtained from Sigma-Aldrich (Sternheim, Germany). 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethyl-2-carboxylic acid (Trolox) and gallic acid were purchased from Merck (Istanbul, Turkey). All other solvents and chemicals (analytical or HPLC grade) were obtained from Sigma-Aldrich.

### Plant materials

Mint species distributed in different regions in Turkey examples used in breeding ecology adaptation studies in Tokat was used in this study. The mint species clones (Table 1) were obtained from research fields of Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University (Tokat, Turkey). Dry sample of each species (5 g) ground in liquid nitrogen using mortar and pestle. All samples were kept at 25 °C until extraction.

Table 1. Species, the origin of used *Mentha* clones and yield extracts.

*Çizelge 1. Kullanılan Mentha klonlarının kökeni ve ekstre verimleri.*

Species	Clone code	Origin (city)	Yield of extracts (%)
	1	Konya	12.00
	2	Adıyaman - 1	17.50
	3	Adıyaman - 2	23.00
	4	Ankara - 1	18.00
<i>M. spicata</i>	5	Ankara - 2	13.50
	6	Karaman	11.50
	7	Elazığ	10.50
	8	Samsun	10.50
	9	Manisa	11.50
	10	Amasya	14.00
<i>M. villosa-nervata</i>	11	Osmaniye	10.50
	12	Antalya	10.00
<i>M. piperita</i>	13	Gaziantep	14.50
<i>M. dumetorum</i>	14	Tokat	11.00

### Preparation of extraction

Thirty millilitres of a methanol/dichloromethane solution (4:1) was added to 500 mg of prepared plant materials, the mixture was vortexed slightly for 1 min and then sonicated for 30 min in ultrasonic bath then centrifuged. The remaining solid residue was re-extracted twice using same procedure. The collected filtrates were pooled, concentrated under reduced pressure at 40°C by a rotary evaporator. The extracts were used for the determination of antioxidant capacity and total phenolic compounds.

### Determination of total phenolic content

Folin-Ciocalteu reagent was used to determine the total phenolic constituent of extracts (Slinkard and Singleton 1977). After adding 4.5 mL of distilled water to 100 µl of stock solution (1 mg/mL), 100 µl of Folin-Ciocalteu reagent was added. After 3 min 300 µl (1%) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> were added. The mixture vortexed then incubated for 2 hours under room conditions. The absorbance was measured at 760 nm in a spectrophotometer. Calibration curve was obtained through using different concentrations of gallic acid which used as standard. The results were given as phenolic compound equivalent to g gallic acid/kg dry plant.

### Analysis of phenolic acids

Qualitative analysis of the phenolic acid's derivatives (Gallic acid (GA), protocatechuic acid (PA), p-Hydroxybenzoic acid (p-HBA), vanillic acid (VA) syringic acid (SA), caftaric acid (CTA), caffeic acid (CFA), p-coumaric acid (p-CA), ferulic acid (FA), cichoric acid (CCA), rosmarinic acid (RA) and cinnamic acid (SIA)) in the samples were performed using an HPLC-DAD (Shimadzu, Japan) system coupled with an LC 20AT pump and SPD20A model DAD detector. The mobile phases consisted of solvent A (methanol) and solvent B (1% formic acid in deionised water) was

applied to reverse phase Dionex, Acclaim Polar Advantage 120A° (150x4.60 mm, 3 µm) C16 as follows: 0 min, 100% A and 0% B; 10 min, 60% A and 40% B; and 17.5 min, 0% A and 100% B to wash and equilibrate of the column. The flow rate was 1 mL/min, and the column temperature was set to 30°C. Detection was performed at 280 nm. Identification of individual phenolic acids were performed through comparing their retention times and spectra with known standards. The amounts of individual phenolic acids were calculated by using a calibration curve equation for each one of the standards. The results were expressed as milligram per kilogram of dry weight.

### Determination of antioxidant activity

#### Free radical scavenging activity

The free radical scavenging activity were evaluated by (DPPH•) according to the method described by Blois (Blois, 1958). Samples at different concentrations (2.5-10 µg/mL) and standard solutions were taken and completed to 3 mL was with ethanol. Then DPPH• solution (1.0 mL, 0.26 mM) were added. The reaction mixture was vortexed thoroughly, left in the dark at room temperature for 30 min and measured at 517 nm. The activity was calculated by the following equation

$$\text{Activity \%} = [(\text{Abs}_{\text{control}} - \text{Abs}_{\text{sample}}) / \text{Abs}_{\text{control}}] \times 100$$

Where Abs<sub>control</sub> and Abs<sub>sample</sub> are the DPPH• radical + ethanol and DPPH• radical + samples absorbance, respectively. The inhibitory concentration (IC<sub>50</sub>) of the samples which needed to inhibit 50% of the DPPH radicals obtained from the standard curve was compared to that of standard antioxidant (Trolox).

#### Cation free radical scavenging activity

2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS•+) cation radical scavenging activity determined according to method described by Re and colleagues (Re et al., 1999). Treatment of ABTS (2.0 mM) prepared in phosphate buffer (0.1 M, pH 7.4) with potassium persulfate (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) in a ratio 1:2 (2.45 mM) gave the ABTS•+, which kept at dark at room temperature for 6 h. ABTS•+-K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> solution (1.0 mL) was added to each standard and extract solution at different concentration (2.5-10 µg/mL). After 30 min of incubation, the inhibition was calculated for each concentration relative to a blank absorbance at 734 nm. Experiments were performed in triplicate. Cation free radical scavenging activity was calculated as % inhibition by the following equation:

$$\text{Activity \%} = [(\text{Abs}_{\text{control}} - \text{Abs}_{\text{sample}}) / \text{Abs}_{\text{control}}] \times 100$$

Where Abs<sub>control</sub> and Abs<sub>sample</sub> are the buffer + ABTS•+-K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> solution and buffer + ABTS•+-K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> solution + samples absorbance, respectively. The results were plotted against the concentration activity. The IC<sub>50</sub> was calculated by using the slope equation.

### Ferric reducing antioxidant power (FRAP)

The reducing power of the extracts was determined by the method of Oyaizu (Oyaizu, 1986) with a slight modification (Elmastaş et al., 2006). Different concentrations (2.5-10 µg/mL) of the extracts were completed to 1.25 mL with phosphate buffer (0.2 M, pH 6.6) and 1.25 mL of (1%) potassium ferricyanide, followed by incubation for 20 min at 50°C and then received 1.25 mL of (10%) TCA to terminate the reaction. The solution mixed with 0.25 mL (0.1%) FeCl<sub>3</sub> solution and the mixture vortexed vigorously. The absorbance was measured at 700 nm. Increased absorbance was evaluated as increased reducing power. The results were expressed in µmol Trolox Equivalent per gram extract.

### Statistical analysis

All statistical analyses were performed using the SPSS software (SPSS 15.0) program. Data are expressed as mean values and standard deviations (SD) of the triplicate results. Significant differences in groups

were indicated at  $p < 0.05$ . The correlation analysis was performed by bivariate (Pearson's) correlation test at  $p < 0.05$  significance level.

## RESULTS and DISCUSSION

### Total phenolic content

The highest phenolic content in the total phenolic analysis was determined in clone 9 for *M. spicata* and in clone 11 for *M. villosa-nervata*. While the highest content for *M. piperita* was at clone 13.

### Phenolic acids

Phenolic acid composition for the used mint species clones were determined by HPLC. Firstly, the calibration graph was drawn by using different concentrations of the standards. The phenolic acids and its amounts for each clone were determined using the calibration equation. The results were given as derivatives of benzoic acid and cinnamic acid (Table 2 and 3).

Table 2. Benzoic acid derivatives concentration in *Mentha* clones (mg/kg dry plant material).

Çizelge 2. *Mentha* klonlarındaki benzoik asit türevlerin konsantrasyonları (mg/kg kuru bitki materyali).

Species	Clone code	GA	PA	p-HBA	VA	SA	Total
<i>M. spicata</i>	1	0.0	9.6	145.8	67.5	259.6	482.5
	2	0.0	3.0	103.7	65.0	254.2	425.8
	3	0.0	3.0	183.1	183.1	315.8	685.0
	4	0.0	16.4	174.8	0.0	247.6	438.8
	5	0.0	10.4	30.4	46.0	188.0	274.7
	6	0.0	15.5	115.4	0.0	95.4	226.3
	7	0.0	2.4	96.3	0.0	326.4	425.1
	8	85.2	26.1	30.5	28.2	232.7	402.7
	9	48.9	10.7	70.3	40.7	207.9	378.4
	10	0.0	3.3	142.6	0.0	304.3	450.2
<i>M. villosa nervata</i>	11	0.0	3.0	98.6	53.2	229.8	384.6
	12	54.6	8.1	134.4	0.0	189.8	386.8
<i>M. piperita</i>	13	0.0	11.0	70.0	284.5	171.8	537.2
<i>M. Dumetorum</i>	14	0.0	11.3	236.4	161.6	280.9	690.1

Galic acid (GA), protocatechuic acid (PA), p-Hydroxybenzoic acid (p-HBA), vanillic acid (VA) and syringic acid (SA).

Table 3. Cinnamic acid derivatives concentration in *Mentha* clones (mg/kg dry plant material).

Çizelge 3. *Mentha* klonlarındaki sennamik asit türevlerinin konsantrasyonu (mg/kg kuru bitki materyali).

Species	Clone code	CTA	CFA	p-CA	FA	CCA	RA	SIA	Total
<i>M. spicata</i>	1	154.3	6.5	17.5	58.1	0.0	6213.8	75.4	6525.4
	2	98.1	28.8	446.8	38.0	0.0	14309.0	268.9	15189.5
	3	33.5	51.4	930.1	52.8	0.0	31982.7	603.7	33654.1
	4	28.5	41.1	1095.3	58.5	0.0	15990.3	832.4	18046.0
	5	28.3	3.7	782.2	25.4	0.0	12635.2	8.4	13483.0
	6	186.7	9.7	19.4	71.9	0.0	9386.7	429.3	10103.5
	7	165.0	17.1	51.4	57.9	0.0	10488.5	189.6	10969.3
	8	59.1	1.3	87.1	27.4	0.0	9039.0	56.2	9269.9
	9	130.8	3.0	13.9	34.7	0.0	7242.1	270.8	7695.2
	10	140.8	9.0	43.0	47.5	0.0	16146.5	226.1	16612.8
<i>M. villosa nervata</i>	11	129.2	7.6	68.1	67.3	0.0	10200.9	520.4	10993.4
	12	129.9	3.9	29.9	27.3	0.0	6577.1	19.5	6787.5
<i>M. piperita</i>	13	281.3	3.8	12494.4	67.4	0.0	5482.6	102.7	18432.2
<i>M. dumetorum</i>	14	87.1	2.8	6822.7	111.7	0.0	14474.4	186.9	21685.6

Caftaric acid (CTA), caffeic acid (CFA), p-coumaric acid (p-CA), ferulic acid (FA), cichoric acid (CCA), rosmarinic acid (RA) and cinnamic acid (SIA).

The highest benzoic acid derivatives content was determined syringic acid and lowest was observed as protocatechuic acid (Table 2). The highest cinnamic acid derivatives content was observed as rosmarinic acid in *Mentha spicata* clones (clone1-9) and cichoric acid was not detected in the tested *Mentha* species (Table 3).

### Antioxidant activities

The values of free radical scavenging activity and cation free radical scavenging activity were calculated according to IC<sub>50</sub>, which is defined as the concentration of sample necessary to obtain an activity of 50%. Decreased IC<sub>50</sub> value meant higher activity. Reducing power activity was calculated as µmol Trolox equivalent/mg extract.

### Free radical scavenging activity

As shown in Table 4 free radical scavenging activities were given as IC<sub>50</sub>, except clones 1 (22.14 µg/mL), 9 (33.20 µg/mL), and 12 (21.10 µg/mL), the other clones have high activity specially clones 7 (9,13 µg/mL), clone

10 (8.94 µg/mL), and clone11 (8.15 µg/mL) which showed DPPH free radical scavenging activity close to the standard material, Trolox (6.66 µg/mL).

In the study of Kanatt and colleagues on *M. spicata*, the IC<sub>50</sub> value of free radical scavenging activity was found to be 25.8 µg/mL. When we compare with *M. spicata* clones (clones 1-9) in the study, if we exclude the clone 9, other clones free radical scavenging activities were higher more than results found by Kanatt and colleagues (Kanatt et al., 2007).

Free radical scavenging activity of *M. dumetorum* extract determined as 1.6 mg/mL (Ayar-Kayali et al., 2009). Obtained results for *M. dumetorum* (clone 14) (16,99 µg/mL) showed that free radical scavenging activity was higher than the previous study (Table 4).

### Cation free radical scavenging activity

All clones have high ABTS<sup>+</sup> free radical scavenging activity, clones 7 (3.29 µg/mL) and 11 (3.03 µg/mL) show better activity than Trolox (3.14 µg/mL) (Table 4). The lowest activity was observed in clone 9 (6.07 µg/mL).

Table 4. Antioxidant activities and total phenolic compound content in mint clones  
 Çizelge4. Nane klonlarının antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik bileşik içerikleri

Species	Clone code	DPPH (IC <sub>50</sub> µg/mL)	ABTS (IC <sub>50</sub> µg/mL)	FRAP (µmol TE/mg Extract)	Total Phenolic Compound (g GAE/kg DW)
<i>M. spicata</i>	1	22.14±0.24	4.92±0.10	3.21±0.18	9.01±0.08
	2	13.06±0.24	4.23±0.11	5.14±0.18	7.87±0.07
	3	11.25±0.25	3.62±0.12	5.42±0.19	8.10±0.08
	4	14.03±0.21	3.75±0.19	4.75±0.18	7.72±0.05
	5	18.22±0.20	4.76±0.16	4.51±0.19	8.23±0.05
	6	13.23±0.25	3.93±0.12	3.93±0.18	9.02±0.09
	7	9.13±0.21	3.29±0.09	6.72±0.19	7.89±0.21
	8	14.30±0.26	4.56±0.12	5.93±0.19	9.56±0.12
	9	33.20±0.23	6.07±0.11	3.84±0.19	10.91±0.09
<i>M. villosa nervata</i>	10	8.94±0.26	3.79±0.12	6.37±0.18	6.21±0.15
	11	8.15±0.28	3.03±0.14	7.18±0.18	10.83±0.11
	12	21.10±0.26	4.41±0.16	3.96±0.19	7.92±0.09
<i>M. piperita</i>	13	13.11±0.24	3.49±0.11	5.19±0.18	5.60±0.14
<i>M. Dumetorum</i>	14	15.80±0.27	4.57±0.13	5.09±0.18	7.51±0.10
	Trolox	6.66±0.23	3.14±0.10		

### Reducing power activity

As shown in Table 4, clone 7 (6.72 µmol TE/mg Extract), clone 10 (6.37 µmol TE/mg Extract), and clone 11 (7.18 µmol TE/mg Extract) are higher than other clones. The lowest activity is observed in clone 1 (3.21 µmol TE/mg Extract).

### Correlation and cluster analysis

Correlation analysis was used to explore the relationship between the benzoic acid and cinnamic acid derivatives of mint species and the antioxidant variables (Table 5). Among benzoic acid derivatives we

found medium positive correlation for GA with DPPH and ABTS tests, PA with ABTS test and SA with reducing power activity. The correlation was weak positive for DPPH with PA and weak negative for DPPH and ABTS with *p*-HBA, VA and SA. Also, for PA with reducing power activity it was weak negative. For the remaining values there was no correlation (Table 5).

For the cinnamic acid derivatives we determined medium negative correlation for CFA with DPPH and ABTS tests, RA with DPPH and FA and SIA with ABTS. Weak negative correlation founded for DPPH

with *p*-CA, FA and SIA; for ABTS with CTA, *p*-CA and RA. The correlation of FA, RA and SIA with reducing power activity were weak positive. While the remaining values have no correlation (Table 5). For the correlation between phenolic contents and antioxidant capacity among the different methods some earlier studies showed a strong positive correlation (Katsube

et al. 2004; Djeridane et al. 2006), other studies showed poor correlation (Wong et al., 2006). Antioxidant activity is not only linked with the materials of experiments but also with the used solvents, concentrations and time of reaction (Jayaprakasha et al., 2001). All factors above may lead to the correlation differences between this study and others.

Table 5. Correlation between benzoic acid derivatives and cinnamic acid derivatives with antioxidant activities.  
 Çizelge 5. Benzoik asit türevleri ve sinnamik asit türevlerinin antioksidan aktivite ile korelasyonları.

Correlation		Antioxidant Activities		
		DPPH·	ABTS <sup>++</sup>	Reducing Power Activity
Benzoic acid derivatives	GA	0.4541	0.4775	0.0924
	PA	0.2603	0.3702	0.2877
	<i>p</i> -HBA	0.1315	0.1538	0.0981
	VA	0.1048	0.1454	0.0090
	SA	0.2902	0.2354	0.4740
Cinnamic acid derivatives	CTA	0.0321	0.1960	0.0191
	CFA	0.3434	0.3458	0.0928
	<i>p</i> -CA	0.1161	0.1695	0.0155
	FA	0.2850	0.3125	0.1192
	CCA	0.0000	0.0000	0.0000
	RA	0.3905	0.2924	0.2473
	SIA	0.2988	0.3514	0.1629

Gallic acid (GA), protocatechuic acid (PA), *p*-Hydroxybenzoic acid (*p*-HBA), vanillic acid (VA) and syringic acid (SA). Caftaric acid (CTA), caffeic acid (CFA), *p*-coumaric acid (*p*-CA), ferulic acid (FA), cichoric acid (CCA), rosmarinic acid (RA) and cinnamic acid (SIA).

In the clustering analysis (Table 5), except one clone, the most abundant phenolic acid was found to be rosmarinic acid. However, the other phenolic acids were effective in grouping because the quantitative change of this compound. The clones were divided into two main groups. One of this main groups is the 3rd clone. In this clone, the amount of rosmarinic acid was quite high (31982.70 mg/kg dry plant), which was different from other clones. The second main group divided to two sub-groups. In clone 13, the difference than other clones were the high level of *p*-coumaric acid (12494.4 mg / kg dry plant). The remaining clones were further divided into two groups from these clones 14 which have high ratio of rosmarinic acid as well as *p*-coumaric acid. The other sub-groups are determined by the change in the amount of rosmarinic acid. For example, in clones 1, 12 and 9 of the same group, rosmarinic acid ranges from 6213.80-7242.10mg/kg dry plants, whereas clones 6, 8, 7 and 11 which are in different group the amount ranged between 1284.40-9039.00mg/kg dry plant. Similarly, clones 4, 10, 2 and 5 with close rosmarinic acid values (14770.25 mg/kg dry plant) were in the same group. Hence, quantitative values of rosmarinic acid, was found to be more effective in grouping rather than the phenolic acids.

Mint is a widely used plant among the people. Therefore, the determination of the change in the amount of phenolic acids between the mint species and their clones, revealing commercially useful clones and

providing scientific literatures which shedding light on future studies are so important issues. In this study, the best mint for human health in terms of both phenolic acid and antioxidant content are the clone 7 (*M. spicata*), clone 10 (*M. villosa nervata*) and clone11 (*M. villosa nervata*) genotypes. In terms of human health, producers need to cultivate these mint types and recommend them to consumers.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### ACKNOWLEDGEMENT:

The authors thank to Gaziosmanpasa University for its contributions and to Prof. Dr. Ahmet Ilcim for the identification of plant species. The authors also thank to Prof. Dr. Ramazan Erenler (Head of Erenler Group) and Due to their scientific and laboratory facility contributions to BALAB staff.

#### REFERENCES

Ayar Kayali H, Raziye Ozturk U, Mahmure N, Leman T 2009. Antioxidant Activities of Endemic *Sideritis Leptoclada* and *Mentha Dumetorum* Aqueous Extracts Used in Turkey Folk Medicine. Journal of



- Food Processing and Preservation 33(3):285–295.
- Baytop A 1983. *Farmasötik Botanik*, 4. İlaveli Baskı. Dilek Matbaası, İstanbul
- Blois MS 1958. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature* 181(4617):1199–1200.
- Djeridane A, Yousfi B, Nadjemi D, Boutassouna SP, Vidal N 2006. Antioxidant Activity of Some Algerian Medicinal Plants Extracts Containing Phenolic Compounds. *Food Chemistry* 97(4):654–660.
- Elmastaş M, Gülçin İ, Beydemir Ş, Küfrevioğlu Öİ, Aboul-Enein HY 2006. A Study on the in Vitro Antioxidant Activity of Juniper (*Juniperus Communis* L.) Fruit Extracts. *Analytical Letters* 39(1):47–65.
- Heywood V, Hilton D, Moore M, Dunkley J, King C 1978. *Flowering Plants of the World*. Vol. 336. Oxford University Press Oxford.
- Jayaprakasha GK, Singh RP, Sakariah KK 2001. Antioxidant Activity of Grape Seed (*Vitis Vinifera*) Extracts on Peroxidation Models in Vitro. *Food Chemistry* 73(3):285–290.
- Kanatt SR, Chander R, Sharma A 2007. Antioxidant Potential of Mint (*Mentha Spicata* L.) in Radiation-Processed Lamb Meat. *Food Chemistry* 100(2):451–458.
- Katsube T, Tabata H, Ohta Y, Yamasaki Y, Anuurad E, Shiwaku K, Yamane Y 2004. Screening for Antioxidant Activity in Edible Plant Products: Comparison of Low-Density Lipoprotein Oxidation Assay, DPPH Radical Scavenging Assay, and Folin-Ciocalteu Assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(8):2391–2396.
- Lin L, Dong Y, Yang B, Zhao M 2011. Chemical Constituents and Biological Activity of Chinese Medicinal Herb ‘Xihuangcao. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening* 14(8):720–729.
- Oyaizu M 1986. Studies on Products of Browning Reactions: Antioxidative Activities of Products of Browning Reaction Prepared from Glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition* 44: 307-315.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C 1999. Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26(9–10):1231–1237.
- Robbins RJ 2003. Phenolic Acids in Foods: An Overview of Analytical Methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(10):2866–2887.
- Shen D, Pan MH, Wu QL, Park CH, Juliani HR, Ho CT, Simon JE 2011. A Rapid LC/MS/MS Method for the Analysis of Nonvolatile Antiinflammatory Agents from *Mentha* Spp. *Journal of Food Science* 76(6):C900–C908.
- Slinkard K, Singleton VL 1977. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *American Journal of Enology and Viticulture* 28(1):49–55.
- Trivedi PP, Kushwaha S, Tripathi DN, Jena GB 2011. Cardioprotective Effects of Hesperetin against Doxorubicin-Induced Oxidative Stress and DNA Damage in Rat. *Cardiovascular Toxicology* 11(3):215–225.
- Wong SP, Leong LP, Koh JHW 2006. Antioxidant Activities of Aqueous Extracts of Selected Plants. *Food Chemistry* 99(4):775–783.



## Bazı Organik Materyallerin Kıvrıkcık Yaprak Salata (*Lactuca sativa* var. *Crispa*)' da Verim ve Bitki Besin Elementi İçeriklerine Etkisi

Halide TUĞA<sup>1</sup>, Özlem ÜZAL<sup>2\*</sup>, Fikret YAŞAR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Erciş Meslek Yüksekolulu, Van, TÜRKİYE, <sup>2,3</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, TÜRKİYE

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5466-3123>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1538-820X>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-6598-8580>

✉: ozlemuzal@yyu.edu.tr

### ÖZET

Caipira (*Lactuca sativa* var. *Crispa*) kıvrıkcık yaprak salata çeşidinin kullanıldığı çalışma, 3 farklı organik materyal (vermikompost, gıdya, leonardit) ve bunların farklı dozları (% 3, % 6, % 9) ile bahçe toprağı kullanılan kontrol grubu (% 0) olarak tasarlanmıştır. Bu çalışmada, insan beslenmesinde önemli yer tutan ve kimyasal azotlu gübreler uygulandığında, yapraklarında nitrat/nitrit birikimi riski taşıyan salatalarda organik materyal olarak farklı dozlarda vermikompost, gıdya ve leonardit uygulamalarının bitki besin elementi içeriğine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma bulgularına göre uygulanan organik maddelerin bakılan verim komponentleri üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Vermikompost uygulamasının verimi yaklaşık 2 kat artırdığı halde dozlar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Ayrıca vermikompostun kıvrıkcık yaprak salatada erkencilğe etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ve özellikle K<sup>+</sup>, Zn<sup>+</sup> ve Cu<sup>+</sup> elementlerinin bitki bünyesine alımına vermikompostun iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Genel olarak bitki besin elementi içeriğı bakımından gıdya uygulamalarının olumlu sonuçlar vermediğı belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 29.04.2020

Kabul Tarihi : 06.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Besin elementi alımı

İyon birikimi

Organik materyal

Marul

## Effect of Some Organic Materials on Yield and Plant Nutrient Content of Curly Leaf Salad (*Lactuca sativa* var. *Crispa*)

### ABSTRACT

Caipira (*Lactuca sativa* var. *Crispa*) curly leaf salad varieties used in the study and 3 different organic materials (vermicompost, gıdya, leonardit) and their control group using different doses (3%, 6%, 9%) and garden soil (0%) designed as. In this study, it is aimed to determine the effects of vermicompost, gıdya and leonardite applications on plant nutrient content in different doses as organic material in salads that have an important place in human nutrition and when chemical nitrogen fertilizers are applied. According to the research findings, the effects of organic substances applied on the yield components examined were found to be significant. Although vermicompost application increased the yield approximately 2 times, no statistical difference was found between the doses. It was also determined that the effect of vermicompost on early growth in curly leaf salad was statistically significant and vermicompost gave good results especially to the intake of K<sup>+</sup>, Zn<sup>+</sup> and Cu<sup>+</sup> elements into the plant. In general, it has been determined that applications of gıdya in terms of plant nutrient content do not give positive results.

### Research Article

#### Article History

Received : 29.04.2020

Accepted : 06.10.2020

#### Keywords

Nutrient element intake

Ion accumulation

Organic material

Lettuce

**Atf İçin:** TuğA H, Üzal Ö, Yaşar F 2021. Bazı Organik Materyallerin Kıvrıkcık Yaprak Salata (*Lactuca sativa* var. *Crispa*)' da Verim ve Bitki Besin Elementi İçeriklerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 495-504. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.728899>.

**To Cite:** TuğA H, Üzal Ö, Yaşar F 2021. Effect of Some Organic Materials on Yield and Plant Nutrient Content of Curly Leaf Salad (*Lactuca sativa* var. *Crispa*). KSU J. Agric Nat 24 (3): 495-504. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.728899>.

## GİRİŞ

Organik maddeyi çok seven salata ve marul bitkileri organik maddece zengin topraklarda kısa zamanda büyüyerek hasat olgunluğuna gelir. Bu bitkiler genellikle uzun gün bitkileridir, bazıları 11- 14 saat bazıları da 17 - 18 saat hava sıcaklığında çiçeklenmeye başlar. Kullanılan çeşitlere bağlı olarak dikimden 40-45 gün, bazıları da daha uzun süre sonra çiçeklenir (Vural ve ark., 2000).

Organik tarım; ekolojik dengeyi gözetken, toprakların verimliliğini sürdürülebilir kılan, bitki zararlılarını ve hastalıklarını kontrol altına alarak doğadaki organizmaların yaşamlarına devam etmelerine destek olan, doğal kaynakların ve enerjinin doğru kullanımı ile verimi arttıran bir üretim modelidir (Ak, 2004). Bu tarım, özellikle yaprağı yenen sebzelerde önem kazanmaktadır. Çünkü bu sebzelerde koyu yeşil renginin oluşması ve verim artışı için aşırı gübreleme yapılmaktadır. Bu da yeraltı sularının kirlenmesine ve tüketilen kısımlarında insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek çeşitli bileşiklerin, insan sağlığı için izin verilen sınır değerlerin üzerine çıkmasına neden olmaktadır (Venter, 1978; Fritz, 1983). Nitrat birikim oranı yüksek olan sebzelerden biri maruldur (Santamaria, 2006). Azot, bitkiler tarafından nitrat ve amonyum formunda alınmakta ve soğuk, kurak, demir-mangan-çinko eksikliği ve güneşli gün sayısı gibi çeşitli faktörlerin etkisiyle nitrat parçalanmadığında bitkide birikmektedir. Organik gübre kaynakları kullanılarak yapılan organik üretimde nitrat birikimi konvansiyonel üretime göre daha düşük olmaktadır (Raupp, 1996). Üçok ve ark., (2019), solucan gübresi (SG), tavuk gübresi (TG) ve standart kimyasal gübre (KG) ile farklı kombinasyonlarının uygulandığı araştırmada; toplam ve pazarlanabilir verim, ortalama baş ağırlıkları ve baş boyu bakımından en iyi sonuçları TG+KG uygulamasından elde edilmiştir. Araştırmacılar, inceledikleri diğer kriterler bakımından da organik gübre kullanımlarının etkili olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde organik gübrelerin kimyasal gübreye alternatif olmadığı, marul yetiştiriciliğinde yapılan standart kimyasal gübre uygulaması ile birlikte kullanıldığında ise en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir. Hımslı, (2014), marulda farklı organik gübre ve dozlarının etkilerini araştırdığı çalışmada sığır gübresinin kıvrıkcık bitkisi

yapraklarındaki toplam N ve Cu miktarına etkisinin önemli olduğunu ancak diğer besin elementleri ile ilişkisinin önemsiz olduğunu ortaya koymuştur. Koyun gübresinin N, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn bakımından kıvrıkcık bitkisine elverişliliğinin önemli olduğu görülmüştür. Yine koyun gübresinin K ve B elementlerinin etkinliği ile ilişkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Vermikompost uygulanan saksılarda yetişen kıvrıkcık bitkilerinde Ca, Cu ve Zn besin elementlerinin etkinliğinin önemli olduğu görülmüştür. Vermikompostun diğer besin elementlerinin alınmasına etkisi ise önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çalışmada, insan beslenmesinde önemli yer tutan ve kimyasal azotlu gübreler uygulandığında, yapraklarında nitrat/nitrit birikimi riski taşıyan salatalarda organik materyal olarak farklı dozlarda vermikompost, gıdya ve leonardit uygulamalarının toplam verim ve bitki besin elementi içeriğine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## MATERYAL ve METOD

Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bitki Fizyoloji Laboratuvarında yer alan normal atmosferin sağlandığı split klimalı iklim odasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bitkisel materyal olarak, Antalya ilindeki fide fabrikası firmasından temin edilen üç-dört yaprağa sahip kıvrıkcık yaprak salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Caipira çeşidi fideleri kullanılmıştır. Fideler iklim odasında; % 70 nem, 15±2 °C 13 saat gece - 22±2 °C 11 saat aydınlık olacak şekilde ayarlanan kontrollü koşullar altında tutulmuştur. Toprak laboratuvar şartlarında kurutularak ve 2 mm'lik elekten geçirilerek kullanıma uygun hale getirilmiştir. Toprağa ait bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 1.'de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan materyallerinin bazı kimyasal özellikleri ve içeriği Çizelge 2'de verilmiştir.

## Yöntem

Üç farklı organik materyal (vermikompost, gıdya, leonardit) ve bunların farklı dozları (% 0, % 3, % 6, % 9) toplam hacim 3000 g olacak şekilde tartılıp karıştırılarak saksılara uygulanmıştır.

Çizelge 1. Yetiştirme ortamının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Table 1. Some physical and chemical properties of the growing medium.

Bünye (Texture)	pH	EC	Kireç (lime)	OM (organic matter)	Azot (nitrogen)	Fosfor (Phosphorus)	K	Ca	Mg
	(1:2.5)	(µS/cm)	(%)	(%)	(%)	(mg kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )	(%)	(mg kg <sup>-1</sup> )
Killi Tın (Loamy)	8.3	219.6	15.95	0.61	0.0163	12.70	320	0.3	541

Çizelge 2. Kullanılan meteryallerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri  
*Table 2. Some physical and chemical properties of the materials used.*

	Vermikompost ( <i>Vermicompost</i> )	Leonardit ( <i>Leonardit</i> )	Gıdya ( <i>Gitya</i> )
pH (1-14)	7.2-7.6	6.81	7.28
Nem (%) ( <i>Humidity</i> )	35-40	22.3	19.25
Organik Madde (%) ( <i>Organic Matter</i> )	37.840	72.5	51.30
Toplam Azot(%) ( <i>Total Nitrogen</i> )	1.100		1.88
Suda Çözünebilir K (K <sub>2</sub> O) (%) ( <i>Water Soluble K</i> )	7.190		0.13
P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (%)	1.110		0.11
Zn (ppm)	86.410		5.22
Mn (ppm)	657.820		12.24
Fe (ppm)	885.900		0.79
Cr (mg kg <sup>-1</sup> )	0.041	285.1	15.36
Ni (mg kg <sup>-1</sup> )	36	9.67	
Cu (ppm)	15.650	10.23	
Cd (mg kg <sup>-1</sup> )		0.86	0.12
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )		18.11	
Pb (mg kg <sup>-1</sup> )		4.6	1.22
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )			5.17
Hg (mg kg <sup>-1</sup> )			<1.00

Egemen Mimarlık Müh. Tarım Tic. Ltd. ŞTİ (kayıt tarihi-no: 06.01.2012-GB-12-102).

Çalışma uygulamaları 5 tekerrürlü, her saksıda 1 adet bitki olacak şekilde tasarlanmıştır. Bitkilere 15 günde bir 150 mg (20-20-20) toplam 4 kez (0. gün, 15. gün, 30. gün, 45. gün) NPK temel gübresi takviye edilmiştir.

Sulamalar kontrollü bir şekilde düzenli ve aynı ölçüde çeşme suyu ile yapılmıştır. Fideler dikimden 60 gün sonra hasat edilmiştir. Çalışmanın sonunda; bitki taç ağırlığı (g), pazarlanabilir toplam verim, deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri, yetiştirme ortamlarının besin element içeriği ve bitkilerin N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu ve Mn içerikleri belirlenmiştir.

Bitki taç ağırlığı (g) bitkinin yeşil aksamı 0.1 g hassasiyetteki terazide tartılarak belirlenmiştir. Hasat edilen bitkilerin ağırlıkları alındıktan sonra, pazarlanabilir toplam verim değeri dekara 3000 bitki gelecek şekilde kg/dekar'a çevrilerek hesaplanmıştır. Bitkilerin kök ve yaprak kısımlarından alınan örnekler iyon analizleri için 200 mg tartılıp, üzerine 10 ml 0.1 N HNO<sub>3</sub> (nitrik asit) ilave edilerek yaş yakma yöntemine göre hazırlanmış ve Kacar (1994)'e göre Atomik Absorbsiyon cihazında okunmuştur. Ölçümler sonunda, kök ve yaprak örneğindeki iyon miktarı µg/mg taze ağırlık olarak belirlenmiştir (Taleisnik ve ark., 1997). Azot için yaprak örnekleri 70 °C dijital etüvde sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutularak öğütüldükten sonra tartılmış olup desikatör içerisinde muhafaza edilmiştir (Kacar ve İnal., 2008). Azot değerleri Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan Gerhardt Dumatherm cihazı ile belirlenmiştir. Fosfor miktarı vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre spektrofotometrede belirlenmiştir (Kacar ve İnal., 2008).

### İstatistik Analizler

Çalışmanın sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi için Statgraphics istatistik analiz paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel olarak önemli bulunan deneme konuları %5 önem seviyesinde LSD testi ile gruplandırılmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Bazı organik materyallerin kıvrıkcık yaprak salatada verim komponentlerinden olan taş ağırlığı ve verime etkisine bakılmıştır (Çizelge 3). Aynı zamanda bitkilerin ve kullanılan ortamların besin element içeriği araştırılmıştır.

Kıvrıkcık marul bitkisinde bitki taç ağırlığı en yüksek ölçülen uygulama 129.4 g ile V2 (%6) uygulaması olurken istatistiksel olarak benzer özellik gösteren vermikompostlu dozlar en iyi sonucu vermiştir. En düşük bitki taç ağırlıkları ise hiçbir muameleye tabi tutulmayan kontrol grubu ve gıdya uygulamasındaki bitkilerde saptanmıştır. Yıldırım ve ark., (2011)'nin yaptıkları çalışma sonucunda bakteri ve gübre uygulamalarında kontrole kıyasla bitki ağırlığı bakımından artış gösterdiği belirlenmiştir. En düşük bitki taç ağırlığı, kontrol uygulamalarında tespit edilmiştir. Bu yönüyle bakıldığında çalışmada belirlenen bulgularla paralellik göstermektedir. Verim üzerine vermikompostlu uygulamalar oldukça etkili olmuştur. En yüksek verim alınan V2 (% 6), en düşük verim alınan kontrol grubu ile kıyaslandığında yaklaşık 196 kg/dekar'lık büyük bir fark oluştuğu dikkati çekmektedir. Bu uygulama verimi kontrole göre 2 kat artırdığı görülmektedir. En az fark ise 22.8

kg ile G2 uygulamasında görülmüştür. Bilgi, (2009), marul da 7 farklı organik gübre, 15-15-15 kompoze gübreli ve gübresiz (kontrol) ortamlarda yetiştirilen bitkilerin verim üzerine etkilerini karşılaştırdığı ve çalışmada, uygulanan organik gübrelerin diğer uygulamalara göre marul bitki gelişimi ve verimini arttırdığını tespit etmişlerdir. Öztürk ve ark., (2011), değişik organik materyaller ve çeşitli gübre dozları ile farklı kıvrıkcık marul çeşitlerinde yaptıkları çalışmada; verim değerlerinin 1990 kg/da ile 5960 kg/da arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu değerler çalışmadan alınan sonuçlarla karşılaştırıldığında ise elde edilen verimin düşük çıkmasını saksı çalışması olduğuna, uygulama şekil ve dozlarına ve hasat

sürelerine bağlanabilir. Ülgen ve Dığdığoğlu., (1971), gidyanın bir gübre gibi kullanılmasının ürün artışında etkili olmayacağını bildirmişlerdir. Çalışmada gıyda'dan alınan verim için de aynı şeyleri söylemek mümkündür.

% N miktarı en yüksek değere sahip uygulama % 4.167 V1 (% 3), bunu % 4.149 ile L1 (% 3) uygulaması takip etmektedir. En düşük % azot miktarı ise % 3.824 G3 (% 9)'da görülmüştür. Yapılan bütün uygulamalarda doz arttıkça % azot miktarı azalış göstermiştir. G3 (% 9) dışındaki tüm uygulamalar % azot miktarı kontrole göre artış göstermiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Uygulamaların bitki taç ağırlığı (g) ve verime etkisi.

Table 3. Effects of applications on plant crown weight (g) and yield.

Uygulama (Application)	Taç Ağırlığı (Crown weight) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Verim (kg/dekar) (Yield kg/decare) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	% Değişim (% Change)	Fark (kg) (Difference kg)
Kontrol (control)	64.2±5.00 C	192.6±5.00 C	0	0
V1 (%3)	121.2±7.22 A	363.6±7.22 A	88.785	171
V2 (%6)	129.4±7.22 A	388.2±7.22 A	101.558	195.6
V3 (%9)	121.2±7.22 A	385.2±7.22 A	100	192.6
LSD	ÖD	ÖD		
G1 (%3)	73.6±4.10 C	261±3.45 BC	35.514	68.4
G2 (%6)	71.8±4.10 C	286.8±3.45 B	48.910	94.2
G3 (%9)	81.8±4.10 C	299.4±3.45 B	55.452	106.8
LSD	ÖD	ÖD		
L1 (%3)	87.0±3.45BC	220.8±4.10 C	14.642	28.2
L2 (%6)	95.6±3.45 B	215.4±4.10 C	11.838	22.8
L3 (%9)	99.8±3.45 B	245.4±4.10 C	27.414	52.8
LSD	ÖD	ÖD		
T.U.İ.LSD	11.163	31.963		

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.05). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ.: tüm uygulamalar için LSD: En küçük anlamlı fark testi (least significant difference test).

Çizelge 4. Uygulamaların bazı organlarında azot ve fosfor miktarı.

Table 4. Amount of nitrogen and phosphorus in some organs in applications.

Uygulama (Application)	Yaprak Azot (%) (Leaf Nitrogen) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Kök fosfor (mg kg <sup>-1</sup> ) (Root phosphorus) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Yaprak fosfor (mg kg <sup>-1</sup> ) (Leaf phosphorus) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )
Kontrol (control)	3.965±0.09	0.128±0.028 B	0.105±0.015 ABC
V1 (%3)	4.167±0.125	0.108±0.042 B	0.085±0.01 BC
V2 (%6)	4.094±0.125	0.177±0.042 B	0.089±0.01 BC
V3 (%9)	3.999±0.125	0.272±0.042 A	0.124±0.01 AB
LSD	ÖD	0.118	ÖD
G1 (%3)	4.00±0.090	0.107±0.020 B	0.074±0.019 b C
G2 (%6)	4.013±0.090	0.109±0.020B	0.119±0.019 ab AB
G3 (%9)	3.824±0.090	0.156±0.020B	0.161±0.019 a A
LSD	ÖD	ÖD	0.132
L1 (%3)	4.149±0.065	0.127±0.019B	0.105±0.013BC
L2 (%6)	4.052±0.065	0.136±0.019B	0.151±0.013 A
L3 (%9)	3.970±0.065	0.115±0.019 B	0.121±0.013 AB
LSD	ÖD	ÖD	ÖD
T.U.İ. LSD	ÖD	0.071	0.098

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.05). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ.: tüm uygulamalar için LSD: En küçük anlamlı fark testi (least significant difference test).

Yılmaz (2012), gıdya uygulamalarının artan dozları ile bitkilerin % azot içeriklerinde kontrole kıyasla artışlar olduğunu bildirmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda G3 (% 9) haricinde aynı şekilde olmuştur. Hınıslı (2014), uyguladığı farklı organik gübrelerin bitkilerin % azot miktarları üzerindeki etkiyi incelediği çalışmasında, 75 g vermikompost uygulamasının marul bitkisinin yaprağındaki azot miktarını en yüksek % 3.358 olarak bulunmasında etkili olduğunu bulmuştur. Vermikompost uygulamasında elde edilen sonuçlar bu değerden yüksek çıkmıştır. Bütün uygulamalara bakıldığında % azot değeri yine yüksek çıkmıştır. Kökte fosfor miktarında en yüksek değere sahip uygulama % 0.272 ile V3 (% 9)'dur. En düşük % fosfor miktarı ise % 0.107 G1 (% 3)'da görülmüştür (Çizelge 4). Yaprakta ise en yüksek % fosfor miktarı % 0.161 ile G3 (% 9), en düşük % fosfor miktarı ise % 0.074 ile G1 'de görülmüştür. Yapılan vermikompost ve gıdya uygulamalarının kendi aralarında doz miktarları gerek kök gerekse yaprakta % fosfor miktarı bakımından artış gösterdiği görülmüştür. Yılmaz (2012), artan dozlarda gıdya uygulamaları ile bitkilerin fosfor içeriklerinde kontrole kıyasla artış elde ettiğini bildirmiştir. Ancak G2 uygulamasından sonra fosfor içeriğinde azalmalar olduğunu belirlemiştir. Demirkıran ve Cengiz., (2010), artan dozlarda gıdya uygulaması ile fıstık bitkisinin fosfor içeriğinde azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmada gıdya uygulamaları için aynı durum söz konusu olmadığı için, bu durumun uygulanan dozlar ile alakalı olduğu düşüncesi ortaya çıkmaktadır. Hınıslı (2014), 25 g vermikompost uygulaması ile marul bitkisinde % 0.210 fosfor miktarı elde etmiştir. Sönmez ve ark. (2011)'in ıspanak bitkisinde yaptığı çalışmada vermikompost uygulanması sonucu fosfor içeriği % 0.13 olarak belirlenmiştir. Çalışmada vermikompost dozları arasında en yüksek fosfor miktarı % 0.124 ile V3'te tespit edilmiştir. Çalışmalarla kıyaslandığı zaman elde edilen değer biraz düşük bulunmuştur. Bunda da uygulanan dozların etkili olduğu söylenebilir.

Uygulamaların kök ve yaprakta K (%) ve Ca (%) miktarları Çizelge 5'de verilmiştir. Yapraklarda K miktarı bakımından vermikompost ve leonardit uygulamalarının dozları arasında önemli farklılık olduğu belirlenmiştir. Kökte K miktarı en yüksek değere sahip uygulama % 2.696 ile V2 (% 6)'dır. En düşük K miktarı ise % 1.027 G3 (% 9)'da görülmüştür. Yaprakta ise en yüksek değer % 6.644 ile V2 (% 6)'de en düşük K miktarı ise % 4.112 ile G1 (% 3)'de görülmüştür. Üçok ve ark., (2019)'da yaptıkları çalışmada, makro elementler açısından en yüksek azot TG + KG, SG + KG ve KG uygulamalarında, en yüksek fosfor değeri kontrol uygulamasında, en yüksek potasyum, kalsiyum ve magnezyum değerlerini ise TG uygulamalarında tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Çizelge 5. Uygulamaların kök ve yaprakta K (%) ve Ca (%) miktarlarına etkisi.

Table 5. The effects of applications on K (%) and Ca (%) amounts in root and leaf.

Uygulama (Application)	K		Ca	
	Kök (Root) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Yaprak (Leaf) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Kök (Root) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Yaprak (Leaf) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )
Kontrol (Control)	1.760±0.22 A-D	5.291±0.45 A-C	1.410±0.27 BC	19.909±2.13
V1 (%3)	1.912±0.23 A-C	4.368±0.46b BC	1.378±0.26 b C	11.147±2.52
V2 (%6)	2.696±0.23 A	6.644±0.46 a A	2.898±0.26 a A	11.358±2.52
V3 (%3)	2.419±0.23 A	4.611±0.46 b BC	1.834±0.26 b BC	15.69±2.52
LSD	ÖD	3.137	1.813	ÖD
G1 (%3)	1.336±0.18 CD	4.112±0.48C	1.622±0.27 BC	10.15±1.7
G2 (%6)	1.476±0.18 B-D	4.952±0.48BC	1.412±0.27 BC	13.94±1.7
G3 (%9)	1.027±0.18D	4.648±0.48 BC	2.374±0.27 AB	12.63±1.7
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
L1 (%3)	1.451±0.18 B-D	5.850±0.39 a AB	1.745±0.31 BC	13.085±2.04
L2 (%6)	1.640±0.18B-D	4.371±0.39 b BC	2.883±0.31 A	12.668±2.04
L3 (%9)	1.958±0.18 AB	4.303±0.39 b C	2.653±0.31AB	11.134±2.04
LSD	ÖD	2.656	ÖD	ÖD
T.U.İ. LSD	1.456	2.901	1.695	ÖD

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.05). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ.: tüm uygulamalar için LSD: En küçük anlamlı fark testi (least significant difference test).

Hınıslı (2014), koyun gübresinin uygulandığı marul bitkilerinde K miktarını % 3.42, Demir ve ark., (2003), çiftlik gübresinin 7 farklı karışımında marulda K değerini % 4.42-4.69 olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada yapraktaki K miktarları bu değerlere göre yüksek olduğu görülmektedir. Kökteki Ca miktarı vermikompost uygulamalarının dozları arasında

önemli farklılık olduğu belirlenmiştir. Kökte Ca miktarı en yüksek değere sahip uygulama % 2.898 ile V2 (% 6), bunu % 2.883 ile L2 (% 6) uygulaması bulunmamıştır.

Uygulamaların kök ve yaprakta Mg (%) ve Na (%) miktarları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Uygulamaların kök ve yaprakta Mg (%) ve Na(%) miktarlarına etkisi.  
Table 6. Effects of applications on Mg (%) and Na (%) amounts in root and leaf.

Uygulama (Application)	Mg		Na	
	Kök (Root) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Yaprak (Leaf) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Kök (Root) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Yaprak (Leaf) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )
Kontrol (Control)	0.911±0.18	0.628±0.13	3.736±0.37 A	1.826±0.36 A-C
V1 (%3)	0.610±0.15	0.418±0.17	2.132±0.37 AB	1.171±0.27 b C
V2 (%6)	1.059±0.15	0.432±0.17	2.724±0.37 AB	2.981±0.27 a A
V3 (%9)	0.560±0.15	0.637±0.17	2.620±0.37 AB	1.634±0.27 b BC
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	1.869
G1 (%3)	0.649±0.18	0.452±0.15	1.921±0.24B	2.623±0.52AB
G2 (%6)	0.719±0.18	0.740±0.15	2.309±0.24AB	3.068±0.52 A
G3 (%9)	0.818±0.18	0.604±0.15	2.504±0.24 AB	1.315±0.52 C
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
L1 (%3)	0.594±0.15	0.483±0.06	2.071±0.22 AB	1.442±0.24 C
L2 (%6)	1.063±0.15	0.335±0.06	1.853±0.22 B	1.019±0.24 C
L3 (%9)	0.731±0.15	0.408±0.06	1.636±0.22 B	1.879±0.24 A-C
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
T.U.İ. LSD	ÖD	ÖD	2.334	2.315

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.05). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ.: tüm uygulamalar için LSD; En küçük anlamlı fark testi (least significant difference test).

Kökte Mg miktarı en yüksek değere sahip uygulama % 1.063 L2 (% 6), bunu % 1.059 ile V2 (% 6) uygulaması takip etmektedir. En düşük magnezyum miktarı ise % 0.560 V3 (% 9)'da görülmüştür. Yaprakta ise Mg miktarı en yüksek değere sahip uygulama % 0.740 G2 (% 6), en düşük magnezyum miktarı ise % 0.335 L2 (% 6)'da görülmüştür. Hernandez ve ark., (2010), marulda yaptıkları çalışma sonucunda Mg, miktarının vermikompost uygulanan yapraklarda en fazla oranda olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada vermikompostlu uygulamalar Mg miktarı, gerek bitki yapraklarında gerekse de uygulama topraklarında önemli bulunmuştur. Ayrıca G2 ve G3 dozları bitki yaprağında diğer uygulamalara göre yüksek bulunmuş ve yaprakta en iyi Mg miktarı G2 uygulamasında kaydedilmiştir. Bunun sebebi ise çalışmalarda kullanılan organik materyallerin vermikompost dışında aynı olmamasına bağlanabilir. Uygulamalar arasında istatistiksel farklılık bulunurken, bitkinin kök kısmındaki Na miktarı bakımından uygulanan dozlar arasında önemli farklılık bulunmamıştır. Fakat yapraklarda Na miktarı bakımından vermikompost uygulamalarının dozları arasında önemli farklılık olduğu belirlenmiştir. Kökte Na miktarı en yüksek değere sahip uygulama % 3.736 ile kontrol grubu olurken, bunu % 2.724 ile V2 (% 6) uygulaması takip etmektedir. Kökte en düşük Na miktarı ise % 1.636 L3 (% 9)'da görülmüştür. Yaprakta ise en yüksek değer % 3.068 ile G2 (% 6), en düşük Na miktarı ise % 1.019 ile L2 (% 6)'de görülmüştür. Hınıslı (2014), farklı organik gübrelerin uyguladığı çalışmasında vermikompost uygulamalarının Na miktarının en düşük orana sahip olduğu bildirmiştir. Fakat çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda bunu söylemek söz konusu değildir.

Uygulamaların kök ve yaprakta Fe (ppm) ve Zn (ppm) miktarları Çizelge 7'de verilmiştir. Kökteki Fe miktarı gıda ve leonardit uygulamalarının dozları arasında önemli farklılık olduğu belirlenmiştir. Kökte Fe miktarı en yüksek değere sahip uygulama 231.817 ppm ile V2 (% 6)'dır. En düşük Fe miktarı ise 79.858 ppm G3 (% 9)'da görülmüştür. Yaprakta ise en yüksek değer 204.95 ppm ile V3 (% 9) en düşük Fe miktarı ise 139.59 ppm ile L1 (% 3)'de belirlenmiştir. Sönmez ve ark., 2011'in ıspanak bitkisine farklı dozlarda vermikompost ve ahır gübresi uyguladıkları çalışmada, VC2 uygulamasında bitkinin Fe içeriği ve toprağın Ca içeriğinin iyi sonuçlar gösterdiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak V2 ve V3 dozlarının bitkinin Fe alımı üzerine diğer uygulamalara göre daha iyi olduğu ifade edilebilir.

Ayrıca Hernandez ve ark., (2010), marulda yaptıkları çalışmada Fe'nin vermikompost uygulanan yapraklarda en fazla oranda olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar da bu yöndedir. Kökte Zn miktarı en yüksek değere sahip uygulama 6.438 ppm ile V2 (% 6)'dır. En düşük Zn miktarı ise 2.314 ppm G3 (% 9)'da görülmüştür. Yaprakta ise en yüksek değer 19.37 ppm ile L3 (% 9), en düşük Zn miktarı ise 10.298 ppm ile G1 (% 3)'de görülmüştür. Hınıslı (2014), gerek farklı gübre uygulamalarının ve gerekse dozlarının bitkideki Zn içeriğine etkisinin kararsız bir durum meydana getirdiğini belirtmiştir. Öte yandan Hernandez ve ark., (2010), Zn'nin vermikompost uygulanan yapraklarda en fazla oranda olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar da bu yöndedir.

Uygulamaların kök ve yaprakta Cu (ppm) ve Mn (ppm) miktarlarına ait etkiler Çizelge 8'de verilmiştir. Hınıslı, (2014), ise uygulanan gübre ve dozlarının kıvrıkcık bitkisinde Mn içeriğine etkisinin kararsız bir

durum sergilediğine değinmiştir. Hernandez ve ark., (2010), Mn'nin vermikompost uygulanan yapraklarda en fazla oranda olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada V2 uygulamasında gerek kök ve gerekse yaprakta en

yüksek Mn içeriği ölçülmüş, Hernandez ve ark., (2010)'nın sonuçlarıyla benzerlik içinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 7. Uygulamaların kök ve yaprakta Fe (ppm) ve Zn (ppm) miktarlarına etkisi.

Table 7. Effects of applications on Fe (ppm) and Zn (ppm) amounts in root and leaf.

Uygulama (Application)	Fe		Zn	
	Kök (Root) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Yaprak (Leaf) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Kök (Root) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Yaprak (Leaf) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )
Kontrol (Control)	92.778±21.2 BC	163.32±24.07	3.689±0.60 A-C	16.907±2.10
V1 (%3)	134.19±33.2 BC	163.35±25.34	4.785± 0.65 AB	17.99±1.19 a
V2 (%6)	231.82±33.2 A	144.26±25.34	6.438±0.65 A	12.76±1.19 b
V3 (%9)	136.26±33.2 BC	204.95±25.34	4.791±0.65 AB	12.81±1.19 b
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	8.183
G1 (%3)	135.244±11.13 a BC	147.972±19.129	3.350±0.36 BC	10.298±2.293
G2 (%6)	83.718±11.13 b C	181.264±19.129	2.351±0.36 C	16.534±2.293
G3 (%9)	79.858±11.13 b C	181.854±19.129	2.314±0.36 C	17.518±2.293
LSD	76.674	ÖD	ÖD	ÖD
L1 (%3)	138.21±16.16 b B	139.59±24.08	4.303±0.74 AB	16.72±2.46
L2 (%6)	214.46±16.16 a A	193.75±24.08	4.684±0.74 AB	16.43±2.46
L3 (%9)	159.509±16.16 b B	161.40±24.08	3.753±0.74 AB	19.37±2.46
LSD	111.35	ÖD	ÖD	ÖD
T.U.İ. LSD	135.650	ÖD	3.830	ÖD

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.05). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ.: tüm uygulamalar için LSD: En küçük anlamlı fark testi (least significant difference test).

Çizelge 8. Uygulamaların kök ve yaprakta Cu (ppm) ve Mn (ppm) miktarlarına etkisi.

Table 8. Effects of applications on Cu (ppm) and Mn (ppm) in root and leaf.

Uygulama (Application)	Cu		Mn	
	Kök (Root) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Yaprak (Leaf) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Kök (Root) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )	Yaprak (Leaf) ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )
Kontrol (Control)	4.174±0.37 A-C	25.396±2.07AB	17.139±3.60 A-C	12.565±1.77
V1 (%3)	3.382±0.38 BC	29.741±1.86 a A	20.527±4.13 A-C	14.204±1.88
V2 (%6)	3.475±0.38 BC	19.077±1.86 b B	31.505±4.13 A	18.490±1.88
V3 (%9)	3.311±0.38 C	23.956±1.86 b AB	28.800±4.13 A	14.914±1.88
LSD	ÖD	12.849	ÖD	ÖD
G1 (%3)	5.016±0.37 a A	18.306±1.83 B	21.514±2.99 AB	11.493±1.82
G2 (%6)	3.879±0.37 b BC	25.016±1.83 AB	13.203±2.99 C	17.148±1.82
G3 (%9)	3.173±0.37 b C	21.919±1.83 B	16.239±2.99 BC	13.374±1.82
LSD	3.039	ÖD	ÖD	ÖD
L1 (%3)	3.734±0.30 BC	22.03±2.19 AB	17.391±3.83 A-C	16.62±1.72
L2 (%6)	4.388±0.30 AB	20.89±2.19 B	26.226±3.83 A	13.96±1.72
L3 (%9)	3.911±0.30 BC	25.01±2.19 AB	27.068±3.83 A	10.96±1.72
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
T.U.İ. LSD	2.334	13.243	23.013	ÖD

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.05). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ.: tüm uygulamalar için LSD: En küçük anlamlı fark testi (least significant difference test).

### Saksılardan alınan yetiştirme ortamlarının makro-mikro besin elementi içerikleri

Yetiştirme ortamlarının Ca (%), Mg (%), Na (%) ve K (%) miktarları Çizelge 9'da, Cu (ppm), Zn (ppm), Mn (ppm) ve Fe (ppm) miktarları Çizelge 10'da verilmiştir.

Ortamların Mg, K, Cu ve Zn içeriklerinin V3 dozunda en yüksek değerleri aldığı ve bu uygulamayı V2 dozu

takip ettiği dikkati çekmektedir. Ortamların Mn ve Fe içerikleri bakımından en yüksek değerler L2 (% 6) ve L3 (% 9) uygulamalarından alınmıştır. Ortamdaki Na içeriği bakımından ise vermikompost uygulamalarının dozlarında en yüksek değerleri aldığı ve bu uygulamalarının dozu arttıkça Na içeriğinin giderek arttığı belirlenmiştir. G1'de Ca, Mg, Na, Zn içeriği bakımından en düşük seviyede, Cu ve Zn içeriği



bakımından ise G2 ve G3 dozlarının en düşük değerleri aldığı tespit edilmiştir. Bütün bu veriler ele alınarak bir değerlendirme yapıldığında yetiştirme ortamlarının içerdiği makro ve mikro besin maddeleri ile bitkilerin kök ve yapraklarında bulunan makro ve mikro besin maddelerinin arasında K, Mg ve Zn hariç bir ilişkinin olmadığı ortadadır. Yetiştirme ortamında K, Mg ve Zn miktarı yüksek olan uygulamalarda yetişen bitkilerin kök ve yaprak kısımlarında beklenildiği gibi belirtilen elementlerin miktarı daha yüksek ölçülmüştür. Hınıslı (2014), organik gübreleri

kullandığı çalışmasında yetiştirme ortamı ile bitkilerin yapraklarında bulunan makro ve mikro besin elementlerinin miktarları arasında bir ilişkinin olmadığını, alımlarda dalgalanmalar söz konusu olduğunu, artan gübre dozlarına karşılık besin maddesi alımlarında fazlasıyla kararsızlığın olduğunu belirtmiştir. Çalışmadan elde edilen kanı da bu yöndedir. Genel olarak, bitki yetiştirme ortamlarında bulunan besin maddeleri miktarı ile bitki bünyesine alınabilirlik arasında bir ilişkinin olmadığı söylenebilir.

Çizelge 9. Yetiştirme ortamlarının Ca (%), Mg (%), Na (%) ve K (%) besin elementi içerikleri.

Table 9. Ca, Mg, Na and K nutrient content in cultivation environments.

Uygulama (Application)	Ca ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )	Mg ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )	Na ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )	K ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )
Kontrol (Control)	0.178±0.04	0.024±0.08 B	0.049±0.006 B	0.027±0.008 D
V1 (%3)	0.196±0.05	0.037±0.01B	0.044±0.01 BC	0.054±0.02 C
V2 (%6)	0.247±0.05	0.061±0.01 A	0.066±0.01 A	0.093±0.02 B
V3 (%9)	0.221±0.05	0.074±0.01 A	0.072±0.01 A	0.123±0.02 A
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
G1 (%3)	0.180±0.04	0.022±0.01 B	0.0187±0.01 D	0.023±0.002 CD
G2 (%6)	0.235±0.04	0.036±0.01 B	0.0366±0.01 B-D	0.0262±0.002 D
G3 (%9)	0.283±0.04	0.039±0.01 B	0.0303±0.01 CD	0.0215±0.002 D
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
L1 (%3)	0.237±0.01	0.034±0.001 B	0.028±0.001 b D	0.026±0.001 D
L2 (%6)	0.221±0.01	0.037±0.001 B	0.031±0.001 b CD	0.022±0.001 D
L3 (%9)	0.262±0.01	0.038±0.001 B	0.043±0.001 a BC	0.019±0.001 D
LSD	ÖD	ÖD	0.011	ÖD
T.U.İ LSD	ÖD	3.036	0.027	0.038

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.05). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ.: tüm uygulamalar için LSD: En küçük anlamlı fark testi (least significant difference test).

Çizelge 10. Yetiştirme ortamlarının Cu (ppm), Zn (ppm), Mn (ppm) ve Fe (ppm) besin elementi içerikleri

Table 10. Cu (ppm), Zn (ppm), Mn (ppm) and Fe (ppm) nutrient content in cultivation environments.

Uygulama (Application)	Cu ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )	Zn ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )	Mn ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )	Fe ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )
Kontrol (Control)	1.146±0.07C-E	0.358±0.11 E	32.88±1.24 DE	5.635±0.67 H
V1 (%3)	1.33±0.12 C	2.128±0.20 c C	30.02±1.60 E	8.310±0.69 b G
V2 (%6)	1.506±0.12 B	3.023±0.20 b B	30.23±1.60 E	9.477±0.69 b G
V3 (%9)	1.694±0.12 A	5.405±0.20 a A	34.98±1.60 A-C	13.514±0.69 a F
LSD	ÖD	1.263	ÖD	4.376
G1 (%3)	1.121±0.02 C-E	0.433±0.01 b DE	32.01±0.51 C-E	12.89±0.33 c F
G2 (%6)	1.091±0.02 DE	0.607±0.01 a DE	33.40±0.51 B-E	23.68±0.33 b D
G3 (%9)	1.031±0.02 E	0.621±0.01 a D	34.45±0.51A-D	25.82±0.33 a C
LSD	ÖD	0.0833	ÖD	2.080
L1 (%3)	1.099±0.12 b DE	0.55±0.002 b DE	31.20±1.52 E	18.52±0.97 b E
L2 (%6)	1.231±0.12 a CD	0.80±0.002 a D	36.82±1.52 A	31.00±0.97 a B
L3 (%9)	1.217±0.12 a CD	0.78±0.002 a D	36.38±1.52 AB	34.099±0.97 a A
LSD	0.137	0.169	ÖD	6.155
T.U.İ LSD	0.3005	0.490	5.535	3.004

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır (p<0.05). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ.: tüm uygulamalar için LSD: En küçük anlamlı fark testi (least significant difference test).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Toprak ve bitki sisteminde, bitkilerin gelişimlerini

devam ettirebilmeleri için tarım yapılan toprakların verimliliklerinin artırılması, mevcut verimlilik potansiyelinin korunması ve bu topraklardan bitki

bünyesine alınan veya çeşitli yollarla kayba uğrayan besin elementlerinin çevre ile barışık şekilde yeniden bu topraklara kazandırılması gerekmektedir. Bu durumun sağlanabilmesi için uygulanacak kültürel tedbirlerin başında gübreleme gelmektedir. Çünkü ancak gübreleme ile ürünlerin topraktan kaldırdıkları besin elementlerinin toprağa geri kazanımı söz konusudur. Türkiye’de gübre kullanım bilincinin yeterince oluşmaması ve bazı bölgelerde aşırı gübre kullanımı sonucu kalite bozulması, tarım topraklarının verimliliğini kaybetmesi, çevreye olumsuz etkisi gibi sorunlara neden olmaktadır. Aynı zamanda bazı yerlerde gereğinden az gübre kullanımı ile verim düşüklüğü görülmektedir.

Tarımsal üretimde gübreleme ile verimlilik arasında sıkı bir ilişki olduğu ortadadır. Sağlıklı bitki gelişimi için toprakta yeterli ve dengeli düzeyde bitki besin elementi bulunması gerekir. Diğer taraftan, topraktaki bitki besin elementlerinden bitkilerin yeterince yararlanabilmesi için, besin elementlerinin bitkilerce alınabilirliği son derece önemlidir. Toprakta noksan olan besin elementlerini takviye etmek için uygulanan gübrelerden bitkilerin yeterli düzeyde yararlanabilmesi ve gübre kullanımının etkin olmasına toprak, bitki, iklim gibi birçok faktör etki etmektedir.

İnsan beslenmesinde önemli yer tutan ve kimyasal azotlu gübreler uygulandığında, yapraklarında nitrat/nitrit birikimi riski taşıyan salatalarda organik gübre olarak farklı dozlarda vermikompost, gıda ve leonardit uygulamalarının bitki besin elementi içeriğine etkilerinin belirlenmesi amaçlayan bu çalışmada; yetiştirme ortamının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri, bitkilerdeki N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu ve Mn içerikleri yapılmıştır. Sonuçlar aşağıda özetlenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Denemede kullanılan vermikompost, gıda ve leonardit organik materyalleri, istatistik analizler sonucunda, bitki besin elementlerinin etkinliği açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda vermikompost uygulanan kıvrıkcık bitkisi yapraklarındaki K, Zn ve Cu miktarına etkisinin önemli olduğu ancak diğer besin elementleri ile ilişkisinin önemsiz olduğu ortaya konulmuştur. Noksanlığında ise kıvrıkcık bitkisinde baş tutmanın zayıfladığı ve yaprakların soluk yeşil renkli olmasına neden olan N elementinin etkinliği üzerine yapılan uygulamaların bir ve ikinci dozları kısmende olsa olumlu etki yapmıştır. Bitkide daha çok generatif gelişime etki eden ve noksanlığında bitkilerde büyümede gerilemeye sebep olan K elementi, noksanlığında marulda rozetleşme olduğu dolayısıyla büyümenin gerilediği Zn elementi ile, eksikliğinde çiçek ve meyve gelişiminin etkilenmesine sebep olan Cu elementi etkinliği için organik gübrelerden vermikompost uygulanabilir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde özellikle Vermikompost

uygulamalarının besin elementlerinin bitkinin bünyesine alınımında olumlu etkilerinin olduğu, Gıda uygulamalarının da genel de besin elementlerinin bitki bünyesine alınımında olumlu etkilerinin olmadığı söylenebilir.

Araştırma bulgularına göre; uygulanan organik maddelerin kıvrıkcık yaprak salatada üretim açısından oldukça fazla değeri olan verim komponentleri üzerine etkileri önemli bulunmuşken uygulama dozları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Vermikompost uygulamasının ekonomik kazancı etkileyen verimi yaklaşık 2 kat artırdığı dikkati çekmektedir ve vermikompost uygulamalarının kıvrıkcık yaprak salatının erkencilik özelliğine etki ettiği görülmüştür.

Ülke topraklarının organik maddesinin artırılmasına yönelik öneme sahip olan bu çalışma tarıma katkı sağlayacak ve yaygınlaşması açısından örnek teşkil edecektir. Çalışmanın tarımsal üretim için son derece yararlı sonuçlar ortaya koyduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Çalışmanın tarla koşullarında ve farklı sebzeler üzerinde denemesi daha net sonuçların ortaya koymasını sağlayacaktır.

## TEŞEKKÜR

Çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından (FYL-2017-6530) desteklenmiştir. Destekleri için teşekkür ederiz.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Ak İ 2004. Ekolojik Tarım ve Hayvancılık. 4. Ulusal Zootehni Bilim Kongresi Sözlü Bildiriler, 490-497 sy, 1-3 Eylül 2004, Isparta.
- Bilgi A 2009. Bazı Hüyük, Fulvik ve Amino Asit İçerikli Maddelerin Sera Marul (*Lactuca Sativa* var. *longifolia* cv. *Bitez F1*) Üretiminde Verim ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 26 sy, Kahramanmaraş.
- Demir H, Gölükçü M, Topuz A, Özdemir F, Polat E, Şahin H 2003. Yedikule ve Iceberg Tipi Marul Çeşitlerinin Mineral Madde İçeriği Üzerine Ekolojik Üretimde Farklı Organik Gübre Uygulamalarının Etkisi. Akdeniz Dergisi, 17(2): 149-154.
- Demirkıran AR, Cengiz MÇ 2010. Değişik Organik Materyaller (Gıda, Alsil, Deniz Yosunu, Hüyük

- Asit, Yosun Ve Torf) ile Kimyasal Gübre Uygulamalarının Antep Fıstığı (*Pistacia Vera* L.) Fidan Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 1(1): 43-50.
- Fritz D 1983. Nitrat in Gemuse and Grundwasser. Vortagstagung Bonn Universitaets Druckerei, Bonn, 1-7.
- Hernandez A, Castillo H, Ojeda D, Arras A, Lopez J, Sanchez E 2010. Chilean Journal of Agricultural Research 70(4): 583-589.
- Hınıslı N 2014. Vermikompost Gübresinin Kıvrıkcık Bitkisinin Gelişmesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi ve Diğer Bazı Organik Kaynaklı Gübrelerle Karşılaştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 50 sy, Tekirdağ.
- Kacar B 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları:3, Ankara,703s.
- Kacar B, İnal A 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yay. No: 1241, Ankara, 892s.
- Öztürk A, Bulut S, Yıldız N, Karaoğlu MM 2011. Effects of Organic Manures and Non-Chemical Weed Control on Wheat: I-Plant Growth and Grain Yield. Tarım Bilimleri Dergisi, 18: 9-20.
- Raupp J 1996. Fertilization Effect on Product Quality and Examination of Parameters and Methods for Quality Assessment, In: Roupp J. (Ed.). Quality of plant products grown with manure fertilization, Darmstadt, 4448p
- Santamaria P 2006. Nitrate in Vegetables: Toxicity, Content, Intake and EC Regulation. Journal of the Science of Food and Agriculture 86(1) :10-17.
- Sönmez S, Çıtak S, Koçak F, Yasin S 2011. Vermikompost ve Ahır Gübresi Ygulamalarının Ispanak (*Spinacia Oleracea* var. L.) Bitkisinin Gelişimi ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28(1): 56-69.
- Taleisnik E, Peyran G, Arias C 1997. Respose of Chlorisgayana Cultivars to Salinity. 1. Germination and Early Vegetative Growth. Tropical Grasslands 31: 232-240.
- Üçok Z, Demir H, Sönmez İ, Polat E 2019. Farklı organik gübre uygulamalarının kıvrıkcık salatada (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) verim, kalite ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri. Mediterranean Agricultural Sciences. 32(Özel Sayı): 63-68
- Ülgen N, Dırdıoğlu A 1975. Gıda Toprağının Gübre Değerinin Saptanması. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, 1973-1975 yılları araştırma raporları, Genel Yayınlar No: 67.
- Venter F 1978. Einflüsse auf den Nitratgehalt von Kopfsalat (*Lactura sativa* L. var. *capitata* L.) Landwirtsch Forsch. Sonderh. 35: 616-623.
- Vural H, Eşiyok D, Duman I 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Bornova-İzmir, sy 430.
- Yıldırım E, Karlıdağ H, Turan M, Dursun A, Göktepe F 2011. Growth, Nutrient Uptake, and Yield Promotion of Broccoli by Plant Growth Promoting Rhizobacteria with Manure. Horticulture Science, 46(6): 932-936.
- Yılmaz C 2012. Farklı Dozlarda Gıda ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Biber (*Capsicum annum* L.) Bitkisinde Bitki Gelişimi ve Bazı Besin Elementleri İçeriğine Etkileri. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 50 sy, Van.



## Plant Growth, Ion Accumulation and Essential Oil Content of *Salvia officinalis* Mill. and *S. tomentosa* L. Grown under Different Salt Stress

Harun GÖÇER<sup>1</sup>, Halit YETİŞİR<sup>2</sup>, Abdullah ULAŞ<sup>3</sup>, Mehmet ARSLAN<sup>4</sup>, Alim AYDIN<sup>5</sup>

<sup>1,2,5</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Erciyes Kayseri-Turkey, <sup>3</sup>Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Erciyes Kayseri-Turkey, <sup>4</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Erciyes Kayseri-Turkey

<sup>1</sup>https://orcid.org/0000-0002-3599-6675, <sup>2</sup>https://orcid.org/0000-0001-6955-9513, <sup>3</sup>https://orcid.org/0000-0001-9029-031X

<sup>4</sup>https://orcid.org/0000-0002-0530157X, <sup>5</sup>https://orcid.org/0000-0002-9424-5556 5394880792

✉: yetisir1@erciyes.edu.tr

### ABSTRACT

This study was conducted to determine the response of *Salvia tomentosa* Mill. and *Salvia officinalis* L. to different salinity levels. The salvia plants were grown in 8 L pots filled with the continuously aerated nutrient solution under different salt levels 1 (control), 2, 3, 4, 5 and 6 dS m<sup>-1</sup> in fully automated climate chambers. The fresh and dry weight of shoot and root, stem length, leaf area, SPAD, CO<sub>2</sub> fixation, root length, root diameter, root volume, leaf Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> Cl<sup>-</sup> content, and amount of essential oil were determined. The increasing salt level decreased significantly plant growth of both *Salvia* species. However, highly significant differences were found between two *Salvia* species in terms of shoot and root biomass. Generally, *S. tomentosa* showed better plant growth performance in plant growth compared to *S. officinalis*. The Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> content of the leaves significantly increased with increasing salt concentration and the increase was higher in *S. tomentosa*. The amount of K<sup>+</sup> in the leaves decreased due to the increasing salt concentration, while the amount of Ca<sup>++</sup> varied depending on the dose. The study showed that the essential oil contents of the sage leaves could be increased with the moderate salt application. The increase in essential oil due to salt stress was higher in *S. officinalis*. The results showed that *Salvia* species can be cultivated in low and medium saline soils, second class waters can be used for irrigation of sages and essential oil yield of sages can be increased by using salt stress.

### Research Article

#### Article History

Received : 01.05.2020

Accepted : 21.10.2020

#### Keywords

*Salvia* species  
Salt tolerance  
Hydroponic culture  
Root morphology  
Essential oil

## Farklı Tuz Stresleri Altında Yetiştirilen *Salvia officinalis* Mill. ve *S. tomentosa* L. Türlerinde Bitki Büyümesi, İyon Birikimi ve Esansiyel Yağ Miktarı

### ÖZET

Bu çalışmada, *Salvia officinalis* L. ve *S. tomentosa* Mill. türlerinin farklı tuz seviyelerine tepkisi belirlenmiştir. Ada çayı bitkileri iklim odasında, su kültüründe altı farklı tuz stresinde [1 (kontrol), 2, 3, 4, 5 ve 6 dS m<sup>-1</sup>] yetiştirilmişlerdir. Bitki organları taze ve kuru ağırlıkları, gövde uzunluğu, yaprak alanı, SPAD, CO<sub>2</sub> asimilasyonu, kök uzunluğu, kök hacmi, kök kalınlığı, yaprak Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> Cl<sup>-</sup> içerikleri ve esansiyel yağ asidi miktarı belirlenmiştir. Aratan tuz seviyesi iki adaçayı türünü de bitki gelişimi açısından önemli derecede etkilemiştir. Ancak, türler arasında biyomas gelişimi açısından önemli farklılıklar olmuştur. Genellikle, *S. tomentosa* türü *S. officinalis*'e göre daha iyi performans göstermiştir. Artan tuz stresi ile birlikte yaprakların Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> içeriği artmış ve artış *S. tomentosa*'da daha yüksek olmuştur. Yaprakların K<sup>+</sup> içeriği tuz stresi ile birlikte sürekli azalırken, Ca<sup>+</sup> içeriği tuz dozlarına karşı farklı tepkiler vermiştir. Çalışma, tuz stresi ile esansiyel yağ asitlerinin miktarının arttırılabileceğini göstermiştir. Yağ miktarındaki oransal artış *S. officinalis*'te daha yüksek olmuştur. Sonuçlar, *Salvia* türlerinin düşük

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 01.05.2020

Kabul Tarihi : 21.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Ada çayı türleri  
Tuz stresi  
Su kültürü  
Kök morfoloji  
Esansiyel yağ

ve orta tuzlu topraklarda yetiştirilebileceğini, adaçayını sulamak için ikinci sınıf suların kullanılabilirliğini ve adaçayı esansiyel yağ veriminin tuz stresi kullanılarak arttırılabileceğini göstermiştir.

**To Cite :** Göçer H, Yetişir H, Ulaş A, Arslan M, Aydın A 2021. Plant Growth, Ion Accumulation and Essential Oil Content of *Salvia officinalis* Mill. and *S. tomentosa* L. Grown under Different Salt Stress. KSU J. Agric Nat 24 (3): 505-514. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.730477>

## INTRODUCTION

The members of the *Lamiaceae* family, including the genus *Salvia*, represented by 45 genera and fragrant plants, are generally important in the pharmacology and perfumery industry because they contain volatile and aromatic oils (Mamadaliyeva et al., 2017). This common use of *Salvia* species arises from monoterpenes and their oxygen derivatives, most of which are present in the essential oil and have a strong antiseptic effect (Tanker et al., 1976). Sage oil is applied in the treatment of various important diseases and has been shown to have antimicrobial, viricidal, cytotoxic, antifungal, and antioxidative activities. In addition to flavoring foods, while the sage essential oils were used as an antioxidant and protective agent against food spoilage, it has found a wide range of applications in aromatherapy and the field of health (Hay et al., 1993).

Plants can encounter many biotic and abiotic stress factors simultaneously or at different times during their lifetime. Stress in crop production can be defined as one or combined biotic or abiotic factors affecting the plant environment, slowing down growth and causing low yield (Mahjan and Tuteja, 2005).

Salinity in soil or water is one of the major abiotic stress factors that adversely affect plant growth (Arzani, 2008). Salinity is a growing problem, especially in arid and semi-arid regions around the world, and according to FAO (2009), the area affected by salt stress has exceeded 800 million hectares. The plant uptake plant nutrients from the dissolved substances in the soil. If these dissolved substances contain salts above a critical threshold for each species, they cause soil salinity and limit plant growth. Salinization in soil occurs as a result of dissolved salts from base rock, salts coming from irrigation water, salts from the groundwater, and incorrect fertilization. Inadequate rainfall, incomplete drainage, and excessive evaporation increase salinity in the soil (Mahjan and Tuteja, 2005).

Adverse effects of salinity on plant growth; (i) inability to absorb water by the roots due to the low water potential in the root zone, (ii) toxic effects of ions such as  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ ; and (iii) disruption of uptake and transport of plant nutrients (Flowers, 2004). Since it is time-consuming and costly to improve soils affected or likely to be affected by salinity problems, it is of great importance to identify and use species and varieties that are highly tolerant to salt for efficient

and sustainable production in such areas (Flowers, 2004; Yetisir and Uygur, 2010). Selecting salt-resistant genotypes from genetic sources, developing them as varieties or using them as parents for new varieties is the most permanent way to overcome salt stress.

Phytochemical contents of medicinal plants are affected by cultural applications such as fertilization and irrigation (Perry et al., 1999), climatic conditions such as lighting and temperature (Máthé et al., 1992), and biotic and abiotic stress conditions (Ben Taarit et al., 2009; Ben Taarit et al., 2010). Annual and perennial sage species used as medicinal purpose or landscaping, are negatively affected by salt stress (Tounekti et al., 2011). Plant growth (61%) and fatty acid content (32%) were decreased in *S. officinalis* grown under salt stress (100 mM). It has been observed that salinity decreased the ratio of unsaturated fatty acids but increased the ratio of saturated fatty acids. Low salt stress (25 mM NaCl) increased the fatty acid amount, while high salinity (50> mM NaCl) decreased fatty acid amount (Ben Taarit et al., 2010; Ben Taarit et al., 2011).

In salt-stressed *S. officinalis*, leaf water content, photosynthetic activity, pigment content,  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{K}^+$  concentration decreased, however,  $\text{Na}^+$  content increased (Ben Taarit et al., 2011; Tounekti et al., 2012). Escalona et al. (2014) reported that the shoot of sage plants grown under saline conditions accumulated  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  and  $\text{NO}_3^-$  ions, while the roots accumulated  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  ions. Phenolics and tocopherols increased with a salt application (Tounekti et al., 2012). While 100 mM salt stress caused increases in 1.8-cineole, camphor, and beta-thujone concentrations, low salt stresses had no significant effect (Tounekti and Khemira, 2015). Kulak (2011) reported that sage productivity was affected differently from different salt applications and the best dry herb weight was obtained with  $\text{MgCl}_2$  application, and the lowest dry weight was harvested from  $\text{CaCl}_2$  application. It was suggested that the studies to determine sage species and varieties that can be capable of growing in saline conditions should be carried out. Therefore, this study aimed to determine the response of *S. officinalis* and *S. tomentosa* to salinity stress and determine the change in plant growth alterations, ion concentration and essential oil in two *Salvia* species.

## MATERIAL and METHODS

### The experimental site and material

This study was carried out in the research area and laboratory of the Department of Horticulture and Soil Science, Agricultural Faculty, Erciyes University. Two *Salvia* species, *Salvia officinalis* and *S. tomentosa*, were tested to determine the effect of salinity on plant growth, ion accumulation, and essential oil content. The cuttings were taken from *Salvia* production plots in Agricultural Research and Training Center of Erciyes University. The cuttings were planted in a mixture of peat and perlite (1:2 v/v) in rooting facilities with high air humidity and shading for 15 days.

### Methods

#### Hydroponic system and salt testing

A continuously aerated hydroponic system was used as plant growth media. The modified Hoagland solution was the basic nutrient solution in the experiment. All chemicals used were of analytical grade, and composition of the nutrient solution was : [3x10<sup>-3</sup> M Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 1x10<sup>-3</sup> M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1x10<sup>-3</sup> M MgSO<sub>4</sub>, 0.2x10<sup>-3</sup> M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1x10<sup>-5</sup> M H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 1x10<sup>-6</sup> M MnSO<sub>4</sub>, 1x10<sup>-7</sup> M CuSO<sub>4</sub>, 1x10<sup>-8</sup> M (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>, 1x10<sup>-6</sup> M ZnSO<sub>4</sub> ve 1x10<sup>-4</sup> M Fe EDTA] (Electrical conductivity and pH of the solution were 1.30 dS m<sup>-1</sup>, 6,5-7, respectively). The NaCl doses were control (1), 2, 3, 4, 5 and 6 dS m<sup>-1</sup>. The salt application was initiated two days after transplanting, and the full dose was achieved six days after transplanting. The growth solution was changed once a week. The average day/night temperatures were 25/20 °C relative humidity was 65-70% and about 350 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> photon flux was supplied in a photoperiod of 16/8 h of light/dark regimes in the controlled growth chamber. The experiment was continued for 30 days after salt application.

#### Measured parameters

The effect of salt on the plant was visually evaluated for 0-5 scale [0: Plants not injured by salt stress (control plants), 1: Local chlorosis and curling of leaves; 2: Chlorosis of leaves and 25% necrosis; 3: 25-50% of leaves show necrosis and start to fall; 4: 50-75% necrosis of leaves and plant deaths; 5: 75-100% necrosis of leaves and/or complete plant death (Figure 1).

The values of chlorophyll were recorded in a mature leaf one day before the termination of the experiment through SPAD (SPAD-502, Minolta Corporation, Ltd., Osaka, Japan). CO<sub>2</sub> fixation was measured on two fully developed leaves every seven days after salt application and the mean values were presented (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (LI-6400XTP Model). At the end of the experiment, the total leaf area of each genotype was determined by LI 3100 C Model Leaf Area meter (cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>). Plant heights (cm), plant organs fresh and dry weight (g plant<sup>-1</sup>) were determined. At the end of the

experiment, harvested plants were separated into organs and fresh weight was recorded (g plant<sup>-1</sup>). The plant organs were dried at 65 °C for 48 h to determine the dry weight (g plant<sup>-1</sup>). The root length (m plant<sup>-1</sup>) and volume (cm<sup>3</sup> plant<sup>-1</sup>) were determined by using the WinRHIZO (Win/Mac RHIZO Pro V. 2002c Regent Instruments Inc. Canada) after recording the root fresh weight. Sodium, K<sup>+</sup>, and Ca<sup>++</sup> concentration (%) of the leaves were determined by Flame Photometer (Kacar ve Katkat, 2010). Chloride concentration (mg g DW<sup>-1</sup>) of plant tissue was analyzed by Mohr technique (Johnson and Ulrich, 1959). After harvest, the leaf material of sage species was dried under laboratory conditions, the dried material was weighed and prepared for analysis and the essential oil was extracted by Clavenger device by water distillation method (Kılıç, 2008).

#### Statistical analysis

The experiment was established according to a completely randomized block design with two factors (salt level and species) and three replications with five plants. The data were subjected to variance analysis in SPSS statistical program. The means were compared by LSD test at 0.05 and 0.01 significance level.

## RESULTS

#### Visual evaluation (0-5), plant height and leaf area (cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>)

Visual deterioration was increased due to the increase in salt concentration in both sage species and there were significant reductions in plant growth. At 6 dS m<sup>-1</sup> salt dose, the plants were extremely damaged or died completely (Figure 1), therefore, no other measurements were done in these plants except for the visual evaluation.

Considerable damage was detected at salt doses of 3, 4 and 5 dS m<sup>-1</sup>, while no remarkable damage at 1 and 2 dS m<sup>-1</sup> salt concentrations. Visual damage increased with an increasing salt concentration in both species. Plant height and leaf area per plant were significantly affected by, salt, genotype and salt\*genotype interaction (Table 1). Plant height decreased with an increasing salt concentration in both sage species and the longest plants were recorded in control treatments, while the shortest plants were measured in 5dS m<sup>-1</sup> salt application. As in plant height, salt application caused a gradual reduction in the leaf area. *S. tomentosa* had a larger leaf area than *S. officinalis* under all saline conditions.

#### CO<sub>2</sub> fixation (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) and SPAD value

The results of CO<sub>2</sub> fixation and SPAD values are given in Table 2. CO<sub>2</sub> fixation was significantly influenced by genotype and genotype salt interaction. *S. tomentosa*

assimilated more CO<sub>2</sub> ( $\bar{x}$ =14  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) than *S. officinalis* ( $\bar{x}$ =12.9  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Both species and salt treatments were significantly effective on leaf chlorophyll content (SPAD). When the species were compared, *S. officinalis* was found to have higher

SPAD value in both control plants and salt applications. Decreases in SPAD were observed in both species due to the increase in salt concentration. This decrease was ranged from 2% to 12% in *S. officinalis* and from 3% to 17% in *S. tomentosa* (Table 2).



Figure 1. *Salvia officinalis* and *S. tomentosa* plants grown at different salt doses for 30 days.  
Şekil 1. Farklı tuz streslerinde 30 gün yetiştirilen *Salvia officinalis* ve *S. tomentosa* bitkileri.

Table 1. Visual evaluation, plant height and leaf area of *S. officinalis* and *S. tomentosa* 30 days after salt treatment  
Çizelge 1. 30 gün tuz stresinden sonra *S. officinalis* ve *S. tomentosa*'da görsel değerlendirme, bitki yüksekliği ve yaprak alanı

Salt levels <i>Tuz seviyesi</i>	Visual damage (0-5 scale) <i>Görsel zarar (0-5 skalası)</i>		Plant height (cm) <i>Bitki yüksekliği (cm)</i>		Leaf area (cm <sup>2</sup> plant <sup>-1</sup> ) <i>Yaprak alanı (cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup>)</i>	
	<i>So</i>	<i>St</i>	<i>So</i>	<i>St</i>	<i>So</i>	<i>St</i>
1dS m <sup>-1</sup>	0	0	36.78±4.9	37.00±2.2	1105.3±47.9	2889.1±90.4
2dS m <sup>-1</sup>	1	1	38.56±1.9	26.78±2.9	1193.2±9.3	2070.7±38.5
3dS m <sup>-1</sup>	2	2	34.21±1.2	20.33±1.2	1091.5±5.3	1239.1±57.7
4dS m <sup>-1</sup>	3	3	25.33±1.8	13.11±1.3	726.7±0.5	814.7±28.5
5dS m <sup>-1</sup>	4	4	8.43±0.5	18.78±1.3	475.1±54.8	808.8±36.6
6dS m <sup>-1</sup>	5	5				
Salt			***		***	
Species			***		***	
Salinity*Species			***		***	

So: *Salvia officinalis*, St: *Salvia tomentosa*\*: 0.05, \*\*:0.01, \*\*\*: 0,001 significance level.

Table 2. CO<sub>2</sub> fixation and SPAD values of *Salvia officinalis* and *Salvia tomentosa* plants grown at different salinity levels

Çizelge 2. Farklı tuz streslerinde yetiştirilen *Salvia officinalis* ve *Salvia tomentosa* bitkilerinde CO<sub>2</sub> asimilasyonu ve SPAD değerleri

Salinity levels <i>Tuz seviyesi</i>	CO <sub>2</sub> fixation (µmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) <i>CO<sub>2</sub> asimilasyonu (µmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)</i>		SPAD <i>SPAD</i>	
	<i>S. officinalis</i>	<i>S. tomentosa</i>	<i>S. officinalis</i>	<i>S. tomentosa</i>
1dS m <sup>-1</sup>	13.89±0.3	15.13±0.5	43.81±1.5	37.61±1.4
2dS m <sup>-1</sup>	13.42±1.0	12.04±0.2	43.12±1.2	36.39±0.5
3dS m <sup>-1</sup>	12.12±0.7	16.11±0.9	41.83±1.0	36.92±1.5
4dS m <sup>-1</sup>	12.54±0.8	14.26±0.3	40.28±0.7	34.29±0.6
5dS m <sup>-1</sup>	12.53±0.7	12.60±1.2	38.68±2.9	31.37±0.9
Salinity	ns		**	
Species	*		**	
Salinity*Species	*		ns	

\*: 0.05, \*\*:0.01 significance level, ns: non significant.

### Plant fresh and dry weight (g plant<sup>-1</sup>)

The fresh and dry weight of plant organs was significantly influenced by genotype, salt treatment and genotype salt interactions (Table 3). While a gradual reduction was observed in shoot fresh and dry weight in both species, root fresh and dry weight of *S. officinalis* increased at low and medium salt stress, then they decreased in high salt stress. *S. tomentosa*

produced higher biomass than *S. officinalis* under all conditions. Herbal fresh and dry weight, an economically important part of sage, did not decrease in 2 dS m<sup>-1</sup> salt stress but started to decrease significantly with 3dS m<sup>-1</sup> salt stress. A negative correlation was found between plant biomass and Na<sup>+</sup> (*S. officinalis*  $r = -0.58$  and  $-94$ ) and Cl<sup>-</sup> (*S. tomentosa*  $r = -58$  and  $-83$ ) contents of leaves.

Table 3. Fresh and dry weights of plant organs of *Salvia officinalis* and *Salvia tomentosa* plants grown at different salt concentrations

Çizelge 3. Farklı tuz streslerinde yetiştirilen *Salvia officinalis* ve *Salvia tomentosa* bitkilerinde bitki organlarının taze ve kuru ağırlıkları

Salinity levels <i>Tuz seviyesi</i>	Shoot fresh weight (g plant <sup>-1</sup> ) <i>Gövde taze ağırlığı (g plant<sup>-1</sup>)</i>		Root fresh weight (g plant <sup>-1</sup> ) <i>Kök taze ağırlığı (g plant<sup>-1</sup>)</i>		Shoot dry weight (g plant <sup>-1</sup> ) <i>Gövde kuru ağırlığı (g plant<sup>-1</sup>)</i>		Root dry weight (g plant <sup>-1</sup> ) <i>Kök kuru ağırlığı (g plant<sup>-1</sup>)</i>	
	<i>So</i>	<i>St</i>	<i>So</i>	<i>St</i>	<i>So</i>	<i>St</i>	<i>So</i>	<i>St</i>
	1dS m <sup>-1</sup>	102.33±3.3	195.75±1.0	53.67±0.9	93.50±1.7	63.5±2.3	111.8±9.5	3.73±0.1
2dS m <sup>-1</sup>	102.25±1.6	174.83±5.1	62.75±3.0	84.25±5.3	63.9±2.6	110.3±1.4	4.37±0.4	5.85±0.5
3dS m <sup>-1</sup>	75.00±6.6	107.00±0.6	88.33±4.2	73.75±0.7	50.0±4.8	76.1±2.5	5.93±0.4	4.24±0.2
4dS m <sup>-1</sup>	75.17±4.7	80.33±4.5	44.25±3.9	48.75±1.3	46.2±4.1	56.4±3.8	4.58±0.6	3.07±0.1
5dS m <sup>-1</sup>	33.00±1.2	60.75±3.9	19.67±1.2	44.75±3.3	22.9±0.4	45.0±2.0	1.81±0.1	2.22±0.1
Salinity	***		***		***		***	
Species	***		***		***		**	
Salinity*Species	***		***		***		***	

So: *Salvia officinalis*, St: *Salvia tomentosa* \*: 0.05, \*\*:0.01; \*\*\*: 0,001 significance level.

### Root length (m plant<sup>-1</sup>), volume (cm<sup>3</sup> plant<sup>-1</sup>) and diameter (mm)

Root length was significantly affected by species. *S. tomentosa* produced longer roots at all salt concentrations than *S. officinalis*. As in *S. officinalis* root biomass, the root length increased up to 3 dS m<sup>-1</sup> salt stress, but 4 and 5 dS m<sup>-1</sup> salt concentrations decreased root length significantly. In *S. tomentosa*, root length decreased gradually due to increasing salt concentrations. The longest root was measured in the

control plant of *S. tomentosa* with 67 m plant<sup>-1</sup>, while the shortest root length was recorded as 12.8 and 27.3 m in *S. officinalis* and *S. tomentosa*, which were grown under 5 dS m<sup>-1</sup> salt stress, respectively (Table 4). Salt application and salt genotype interaction significantly affected root volume, however, the genotypic effect was not significant. Similar to root length and root biomass, *S. officinalis* increased root volume in low and moderate salt stress, whereas the root volume of *S. tomentosa* decreased with increasing salt stress. Root diameter differed between species, but salt application



and interaction did not have a significant effect on root diameter (Table 4).

Table 4. Root length, root volume and root diameter results of *S. officinalis* and *S. tomentosa* species grown at different salinity levels

Çizelge 4. Farklı tuz streslerinde yetiştirilen *Salvia officinalis* ve *Salvia tomentosa* bitkilerinde kök uzunluğu, kök hacmi ve kök çapı

Salinity levels <i>Tuz seviyesi</i>	Root length (m plant <sup>-1</sup> ) <i>Kök uzunluğu (m bitki<sup>-1</sup>)</i>		Root volume (cm <sup>3</sup> plant <sup>-1</sup> ) <i>Kök hacmi (cm<sup>3</sup> bitki<sup>-1</sup>)</i>		Root diameter (mm) <i>Kök çapı (mm)</i>	
	<i>S. officinalis</i>	<i>S. tomentosa</i>	<i>S. officinalis</i>	<i>S. tomentosa</i>	<i>S. officinalis</i>	<i>S. tomentosa</i>
1dS m <sup>-1</sup>	35.5±2.1	67.0±1.4	35.05±0.9	58.39±6.8	0.36±0.009	0.33±0.012
2dS m <sup>-1</sup>	41.6±2.9	62.5±1.0	44.43±1.9	57.08±3.2	0.37±0.008	0.34±0.014
3dS m <sup>-1</sup>	52.1±2.4	46.4±5.2	65.46±3.9	40.23±8.0	0.40±0.013	0.33±0.017
4dS m <sup>-1</sup>	31.9±1.7	36.6±5.5	31.09±2.5	30.44±7.8	0.35±0.010	0.33±0.022
5dS m <sup>-1</sup>	12.7±1.4	27.3±1.2	13.64±6.7	24.71±7.4	0.37±0.003	0.34±0.016
Salinity	***		***		ns	
Genotype	***		ns		**	
Salinity*genotype	***		***		ns	

\*: 0.05, \*\*:0.01, \*\*\*: 0,001 significance level, ns: non-significant.

### Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>++</sup> content of leaves

Sodium, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>++</sup> contents of the leaves of *S. officinalis* and *S. tomentosa* grown under different salt concentrations are given in Table 5. Both sage species showed an increase in Na<sup>+</sup> content with the salt application. The increase in Na<sup>+</sup> content of *S. tomentosa* was twice that of *S. officinalis* from 2 dS m<sup>-1</sup> to 4 dS m<sup>-1</sup>. In 5 dS m<sup>-1</sup> salt application, Na<sup>+</sup> content reached the highest level in both species and the Na<sup>+</sup> content of the species was close to each other. While *S. officinalis* tried to exclude Na<sup>+</sup> at lower level of salt, *S. tomentosa* has uptaken Na<sup>+</sup> and tried to reduce the

damage of Na<sup>+</sup> in different ways. However, in 5 dS m<sup>-1</sup> salt stress, Na<sup>+</sup> intake increased to the same level in both species.

The chloride content of the leaves of sage grown under salt stress increased with increasing salt stress. A similar trend was observed in both species. In the control, the concentration of Cl<sup>-</sup> detected in the range of 16-18 mg g DW<sup>-1</sup> and increased by approximately 6-fold in *S. officinalis* (85 mg g DW<sup>-1</sup>) and *S. tomentosa* (88 mg g DW<sup>-1</sup>) at a dose of 5 dS m<sup>-1</sup> which was the highest salt application (Table 5).

Table 5. Leaf Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>++</sup> contents of *S. officinalis* and *S. tomentosa* grown at different salinity levels.

Çizelge 5. Farklı tuz streslerinde yetiştirilen *Salvia officinalis* ve *Salvia tomentosa* yapraklarının Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>++</sup> içerikleri

Salinity levels <i>Tuz seviyesi</i>	Na <sup>+</sup> (%)		Cl <sup>-</sup> (mg g DW <sup>-1</sup> )		K <sup>+</sup> (%)		Ca <sup>++</sup> (%)	
	<i>Na<sup>+</sup> (%)</i>		<i>Cl<sup>-</sup> (mg g KA<sup>-1</sup>)</i>		<i>K<sup>+</sup> (%)</i>		<i>Ca<sup>++</sup> (%)</i>	
	<i>So</i>	<i>St</i>	<i>So</i>	<i>St</i>	<i>So</i>	<i>St</i>	<i>So</i>	<i>St</i>
1dS m <sup>-1</sup>	0.25±0.03	0.20±0.03	18.06±0.6	16.58±0.6	3.45±0.3	3.95±0.02	2.24±0.03	1.26±0.04
2dS m <sup>-1</sup>	0.32±0.04	0.83±0.02	33.45±1.8	43.51±1.7	3.17±0.1	3.80±0.17	1.72±0.03	1.76±0.04
3dS m <sup>-1</sup>	0.65±0.03	1.31±0.01	43.81±1.7	45.59±1.7	3.04±0.1	3.63±0.03	2.50±0.30	1.28±0.05
4dS m <sup>-1</sup>	0.89±0.05	1.61±0.02	54.17±2.3	55.35±2.9	2.80±0.2	3.76±0.04	2.25±0.14	1.60±0.11
5dS m <sup>-1</sup>	1.54±0.02	1.71±0.04	85.25±2,9	88.51±1.7	2.84±0.1	3.79±0.05	1.83±0.05	1.24±0.02
Salinity	***		***		***		***	
Species	***		***		***		***	
Salinity*Species	***		***		ns		***	

DW: Dry weight, *So*: *Salvia officinalis*, *St*: *Salvia tomentosa* \*: 0.05, \*\*:0.01; \*\*\* : 0,001 significance level, ns: non-significant.

Potassium concentration decreased in both species with increasing salt concentration. In *S. officinalis*, K<sup>+</sup> contents decreased more than that of *S. tomentosa*. While the K<sup>+</sup> content in *S. officinalis* showed a continuous decrease with the increasing salt concentration, it showed a decrease in *S. tomentosa*

and then increased partially. In *S. tomentosa*, the lowest K<sup>+</sup> in leaves value was determined in 3 dS m<sup>-1</sup> salt application (Table 5). The Ca<sup>++</sup> contents of the leaves of sage grown under different salt concentrations showed a fluctuation in the rising salt concentration. *S. officinalis* had the lowest values in 2

and 5 dS m<sup>-1</sup> salt application, and the highest value in 3 dS m<sup>-1</sup> salt application. In *S. tomentosa*, the rising Ca<sup>++</sup> content at the 2 and 4 dSm<sup>-1</sup> salt dose had the lowest value in 5 dS m<sup>-1</sup> salt application. Both species had the lowest Ca<sup>++</sup> concentration in 5 dS m<sup>-1</sup> salt application, while irregular decreases and increases in other doses were observed (Table 5).

### Essential oil content (%)

The essential oil yield of the leaves of sage grown under different salt stresses increased with increasing salt

stress regardless of sage genotypes. The amount of essential oil detected under control conditions between 0.91% and 1.38% regularly increased in both species and it reached 2.31% and 2.19% in *S. officinalis* and *S. tomentosa* species in 5 dS m<sup>-1</sup> salt dose, respectively. In *S. officinalis*, the highest essential oil content was recorded at 4 dS m<sup>-1</sup> salt dose, while, the highest essential oil content in *S. tomentosa* was determined at 3 dS m<sup>-1</sup> salt dose. While the increase in essential oil content caused by salt stress in *S. officinalis* ranged from 80% to 154%, it varied from 83% to 46% in *S. tomentosa*.

Table 6. Essential oil content of *S. officinalis* and *S. tomentosa* grown at different salinity levels (%)

Çizelge 6. Farklı tuz stresi altında yetiştirilen *S. officinalis* ve *S. tomentosa* bitkilerinde esansiyel yağ içerikleri (%)

Salinity levels <i>Tuz seviyesi</i>	Essential oil yield (%) ( <i>Esansiyel yağ asidi verimi (%)</i> )			
	<i>S. officinalis</i>	% increase over control <i>Kontrolle göre % artış</i>	<i>S. tomentosa</i>	% increase over control <i>Kontrolle göre % artış</i>
1dS m <sup>-1</sup>	0.91±0.09	--	1.38±0.08	--
2dS m <sup>-1</sup>	1.64±0.12	80	1.11±0.03	-20
3dS m <sup>-1</sup>	2.01±0.03	120	2.52±0.07	83
4dS m <sup>-1</sup>	2.71±0.03	197	2.01±0.06	46
5dS m <sup>-1</sup>	2.31±0.06	154	2.19±0.11	59
Salinity	***			
Species	***			
Salinity*Species	***			

\*: 0.05, \*\*:0.01, \*\*\*: 0,001 significance level.

### DISCUSSION

As shown in Figure 1 and Table 1, 2 and 3, a significant reduction in plant biomass was detected following the application of different salt levels. Similar results were reported by Kulak (2011) that plant height, leaf fresh weight, root fresh weight, herbal fresh weight of *S. officinalis* were significantly affected by different salt sources and doses. In consistent with this study, Ben Taarit et al., (2012) and Escalona et al. (2014) reported that salt stress adversely affected plant biomass and plant height in *S. officinalis*. In Kulak's (2011) study, a significant influence of different salt sources and doses on root growth was reported and a proportional decrease in root fresh weight was observed due to an increase in salt concentration. In the current study, the species responded differently to salt stress in terms of root fresh weight. While *S. officinalis* attempted to reduce the effect of salt stress by investing in root volume increase to absorb more water in low and medium salt, this was not observed in *S. tomentosa*. Excessive root formation effort of *S. officinalis* decreased the shoot fresh weight therefore, the root:shoot ratio increased. An increased amount of root under salt stress has been reported in *S. officinalis* (Hendawy, 2005), watermelon (Yetişir and Uygur, 2009), eggplant (Unlukara et al., 2010) and cucumber (Colla et al., 2012). The primary reason for the

decrease in plant biomass under salt stress was the poor photosynthesis due to stomatal closure that limits carbon dioxide uptake (Zhu, 2001; Ben Taarit et al., 2010). These well-known phenomena was also confirmed in the current study that the amount of photosynthesis and SPAD decreased with increasing salt stress (Table 2). Results of the present study are in agreement with a study conducted in sage by Tounekti et al. (2015) they reported that the water content, photosynthetic activity and pigment content of the leaf decreased with increased salt stress.

Kulak (2011) reported that *S. officinalis* biomass was not affected to a certain level by different salt sources and doses, but it was negatively affected by high salt concentration. This is in agreement with the results of the present study. While plants can combat low-stress conditions at certain rates, the damage increases significantly after exceeding the stress threshold based on plant genotype (Figure 1). Root biomass and shoot biomass reacted differently to increasing salt stress in both *Salvia* species. Although shoot biomass decreased significantly with increasing salt dose, root biomass increased above the control treatments in moderate salt stress and then decreased (Table 3-4). An increase in root biomass has been reported in plants grown under salt stress conditions at certain levels in *S. officinalis* (Ben Taarit et al., 2009), watermelon

(Yetisir and Uygur, 2009), eggplant (Unlukara, 2010) and cucumber (Colla et al., 2012). This behavior of the plant is attributed to overcoming the reduced water intake problem due to low osmotic pressure in the root zone with root volume and root surface area (Mahjan and Tuteja, 2005; Munns, 2002).

Sodium and Cl<sup>-</sup> content of the leaves of sage species showed a significant increase with increasing salt level. In agreement with the present study, Escalona et al. (2014) reported that Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> content of *S. officinalis* leaves increased with increasing salt concentration, aboveground organs of plants accumulated higher Cl<sup>-</sup> ions and the roots accumulated more Na<sup>+</sup>. Ben Taarit et al. (2011) reported that salt stress reduced the water content of the leaf and increased the Na<sup>+</sup> content. The same investigators have also reported that *S. officinalis* was able to store excess Na<sup>+</sup> in vacuoles actively (Ben Taarit et al., 2012). Similar to the results of the present study, Tounekti et al. (2011) reported that salt stress application in *S. officinalis* disrupted ion regulation and reduced Ca<sup>++</sup> and K<sup>+</sup> concentrations. Increases in Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> concentration of the plant organs due to NaCl stress was reported in cucumber (Colla et al., 2012), melon (Colla et al., 2006), watermelon (Yetisir and Uygur, 2009), bottle gourd (Chuang et al., 2003) and pumpkins (Balkaya et al., 2016). The high concentration of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> in soil or irrigation water may disrupt ion activities and cause excessive anion and cation rates to form (Grattan and Grieve, 1999). The metabolic toxicity of Na<sup>+</sup> is a consequence of its ability to compete with K<sup>+</sup> for the binding sites, which are substantially critical for cellular function. K<sup>+</sup> activates more than 50 enzymes, and Na<sup>+</sup> competing with potassium binding sites cannot substitute this function (Bhandal and Malik, 1988). The decrease in K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> sodium ratio may cause a reduction in plant growth due to K<sup>+</sup> deficiency. Under different salt stress conditions, a reduced level of NO<sub>3</sub> due to the high concentration of Cl<sup>-</sup> in cucumber was reported (Colla et al., 2012). It is a well-known physiological condition that an increase in Cl<sup>-</sup> uptake, and accumulation in plants causes a significant reduction in the nitrogen content of plants (Grattan and Grieve, 1999). Calcium content was also significantly affected by the salt application and sage species (Table 5). Ca<sup>++</sup> content in the leaves showed a fluctuating attitude. Calcium plays an important role in increasing tolerance to salt stress as in many other stresses (Greenway and Munns, 1980). The positive effect of Ca<sup>++</sup> on the salt-stressed plant is explained by mitigating the ionic impact of salt stress rather than osmotic stress (Rengel, 1992). Studies have shown that Ca<sup>++</sup> can maintain membrane stability in roots and leaves by limiting the adverse effects of Na<sup>+</sup> ions on the membrane, decrease Na<sup>+</sup> uptake and increase K<sup>+</sup> uptake (Cramer et al., 1985).

Effective eustress (inductive stress) applications such as moderate salinity or nutritional stress, can elicit specific plant responses involving the activation of physiological and molecular mechanisms and the strategic accumulation of biologically active compounds necessary for adaptation to suboptimal environments (Rouphael et al., 2018). The essential oil content of sage leaves changes depending on the season, geographic origin, environmental factors and growth conditions, extraction techniques and plant organ (Santos-Gomes and Fernandes, 2001), sampling methods and developmental stage (Putievsky et al., 1986), and genetic differences (Perry et al., 199). The essential oil content of the leaves increased with salt application in both sage species. The increase in *S. officinalis* was higher than the increase in *S. tomentosa*. The highest increases were 197% (4 dS m<sup>-1</sup>) and 83% (3 dS m<sup>-1</sup>) in *S. officinalis* and *S. tomentosa*, respectively. Similar to previous studies (Ben trait et al., 2010; Tounekti et al., 2015), it was observed that moderate salt stress increased the essential oil content and high salt concentration started to decrease the essential oil content. Ben Taarit et al. (2011) reported that the essential oil content increased with 25 mM salt application, while it decreased in 100 mM salt application. In addition to the increase in the amount of essential oil in sage leaf, significant variation in the composition of the essential oil and some other secondary metabolites such as jasmonate and methyl jasmonate were also reported (Ben Taarit et al., 2011; Tounekti et al., 2015). The enhancing effect of moderate and low salt stress on phytochemical content (sugars, organic acids, and amino acids) of some plant species such as tomato (Zushi and Matsuzoe, 2015), pepper (Marin et al., 2009), melon (Rouphael et al., 2012), lettuce (Sakamoto et al., 2014), *Origanum majorana* (Baâtour et al., 2012), *S. coccinea* (Grzeszczuk et al., 2018) and *S. officinalis* (Tounekti et al., 2015) was reported. Therefore, current findings and the results of previous studies showed that the phytochemical content of the plants could be modified by increasing the salinity level of the growth medium or irrigation water by adding NaCl or plant nutrients. Today, advanced soilless culture systems provide the opportunity to realize these modifications in vegetables and medicinal plant species without damaging the environment.

## CONCLUSION

*S. officinalis* and *S. tomentosa* grown under salt stress showed a different response to biomass production. Biomass production in 2 dS m<sup>-1</sup> salt application, assumed as mild salt stress, was found close to the control treatment. Biomass decreased with increasing salt concentration, but essential oil content increased. According to the results of the study, it is concluded that sage can be cultivated in the soils having 2 dS m<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> salinity without causing significant yield loss and water with 2 dS m<sup>-1</sup> salt level can be used for irrigation. *S. tomentosa* was more prominent in biomass production under moderate saline conditions. In areas with moderate salt problems, *S. tomentosa* may be preferred. The study showed that the phytochemical contents of the leaves could be increased with the salt application. In *S. officinalis*, 2 dS m<sup>-1</sup> salt application showed a significant increase (120%) in essential oil content compared with the control. Considering the buffering properties of the soil, it was thought that the essential oil content of *S. officinalis* and *S. tomentosa* could be increased without significant yield loss by 3-4 dS m<sup>-1</sup> salinity level in soil or irrigation water under field conditions. Such studies should be performed with more sage genotypes and more salt-tolerant genotypes should be determined. Stress conditions can affect not only the quantity of chemical contents but also their composition. Since the management of salt stress in soilless culture is easy by adding some salts or increasing plant nutrient concentrations, the biofortification of medicinal plants and vegetables has become a possible application. Studies on the effects of different stress conditions on the phytochemical contents and compositions of sage should be conducted with more sage genotypes to elucidate the eustress level for each stress factor.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by the Scientific Projects Unit of Erciyes University with Project FLY-2016-6738.

#### Contribution Rate Declaration

Authors declare that they have contributed equally to the article

#### Conflict of interest

There is no conflict of interest to declare.

#### REFERENCES

- Arzani A 2008. Improving salinity tolerance in crop plants: a biotechnological review. *In Vitro Cell Dev Biol Plant* 44: 373-383.
- Baâtour O, Rym K, Tarchoun I, Nasri N, Mahmoudi H, Zaghdoudi M, Ghaith H, Marzouk B, Ben Nasri AM, Lachaâl M 2012. Modification of fatty acid, essential oil and phenolic contents of salt-treated sweet marjoram (*Origanum majorana* L.) according to developmental stage. *J Food Sci* 77(10): C1047-54.
- Balkaya A, Yıldız S, Horuz A, Doğru SM 2016. Effects of salt stress on vegetative growth parameters and ion accumulations in cucurbit rootstock genotypes. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics* 2(2):11-24.
- Ben Taarit M, Msaadaa K, Hosnia K, Hammamib M, Kchouka ME, Marzouka B 2009. Plant growth, essential oil yield and composition of sage (*Salvia officinalis* L.) fruits cultivated under salt stress conditions. *Industrial Crops and Products* 30: 333-337.
- Ben Taarit, M, Msaada K, Hosni K, Marzouk B 2010. Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress. *Food Chem* 119(3): 951-956.
- Ben Taarit M, Msaada K, Hosni K, Marzouk B 2011. Physiological changes and essential oil composition of clary sage (*Salvia sclarea* L.) rosette leaves as affected by salinity. *Acta Physiol Plant* 33(1): 153-162.
- Ben Taarit M, Msaada K, Hosni K, Marzouk B 2012. Physiological changes phenolic content and antioxidant activity of *Salvia officinalis* L. grown under saline conditions. *J Sci Food Agr* 92(8): 1614-1619.
- Bhandal IS, Malik CP 1988. Potassium estimation, uptake, and its role in the physiology and metabolism of flowering plants. *Int Rev Cytol* 110: 205-254.
- Chuang H, Ryu T, Choi Y 2003. Selection of salt-tolerant bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) rootstock for watermelon graft. *J. Korean Soc Hortic Sci* 44(5): 588-594.
- Colla G, Roupheal Y, Cardarelli M, Massa D, Salerno A, Rea E 2006. Yield, fruit quality and mineral composition of grafted melon plants grown under saline conditions. *J Hortic Sci Biotechnol* 81: 146-152.
- Colla G, Roupheal Y, Rea E, Cardarelli M 2012. Grafting cucumber plants enhance tolerance to sodium chloride and sulfate salinization. *Sci Hortic* 135: 177-185.
- Cramer GR, Läuchli A, Polito VS 1985. Displacement of Ca<sup>++</sup> by Na<sup>+</sup> from the plasmalemma of root cells. A primary response to salt stress? *Plant Physiol* 79: 207-211.
- Escalona A, Salas MC, Coutinho C, Guzman M 2014. Growth and tissue ion concentration of mint and sage irrigated with saline water for use in landscape. 7th Iberian Congress of Agricultural Engineering and Horticultural Sciences. 26-29 August 2013 Madrid-Spain.
- FAO 2009. FAO land and plant nutrition management service. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/> Acces Date: 03.09.2020.
- Flowers TJ 2004. Improving crop salt tolerance. *J Exp Bot* 55: 307-319.
- Grattan SR, Grieve CM 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci Hortic* 78: 127-157.
- Greenway H, Munns R 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annu Rev Plant Physiol*

- 31: 149-190.
- Grzeszczuk M, Salachna P, Meller E 2018. Changes in photosynthetic pigments, total phenolic content, and antioxidant activity of *Salvia coccinea* Buc'hoz Ex Etl. induced by exogenous salicylic acid and soil salinity. *Molecules* 23: 1-11.
- Hay RKM, Waterman PG 1993. *Physiology (Volatile Oil Crops: Their Biology, Biochemistry, and Production, Longman, England: Ed. Hay RKM, Waterman PG) 23-47.*
- Hendawy SF, Khalid KA 2005. Response of sage (*Salvia officinalis* L.) plants to zinc application under different salinity levels. *J App Sci Res* 1: 147-155.
- Johnson CM, Ulrich A 1959. *Analytical Methods For Use in Plant Analysis. California Agricultural Experiment Station Bull 766, 78 pp.*
- Kacar B, Katkat V 2010. *Bitki Besleme. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 678 pp.*
- Kılıç A, 2008. Essential oil extraction methods. *Journal of Bartın Forestry Faculty* 10(13): 37-45.
- Kulak M 2011. The effect of different salt treatments on the development of sage (*Salvia officinalis* L.). Kilis 7 Aralık University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Master Thesis, 71 pp.
- Mahjan S, Tuteja N 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Arch Biochem Biophys* 444: 139-158.
- Mamadaliyeva NZ, Akramo DK, Ovidi E, Tiezzi A, Nahar L, Azimova SS, Sarker SD 2017. Aromatic medicinal plants of the *Lamiaceae* family from Uzbekistan: Ethnopharmacology, essential oils composition, and biological activities. *Medicines* 4(8): 2-12.
- Marin A, Rubio JS, Martinez V, Gil MI 2009. Antioxidant compounds in green and red peppers as affected by irrigation frequency, salinity and nutrient solution composition. *J Sci Food Agric* 89: 1352-1359.
- Máthé JRI, Oláh L, Máthé A, Miklossy V, Bernáth J, Blunden G, Patel A, Máthé I 1992. Changes in the essential oil production of *Salvia officinalis* under climatic conditions of the temperate belt. *Planta Med* 58: 680-686.
- Munns R 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ* 5(2): 239-250.
- Perry NB, Anderson RE, Brennan NJ, Douglas MH, Heaney AJ, McGimpsey JA, Smallfield BM 1999. Essential oils from dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.): Variations among individuals, plant parts, seasons, and sites. *J Agr Food Chem* 47: 2048-2054.
- Putievsky EE, Ravid U, Dudai N 1986. The influence of season and harvest frequency on essential oil and herbal yields from a pure clone of sage (*Salvia officinalis*) grown under cultivated conditions. *J Nat Prod* 49: 326-329.
- Rengel Z 1992. The role of calcium in salt toxicity. *Plant Cell Environ* 15: 625-632.
- Rouphael Y, Cardarelli M, Rea E, Colla G 2012. Improving melon and cucumber photosynthetic activity, mineral composition, and growth performance under salinity stress by grafting onto *Cucurbita* hybrid rootstocks. *Photosynthetica* 50:180-188.
- Rouphael Y, Kyriacou MC, Petropoulos SA, De Pascale S, Colla G 2018. Improving vegetable quality in controlled environments. *Sci Hortic* 234: 275-289.
- Sakamoto K, Kogi M, Yanagisawa T 2014. Effects of salinity and nutrients in seawater on hydroponic culture of red leaf lettuce. *Environ Control Biol* 52: 189-195.
- Santos-Gomes PC, Fernandes-Ferreira M 2001. Organ and season-dependent variation in the essential oil composition of *Salvia officinalis* L. cultivated at two different sites. *J Agr Food Chem* 49: 2908-2916.
- Tanker M, Sarer E, Tanker N 1976. Investigations on the essential oil of *Salvia triloba* by gas chromatography. *J Fac Pharm Ankara* 6: 198-206.
- Tounekti T, Hernandez, Muller M, Khemira H, Munne-Bosch S 2011. Kinetin applications alleviate salt stress and improve the antioxidant composition of leaf extracts in *Salvia officinalis*. *Plant Physiol Bioch* 49(10): 1165-1176.
- Tounekti T, Abreu ME, Khemira H, Munne-Bosch S 2012. Canopy position determines the photoprotective demand and antioxidant protection of leaves in salt-stressed *Salvia officinalis* L. *Plants Environ Exp Bot* 78: 146-156.
- Tounekti T, Khemira H 2015. NaCl stress-induced changes in the essential oil quality and abietane diterpene yield and composition in common sage. *J Intercult Ethnopharmacol* 4(3): 208-216.
- Unlukara A, Kurunç A, Kesmez GD, Yurtseven E, Suare DL 2010. Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrigation and Drainage* 59: 203-214.
- Yetişir H, Uygur V 2009. Plant growth and mineral element content of different gourd species and watermelon under salinity stress. *Turk J Agric For* 33(1): 65-77.
- Yetisir H, Uygur V 2010. Responses of grafted watermelon onto different gourd species to salinity stress. *J Plant Nutr* 33: 315-327.
- Zhu JK, Plant salt tolerance. 2001. *Trends Plant Sci* 6:66-71.
- Zushi K, Matsuzoe N 2015. Metabolic profile of organoleptic and health-promoting qualities in two tomato cultivars subjected to salt stress and their interactions using correlation network analysis. *Sci Hortic* 184: 8-17.



KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 505-514, 2021  
KSU J. Agric Nat 24 (3): 505-514, 2021  
<https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.730477>

---



## Determination of the Factors Affecting Turkish Olive Producer's Adoption of Good Agricultural Practices in Marmara Region of Turkey

Cenap PILAK<sup>1</sup>, Salih ÜLGER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Turkish Registration Board, Ankara, <sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Akdeniz University, 07058, Antalya-Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0413-4220>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3314-2369>

✉: [ulger@akdeniz.edu.tr](mailto:ulger@akdeniz.edu.tr)

### ABSTRACT

This study was carried out with 63 farmers using good agricultural practices (GAP) in olive production in five districts of Balıkesir, Bursa and Tekirdağ provinces located in the Marmara Region of Turkey by conducting a questionnaire survey. The farmers with GAP certificate produce either Gemlik (71.4%) or (28.6%) Ayvalık varieties. Survey forms were handed out to contract-based producers in November 2017 during olive harvest period. The data were evaluated using SPSS statistical program. The results showed that average size of farms producing olive oil with GAP are generally 60-65 decares (da) in size. The average age of olive producers is 58.7, who have been producing olives for an average of 39 years with an average GAP experience of 2.4 years. A positive relationship was evident between lower level of education and late adoption of GAP. The most important problem faced by growers was *Verticillium* wilting, followed by olive fly in recent years. The study revealed that the absence of a significant difference in the prices of olives and olive oils grown with or without GAP reduced the attractiveness of GAP production. Moreover, because of the lack of price policy in olives grown with GAP, olives are marketed along with conventionally produced ones in an equal conditions in the domestic market.

### Research Article

### Article History

Received : 17.03.2020

Accepted : 21.10.2020

### Keywords

GAP

Olive

*Olea europaea*

## Türkiye'nin Marmara Bölgesindeki Türk Zeytin Üreticilerinin İyi Tarım Uygulamalarını Benimsemesini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi

### ÖZET

Bu çalışma, Marmara Bölgesi'nde yer alan Balıkesir, Bursa ve Tekirdağ illerinin beş ilçesinde zeytin üretiminde iyi tarım uygulamaları (İTU) kullanan 63 çiftçi ile anket çalışması şeklinde gerçekleştirilmiştir. İTU sertifikalı çiftçiler çoğunlukla Gemlik (% 71.4) veya (% 28.6) Ayvalık çeşidi yetiştirmektedir. Anket formları Kasım 2017'de zeytin hasat döneminde sözleşmeye dayalı üreticilere dağıtılmıştır. Veriler SPSS istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, İTU ile zeytinyağı üreten zeytin bahçelerinin ortalama büyüklüğünün genellikle 60-65 dekar olduğunu göstermiştir. Zeytin üreticilerinin ortalama yaşı 58.7 yıl, zeytin üreticiliği yaptığı süre 39 yıl ve İTÜ deneyimleri 2,4 yıldır. Daha düşük eğitim seviyesi ile İTÜ'nün geç benimsenmesi arasında pozitif bir ilişki görülmüştür. Yetiştiricilerin karşılaştığı en önemli sorun *Verticillium* solgunluğudur ve bunu son yıllarda zeytin sineği takip etmektedir. Çalışma, İTU ile veya İTU olmadan yetiştirilen zeytin ve zeytinyağı fiyatlarında önemli bir fark bulunmamasını İTU üretiminin çekiciliğini azalttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, GAP ile yetiştirilen zeytinlerde fiyat politikasının bulunmaması nedeniyle, zeytinler, geleneksel olarak üretilenler ile iç pazarda eşit koşullarda pazarlanmaktadır.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 17.03.2020

Kabul Tarihi : 21.10.2020

### Anahtar Kelimeler

İTU

Zeytin

*Olea europaea*

## INTRODUCTION

Consumer demands and tendency of the global markets require reliable production of agricultural production. People also demand that production be done without harming the environment, human and animal health (Lang et al., 2002; Walley et al., 2000).

Olive, which is consumed for table and oil, is an important agricultural product both in the domestic market and export. Therefore olive cultivation with GlobalGAP certificate is extremely important (Anonymous, 2017).

Total olive production in Turkey is 2.1 million tons, and this production is made in 837.000 da areas (Anonymous, 2018). According to the statistics of the Ministry of Agriculture and Forestry, the number of GlobalGAP producers in Balıkesir, Bursa and Tekirdağ provinces in Turkey is 2.083 persons, and 552 of them are olive producers (Anonymous, 2017).

A research was carried out to determine effective factors on decision making behavior for organic olive cultivation in the İzmir, Aydın and Çanakkale provinces in Turkey where organic olive production is done intensively. Based on the data obtained from 125 organic and 125 conventional olive farmer's income, type of land ownership, machinery estates, economic situation and environmental factors were found significant to decide making for organic olive cultivation (Köksal, 2009).

A survey was conducted with firms in production and export of fresh fruit export area in 10 sub-Saharan African countries. The results showed that firms with GlobalGAP certification had appreciable higher export revenues, and it is suggested that the return on new investments may be higher (Henson et al., 2011).

Numerous research were done on the ability of Kenyan farmers to obtain GlobalGAP certification to export of fresh fruit and vegetables from Kenya to EU countries, but the results showed that majority of Kenyan farmers did not have capabilities to get certificate (Dannenberg, 2011).

It was determined that GlobalGAP certification increases workers daily wages and employment periods in exporter producer companies in Senegal (Colen et al., 2012).

It was reported that only a few small-scale fresh mango producer in Peru supported by exporters complied with GlobalGAP standards and mostly demanded contract farming, including technical assistance and certification costs (Lemeilleur, 2013).

The income and benefits of the producers certified from producer-organized groups are better than those included in the exporter-managed groups and smaller farmers. The most important factors to renewal of the

GlobalGAP certificate are support of exporters and scale of the farming operation (Holzapfel and Wollni, 2014).

The effects of GlobalGAP on the fruit and vegetable production sector were studied in Latin America and it was indicated that it is crucial to raise awareness on the importance of its application in the innocuousness aspects, the safety and the health of the workers and risk management of the environmental impact (Parra et al., 2015).

GlobalGAP and Malaysian Good Agricultural Practices (MyGAP) standards were compared to determine which one is more suitable for local producers, and the GlobalGAP standards was determined more appropriate (Tey et al., 2016).

The aim of the study was to determine the factors affecting olive producer's adoption of GlobalGAP standards within a Private Control Certification Group.

## MATERIALS and METHODS

### Material

The study was conducted with 63 olive farmers adapted GAP in 5 districts of Balıkesir, Bursa and Tekirdağ provinces, estimated to cover approximately 3.997.02 da (Table 1). The main production areas where data was mostly gathered were in Nilüfer and Gemlik districts of Bursa, and Erdek district of Balıkesir. The primary data that obtained as a result of a face-to-face survey with randomly selected sample farmers were used predominantly. The data acquisitioned from other sources on the subject was formed the secondary data. The survey was conducted in 2017 production period.

### Method

The questionnaire provided the data about the production techniques (pest control, fertilizing, tillage, irrigation, maintenance etc.), inputs (fertilizer, chemicals, growth regulators) and their costs, marketing conditions and channels, problems faced by the producers before adopting the GlobalGAP program, advantages and disadvantages of GAP.

The producers were also asked about the information they need. The information needed in olive cultivation is gathered under 5 main headings: a) technical information (diseases and pests, fertilization) b) marketing (price, demand, market situation and others), c) consultancy (product packaging, preservation, storage, record keeping), d) diversification of production (garden establishment and cultivar selection) and e) legal information (Agricultural supports).



Table 1. The survey was carried out in 2017 production season in Tekirdağ, Balıkesir, and Bursa provinces, number of producers in each districts and production areas were given.

*Çizelge 1. Anket 2017 üretim sezonunda Tekirdağ, Balıkesir ve Bursa illerinde gerçekleştirilmiş, her ilçedeki üretici sayıları ve üretim alanları verilmiştir.*

Province <i>Şehir</i>	Number of districts <i>İlçe sayısı</i>	Districts <i>İlçeler</i>	Number of producers <i>Üretici sayısı</i>	Total olive area (da) <i>Toplam zeytin alanı (da)</i>
Tekirdağ	1	Şarköy	2	583.71
Balıkesir	1	Erdek	16	2.127.40
Bursa	1	Gemlik	16	838.95
	2	Nilüfer	28	351.04
	3	Orhangazi	1	95.92
Total <i>Toplam</i>	5		63	3.997.02

### Analysis of data

The data were evaluated using SPSS statistical program. The frequency distributions, tables and graphical representations, averages and percentage were also calculated. In addition, the factors affecting the early or late adoption of GlobalGAP were also analyzed using Logit regression (Stock and Watson, 2007). The self-decision of olive producers to make GlobalGAP was taken as a dependent variable. People who made the decision themselves (early adopters) was given '1' score and the producers that involved in the project (late adopters) was given '0' score. The dependent variable is explained by 12 independent variables. As explanatory variables, age (year), education (year), total amount of land (da), total income of farms (TL) and presence of cattle were accepted as continuous variables. The number of individuals in the family (person), the professional experience of the producers (years), the number of agricultural organizations to which the producers are members (number), the number of mechanical tools (number), place of residence, non-agricultural work and attitude towards innovation are included in the model as discrete variables (Table 2).

Discrete variables are included in the model as follows:

Place of residence: a) village b) district c): province,

Whether it is non-agricultural work: (0) no and (1) yes,

Attitude towards innovation: (1) I accept it immediately, (2) I wait till other farmers in the village to accept it, (3) last I accept after everyone accepts it.

The validity of the obtained model was checked by Hosmer Lemeshow test. As a result of the test, the square-value was calculated as 3,891 and  $p = 0.877 > 0.05$ . The results showed that the model was appropriate.

### RESULTS

The results showed that the effect of age, years of education, experience, number of organizations,

innovation attitudes and number of mechanical devices were significant while the number of family members, non-agricultural activities, residence and amount of land were insignificant on tendency to adopt the content and application of GAP (Table 2).

The average experience of families for farming is 42.2 years, for olive cultivation 38.7 years, and for GAP 2.4 years. The mean family size is 4 persons with a mean age of 58.7 years and education period of 9.8 years. The 57.14% of the producers graduated from primary school, 19.05% from high school and 22.2% from university.

A positive relationship was found between low level of education and late adoption of GAP. While the rate of late adoption of GAP among primary school graduates was 85.71%, this rate was 7.14% for high school graduates and 3.57% for university graduates. Medium-income producers first adopted GAP with 37.14%, followed by very high-income ones with 25.71%, low-income ones with 22.86% and high incomes ones with 14.29%.

Among the olive growers with GAP, 49.21% grow only olives. In addition to olive, 7.94% produce grain, 7.94% livestock and 34.9% fruit (figs, pears and peaches) to get additional income.

While the rate of making GAP was 95.29% in members of associations and farmers' organizations, the rate of non-members was 84.71%.

The 59% of the producers with GAP keep records about their businesses.

Of the GAP producers, the average of land size was 63.4 da, of trees number was 1.586.11, of tree age was 47.1. The 71.42% of the varieties were Gemlik and remaining were Ayvalık. The 65.07% of the olives were grown at 6x6 m, 19.04% at 7x7 m and 15.87% at 8x8 m planting distances.

In olive groves, the soil tillage was made 4 times a year where 68.25% of the olive groves were cultivated at 10-15 cm depth while 31.74% at 15-20 cm depth. The 18.3% of the soil tillage was performed with cultivator, 32.7% with plow, 35.3% with rotavator and 15.5% with harrow.

Table 2. Estimate results of logistic regression model  
 Çizelge 2. Lojistik regresyon modelinin tahmini sonuçları

	Coefficient <i>Katsayı</i>	Standard error <i>Standard hata</i>	Wald statistic <i>Wald istatistiği</i>	P value <i>P değeri</i>	Probability ratio (odds rate) <i>Olasılık oranı</i>
Constant/ <i>Sabit</i>	-8.186	2.138	17.553	.000	.000
Age/ <i>Yaş</i>	.115	.026	21.164	.000*	1.123
Education time/ <i>Eğitim süresi</i>	.168	.061	6.277	.012**	1.186
Number of family member/ <i>Aile birey sayısı</i>	.011	.124	0.006	0.722	1.032
Experience/ <i>Deneyim</i>	-.051	.025	6.370	.005*	.740
Non-agricultural activity/ <i>Ziraat dışı aktivite</i>	-.35	.455	.501	.338	.597
Residence/ <i>İkamet</i>	.53	.441	1.523	.123	1.437
Number of organizations/ <i>Organizasyon sayısı</i>	.607	.228	7.859	.003*	2.030
Innovation attitude/ <i>Yenilik tutumu</i>	-.996	.381	6.353	.022**	.308
Number of mechanical tools/ <i>Mekanik alet sayısı</i>	.603	.226	5.654	.043***	1.504
Amount of land/ <i>Arazi miktarı</i>	-.001	.001	1.889	.170	.987
Grand total/ <i>Genel toplam</i>	0	0	16.151	.000*	1.000
BBHB	-.602	.561	1.369	.211	.495
R square: 0.65					
-2 Log likelihood: 126.68					
X <sup>2</sup> : 3.891, P: 0.877					

Significant at \*1%, \*\*5%, \*\*\*10%

The 69.8% of the producers irrigate their olive groves with drip irrigation and 3.17% with mini spring while 26.9% grow under rainfed conditions. The 73% of the producers get water analysis done used in irrigation.

While 22.22% of the producers made regular and 14.2% occasional soil analysis, 63.49% do not have any soil analysis. Leaf analysis was made only by 3.1% of the producer. At the beginning of April, 22.90 kg/da N, 12.64 kg/da P and 15.65 kg/da K are used in the fertilization of olives. In addition, B is applied from leaves prior to flowering (March), B and Ca when fruits were at lentil size (June) and Ca when pit hardened (July).

While flies (18.6%), olive cotton lice (8.2%), olive moth (2.5%) and olive crustal lice (3.6%) damage were detected in some olive groves, no pests were identified in 67.1% of the groves. In order to protect against pests, the District Directorate of Agriculture and Forestry makes counting of pests in various regions and when the threshold is reached, producers start to protection practices. While 25.30% of the producers do not apply any chemicals against pests, 49.21% use different insecticides, 22.22% use sticky traps and 3.17% use pheromone traps.

While no diseases were encountered in 49.21% of the olive orchards, 30.15% had *Verticillium* wilt, 15.87%

olive tree cancer and 4.76% olive ring spot disease. Against the diseases, 32.8% use bordeaux mixture, 11.5% calcitic and 20% sulfur. In addition, 27.4% remove infected branches and 8.3% decrease N application.

Pruning olive trees was carried out in February-March and pruning residues were shredded and mixed to the soil as organic matter. While 43.1% of the trees were pruned lightly and 22.2% heavily, only shoot tips of 34.6% of trees were cut. As a result of severe pruning, protective materials such as grafting paste are applied to the cutting sites.

For weed control in olive groves, 70.8% of the land was tillaged and 19.2% was mowed with lawn mower.

Of the olive fruits 60.9% were harvested by machine, 21% by stick and 17.9% by hand, and fruits were carried in plastic bags.

The 63% of the olives produced were processed for oil and remaining was for table. Table olives are sold according to their diameters. The 46% of olives were sold to Marmara Union, 35.9% to merchants, 10.2% to oil factories, 5.6% to wholesalers and 2.3% to direct customers.

### Reasons of producer for making GAP

The main reasons why olive producers make GlobalGAP was economic factors with 61.90% (premium, price, purchase guarantee, cost savings and profitability), health factors with 44.44% (protecting the health of own, family, workers and consumers), innovation (desire to try new and different things) and environment protection factors (protection of soil, animals, plants and water) were followed it.

The majority of manufacturers adopting GlobalGAP stated that they need technical support. This rate was 91.43% in early adopters and 64.29% in late adopters.

The marketing of olive is one of the concerns of the producers. While the rate of most marketing information need of early adopting GlobalGAP producers was 80%, the rate was 8.57% in unneeded. On the other hand, most marketing information need in late adopters was 46.2% and in unneeded was 14.29% (Table 3).

Table 3. Marketing information need of olive producers in the form of GAP

*Çizelge 3. GAP şeklinde zeytin üretimi yapan üreticilerin pazarlama bilgisi ihtiyaçları*

Degree of Need for Marketing Information <i>Pazarlama bilgisine ihtiyaç duyma derecesi</i>	GAP Adoption Status/ <i>GAP benimseme durumu</i>			
	Early Adoption <i>Erken benimseme</i>		Late Adoption <i>Geç benimseme</i>	
	Number <i>Sayı</i>	Rate (%) <i>Oran (%)</i>	Number <i>Sayı</i>	Rate (%) <i>Oran (%)</i>
Most needed/important ( <i>En fazla ihtiyaç duyulan/önemli</i> )	28	80.00%	13	46.42%
Least needed/important ( <i>En az ihtiyaç duyulan/önemli</i> )	4	11.43%	11	39.29%
Unneeded/unimportant ( <i>İhtiyaç duyulmayan/önemsiz</i> )	3	8.57%	4	14.29%

The consultants employed in TARIS, the local agricultural dealers and the control certificate organizations meet the technical information needs of the olive producers. Therefore, the need for consultancy of olive producers is very low at 7.14%. On the other hand, producers feel the need of information about the legislation of the GlobalGAP Administration.

The 40-60% of olive producer growing the form of GlobalGAP demand to grow other products instead of olive.

### DISCUSSION

The competition of any sector in agriculture depends heavily on its ability to adapt to consumption behaviors, segmentation of markets, and changing public opinion (Hinojosa-Rodríguez et al., 2013). Country- and/or sector-specific sustainability standards are replicated by governments or unions in light of sustainable development. . A limited adoption of sustainability standards at local level may hinder competition at global markets. Because, they have gone through changes in variables that define demand, due to dependency to the consumption habits (Tey et al., 2016). For this purpose, each country has begun to encourage growing in accordance with international standards in order to increase the income of its own producers. The first legislation of GAP in Turkey was issued by the Antalya Governorship in 05.01.2004 to conserve environment and biological diversity in the fresh vegetables, fruits and cut flowers growing, and to ensure consumer health and sustainability of exports. Then GlobalGAP regulations in Turkey was accepted in January 1, 2011 (Anonymous, 2010). Within the

framework of this regulation, supports have been provided to producers.

Many researches have carried out to determine the effects of financial supports and the adoption of GlobalGAP farming with producers. The most important factor affecting the GlobalGAP program in Colombia was the lack of necessary infrastructure investments with 21.8%, followed by the high cost of investments with 10.7% (Gutiérrez-Guzmán et al., 2012). Olive producers in Andalusia was expressed low levels of knowledge and adoption of most of the available Certified Quality Systems (CQS) in the sector. They also confirmed the higher quality of integrated production (IP) olive products and processed since farmers adopting this CQS implemented better farming practices from an agronomic, environmental and economic point of view (Hinojosa-Rodríguez et al., 2013). Although a positive average impact of certification on both the quantities sold and the prices received by GlobalGAP certified producers, sharing was not homogenously distributed, and the number of certified farmers soon dropped in Madagascar's lychee producer (Subervie and Vagneron, 2013). Peach and cherry producers in Lapseki-Çanakkale had positive attitudes towards GlobalGAP but GlobalGAP applications increased costs more than traditional production (Aktürk et al., 2014). Despite public announcements, the direct participation of farmers to GlobalGAP were largely absent in smallholders and in Kenyan export horticulture (Tallontire et al., 2014). Lack of access to farm credits, high cost of farm inputs and high cost of labor were among the major constraints in GlobalGAP farming in smallholder pineapple farms in the Akuapem-South Municipal area in Ghana.

However, compliance is negatively influenced by age. Majority of Ghanaian smallholder pineapple farmers were not GlobalGAP certified (Annor et al., 2016). The study revealed that the absence of a significant price difference in the prices of olives and olive oil grown in the form of GlobalGAP was reduced the attractiveness of production.

Economic factors are the leading reasons for olive producers to make GlobalGAP, health, innovation and environmental protection factors follow it, respectively. The average duration of olive cultivation in the form of GlobalGAP was 2.4 years, which revealed that this mode of production has just begun to be adopted. 57.14% of the primary school graduates and 22.2% of the university graduates showed that low educated people were more likely to adopt GlobalGAP. This can be explained by the fact that medium and low-income producers adopt GlobalGAP at the rate of 60%. Because these producers search new methods for themselves while looking for a different revenue increase. Similarly, the fact that 64% of the cherry producers in 5 villages in Uluborlu-Isparta were primary school graduates and 50% of them had GlobalGAP certificate (Bal and Çerçinli, 2013) support this opinion. On the other hand, the late adoption rate of GlobalGAP in low educated people as high as 85.71% in olive, and university graduates adopt GlobalGAP early with 96.43%, which indicates that university graduates are more knowledgeable and conscious about GlobalGAP.

It is not sufficient that 59% of producers recording all kinds of information related to their enterprises as GlobalGAP rules dictate. This situation can be explained by the new beginning of cultivation and the insufficient record tracking.

Pruning, irrigation, fertilization, soil cultivation, weed control, disease and pest control, such as cultural procedures have not been fully performed according to the rules of GlobalGAP. Further studies are needed to correct this situation. In addition, 21% stick harvesting of olives is an important problem.

63% of the olives processed for oil and 37% for table is not a desired rate because the profitability of table olives is higher than oil. In order to increase the table rate, it is necessary to increase the fruit size by performing better cultural processes.

The marketing of olive is one of the concerns of the producers. New marketing methods such as selling directly to customers, export and e-marketing need to be encouraged. Otherwise, there may be a significant increase in the desire of producers to grow different products instead of olives.

#### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### **ACKNOWLEDGEMENT**

This work is part of the MSc experiment and authors thanks to TRB Uluslararası Belgelendirme ve Teknik Kontrol ve Göz. Hiz. Tic. Ltd. Şti. (Turkish GAP Registration Board) for their technical supports.

#### **REFERENCES**

- Aktürk D, Savran F, Can Niyaz Ö 2014. Tarımda Konvansiyonel Üretim ile İyi Tarım Uygulamalarının Karşılaştırılması: Çanakkale İlinde Şeftali ve Kiraz Örneği. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 3-5 Eylül 2014 Samsun, 2: 748-755.
- Anonymous 2010. İyi Tarım Uygulamaları Hakkında Yönetmelik. 7.12.2010 Anonymous 2017. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı İstatistikleri.
- Anonymous 2018. www.tuik.gov.tr. Türkiye İstatistik Kurumu İnternet Sitesi ve 27778 sayılı resmi gazete.
- Annor BP, Mensah-Bonsu A, Jatoo JBD 2016. Compliance with GLOBALGAP standards among smallholder pineapple farmers in Akuapem-South, Ghana. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 6(1): 21-38. Doi:10.1108/JADEE-05-2013-0017
- Bal T, Çerçinli F 2013. The analysis of cherry production and trade in Turkey: The case of Uluborlu district. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 19(3): 398-415.
- Colen L, Maertens M, Swinnen J 2012. Private standards, trade and poverty: GlobalGAP and horticultural employment in Senegal. *World Economy*, 35(8): 1073-1088. Doi:10.1111/j.1467-9701.2012.01463.x
- Dannenber P 2011. Overcoming exclusion-informal dealing with the standard GlobalGAP in the Kenyan horticulture industry. *Geographische Zeitschrift*, 99(4): 237-255.
- FAO 2003. <https://www.globalgap.org>. (verified January 13, 2020).
- Gutiérrez-Guzmán N, Serra JA, Dussan-Sarria S 2012. Priorización de factores críticos para implantar buenas prácticas agrícolas en pequeños productores. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 9(69): 221-237.
- Henson S, Masakure O, Cranfield J 2011. Do fresh produce exporters in Sub-Saharan Africa benefit from GlobalGAP certification?. *World Development*, 39(3): 375-386. Doi:10.1016/j.worlddev.2010.06.012
- Hinojosa-Rodríguez A, Parra-López C, Carmona-Torres C, Sayadi S, Gallardo-Cobos R 2013. Certified quality systems and farming practices in

- olive growing: The case of integrated production in Andalusia. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(4): 291-309. Doi:10.1017/S174217051300015X
- Holzappel S, Wollni M 2014. Is GlobalGAP certification of small-scale farmers sustainable? Evidence from Thailand. *Journal of Development Studies*, 50(5): 731-747. Doi:10.1080/00220388.2013.874558
- Köksal, Ö. 2009. Organik zeytin yetiştiriciliğine kararverme davranışı üzerine etkili olan faktörlerin analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 89s, Doktora Tezi.
- Lang T, David B, Caraher M 2002. Food, social policy and the environment: Towards a new model. *Social Policy & Administration*, 35(5): 538-558. Doi:10.1111/1467-9515.t01-1-00252
- Lemeilleur S 2013. Smallholder compliance with private standard certification: The case of GlobalGAP adoption by mango producers in Peru. *International Food and Agribusiness Management Review*, International Food and Agribusiness Management Association, 16(4):1-22.
- Parra NSR, Figueredo CA, Villamil NSS 2015. Impact of the application of the Global GAP norm, in the Latin American Agro-food sector. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 2: 84-97. Doi:10.23850/24220582.173
- Stock JH, Watson MW 2007. *Introduction to Econometrics*, Pearson Addison Wesley, Boston.
- Subervie J, Vagneron I 2013. A drop of water in the Indian Ocean? The impact of GlobalGAP certification on lychee farmers in Madagascar. *World Development*, 50: 57-73. Doi:10.1016/j.worlddev.2013.05.002
- Tallontire A, Opondo M, Nelson V. 2014. Contingent spaces for smallholder participation in GlobalGAP: insights from Kenyan horticulture value chains. *The Geographical Journal*, 180(4): 353-364. Doi:10.1111/geoj.12047
- Tey YS, Rajendran N, Brindal M, Sidique SFA, Shamsudin MN, Radam A, Hadi AHIA 2016. A review of an international sustainability standard (GlobalGAP) and its local replica (MyGAP). *Outlook on Agriculture*, 45(1): 67-72. Doi:10.5367/oa.2016.0230
- Walley K, Custance P, Parsons S 2000. UK consumer attitudes concerning environmental issues impacting the agrifood industry. *Business Strategy and the Environment*, 9: 355-366.

## Effects of Kaolin Particle Film Treatment on Table Grape Characteristics of cv. Trakya İlkeren (*V. vinifera* L.)

Sevil CANTÜRK<sup>1</sup>, Birhan KUNTER<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Sarıçam, Adana, Turkey, <sup>2</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ankara University, Diskapi, Ankara, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6055-7191>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7112-1908>

✉: marasali@agri.ankara.edu.tr

### ABSTRACT

In this study, the effects of foliar kaolin particle film treatment (PF) on some table grape quality characteristics of cv. Trakya İlkeren grown in Ankara conditions were investigated. The application of kaolin particle film (3%) was started just after fruit set. Treatments were repeated weekly for three weeks. Yield per vine was found to be 3.60 kg in Control (C) and 3.93 kg in PF treatment. No significant effect of PF treatment on grape yield was determined. TSS and maturity index were affected positively by PF treatment. TSS was determined as 19.45°Bx and 20.68°Bx in C and PF treatment respectively. The maturity index (%) increased from 30.30 (C) to 35.28 (PF) due to the increase in TSS. No differences in pH and titratable acidity were observed between PF and C. While cluster weight increased from 314.48 g (C) to 357.47 g (PF), cluster length increased from 17.14 cm (C) to 19.02 cm (PF). No significant change in cluster width, berry weight, width, length and berry firmness were determined. More intense skin color was obtained from PF treatment according to CIRG index. Considering the findings, it was concluded that PF treatment led to the development in quality attributes of cv. Trakya İlkeren grown under high solar radiation and temperature stress.

### Research Article

#### Article History

Received : 29.05.2020  
Accepted : 22.09.2020

#### Keywords

Particle film  
Stress mitigation  
Table grape  
Quality  
Yield

## Kaolin Partikül Film Uygulamasının Trakya İlkeren (*V. vinifera* L.) Çeşidinin Sofralık Kalite Özelliklerine Etkisi

### ÖZET

Bu çalışmada, Ankara koşullarında yetiştirilen Trakya İlkeren üzüm çeşidinde kaolin partikül film (PF) uygulamasının sofralık kalite özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tane tutumundan başlayarak haftada birer kez olmak üzere yaprak yüzeyine (%3) toplam 3 uygulama yapılmıştır. Sofralık özellikler kapsamında omca verimi, olgunluk ölçütleri (SÇKM, pH, titrasyon asitliği, olgunluk indisi), salkım ve tane özellikleri ile tane kabuk rengi değerlendirilmiştir. PF uygulaması omca veriminde istatistik düzeyde önemli bir etki belirlenmemiştir. Omca verimi kontrol (K) grubunda 3.60 kg, PF uygulamasında ise 3.93 kg olarak belirlenmiştir. Olgunluk ölçütlerinden SÇKM ve olgunluk indisi PF uygulamasından olumlu etkilenmiştir. SÇKM Kontrol grubunda 19.45 °Bx, PF uygulamasında 20.68 °Bx olarak belirlenmiştir. SÇKM artışına bağlı olarak olgunluk indisi (%) 30.30'dan (K) 35.28'e (PF) yükselmiştir. pH ve asitlik düzeylerinde önemli bir etki belirlenmemiştir. Salkım boyu ve ağırlığında önemli artışlar sağlanmış, salkım boyu 17.14 cm'den (K) 19.02 cm'ye (PF) yükselirken, salkım ağırlığı 314.48 g'dan (K) 357.47 g'a (PF) yükselmiştir. Tane ağırlığı, eni, boyu ve sertliğinde önemli değişim belirlenmemiştir. CIRG indeksine göre, PF uygulaması tane kabuğunda renk yoğunluğunun artışına da katkı sağlamıştır. Sonuç olarak, partikül film uygulamasının yoğun güneşlenme ve yüksek sıcaklık koşullarında yetiştirilen Trakya İlkeren çeşidinde sofralık özelliklerin geliştirilmesine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 29.05.2020  
Kabul Tarihi : 22.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Partikül film  
Stres önleyici  
Sofralık üzüm  
Kalite  
Verim

**To Cite :** Cantürk S, Kunter B 2021. Effects of Kaolin Particle Film Treatment on Table Grape Characteristics of cv. Trakya Ilkeren (*V. vinifera* L.). KSU J. Agric Nat 24 (3): 522-528. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.745100>.

## INTRODUCTION

The composition of the grape berries is known to be quite sensitive to macro and micro environmental factors (Kuhn et al. 2014). The ecologic conditions have a high impact on growth, yield and synthesis and accumulation of primary and secondary metabolites in grape berry (Teixeira et al. 2013). Especially sunlight exposure and temperature are regarded as the main factors on grape berry composition and metabolism since many of the biological pathways are largely depend on light and temperature (Spayd et al. 2002; Gökçen et al. 2017). In terms of viticulture, continental climatic conditions provide a quite hot and dry vegetation period that has limited rainfall, high-temperature differences between day and night. In such ecologies, intense solar radiation and high-temperature conditions prevent carbon assimilation by increasing the temperature in the canopy and triggers the deterioration of the balance between vegetative and reproductive development. As a result, yield and quality are limited in the grapevine under stress conditions (Wahid et al. 2007; Shellie and King 2013). In central Anatolia, excessive summer temperatures affect the vineyards mainly from early June to September. Therefore, planning and practicing stress-reducing strategies have great importance to achieve expected yield and quality.

In this context, the application of foliar-applied and clay-based reflective compounds for reducing stress effects on fruit species has become widespread. It has been reported that these reflective materials have positive effects on physiology, productivity and fruit quality against abiotic stress in many plant species (Glenn et al. 1999; Yazıcı and Goksu 2017; Khaleghi et al. 2015). The use of stress-reducing materials like kaolin in viticulture has not been attracted much attention due to the adaptation ability of grapevine to dry conditions. However, higher temperatures and summer droughts as a result of climate change negatively affect the vineyards, and stress mitigation strategies gain importance in recent years (Conde et al. 2016). A number of studies were conducted about the effects of kaolin particle films on grape cultivars and promising results have been reported in terms of berry composition and wine quality (Song et al. 2012; Shellie and King 2013; Coniberti et al. 2013; Lobos et al. 2015; Canturk et al. 2018 and 2019). In contrast to wine grapes, the effects of particle film on quality attributes peculiar to table grapes like berry and cluster characteristics have not yet been investigated adequately. The cultivar Trakya Ilkeren is preferred by the grape growers of Central Anatolia due it is well suited for fresh consumption. Also, under limited irrigation conditions and relatively short vegetation period of this area, it has an advantage of very early

ripening. In order to minimize the potential damage of water stress and solar radiation, it is important to complement the viticultural knowledge about how particle film affects table grapes. Therefore, in this study, it is aimed to investigate the effects of kaolin foliar particle film treatment (PF) on yield and ripeness parameters as well as cluster and berry properties in cv. Trakya Ilkeren (*V. vinifera* L.) grown under high solar radiation and temperature stress.

## MATERIAL and METHODS

### Plant Material

The experiment was conducted in the vineyards of Research Station for Viticulture in Kalecik, Ankara (40°06'N 33°25'E, 670 m a.s.l.) during the growing season of 2018 - 2019. The thirteen years old vines of cv. Trakya Ilkeren (*Vitis vinifera* L.) (released from the national breeding program, crossing combination: Alphonse Lavallée × Perlette) were used in the study. The cultivar is used for fresh consumption thanks to its large berries and attractive black skin color. The vines were trained to bilateral cordon and spur pruned from 2 buds. They were grafted onto 1103P rootstock with 1.5 × 3 m row spacing. The experimental vineyard soil was clay loam with a pH of 7.5. The research region has a continental climate. The main climatic conditions in 2018 and 2019 vegetation were given in Table 1. Meteorological data were obtained from the climatic station of Turkish State Meteorological Service located in the research area.

### Kaolin Particle Film (PF) Treatment

Kaolin based particle film (Screenduo, CMM Inc.) treatment was started just after the berry set. The experiment was planned as three replicates each consisting of 3 vines. Randomly selected vines were homogenously sprayed in the early morning period from 08.00–10.00 a.m. with a backpack sprayer. The product was only applied to the leaves weekly for three weeks at a rate of 3% (w/v). The plot was divided into two blocks, one for PF treatment and one for Control vines. Untreated vines were left as the Control (C). All grapevines were limitedly irrigated once in July and August. All the grapes were hand-harvested at approximately 17- 18°Bx on August 17, 2018 and August 23, 2019.

### Yield and Ripeness Parameters

Yield per vine (kg) was determined by weighing the clusters of each vine during the harvest. For measuring ripeness parameters, right after the harvest 100 berries were randomly selected from PF treated and C vines. Then the berries were manually

crushed, filtered and analyses were carried out in must. Soluble solid content (TSS) was measured using an Atago Master-M refractometer. Mettler Toledo DL50 (Graphics) automatic titrator was used for measure titratable acidity (TA) and pH values.

Titratable acidity was measured with 0.1 N NaOH and expressed as gL<sup>-1</sup> tartaric acid equivalents. Maturity index (MI) of the berries was also calculated.

Table 1. Climatic conditions of research vineyard (Kalecik-Ankara) in 2018-2019 vegetation  
 Çizelge 1. Araştırma alanının (Kalecik-Ankara) 2018-2019 vejetasyon dönemine ait iklim koşulları

Months (Aylar)/ Years (Yıllar)	Minimum air temperature (°C) (En düşük sıcaklık) (°C)		Maximum air temperature (°C) (En yüksek sıcaklık) (°C)		Mean air temperature (°C) (Ortalama sıcaklık) (°C)		Total rainfall (mm) (Toplam yağış) (mm)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
March (Mart)	-4.1	-3.9	24.2	22.1	10.8	7.4	43.7	28.5
April (Nisan)	-0.8	-1.3	28.6	27.3	14.9	11.1	8.2	30.4
May (Mayıs)	6.9	3.5	31.1	35.9	18.3	18.1	174	37.0
June (Haziran)	11.1	12.8	36.1	34.3	22.4	22.7	70.5	145.2
July (Temmuz)	14.6	9.6	37.2	37.2	25.5	22.9	13.5	12.2
August (Ağustos)	12.7	11.2	38.3	37.9	25.5	24.0	5.5	33.3
September (Eylül)	6.9	2.8	35.9	32.7	20.8	19.7	3.0	0.4

### Cluster and Berry Characteristics

The weight of clusters was determined by a digital scale. Cluster length (cm) and cluster width (cm) were measured with ruler and cluster compactness was assessed according to OIV 204 (Anonymous, 2011). For berry measurements, 100 berries were randomly selected. Berry weight was determined by the average of weighing 100 berries using a digital scale. The measurements of berry width (mm) and length (mm) were done using a digital caliper. Berry firmness was evaluated using a penetrometer (Effegi FT02) with a 3.0 mm probe. Measurements were done on the equatorial section of the berries (N). Berry skin color measurements were made on the equatorial position of the berries. Parameters of L\*, a\* and b\* were determined by a Konica Minolta CR200 chroma meter. Then, hue angle and chroma values were calculated and converted to CIRG index according to Carreño et al. (1996).

### Statistical Analysis

Descriptive statistics for the studied characteristics were presented as the mean and their standard errors. For each characteristic, ANOVA (Analysis of Variance) was used to compare Control and PF group means. Because of no statistical difference was detected between 2018 and 2019 data, the means of both years were presented. Statistical significance level was considered as 5% and SPSS (ver: 21) statistical program was used for all statistical computations.

## RESULTS and DISCUSSION

### Effects of PF Treatment on Yield, Cluster and Berry Size

The effect of PF treatment on the quality characteristics of Trakya Ilkeren was presented in Table 2, 3 and 4. Although the effect of PF treatment

on the yield was not statistically significant, there was a numerical increase in yield. Yield per vine was determined as 3.93 kg (PF) and 3.60 kg (C) (Table 2). Many studies on grapevines demonstrated that foliar particle film treatment has not remarkable effect on grape yield (Cooley et al. 2008; Shellie and Glenn, 2008; Glenn et al. 2010; Brillante et al. 2016; Korkutal et al. 2019 and 2020). However, in the studies conducted in some other species, yield increase was obtained, and authors attributed this to the favorable effect of kaolin on sunburn and heat stress damages (Glenn et al. 2001; Cantore et al. 2009). Same as the previous results on grapevine, there was a limited increase in yield in this study, which was regarded as a positive result.

PF treatment led to a significant increase in cluster weight. 357.47 g and 314.48 g cluster weight were obtained in PF treatment and C, respectively (Table 2). Similarly, an important increase in cluster size was achieved. Cluster length increased from 17.14 cm (C) to 19.02 cm (PF). The increase in cluster width was not statistically significant. The findings were determined as 15.61 cm (PF) and 14.09 cm (C). A considerable effect of PF treatment on cluster compactness could not be determined. The compactness of all the clusters was evaluated visually as “5-middle” class according to OIV 204 (Fig 1). PF treatment had favorable effects on berry weight, berry width, and length, but the increases did not make a statistical difference (Table 2). The berry weight was determined as 3.96 g in C, it increased to 4.34 g in PF treatment. Berry width measurements ranged from 18.63 (PF) to 17.92 mm (C), while berry length findings were determined as 17.87 (PF) - 17.40 mm (C). Measurements of berry firmness were also similar between PF treatment and C. The findings were 4.34 (PF) and 3.96 N (C). In previous studies, it was seen that PF treatment affects cluster and berry characteristics in different ways.



Shellie and Glenn (2008) stated that particle film treatment does not affect the cluster weight of Viognier and Merlot. In terms of berry weight, there was no significant effect on Viognier, while there was an increase in Merlot. Some other studies indicated that no significant effect was determined in cluster and berry size in the vines treated with particle film

(Shellie and King 2013; Brillante et al. 2016; Canturk et al. 2019). Assessing of the relation between the cluster and berry size, the favorable effect of PF treatment on cluster size was not attributed to the increase in berry size. It was concluded that the positive effects of PF treatment were provided on yield, cluster weight and length.

Table 2. Effects of PF treatment on yield, cluster and berry size of cv. Trakya İlkeren  
*Çizelge 2. PF uygulamasının Trakya İlkeren çeşidinde verim, salkım ve tane özelliklerine etkisi*

	PF	C	Significance (Önem düzeyi)
Yield per vine (kg) ( <i>Verim</i> ) (kg)	3.93 ± 0.23	3.60 ± 0.26	NS
Cluster size ( <i>Salkım büyüklüğü</i> )			
Cluster weight (g) ( <i>Salkım ağırlığı</i> ) (g)	357.47 ± 17.20	314.48 ± 8.22	*
Cluster width (cm) ( <i>Salkım eni</i> ) (cm)	15.61 ± 0.44	14.09 ± 0.27	NS
Cluster length (cm) ( <i>Salkım boyu</i> ) (cm)	19.02 ± 0.45	17.14 ± 0.22	*
Berry size ( <i>Tane büyüklüğü</i> )			
Berry weight (g) ( <i>Tane ağırlığı</i> ) (g)	4.34 ± 0.16	3.96 ± 0.11	NS
Berry width (mm) ( <i>Tane eni</i> ) (mm)	18.63 ± 0.32	17.92 ± 0.27	NS
Berry length (mm) ( <i>Tane boyu</i> ) (mm)	17.87 ± 0.31	17.40 ± 0.25	NS
Berry firmness (N) ( <i>Tane sertliği</i> ) (N)	4.34 ± 0.16	3.96 ± 0.11	NS

In each line, \* represents statistically significant differences among the PF and C ( $p \leq 0.05$ ).

(*Aynı satırda \* PF ve K arasında istatistik düzeyde farklılığı ifade etmektedir*) ( $p \leq 0.05$ ).

NS: Not significant (*Önemli değil*)

PF: Particle film treatment (*Partikül Film Uygulaması*), C: Control (*Kontrol-K*)

### Effects of PF Treatment on Berry Skin Color and Ripeness Parameters

The definition of berry skin color was made according to CIRG index. Numerical values obtained from the Minolta CR200 chroma meter were 4.13 in PF treatment and 3.74 in C (Table 3). According to the measurements, the berry skin color was defined as "red-violet" in PF treated vines and "red" in C. It was seen that the treatment caused to increase in the skin color intensity by increasing CIRG value. It was reported that total anthocyanin content and the proportional distribution between the anthocyanin components were directly affect the formation of berry skin color in grapes. CIRG index was regarded as the reflection of anthocyanin content to skin color (Carreño et al. 1996). Although the anthocyanin content was not included in this study, the increases in CIRG values could be interpreted that PF treatment increased the anthocyanin accumulation in Trakya İlkeren. It was

also reported that PF treatment has favorable effects on anthocyanin and phenol biosynthesis under excessive solar radiation and high-temperature conditions, which was due to reduced canopy temperature. In one of these studies, Kök and Bal (2017) reported that combination of leaf removal and kaolin particle film increased total anthocyanin and total phenol content in Muscat of Hamburg. Song et al. (2012) also indicated that particle film treatment increased total anthocyanin content of Merlot cultivar under different irrigation regimes. Brillante et al. (2016) found that kaolin particle film treatment increased anthocyanin content by 35% compared to Control in Cabernet Sauvignon. In Beauty Seedless and Tekirdag Seedless, particle film treatment contributed increasing total anthocyanin content and CIRG index (Canturk et al. 2019). In accordance with the previous studies, present study revealed that PF treatment improved the berry skin color significantly.

Table 3. Effects of PF treatment on skin color of cv. Trakya İlkeren  
*Çizelge 3. PF uygulamasının Trakya İlkeren çeşidinde tane kabuk rengine etkisi*

Skin color characteristics ( <i>Tane kabuk rengi özellikleri</i> )	PF	C
CIRG ( <i>CIRG</i> )	4.13 ± 0.09*	3.74 ± 0.04
Color definition ( <i>Renk tanımlaması</i> )	Red-violet ( <i>Kırmızı-menekşe</i> )	Red ( <i>Kırmızı</i> )

In the line, \* represents statistically significant difference among the PF and C ( $p \leq 0.05$ ).

(*Aynı satırda \* PF ve K arasında istatistik düzeyde farklılığı ifade etmektedir*) ( $p \leq 0.05$ ).

PF: Particle film treatment (*Partikül Film Uygulaması*)

C: Control (*Kontrol-K*)

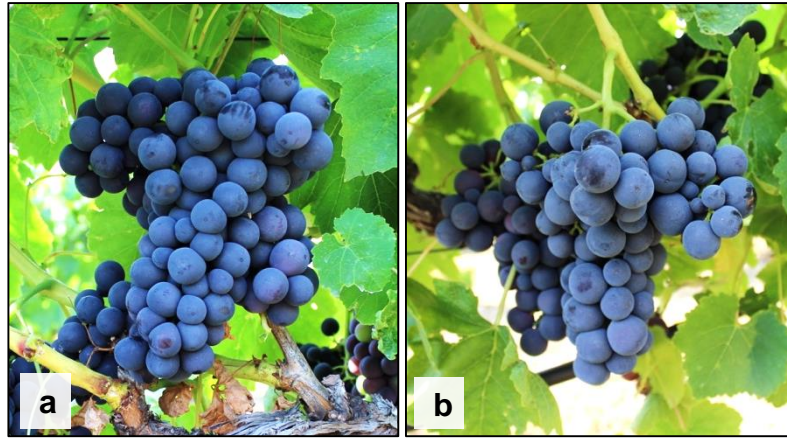


Figure 1. Clusters that skin color was defined as “red-violet” in PF treatment (a) and “red” in Control (b) according to CIRG index.

Şekil 1. Tane kabuk rengi “kırmızı-menekşe” olarak tanımlanan PF uygulanmış salkımlar (a) ve “kırmızı” olarak tanımlanan Kontrol grubu (b) salkımlar

The effect of PF treatment on ripeness parameters was given in Table 4. PF treated vines showed a significantly higher TSS compared to C vines. TSS values of the clusters harvested on the same day were 20.68 °Bx in PF treatment and 19.45 °Bx in C vines. Titratable acidity was found to be 5.89 gL<sup>-1</sup> in PF treatment and 6.43 gL<sup>-1</sup> in C. There has been a little decrease in acidity compared to C vines, but this value was not a significant level statistically. Likewise, no difference was detected in pH values. The maturity index increased significantly in PF treated grapevines due to the increase in TSS. While the maturity index was 30.30% in C, it increased to 35.28% in PF

treatment. Similar results have been obtained in many of the previous studies. Song et al. (2012) stated that particle film treatment in Merlot did not make a statistical difference on the TSS, pH, titratable acidity and maturity index at different irrigation levels. The results of Coniberti et al. (2013) also indicated that ripeness parameters of Sauvignon Blanc did not change in the combination of leaf removal and particle film treatment. However, in Muscat of Hamburg, particle film and leaf removal combination increased the TSS, but it did not affect titratable acidity (Kök and Bal 2017).

Table 4. Effects of PF treatment on ripeness parameters of cv. Trakya Ilkeren

Çizelge 4. PF uygulamasının Trakya İlkeren çeşidinde olgunluk parametrelerine etkisi

Ripeness parameters (Olgunluk parametreleri)	PF	C	Significance (Önem düzeyi)
TSS (°Bx) (SÇKM (°Bx))	20.68 ± 0.46 <sup>a</sup>	19.45 ± 0.27 <sup>b</sup>	*
pH (pH)	3.28 ± 0.03	3.22 ± 0.06	NS
Titratable acidity (gL <sup>-1</sup> ) (Titrasyon asitliği (gL <sup>-1</sup> ))	5.89 ± 0.02	6.43 ± 0.03	NS
Maturity index (%) (Olgunluk indisi (%))	35.28 ± 1.10 <sup>a</sup>	30.30 ± 0.81 <sup>b</sup>	*

In each line, \* represents statistically significant differences among the PF and C ( $p \leq 0.05$ ).

(Aynı satırda \* PF ve K arasında istatistik düzeyde farklılığı ifade etmektedir) ( $p \leq 0.05$ ).

NS: Not significant (Önemli değil)

PF: Particle film treatment (Partikül Film Uygulaması)

C: Control (Kontrol-K)

## CONCLUSION

In this study, it was determined that kaolin particle film treatment in cv. Trakya Ilkeren had positive effects on the cluster size and berry skin color intensity. The increase in cluster weight and length was considered as an important result in terms of improving physical characteristics of cv. Trakya Ilkeren that early ripening table grape cultivar growing in the hot and dry region. An improvement was achieved in berry skin color intensity, which was a factor that increases the value of fresh consumption.

This improvement was a result of the regulated anthocyanin biosynthesis via PF treatment that was mentioned in previous studies (Brillante et al. 2016; Canturk et al. 2019). However, the effects of PF treatment on yield and the physical measurements of berries were found to be limited. Increasing the total soluble solid, which is an important maturity parameter, was evaluated as a noticeable result. Considering the findings obtained in the study, it was concluded that particle film treatment contributed to the improvement of table grape characteristics in cv. Trakya Ilkeren grown in hot and dry conditions.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We sincerely acknowledge Ankara University Faculty of Agriculture for conducting this research on the vineyards of the Research Station for Viticulture and MSc. Agricultural Engineer Hayati ÇETİNER for his professional and technical support.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## REFERENCES

- Anonymous 2011. OIV Descriptor List for Grape Varieties and *Vitis* Species (2<sup>nd</sup> edition) (Available online with updates at <http://www.oiv.int/public/medias/2274/code-2e-edition-finale.pdf>).
- Brillante L, Belfiore N, Gaiotti F, Lovat L, Sansone L, Poni S, Tomasi D 2016. Comparing Kaolin and Pinolene to Improve Sustainable Grapevine Production During Drought. *Plos One*, 11(6): e0156631.
- Cantore V, Pace B, Albrizio R 2009. Kaolin-based Particle Film Technology Affects Tomato Physiology, Yield and Quality. *Environ. Exp. Bot.*, 66: 279–288.
- Canturk S, Kunter B, Coksari G 2018. Effects of Kaolin and Dicarboxylic Acid Based Stress Inhibitors on Aroma Composition of Two Table Grape Cultivars (*V. vinifera* L.). *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 17(5):37-46.
- Canturk S, Kunter B, Buyukkartal N 2019. Effects of Kaolin Particle Film on Berry Histological Properties in Two Table Grape Cultivars (*V. vinifera* L.). *Journal of Berry Research*, 9(2):309-319.
- Carreño J, Martínez A, Fernández-López JA 1996. Measuring the Color of Table Grapes. *Color Research & Application*, 21(1): 50-54.
- Conde A, Pimentel D, Neves A, Dinis LT, Bernardo S, Correia CM, Gerós H, Pereira JM 2016. Kaolin Foliar Application Has a Stimulatory Effect on Phenylpropanoid and Flavonoid Pathways in Grape Berries. *Front. Plant Sci.*, 7(1150):1-14.
- Coniberti A, Ferrari V, Dellacassa E, Boido E, Carrau F, Gepp V, Disegna E 2013. Kaolin Over Sun-exposed Fruit Affects Berry Temperature, Must Composition and Wine Sensory Attributes of Sauvignon Blanc. *Europ. J. Agronomy*, 50:75-81.
- Cooley NM, Glenn DM, Clingeleffer PR, Walker RR 2008. The Effects of Water Deficit and Particle Film Technology Interactions on Cabernet Sauvignon Grape Composition. *Proc.V<sup>th</sup>IS on Irrigation of Hort Crops Acta Hort.*, 792, ISHS193-200.
- Glenn DM, Puterka GJ, van der Zwet T, Byers RE, Feldhake C 1999. Hydrophobic Particle Films: A New Paradigm for Suppression of Arthropod Pests and Plant Diseases. *J. Econ. Entomol.*, 92:759–771.
- Glenn DM, Puterka GJ, Drake SR, Unruh TR, Knight AL, Baherle P, Prado E, Baugher TA 2001. Particle Film Application Influences Apple Leaf Physiology, Fruit Yield, and Fruit Quality *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 126(2):175–181.
- Glenn DM, Cooley N, Walker R, Clingeleffer P, Shellie K 2010. Impact of Kaolin Particle Film and Water Deficit on Wine Grape Water Use Efficiency and Plant Water Relations. *HortScience*, 45(8):1178–1187.
- Gökçen İS, Keskin N, Kunter B, Cantürk S, Karadoğan B 2017. Grape Phytochemicals and Researches on Grape Cultivars Grown in Turkey. *Turkish Journal of Forest Science, (Tr. and Ing Abst.)*, 1(1): 93-111.
- Khaleghi E, Arzani K, Moallemi N, Barzegar M 2015. The Efficacy of Kaolin Particle Film on Oil Quality Indices of Olive Trees (*Olea europaea* L.) cv 'Zard' Grown Under Warm and Semi-arid Region of Iran. *Food Chem.*, 166:35–41.
- Korkutal İ, Bahar E, Güvemli-Dündar, D 2019. Ben Düşme Dönemi ve Sonrasında Uygulanan Antitranspirantların Cabernet Sauvignon Üzüm Çeşidinde Şıra Özellikleri ve Verime Etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi* 8(2):173-184.
- Korkutal İ, Bahar E, Güvemli-Dündar D 2020. Ben Düşme Bönemi ve Sonrası Antitranspirant Uygulamalarının Tane ve Salkım Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 57(1):83-93.
- Kök D, Bal E 2017. Leaf Removal Treatments Combined with Kaolin Particle Film Technique from Different Directions of Grapevine's Canopy Affect the Composition of Phytochemicals of cv. Muscat of Hamburg (*V. vinifera* L.). *Erwerbs-Obstbau*, 1-7.
- Kuhn N, Guan L, Dai ZW, Wu B, Lauvergeat V, Gomès E, Li SH, Godoy F, Arce-Johnson P, Delrot S 2014. Berry Ripening: Recently Heard Through the Grapevine-Review Paper. *J. Exp. Bot.*, 65(16):4543–4559.
- Lobos GA, Acevedo-Opazo C, Guajardo-Moreno A, Valdés-Gómez H, Taylor JA, Laurie VF 2015. Effects of Kaolin-based Particle Film and Fruit Zone Netting on Cabernet-Sauvignon Grapevine Physiology and Fruit Quality. *J. Int. Sci. Vigne Vin.*, 49:137-144.
- Shellie K, Glenn DM 2008. Wine Grape Response to Kaolin Particle Film Under Deficit and Well-watered Conditions. *Proc.V<sup>th</sup> IS on Irrigation of Hort. Crops, Acta Hort.*, 792, ISHS 587-592.
- Shellie K, King BA 2013. Kaolin Particle Film and Water Deficit Influence Malbec Leaf and Berry Temperature, Pigments, and Photosynthesis. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 64(2):223-230.
- Song J, Shellie KC, Wanga H, Qian MC 2012. Influence of Deficit Irrigation and Kaolin Particle Film on Grape Composition and Volatile Compounds in

- Merlot Grape (*Vitis vinifera* L.). Food Chem., 134:841-850.
- Spayd SE, Tarara JM, Mee DL, Ferguson JC 2002. Separation of Sunlight and Temperature Effects on the Composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot Berries. Amer. J. Enol. Vitic., 53(3):171-182.
- Teixeira A, Eiras-Dias J, Castellarin SD, Gerós H 2013. Berry Phenolics of Grapevine Under Challenging Environments – Review. Int. J. Mol. Sci., 14:18711- 18739.
- Wahid A, Gelani S, Ashraf M, Foolad MR 2007. Heat Tolerance in Plants: An Overview. Environmental and Experimental Botany, 61:199–223.
- Yazıcı K, Goksu B 2017. Effects of Kaolin (M-99-099) Application on Antioxidant and Phenolic Compounds in Tea Leaves (*Camellia sinensis* L.O. Kuntze). Biochem. Genet., 55:367–377.

## *Lolium perenne* L. Çeşitlerinde Kuraklık Stresinin Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi

Merve Birhan YILMAZ<sup>1</sup>, Şule KISAKÜREK<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kahramanmaraş.

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5166-0963>, <sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5005-8476>

✉: skazanci@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma çim alanların tesisinde en çok kullanılan çim türlerinden biri olan çok yıllık *Lolium perenne* L.'nin 4 farklı çeşidinin kuraklık stresine toleransının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla *Lolium perenne* L. çeşitleri laboratuvar koşullarında tesadüf parselleri deneme deseninde ve 4 tekerrürlü petri denemesi olarak kuraklık stresi denemelerine alınmıştır. *Lolium perenne* L. çeşitlerinin kuraklık stresine tepkilerini belirlemek için 0, -0.4, -0.8, -1.2 ve -1.6 MPa ozmotik basınca sahip Polietilen glikol 6000 (PEG-6000) solüsyonları kullanılarak kuraklık ortamları oluşturulmuştur. Araştırmada *Lolium perenne* L. çeşitlerinin çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, sap ve kök uzunluğu, sap ve kök kuru ağırlığı incelenmiştir. Çalışma sonucunda, *Lolium perenne* L. çeşitlerinin artan kuraklık stresi düzeylerinden olumsuz etkilendiği ve bu etkinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı (-0.4 MPa) kuraklık stresi uygulamasında Solstice II çeşidinde (% 97.5), en düşük çimlenme oranı (-0.8 MPa) kuraklık stresi uygulamasında Barminton çeşidinde (%51.5) olarak belirlenmiştir. Tüm çeşitlerde -1.2 ve -1.6 MPa kuraklık stresi uygulamalarında çimlenme olmamıştır. Ayrıca Solstic II çeşidinin kurak koşullarda diğer çeşitlere göre daha iyi çimlenme ve fide gelişimi gösterdiği, bu nedenle kuraklık stresi koşullarında tercih edilebileceği belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 06.08.2020

Kabul Tarihi : 08.10.2020

### Anahtar Kelimeler

Çimlenme Oranı,  
PEG 6000  
Kuraklık Stresi,  
*Lolium perenne* L.

## Effect of Drought Stress on Germination and Early Seedling Growth of *Lolium perenne* L.) Cultivars

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the drought stress tolerant varieties of the perennial *Lolium perenne* L., which is the most used type of grass in the facility of grass fields. In the study, 4 perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars were used as a plant material. The experiment was carried out in petri dishes settled in growth cabinet with according to factorial arrangement of Complete Randomized Design with four replications. To determine the effect of drought stress the doses of 0, -0.4, -0.8, -1.2 ve -1.6 MPa Polietilen glikol 6000 (PEG-6000) were used in a petri experiments. Germination percentage, germination index, mean germination time, shoot length, root length, shoot dry weight and root dry weight were determined. All investigated traits were adversely affected as increased PEG doses. All cultivars did not germinate drought stress of -1.2 and 1.6 MPa in petri. The highest germination rate was determined in Solstice II cultivar in application of (-0.4 MPa) drought stress (97.5%), and the lowest germination rate was in Barminton cultivar (51.5%) in application of drought stress of (-0.8 MPa). As a result of the research, it was determined that the Solstic II variety shows better germination and seedling development in drought conditions than other varieties, therefore it can be preferred in drought stress conditions

### Research Article

### Article History

Received : 06.08.2020

Accepted : 08.10.2020

### Keywords

Drought Stress,  
Germination Rate,,  
PEG 6000  
*Lolium perenne* L.,

- Atıf İçin:** Yılmaz MB, Kısakürek Ş 2020. *Lolium perenne* L. Çeşitlerinde Kuraklık Stresinin Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 529-538. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.777692>.
- To Cite:** Yılmaz MB, Kısakürek Ş 2020. Effect of Drought Stress on Germination and Early Seedling Growth of *Lolium perenne* L.) Cultivars. KSU J. Agric Nat 24 (3): 529-538. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.777692>.

## GİRİŞ

Açık yeşil alan sistemlerinin önemli bir parçası olan çim alanların estetik ve ekolojik birçok fonksiyonu bulunmaktadır. Estetik fonksiyonları bina ve metal aksamları yumuşatarak hoş bir görünüş oluşturmak, görüntü kirliliğini önlemek ve insan yaşamını ferahlatıp rahatlama duygusu uyandırmaktır. Ekolojik fonksiyonları ise havayı temizlemek, ortamın nem ve sıcaklık dengesini sağlamak, rüzgar ve yağış nedeniyle oluşabilecek toprak taşınmasını engellemektir (Küçükerbaş ve ark., 1997; Yüksel, 2013; Alkan ve ark., 2019). Çim alanlar, alanın özelliklerine göre seçilen çim türlerinin, farklı oranlarda karışımı kullanılarak tesis edilmektedir. Çim alanların tesisinde *Lolium perenne* L. (ingiliz çimi) basılmaya dayanıklı olması, orta bir doku oluşturması ve sık kardeşlenme özelliğinin tek düze bir örtü oluşturması özellikleri nedeni ile en yaygın ve en yoğun kullanılan bir çim bitkisi türüdür (Yazıcı ve ark., 2014). Çim karışımları içerisinde genellikle %20-25 oranında bulunmaktadır (Avcioğlu, 2014). *Lolium perenne* L. serin ve sıcak mevsim çim türleri ile karışımlar oluşturabildiği gibi bozulmuş çim alanlarda saf olarak ya da *Festuca arundinacea* (yumak) ve *Poa pratensis* (salkım otu) türleri ile birlikte üstten tohumlama için de kullanılmaktadır (Yılmaz ve Hurmanlı, 2016; Yılmaz ve ark., 2018).

Çim alanları için en önemli bakım işlemi kuşkusuz sulamadır (Arslan, 2020). Çim alanlarda sulama ile bitkilerin optimum düzeyde gelişimi ve homojen görüntü oluşturması, görsel kalite ve standardını sağlamaktadır (Aydınşakir, 2014; Yazıcı ve ark., 2014). Günümüzde artan çevre sorunlarına bağlı olarak gelişen küresel ısınma, yağış miktarlarını etkileyerek su kaynakları üzerindeki baskıyı artırmakta, sürdürülebilirliği üzerinde tehditler oluşturmaktadır. Bu durum çim alanlarının tesisinde ve bakımında sulama için alternatif su kaynaklarının (arıtma suyu, deniz suyu, bataklık suyu ve atık sular) kullanımını ve kuraklığa dayanıklı çim türlerini gündeme getirmektedir.

Kuraklık, bitkilerin çimlenme ya da ilk gelişme dönemlerinde çimlenmeyi olumsuz etkileyerek birim alanda yeterli bitki sayısına ulaşılmasına engel olmakta, ihtiyaç duyduğu suyu alamaması strese girmesine (Öztürk, 2015) neden olmaktadır. Kuraklık stresi, kurak şartlar altında kök ve yaprak gibi bitki parçalarının morfolojik değişimine neden olmaktadır. Morfolojik değişimler, genelde yapraklarda transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya; köklerde ise topraktaki suyu daha yüksek bir kuvvetle emmeye yöneliktir. Kuraklık stresi altında ilk olarak

kök gelişimi hızlanır ve kökün gövdeye oranı artar (Örs ve Ekinci, 2015; Öztürk, 2015). Kurak şartlarda fotosentez ve yaprak büyümesi yavaşlar, bunun sonucu olarak fide gelişimi zayıflar ve kuraklık stresine tepki olarak bazı bitkilerde yaprakların üzeri sık tüylerle kaplanır ve mumsu bir tabaka oluşur (Kutlu, 2010).

Kuraklık stresine dayanıklı çim türlerini belirlemek için değişik testler kullanılmaktadır. Kuraklık stresine dayanıklı türlerin belirlenmesinde kök yoğunluğu ve uzunluğu, kök-gövde dağılımı, erken büyüme gücü ve çimlenme yüzdesi, kullanılan ölçütler olarak kabul edilmektedir (Dhanda ve ark., 2004).

Zhang ve ark., (2018) *Agrostis stolonifera* (stolonlu tavus otu)'nın 23 farklı çeşidinin kuraklık stresinde fide büyüme durumlarının farklılık gösterdiğini, istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte kuraklık stresi arttıkça, sap kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kök uzunluğunda artış olduğunu belirlemişlerdir. Kuraklık stresi arttıkça, çimlenme oranı azalmakta hatta *Lolium perenne* L.'nin Boker ve Stadion çeşitlerinde (-1.2 Mpa) kuraklık düzeyinde çimlenmenin olmadığı, kuraklık arttıkça çimlenme süresinin uzadığı, sap, kök uzunluğu ve ağırlığının azaldığı ve çeşitlerinin kuraklık şiddetine tepkisinin farklı olduğu bildirilmiştir (Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017). Çim bitkilerinde çalışma yapan araştırmacılar (Berg ve Zeng, 2006; Rouhi ve ark., 2011) kuraklığın çimlenme ve fide gelişimini olumsuz etkilediğini, cins ve türlerin kuraklığa farklı tepki gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Bu çalışma çim karışımlarında en yüksek oranda kullanılan *Lolium perenne* L.'nin 4 çeşidinin farklı kuraklık düzeylerindeki tepkilerini belirlemek ve farklı kuraklık stres düzeylerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın bitkisel materyalini çok yıllık bir çim bitkisi türü olan *Lolium perenne* L. türüne ait çeşitler (Apple GL, Ecologic, Barminton ve Solstice II) oluşturmaktadır. Çalışmanın yardımcı materyallerini ise kuraklık stresi oluşturmak amacı ile kullanılan (PEG 6000), laboratuvar malzemeleri (petri, otoklav ve fırın vb.) ve bilgisayar programları (SAS-JMP) oluşturmaktadır. Çalışmada materyal olarak kullanılacak *Lolium perenne* L. ve çeşitlerinin genel özellikleri;

## Lolium perenne

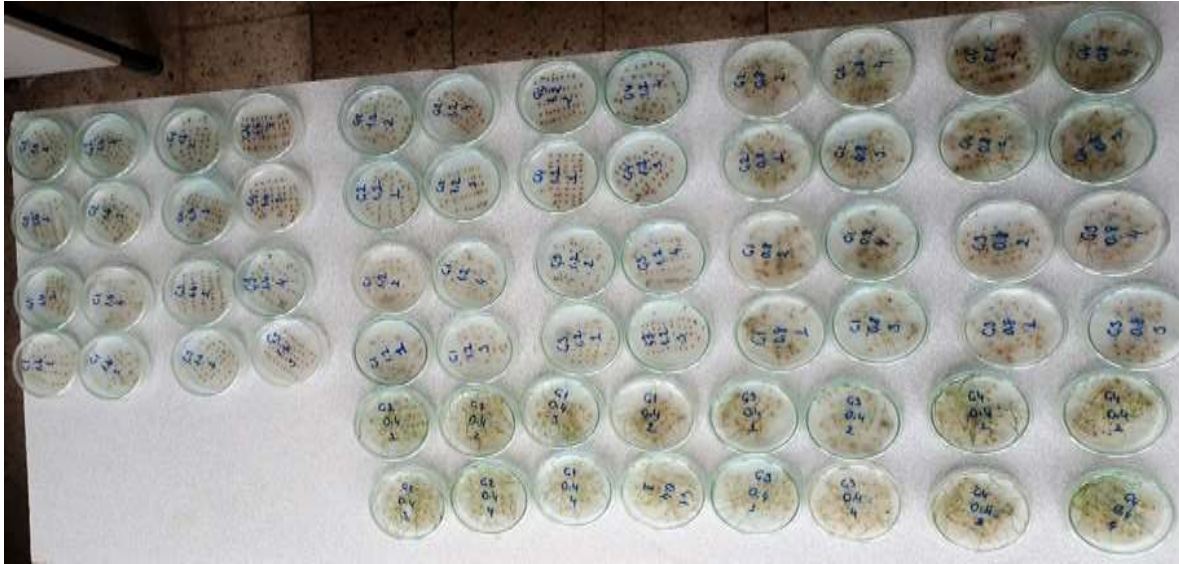
Dünya'da en çok ve en yaygın olarak kullanılan, tarihte ilk defa kültüre alınmış, anavatanı Asya'nın geçit bölgeleri ile Kuzey Afrika olan bir çim türüdür. Orta dokulu, sık kardeşli, saçak köklere sahip, stolon veya rizom içermeyen, yumak büyüme formuna sahip uniform bir bitki örtüsü oluşturabilen, çok yıllık bir çim türüdür. Yaprak alt yüzeyinin açık yeşil rengi, biçmeye uygun sürgün yapısı ile diğer çim türlerinden kolaylıkla ayrılabilir (Avcıoğlu, 2014). *Lolium perenne* çeşitlerinin hepsi spor alanları (golf, futbol) açık yeşil alan düzenlemelerinde, rulo çim uygulamalarında kullanılmaktadır. Araştırmada kullanılan çeşitler;

**Ecologic:** *Lolium perenne* türünün kırmızı pas ve yaprak lekeli ve pas hastalığına karşı dayanıklı çok yüksek kardeşlenme ve orta uzun büyüme davranışı gösteren çeşididir.

**Apple GL:** Pas (*Puccinia* spp.), çökerten (*Fusarium* spp.), kahverengi yama hastalığı (*Rhizoctonia solani*), yaprak lekeli (*Septoria* spp.) gibi birçok hastalığa toleransa sahip, kardeşlenme sayısı yüksek, hızlı büyüyen, tuzlu sulama suyuna dayanıklı bir çeşittir.

**Barminton:** Düşük sıcaklıkta hızlı çimlenen, yıpranmaya karşı çok dayanıklı ve hasarlanma sonrası hızlı iyileşen bir çeşittir.

**Solstice II:** Kısmen koyu yeşil renge sahip, hızlı ve kuvvetli büyümeye sahip görünümü çekici bir çeşittir.



Şekil 1. PEG çimlenme denemesinden genel bir görünüm  
Figure 1. A general view from the PEG germination trial

## İncelenen özellikler ve hesaplamalar

Çimlenen tohumlar ilk 7 gün boyunca, her 24 saatte sayılarak (radikula 2 mm uzamışsa tohum çimlenmiş sayılmış) ortalama çimlenme zamanı (MGT) belirlenmiştir (Ellis ve Roberts, 1980; Akar ve Atış, 2019). Denemenin 7. gün sonunda çimlenme indeksi Wang ve ark. (2004) ve ortalama çimlenme süresi (Ellis ve Roberts, 1980)'e göre hesaplanmıştır.

## Tohum sterilizasyonu ve deneme deseni

Kuraklık denemeleri, laboratuvar ortamında petride çimlenme denemesi olarak kurulmuştur. Denemede kullanılacak tohumların sterilizasyonu ekimden önce %1'lik Sodyum hypochloride (NaClO) çözeltisinde 10 dakika bekletildikten sonra, steril saf su ile durularak gerçekleştirilmiştir.

Çimlenme denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 50 adet tohum olacak şekilde kurulmuştur. Denemede 1. faktör çim çeşitleri, 2. faktör ise kuraklık stresleri (0, -0.4, -0.8 ve -1.2, -1.6 MPa osmotik potansiyel) olarak ele alınmıştır.

## Denemelerin kurulması

Denemeler, sterilizasyonu yapılan tohumlar içerisine 2 kat kurutma kağıdı serilmiş steril petri kaplarının (150x15 mm) her birine 50 adet tohum olacak şekilde yerleştirilerek kurulmuştur (Şekil 1). Daha sonra 0, -0.4, -0.8, -1.2 ve -1.6 MPa osmotik potansiyelde hazırlanan PEG-6000 solüsyonları (her bir petriye 10 ml) olacak şekilde petri kaplarına ilave edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan petri kapları 25±2 °C'de, 10 gün boyunca (3 gün karanlık-7 gün aydınlık koşullarda) çimlenme kabinlerinde çimlendirilmeye bırakılmıştır (ISTA, 1996). Çimlendirme süresince herhangi bir besin maddesi kullanılmamıştır.

Denemenin 10. gün sonunda kök ve sürgün sap uzunluğu mm olarak ölçülmüş, kök ve sürgünlerin kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

**Çimlenme Oranı (%):** 10. gün sonunda çimlenen tohumlar sayılarak, (çimlenen tohum sayısı/toplam tohum sayısı) x 100 formülü ile çimlenme oranı % olarak hesaplanmıştır (Akıncı ve Çalışkan, 2010).

**Çimlenme İndeksi (GI):** Her gün çimlenen tohum

oranının(Gi), sayım günlerine(Tt) bölünmesiyle ( $GI=\Sigma(Gi/Tt)$ ) formülü ile bulunmuştur (Wang ve ark., 2004).

**Ortalama Çimlenme Süresi (MGT):** Çimlenen tohum sayısı(f) ile çimlenme gün sayısı(x) çarpımları toplamının toplam çimlenen tohum sayısına bölünmesi ( $MGT=\Sigma(fx)/\Sigma f$ ) formülü ile elde edilen değer ortalama çimlenme süresi olarak hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1980).

**Kök ve Sap Uzunluğu (mm):** Fide boyu ölçülen bitkilerde kök uzunluğu milimetrik cetvelle ölçülerek belirlenmiştir. Deneme sonunda tesadüf olarak seçilen 10 bitkinin sap uzunluğu milimetrik cetvelle ölçülerek belirlenmiştir.

**Kök ve Sap Kuru Ağırlığı (mg):** Yaş ağırlık belirlenen kökler 70 °C hava dolaşımli fırında durağan ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları(mg bitki<sup>-1</sup>) belirlenmiştir.

### Verilerin istatistiksel analizi

Elde edilen veriler SAS-JMP istatistik paket programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi yapılmıştır. F testi yapılarak farklılıkları tespit edilen özelliklerin ortalama değerleri, Tukey (P<0.05) çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır. Değerlendirme kuraklık stres düzeyleri ve çeşitler bazında ayrı ayrı yapılmış ve yorumlanmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Çimlenme denemeleri; sonucunda *Lolium perenne* L. çeşitlerinin kuraklık streslerine farklı tepki verdikleri belirlenmiştir (Çizelge 1). Çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama çimlenme oranları (% 47.3) ile (% 58.5) arasında değişmiştir. En yüksek ortalama çimlenme oranı Solstice II(%58.5) ve istatistiksel olarak aynı grupta yer alan Ecologic (%55.7)'de görülmüştür. Bunu istatistiksel olarak farklı grupta olan Apple(% 51.2) çeşidi izlemiştir. En düşük ortalama çimlenme oranı ise Barminton(% 47.3) çeşidinde gerçekleşmiştir.

Kuraklık stres düzeyi(-1.2MPa) ve (-1.6 MPa) uygulamasında, tüm çeşitlerde hiç çimlenme olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Elde edilen bulgular Rouhi ve ark. (2011) buğdaygil yem bitkileriyle yapmış olduğu farklı kuraklık stresi araştırmasında, (-1.2 MPa) uygulaması ve (Balkan ve Gençtan 2013)'ün buğdayda (-1.6 MPa) stres uygulamasında çimlenmenin oluşmadığı bulguları ile paralellik göstermektedir. Tüm çeşitlerde kuraklık stresinin artmasına bağlı olarak çimlenme oranlarında azalma olduğu belirlenmiştir(Çizelge 1). Farklı bitki tür ve çeşitlerle yürütülen araştırmalarda (Ahmad ve ark. 2009; Gürbüz ve ark., 2009; Khayatnezhad ve Gholamin, 2011; Khodarahmpour, 2011; Castroluna ve ark., 2014; Çarpıcı ve Erdel, 2015; Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017) kuraklık stresine bağlı olarak çimlenme oranında azalma olduğunu bildirilmiştir.

Çizelge 1. Farklı kuraklık stresi uygulanan çok yıllık çim çeşitlerinde belirlenen çimlenme oranları (%) değerleri  
Table 1. *Effects of different drought stress on germination rate (%) of some perennial ryegrass cultivars*

KuraklıkStresDüzevi (Drought stress level)	<i>Lolium perenne</i> L. Çeşitleri (Cultivars)					Kurak.Ort.±SE (Dry average)
PEG (MPa)	Apple GL±SE	Ecologic±SE	Barminton±SE	Solstice II±SE		
0	94.5±0.96 abc+	97.5±1.26 ab	96.5±0.50 ab	100.0±0.00 a		97.1±0.63 A++
- 0.4	85.5±2.22 cd	96.0±0.82 ab	88.5±3.30 bcd	97.5±0.50 ab		91.9±1.59 B
- 0.8	76.0±3.37 e	85.0±5.07 de	51.5±1.71 f	95.0±1.29 ab		76.9±4.40 C
- 1.2	0.0±0.00 g	0.0±0.00 g	0.0±0.00 g	0.0±0.00 g		0.0±0.00 D
- 1.6	0.0±0.00 g	0.0±0.00 g	0.0±0.00 g	0.0±0.00 g		0.0±0.00 D
Çeşit Ort. ±SE (Variety average)	51.2±9.71 B+++	55.7±10.52 A	47.3±9.54 C	58.5±10.97 A		

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

SE Standart error

Çeşit x kuraklık stresi interaksiyonunun çimlenme oranına ait ortalama değerler Çizelge 1'de verilmiştir. En yüksek çimlenme oranı Solstice II (% 100) çeşidinin kontrol uygulamasında görülmüştür. Tüm çeşitlerde (1.2MPa) ve (-1.6MPa) kuraklık stres düzeylerinde hiç çimlenme olmamıştır. (0.8 MPa) kuraklık stres düzeyinde Barminton çeşidi (%51.5) en düşük çimlenme oranı, Solstice II çeşidi (%95) en yüksek çimlenme oranına sahip olduğu tespit edilmiştir

(Çizelge 1). Araştırmada kullanılan bütün çeşitlerde uygulanan kuraklık stres düzeyine bağlı olarak çimlenme oranında düşüş olduğu belirlenmiştir. Ancak Solstice II çeşidinde diğer çeşitlere göre çimlenme oranındaki azalmanın daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çeşitlerin artan kuraklık stresine farklı tepki göstermesi interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Çimlenme indeksine ilişkin veriler Çizelge 2'de



verilmiştir. Çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama çimlenme indeksi (5.1) ile (9.5) arasında değişmiştir. En yüksek çimlenme indeksi Solstice II (% 9.5) çeşidindedir. Bunu istatistiksel olarak farklı grupta olan Ecologic (% 7.9) çeşidi izlemiştir. En düşük çimlenme indeksi (% 5.1) ile Barminton çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Çimlenme indeksinin Solstice II çeşidinde yüksek olması bu çeşidin kuraklığa daha toleranslı olduğu ortaya koymaktadır.

Farklı kuraklık stres düzeylerinde belirlenen çimlenme indeks değerlerine ait ortalama değerler Çizelge 2’de verilmiştir. Kuraklık stres düzeyine bağlı olarak çimlenme indeksi (0.0) ile (% 13.6) arasında değişmiştir. Kontrol uygulaması ile(-0.4 MPa)

kuraklık uygulaması arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamasına rağmen, artan kuraklık stresine bağlı olarak çimlenme indeksinde azalma olduğu, hatta (-1.2MPa) ve (-1.6 MPa) kuraklık stresinde hiç çimlenme olmadığı tespit edilmiştir. *Lolium perenne* L.(ingiliz çimi) ve *Poa pratensis* (çayır salkım otu)’nda yapmış olduğu kuraklık stresi uygulamasında Borawska-Jarmulowicz ve ark. (2017) (-1.2 MPa) uygulamasında çimlenmenin olmadığını bildirmektedir. Çimlenme indeksindeki düşüş tohumların hem oransal olarak çimlenme yeteneğinin azaldığını, hem de çimlenme süresinin uzadığını gösterir. Kuraklık stres düzeyindeki artış çimlenme indeksinde azalmaya neden olmuştur. Benzer bulgular Gürbüz ve ark (2009) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 2. Farklı kuraklık stresi uygulanan *Lolium perenne* L. çeşitlerinde belirlenen çimlenme indeksi değerleri  
Table 2. *Effects of different drought stress on germination index of some perennial ryegrass cultivars*

Kuraklık stres düzeyi ( <i>Drought stress level</i> )	<i>Lolium perenne</i> L. çeşitleri ( <i>Cultivars</i> )				
PEG(MPa)	Apple GL±SE	Ecologic±SE	Barminton±SE	Solstice II±SE	Kurak.Ort.±SE ( <i>Dry average</i> )
0	12.0±0.28 de+	14.8±0.14 c	11.1±0.12 ef	16.5±0.15 ab	13.6±0.56 A++
- 0.4	10.6±0.28 fg	15.2±0.46 bc	9.6±0.40 g	17.5±0.44 a	13.2±0.86 A
- 0.8	7.4±0.27 h	9.5±0.46 g	4.6±0.22 ı	13.3±0.44 d	8.7±0.83 B
- 1.2	0±0.00 j	0±0.00 j	0±0.00 j	0±0.00 j	0±0.00 C
- 1.6	0±0.00 j	0±0.00 j	0±0.00 j	0±0.00 j	0±0.00 C
Çeşit Ortalaması±SE ( <i>Variety average</i> )	6.0±1.18 C+++	7.9±1.56 B	5.1±1.07 D	9.5±1.81 A	

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.  
++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.  
+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.  
SE Standart error

Çeşit x kuraklık stres düzeyi interaksyonunun çimlenme indeksi değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 2’de görülmektedir. En yüksek çimlenme indeksi (-0.4 MPa) kuraklık stres düzeyinde Solstice II (%17.5) çeşidinde görülmüştür. En düşük çimlenme indeksi (-0.8 MPa) kuraklık stresinde Barminton (%4.6) çeşidinde tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan Solstice II ve Ecologic çeşitleri uygulanan kuraklık stresi düzeyine bağlı olarak çimlenme indeksinde (-0.4 MPa) kuraklık uygulamasında istatistiksel olarak önemli olmayan artış gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Kuraklık stresi arttıkça, kuraklığa bağlı olarak çimlenme indeksinde azalma olmuştur. Çeşitlerin kuraklık stresine farklı tepki göstermesi interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

*Lolium perenne* L. çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen ortalama çimlenme süresine ait ortalama değerler Çizelge 3’de verilmiştir. Çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama çimlenme süresi (2.0 gün) ile (3.1 gün) arasında değişmektedir (Çizelge 3). En uzun ortalama çimlenme süresi Barminton (3.1 gün) çeşidinde belirlenirken, bunu istatistiksel olarak farklı grupta olan Apple GL (2.8 gün) çeşidi izlemektedir. En düşük ortalama çimlenme

süresi (2.0 gün) ile Solstice II çeşidi, en kısa çimlenme süresi nedeniyle kuraklık stresine toleranslı olduğu tespit edilmiştir. Farklı bitki tür ve çeşitlerle yürütülen araştırmalarda (Balkan ve Gençtan, 2013; Gürbüz ve ark., 2015; Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017) kuraklık stresinin farklı tür ve çeşitlerde ortalama çimlenme süresine, farklı tepkilere yol açtığı tespit edilmiştir.

Farklı kuraklık stresinde belirlenen ortalama fide çıkış süresi değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 3’de verilmiştir Kuraklığa bağlı olarak ortalama çimlenme süresi (0.0) ile (5.0) arasında (Çizelge 3) değişmektedir. Artan kuraklık stresi düzeyine bağlı olarak ortalama çimlenme süresi de uzamaktadır. Kuraklık stres düzeyi (-0.8 MPa)’ne kadar ortalama çimlenme süresinde artış olduğu, fakat (-1.2 MPa) ve (-1.6 MPa) kuraklık stresi düzeyinde hiç çimlenme olmadığı tespit edilmiştir. Kuraklık stres düzeyinin artmasına (0.8MPa düzeyine kadar) bağlı olarak ortalama çimlenme süresindeki artış, tohumların çimlenme yeteneğinin kuraklık stres düzeyine göre azaldığını, hem de çimlenme süresinin uzadığını göstermektedir. Kuraklık stresindeki artış ortalama çimlenme süresinin artmasına neden

olmuştur. Benzer bulgular (Okçu ve ark., 2005; Gürbüz ve ark., 2009; Balkan ve Gençtan, 2013;

Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 3. Farklı kuraklık stresi uygulanan *Lolium perenne* L. çeşitlerinde belirlenen ortalama çimlenme süresi (gün) değerleri

Table 3. Effects of different drought stress on germination time (day) of some perennial ryegrass cultivars

Kuraklık Stresi Düzeyi (Drought stress level)	<i>Lolium perenne</i> L. Çeşitleri (Cultivars)				
PEG (MPa)	Apple GL±SE	Ecologic±SE	Barminton±SE	Solstice II±SE	Kurak.Ort.±SE (Dry average)
0	4.1±0.08 f+	3.4±0.07 gh	4.5±0.05 de	3.1±0.04 ı	3.8±0.14 C++
- 0.4	4.4±0.09 e	3.5±0.13 g	5.0±0.07 c	3.1±0.07 hı	4.0±0.20 B
- 0.8	5.4±0.06 b	4.7±0.07 cd	5.7±0.08 a	4.0±0.07 f	5.0±0.17 A
- 1.2	0.0±0.00 j	0.0±0.00 j	0.0±0.00 j	0.0±0.00 j	0.0±0.00 D
- 1.6	0.0±0.00 j	0.0±0.00 j	0.0±0.00 j	0.0±0.00 j	0.0±0.00 D
Çeşit Ort.±SE (Variety average)	2.8±0.53 B+++	2.3±0.45 C	3.1±0.58 A	2.0±0.39 D	

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.  
++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.  
+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.  
SE Standart error

Çeşit x kuraklık stresi interaksyonunun ortalama çimlenme süresi değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 3'de verilmiştir. Ortalama çimlenme süresi en uzun Barminton (5.7 gün) çeşidinde (-0.8 MPa) kuraklık stresi düzeyinde, en düşük ortalama çimlenme süresi Solstice II (3.1 gün) çeşidinde kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan Solstice II (4 gün) çeşidinde kuraklık stresine rağmen erken çimlenme olurken, Barminton çeşidinde ortalama çimlenme süresindeki artış daha fazladır. Çeşitlerin uygulanan kuraklık stresine, ortalama çimlenme süresi bakımından farklı tepki göstermesi interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

*Lolium perenne* L. çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök uzunluğu değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 4'de verilmiştir. Çeşitlere bağlı olarak belirlenen kök uzunluğu (18,04 mm) ile (35,32 mm) arasında değişmiştir (Çizelge 4). Kök uzunluğu en yüksek Solstice II(35.32mm) çeşidinde olup bunu istatistiksel olarak farklı grupta olan Ecologic (26.71mm) çeşidi izlemiştir. En düşük kök uzunluğu (18,04 mm) ile Apple GL çeşidindedir. Bunu istatistiksel farklılık olmayan (21,96 mm) ile Barminton çeşidinin izlediği tespit edilmiştir. Farklı bitki tür ve çeşitlerle yürütülen araştırmalarda (Berg ve Zeng, 2006; Gürbüz ve ark., 2009; Khodarahmpour, 2011; Castroluna ve ark., 2014; Çarpıcı ve Erdel, 2015; Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017) kuraklık stresi bakımından farklı tür ve çeşitlerin, ortalama çimlenme süresine farklı tepki gösterdikleri bildirilmiştir.

Farklı kuraklık stres düzeylerinde belirlenen kök uzunluğu değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 4'de verilmiştir Kuraklığa bağlı olarak kök uzunluğu (0.0) ile (45.48 mm) arasında

değişmiştir. Artan kuraklık stresi düzeyinin (-0.4 MPa)'a çıkması kök uzunluğunda kontrole göre istatistiksel olarak önemli olmayan bir artışa neden olmuş, kuraklık stresinin (-0.8 MPa)'a çıkması ise kök uzunluğunda önemli azalmaya neden olmuş, fakat (-1.2MPa) ve (-1.6 MPa) kuraklık stres düzeyinde, çimlenme olmadığı tespit edilmiştir. Kuraklık stres düzeyindeki artış kök uzunluğunda azalmaya neden olmuştur. Benzer bulgular (Gürbüz ve ark., 2009; Khodarahmpour, 2011; Balkan ve Gençtan, 2013; Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017) tarafından bildirilmiştir.

Çeşit x kuraklık stresi interaksyonunun ortalama kök uzunluğu değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.'de verilmiştir. Çimlenmenin gerçekleştiği uygulamalar arasında, en uzun kök Solstice II çeşidinin kontrol uygulamasında, en kısa kök uzunluğu Barminton ve Apple GL çeşitlerinde (-0.8 MPa) uygulamasında tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan Solstice II çeşidinde kuraklık stres düzeyine bağlı olarak kök uzunluğunda (0.4 MPa) kuraklık stresinde kontrole göre azalma olurken, diğer çeşitlerde kök uzunluğunda artış olmuş, (-0.8 MPa) uygulamasında ise kök uzunluğunda azalma olmuştur. Çeşitlerin uygulanan kuraklık stresine, kök uzunluğu bakımından farklı tepki göstermesi interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

*Lolium perenne* L. çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen sap uzunluğu değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 5'de verilmiştir. Çeşitlere bağlı olarak belirlenen sap uzunluğu (25.33 mm) ile (35.15 mm) arasında değişmiştir. En yüksek sap uzunluğu Solstice II (35.15 mm) çeşidinde bunu istatistiksel olarak farklı grupta olan Ecologic (29.46 mm) çeşidi izlemiştir. En düşük sap uzunluğu (25.33 mm) ile Apple GL çeşidinde, bunu

istatistiksel olarak farklılık olmayan (27.05 mm) ile Barminton çeşidinin izlediği tespit edilmiştir. Farklı bitki tür ve çeşitlerle yürütülen araştırmalarda (Khayatnezhad ve Gholamin, 2011; Khodarahmpour, 2011; Rouhi ve ark., 2011; Castroluna ve ark., 2014;

Çarpıcı ve Erdel, 2015 ve Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017) kuraklık stresi bakımından farklı tür ve çeşitlerin sap uzunluğuna farklı tepki gösterdikleri bildirilmiştir.

Çizelge 4. Farklı Kuraklık stresi uygulanan *Lolium perenne* L. çeşitlerinde belirlenen kök uzunluğuna (mm) değerleri

Table 4. Effects of different drought stress on root length (mm) of some perennial ryegrass cultivars

Kuraklık Stresi Düzeyi (Drought stress level)		<i>Lolium perenne</i> L. Çeşitleri (Cultivars)				
PEG (MPa)	Apple GL±SE	Ecologic±SE	Barminton±SE	Solstice II±SE	Kurak.Ort.±SE (Dry Average)	
0	25.88±0.32 f+	42.77±2.81 de	38.02±3.38 def	63.82±5.40 a	42.62±3.87AB++	
- 0.4	34.78±3.68 ef	47.35±2.67 bcd	43.95±2.33 cde	55.85±4.78 abc	45.48±2.50 A	
- 0.8	29.55±1.53 f	43.43±1.57 cde	27.83±2.35 f	56.95±2.53 ab	39.44±3.18 B	
- 1.2	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 C	
- 1.6	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 C	
Çeşit Ort.±SE (Variety average)	18.04±3.51 C+++	26.71±5.07 B	21.96±4.36 C	35.32±6.78 A		

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

SE Standart error

Kuraklığa bağlı olarak sap uzunluğu (0.00) ile (54.42 mm) arasında değişmiştir (Çizelge 5). Artan kuraklık stresine bağlı olarak sap uzunluğu (-0.8 MPa) uygulamasına kadar azalma olduğu fakat (-1.2 MPa) ve (-1.6 MPa) kuraklık stres düzeyinde hiç çimlenme olmadığı tespit edilmiştir. Kuraklık stresindeki artışın sap uzunluğunda azalmaya neden olduğu bazı araştırmacılar (Almansouri ve ark., 2001; Beng ve Zeng, 2006; Khodarahmpour, 2011; Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017) tarafından da bildirilmiştir.

Çeşit x kuraklık stresi interaksiyonunun sap uzunluğu değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 5'de verilmiştir. Çimlenme gerçekleşen uygulamalar arasında sap uzunluğu en yüksek Solstice II (66.53mm) çeşidine kontrol uygulamasında, en düşük sap uzunluğu Barminton (31.85mm) ve Apple GL (32.28mm) çeşitlerinde (-0.8 MPa) uygulamasında tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Farklı kuraklık stresi uygulanan *Lolium perenne* L. çeşitlerinde belirlenen sap uzunluğuna (mm) değerleri

Table 5. Effects of different drought stress on shoot length (mm) of some perennial ryegrass cultivars

Kuraklık Stresi Düzeyi (Drought stress level)		<i>Lolium perenne</i> L. Çeşitleri (Cultivars)				
PEG (MPa)	Apple GL±SE	Ecologic±SE	BBarminton±SE	Solstice II±SE	Kurak.Ort.±SE (Dry average)	
0	48.38±0.21 d+	51.98±2.29 cd	50.80±1.81cd	66.53±0.84 a	54.42±1.96A++	
- 0.4	46.00±2.20 de	56.55±0.91 bc	52.60±1.96 cd	60.25±3.90 ab	53.85±1.76 A	
- 0.8	32.28±0.52 f	38.78±1.92 ef	31.85±0.98 f	48.95±1.73 d	37.96±1.89 B	
- 1.2	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 C	
- 1.6	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 g	0.00±0.00 C	
Çeşit Ort.±SE (Variety average)	25.33±4.93 C+++	29.46±5.71 B	27.05±5.36 BC	35.15±6.75 A		

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

SE Standart error

Araştırmada kullanılan Solstice II ve Apple GL çeşitlerinde kuraklık stresine bağlı olarak sap uzunluğunda azalma olurken, diğer çeşitlerde (-0.4 MPa) kuraklık stresinde sap uzunluğunda artış olmuş, (-0.8 MPa) uygulamasında tüm çeşitlerin sap

uzunluğunda azalma olmuştur. Çeşitlerin uygulanan kuraklık stresine sap uzunluğu bakımından farklı tepki göstermesi interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

*Lolium perenne* L. çeşitlerinde farklı kuraklık

düzeylerinde belirlenen kök kuru ağırlığı değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 6'de verilmiştir. Çeşitlere bağlı olarak belirlenen kök kuru ağırlığı (0.95 mg) ile (1.54 mg) arasında değişmiştir.

En yüksek kök kuru ağırlığı Solstice II(1.54 mg) çeşidinde en düşük kök kuru ağırlığı Apple GL(0.95mg) çeşidinde, bunu istatistiksel olarak farklılık

olmayan ile Ecologic (1.07mg) ve ile Barminton(1.14mg) çeşitleri izlemiştir. Farklı bitki tür ve çeşitlerle yürütülen araştırmalarda, birçok araştırmacı (Rouhi ve ark., 2011; Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017) kuraklık stresinin farklı tür ve çeşitlerde kök kuru ağırlığı bakımından farklı tepki gösterdikleri bildirilmiştir.

Çizelge 6. Farklı kuraklık stresi uygulanan *Lolium perenne* L. çeşitlerinde belirlenen kök kuru ağırlık (mg) değerleri

Table 6. Effects of different drought stress on root dry weight (mg) of some perennial ryegrass cultivars

Kuraklık Stresi Düzeyi (Drought stress level)		<i>Lolium perenne</i> L. Çeşitleri (Cultivars)				
PEG(MPa)	Apple GL±SE	Ecologic±SE	Barminton±SE	Solstice II±SE	Kurak.Ort.±SE (Dry average)	
0	1.36±0.28 d+	1.45±0.10 d	1.60±0.10 cd	1.82±0.16 cd	1.56±0.09 C++	
- 0.4	1.42±0.15 d	1.78±0.15 cd	1.89±0.12 cd	2.78±0.14 ab	1.97±0.14 B	
- 0.8	1.98±0.16 cd	2.12±0.09 c	2.23±0.16 bc	3.08±0.24 a	2.35±0.14 A	
- 1.2	0.00±0.00 e	0.00±0.00 e	0.00±0.00 e	0.00±0.00 e	0.00±0.00 D	
- 1.6	0.00±0.00 e	0.00±0.00 e	0.00±0.00 e	0.00±0.00 e	0.00±0.00 D	
Çeşit Ort.±SE (Variety average)	0.95±0.20 B+++	1.07±0.21 B	1.14±0.22 B	1.54±0.31 A		

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.  
++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.  
+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.  
SE Standart error

Farklı kuraklık stresi düzeylerinde belirlenen kök kuru ağırlığı değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 6'de verilmiştir. Kuraklığa bağlı olarak kök kuru ağırlığı (0.00) ile (2.35 mg) arasında değişmiştir. Artan kuraklık stresine bağlı olarak kök kuru ağırlığında artış olmuştur. Zhang ve ark. (2018) 23 farklı *Agrostis stolonifera* (stolonlu tavus otu) çeşitlerinin kuraklık koşullarında fide büyümesindeki farklılıkları, kuraklık şiddeti arttıkça kök kuru ağırlığında kontrole göre (-0.3 MPa) uygulamasında üç kat, (-0.6 MPa) uygulamasında ise iki kat artış olduğunu bildirmiştir. Bitkiye su ve besin maddesi sağlayabilmek, kökün kitlesel artışına neden olmuştur. Benzer bulgular (Kaya ve ark., 2006; Balkan ve Gençtan, 2013; Castroluna ve ark., 2014) tarafından bildirilmiştir.

Çeşit x kuraklık stresi interaksyonunun kök kuru ağırlığı değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplara ait ortalama değerler Çizelge 6'da verilmiştir. Kök kuru ağırlığı en yüksek Solstice II (3.08 mg) çeşidinde (-0.8 MPa) uygulamasında, en düşük kök kuru ağırlığı kontrol uygulamasında Apple GL (1.36mg) çeşidinde tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan çeşitlerde kuraklık stresine bağlı olarak kök kuru ağırlığında artma olmakta ancak bu artma çeşitlere göre değişkenlik göstermektedir. Çeşitlerin uygulanan kuraklık stresine kök kuru ağırlığı bakımından farklı tepki göstermesi interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

*Lolium perenne* L. çeşitlerinde farklı kuraklık

düzeylerinde belirlenen sap kuru ağırlığı değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 7'de verilmiştir. Çeşitlere bağlı olarak belirlenen sap kuru ağırlığı (0.40 mg) ile (0.74 mg) arasında değişmiştir (Çizelge 7). En yüksek sap kuru ağırlığı Solstice II (0.74 mg) çeşidinde, en düşük sap kuru ağırlığı (0.40 mg) ile Apple GL çeşidi izlemiştir Farklı bitki tür ve çeşitlerle yürütülen araştırmalarda (Rouhi ve ark., 2011; Castroluna ve ark., 2014; Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2018) kuraklık stresinin, farklı tür ve çeşitlerde sap kuru ve yaş ağırlığı bakımından farklı tepki gösterdikleri bildirilmiştir.

Kuraklığa bağlı olarak sap kuru ağırlığı (0.00) ile (1.06 mg) arasında (Çizelge 7) değişmiştir. Artan kuraklık stresine bağlı olarak sap kuru ağırlığında (-0.4 MPa) uygulamasında artma olmuştur. Ancak kontrole göre istatistiksel olarak aynı grupta olduğu, (-0.8 MPa) uygulamasında ise sap kuru ağırlığında artış olduğu görülmüştür. Kuraklık stresindeki artış sap kuru ağırlığında artmaya neden olmuştur. Zhang ve ark. (2018) 23 farklı *Agrostis stolonifera* çeşitlerinin polietilen glikol kaynaklı kuraklık koşullarında fide büyümesindeki kuraklık şiddeti arttıkça sap kuru ağırlığı istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte kontrole göre (-0.3 MPa) arttığı ancak, (-0.6 MPa) kuraklık şiddetinde azaldığı, tespit edilmiştir. Benzer bulgular bazı araştırmacılar (Okçu ve ark., 2005; Kaya ve ark., 2006; Balkan ve Gençtan, 2013; Ahmad ve ark., 2009) tarafından da bildirilmiştir.

Çizelge 7. Farklı kuraklık stresi uygulanan *Lolium perenne* L. çeşitlerinde belirlenen sap kuru ağırlık (mg) değerleri

Table 7. Effects of different drought stress on shoot dry weight (mg) of some perennial ryegrass cultivars

Kuraklık Stres Düzeyi (Drought stress level)	<i>Lolium perenne</i> L. Çeşitleri (Cultivars)				
PEG (MPa)	Apple GL±SE	Ecologic±SE	Barminton±SE	Solstice II±SE	Kurak.Ort.±SE (Dry average)
0	0.69±0.03 de+	1.14±0.13 abc	0.84±0.17 b-e	1.04±0.14 bcd	0.92±0.07 AB++
- 0.4	0.59±0.04 e	0.82±0.09 b-e	0.92±0.08 b-e	1.15±0.07 ab	0.87±0.06 B
- 0.8	0.71±0.04 cde	1.09±0.06 a-d	0.93±0.11 b-e	1.51±0.19 a	1.06±0.09 A
- 1.2	0.00±0.00 f	0.00±0.00 f	0.00±0.00 f	0.00±0.00 f	0.00±0.00 C
- 1.6	0.00±0.00 f	0.00±0.00 f	0.00±0.00 f	0.00±0.00 f	0.00±0.00 C
Çeşit Ort.±SE (Variety average)	0.40±0.08 C+++	0.61±0.12 AB	0.54±0.11 B	0.74±0.15 A	

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

SE Standart error

Çeşit x kuraklık stresi interaksyonunun sap kuru ağırlığı değerleri ve Tukey testine göre oluşan gruplar Çizelge 7.'de verilmiştir. Sap kuru ağırlığı en yüksek Solstice II (1.51 mg) çeşidine (-0.8 MPa) uygulamasında, en düşük sap kuru ağırlığı (- 0.4 MPa) uygulamasında Apple GL (0.59 mg) çeşidinde tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan *Lolium perenne* L. çeşitlerinde kuraklık stresine bağlı olarak sap kuru ağırlığında artma olmakta, ancak bu artma çeşitlere göre değişkenlik göstermektedir. Çeşitlerin uygulanan kuraklık stresine, sap kuru ağırlık bakımından farklı tepki göstermesi interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

## SONUÇ

Artan kuraklık stres düzeyi çimlenme oranları açısından kontrol uygulamasından sonra istatistiksel olarak önemli azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. (-1.2MPa) ve (-1.6 MPa) kuraklık stresinde hiçbir çeşitte çimlenme olmadığından fide özellikleriyle ilgili veri alınmamıştır. (-0.8 MPa) kuraklık stres düzeyinde Solstice II çeşidinin yeterli sayıda fide oluşturması nedeniyle daha avantajlı olduğu, kuraklık stresi uygulamalarında sap uzunluğu, kök uzunluğu, sap kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı bakımından Solstice II çeşidinin diğer çeşitlere üstün olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak *Lolium perenne* L. çeşitlerinin kuraklığa gösterdikleri tepkinin değiştiği, karışımında ya da saf olarak *Lolium perenne* L. kullanılması düşünüldüğünde kuraklık stresinin çeşit seçimiyle nispeten ortadan kaldırılabilmesi ve tohumlarda bu çalışmada kullanılan test uygulamasının çeşitlerde oluşabilecek sorunu öngörmede kullanılabileceği belirlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu makale Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'nün 2018/1-17 YLS nolu projesi tarafından desteklenmiştir.

Bu makale, Merve Birhan YILMAZ'ın tez çalışmasının bir bölümünden faydalanılarak yazılmıştır. Tez çalışmasının yürütülmesi aşamasında Prof. Dr. Şaban Yılmaz ve Arş. Gör. İbrahim Ertekin'e teşekkür ederiz.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Alkan Y, Sağlık A, Kelkit A, Gür E, Sağlık E 2019. Peyzaj Uygulamalarında Sık Kullanılan 4 Farklı Serin İklim Çim Tohumunun Farklı Ortamlarda Gösterdikleri Performansların Belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(3): 644-654.
- Ahmad S, Ahmad R, Ashraf MY, Waraich EA 2009. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. Pakistan J. Bot., 41: 647-654
- Almansouri M, Kinet JM, Lutts S 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum Wheat. (*Triticum durum* Desf.). Plant and Soil, 231: 243-254
- Akar M, Atış İ 2019. Priming uygulamalarının kadmiyum ve nikel stresine maruz bırakılan kırmızı yumağın çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi GÜFBED/GUSTIJ 9 (1): 26-36
- Arslan M. 2020. Çim alanlarda bakım işlemleri. Ankara Üniversitesi açık erişim Bitki tanıma ve

- değerlendirme IV ders notları.  
<https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php>.
- Avcıoğlu R 2014. Çim ekimi dikimi bakımı. Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın no.574, s: 332
- Aydınşakir K, Gürbüz E, Karagüzel Ö, Kaya AS 2014. Kısıntılı sulamanın çim kalitesi üzerine etkileri. Derim, 2014, 31 (2):23-36.
- Balkan A, Gençtan T 2013. Ekmeklik buğdayda (*Triticum Aestivum* L.) osmotik stresin'çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (2) : 44-52
- Berg van den L, Zeng, YJ 2006. Response of south african indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. South African Journal of Botany, 72 : 284-286
- Borawska-Jarmulowicz B, Mastalerczuk G, Gozdowski D, Małuszyńska E, Szydłowska A 2017. The sensitivity of *Lolium perenne* and *Poa pratensis* to salinity and drought during the seed germination and under different photoperiod conditions. Zemdirbyste-Agriculture, 104 (1) : 71-78
- Castroluna A, Ruiz OM, Quiroga AM, Pedranzani HE 2014. Effects of salinity and drought stress on germination, biomass and growth in three varieties of *Medicago sativa* L. Avances. En Investigacion Agropecuaria, 18(1): 39-50
- Çarpıcı EB, Erdel B 2015. Bazı yonca çeşitlerinde (*Medicago sativa* L.) kuraklık stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi, Derim, 32 (2) : 201-210
- Dhanda SS, Sethi GS, Behl RK 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. Journal of Agronomy and Crop Science, 190: 6-12.
- Ellis RH, Roberts EH 1980. Towards a rational basis for seed testing seed quality. ( P. Hebblethwaite Editör). In: Seed Production. Butterworths, London, pp.605-635.
- Gürbüz A, Kaya M, Türkan AD, Kaya G, Kaya MD, Çiftçi CY 2009. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1) : 69-74
- Ista 1996. International rules for seed testing. rules. Seed Science and Technology 24. Supplement.
- Kaya MD, Okçu G, Atak M, Çıkılı Y, Kolsarıcı Ö 2006. seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L). European Journal of Agronomy, 24 : 291-295
- Khayatnezhad M, Gholamin R 2011. effects of water and salt stresses on germination and seedling growth in two durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes. Scientific Research and Essays, 6 (21): 4597-4603.
- Khodarahmpour Z 2011. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) on germination indices in corn (*Zea mays* L.) hybrids. African Journal of Biotechnology, 10 (79) : 18222-18227
- Kutlu İ 2010. Tahıllarda Kuraklık Stresi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 3(1): 35-41.
- Küçükerbaş, E, Özkan B, Kaplan A, Aslan NB (1997). Lipyra çimi (*Phyla Nodiflora* L.) Bitkisinin İzmir Koşullarında Optimum Su Gereksinimi Ile Basılmaya Dayanımının Saptanması Üzerine Araştırmalar. Turkish Journal of Agriculture And Forestry, 21, 469-474.
- Okçu G, Kaya MD, Atak M 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 29 : 237-242
- Öztürk NZ 2015. Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(5): 307-315.
- Örs S, Ekinci M, 2015. Kuraklık Stresi ve Bitki Fizyolojisi. Derim, 32 (2):237-250.
- Radhouane L 2007. Response of tunisian autochthonous pearl millet (*Pennisetum glaucum* L. R. Br.) to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. African Journal of Biotechnology 6 (9) : 1102-1105
- Rouhi HR, Aboutalebian MA, Sharif-Zadeh F 2011. Effects of hydro and osmopriming on drought stress tolerance during germination in four grass species. International Journal of Agri. Science, 1(2): 701-774
- Wang YR, Yu L, Nan ZB, Liu YL 2004. vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. Crop Science, 44 (2) : 535-541.
- Yazıcı N, Dönmez Ş, Şahin CK, 2014. Isparta Kenti Peyzaj Düzenlemelerinde Kullanılan Bazı Bitkilerin Kurakçıl Peyzaj Tasarımı Açısından Değerlendirilmesi. Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 2014, 14 (2) 199-208
- Yılmaz Ş, Hurmanlı İ 2016 Akdeniz bölgesinde bozulmuş çim alanlarında üstten tohumlamanın çim kalitesine etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 25 (Özel sayı-2): 246-252
- Yılmaz Ş, Hurmanlı İ, Yılmaz MB 2018. Çim Alanlarında Üstten Tohumlamanın Mevsimsel Çim Kalitesine Etkisi, MKÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi 23(1):97-105
- Yüksel N, 2013. Çim alanların faydaları. avrupaparkbahceler.com/makale.php. Erişim tarihi: 13.05.2020
- Zhang Q Yang L Rue K 2018. Differences in seedling growth of 23 creeping bentgrass cultivars under polyethylene glycol-induced drought conditions, Horttech, 28(3): 327-331.

## Çapakçur Vadisi (Bingöl) Buğdaygil (Poaceae) Florası

Lütfi-BEHÇET<sup>1</sup>, Yakup-YAPAR<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Biology, Faculty of Science and Art, Bingöl University, 12000, Bingöl, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8334-7816>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5298-0085>

✉: [yyapar25@gmail.com](mailto:yyapar25@gmail.com)

### ÖZET

Bingöl, bitki çeşitliliği konusunda çalışmaların oldukça yetersiz olduğu bir ildir. Bu çalışmada, Bingöl Çapakçur Vadisi Buğdaygil (Poaceae) familyası florası verilmiştir. Tespit edilen taksonların yayılışları ile Türkiye ve komşu ülke florasında verilen betimlemelere göre 26 taksonda varyasyon belirlenmiştir. Bu taksonlardan özellikle *Alopecurus arundinaceus* türünde stolon yapısının bulunması, hem Türkiye hem komşu ülke florasında verilen betimlemelerden farklılık göstermektedir. Yapılan çalışmalar ve teşhisler sonucunda, araştırma sahasından 59 cinse ait toplam 151 takson (104 tür, 39 alttür ve 8 varyete) tespit edilmiştir. 2015 yılında Bingöl'den toplanıp; bilim dünyasına kazandırılmış olan *Pseudophleum anatolicum* ve 2019 yılında tanımlanan *Pilgerochloa major* türleri sadece Bingöl'den bilinen dar yayılışlı endemikler olup; araştırma alanında da yetiştiği belirlenmiştir. Çalışmada belirlenen taksonların 10 adedi endemik (%6.62) ve 26 adedi B8 karesi için yeni kayıttır. Çapakçur Vadisi Poaceae florasını oluşturan taksonların 29 adedi (%19.21) İran-Turan, 20 adedi (%13.24) Avrupa-Sibirya ve 9 adedi (%5.96) Akdeniz fitocoğrafik bölge elementidir. Geriye kalan taksonlar ya çok bölgeli veya fitocoğrafik bölgesi bilinmeyenlerdir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 22.08.2020

Kabul Tarihi : 02.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Bingöl

Poaceae (Gramineae)

buğdaygil

biyoçeşitlilik

## The Grasses (Poaceae) Flora of Çapakçur Valley (Bingöl)

### ABSTRACT

Bingöl is a province where studies on plant diversity are quite insufficient. In this study, Bingöl Çapakçur Valley Grasses (Poaceae) family flora was presented. Variations were determined in 26 taxa of this area based on the distribution in identified taxon descriptions given in Turkey and in neighboring countries flora. The presence of this kind of stolon structure, in particular *Alopecurus arundinaceus* taxa differ from descriptions given in both Turkey and neighboring countries flora. As a result of the sample collection studies and identifications, a total of 151 taxa (104 species, 39 subspecies and 8 varieties) belonging to 59 genera were determined from the research area. Collected from Bingöl in 2015; *Pseudophleum anatolicum* and *Pilgerochloa major* species, which were introduced to the world of science, were narrow spread endemics known only from Bingöl and it were determined in the study field. Overall, 10 of the taxa determined in the study were endemic (6.62%) and 26 were new records for the B8 square. Çapakçur Valley Poaceae Flora constituted of 29 of the taxa (19.21%) of Iran-Turan, 20 (13.24%) of European-Siberian and 9 (5.96%) of Mediterranean phytogeographical region elements. The remaining taxa were either multi-regional or unknown of phytogeographical region.

### Research Article

#### Article History

Received : 22.08.2020

Accepted : 02.10.2020

#### Keywords

Bingöl

Poaceae (Gramineae),

Grasses

biodiversity

**Atf İçin:** Behçet L, Yapar Y 2021. Çapakçur Vadisi (Bingöl) Buğdaygil (Poaceae) Florası. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 539-553. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.784144>.

**To Cite:** Behçet L, Yapar Y 2021. The Grasses (Poaceae) Flora of Çapakçur Valley (Bingöl). KSU J. Agric Nat 24 (3): 539-553. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.784144>.

### GİRİŞ

Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat bölümünde yer

alan Bingöl; doğusunda Muş, kuzeyinde Erzurum ve Erzincan, batısında Tunceli ve Elazığ, güneyinde ise

Diyarbakır illeri ile çevrilidir. Doğu Anadolu bölgesi ile Güneydoğu Anadolu bölgesi arasındaki bir geçiş kuşağında yer alan Bingöl; sahip olduğu ekolojisi ile çevresindeki illere göre farklı özelliklere sahiptir. Örneğin; güneyindeki Diyarbakır'da yıllık yağış miktarı 486.7 mm, kuzey komşusu Erzurum'da 432 mm ve batı komşusu Elazığ'da 412 mm iken; Bingöl'de yıllık yağış miktarı 946.5 mm'dir. Buna göre Bingöl, çevresindeki illerin aldığı yağışın 2 mislinden daha fazla yağış almaktadır. Karadeniz'e olan mesafesi (kuşuçuşu) yaklaşık 220 km olan Bingöl'e düşen yıllık yağış miktarı, Karadeniz bölgesindeki bazı illerden de fazladır (Çizelge 1). Diğer taraftan güneyden gelen sıcak iklim etkisi de Bingöl ekolojisinin oluşumunda önemli etkiye sahiptir.

Araştırma alanı Çapakçur Vadisi; Bingöl şehir merkezinden batıya doğru Palu (Elazığ) ilçe sınırına kadar uzanan, yaklaşık 50 km uzunluk ve 30 km genişlikte olan, deniz seviyesine göre 2000 metreyi

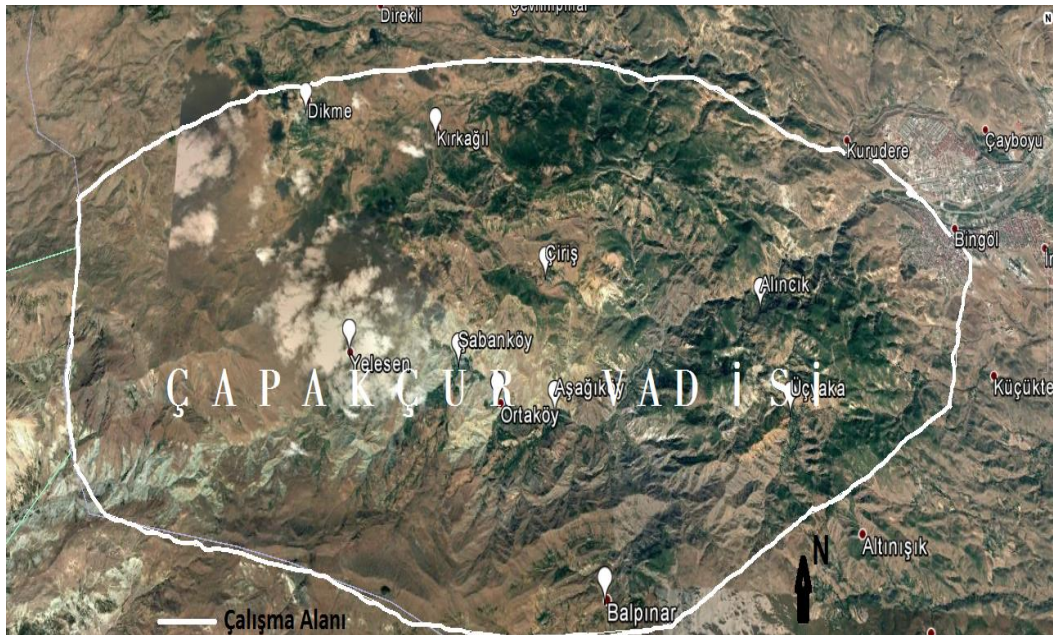
aşan yükseltilere sahip, son derece engebeli bir vadidir (Şekil 1). Orman örtüsünün aşırı tahrip edildiği Yelesen ve Balpınarı (Matan) köylerinde, eğim ve erozyonun da etkisiyle ağaçsız çıplak kayalıkların hakim olduğu fizyonomi oluşmuştur (Şekil 2).

Bitki çeşitliliği yeterince araştırılmamış olan Bingöl'de 2015 yılından günümüze kadar yapılan yoğun çalışmalar sonucu 2'si Poaceae familyasından olmak üzere toplam 6 bitki türü bilim dünyasına "yeni tür" olarak tanıtılmıştır (Doğan ve ark., 2015; Behçet ve İlçim 2015; Duran ve ark., 2015; İlçim ve Behçet, 2016; Behçet ve ark., 2017; Doğan ve Behçet, 2019). Tanımlanan bu 6 lokal endemik türden 5'inin Çapakçur Vadisinde yetiştiği tespit edilmiştir.

Sahip olduğu toplam takson sayısı bakımından dünyanın beşinci familyası olan Poaceae; Türkiye florasının dördüncü büyük familyasıdır (Ersoy ve ark., 2019). İnsan ve hayvan beslenmesinde temel besin kaynağı olan bir çok cins (*Hordeum* L., *Oryza* L.,

Çizelge 1. Bingöl ve Bingöl'e komşu iller (Elazığ, Diyarbakır, Erzurum) ile Trabzon iline ait toplam yağış (P), en sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalamaları (M) ve en soğuk ayın minimum sıcaklık ortalamaları (m)  
Table 1. Belonging to Bingöl and neighboring provinces (Elazig, Diyarbakir, Erzurum) and Trabzon province; averages of total precipitation (P), maximum temperature averages of the hottest month (M) and minimum temperature averages of the coldest month (m)

İSTASYON (STATION)	Toplam yıllık yağış miktarı (Total annual precipitation (P) mm)	En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması (Maximum temperature average of the hottest month (M)°C)	En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması, (Minimum temperature averages of the coldest month (m)°C)
BİNGÖL	946.5	34.6	-6.1
ELAZIĞ	412	34.3	-4
DİYARBAKIR	486.7	38.5	-2.5
ERZURUM	432	27.2	-14
TRABZON	820.6	26.8	4.3



Şekil 1. Çalışma alanının haritası  
Figure 1. Map of the study area





Şekil 2. Çapakçur Vadisinde ormanın tahrip edildiği ve erozyona maruz kalan kesimden bir görünüm

Figure 2. A view from the section where the forest was destroyed and exposed to erosion in the Çapakçur valley.

*Panicum* L., *Saccharum* L., *Secale* L., *Triticum* L., *Zea* L. ) içeren familya, sadece ekonomik değil, aynı zamanda ekolojik açıdan da büyük öneme sahiptir. Son yıllarda tanımlanan yeni taksonlar göstermektedir ki, Türkiye Poaceae florası henüz tam olarak belirlenmemiştir. Bu çalışmada, Türkiye Poaceae florasına taksonomik ve korolojik bakımdan katkı sağlamak amaç edinilmiştir.

#### MATERYAL ve METOT

Çalışma materyalini 2011-2020 yılları arasında Çapakçur Vadisinde (Bingöl) yapılmış arazi çalışmaları esnasında toplanan Poaceae örnekleri oluşturmaktadır. Herbaryum materyali haline getirilen örneklerin teşhisinde büyük ölçüde *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, *Flora of the U.S.S.R.*, *Flora of Iraq*, *Flora Iranica* ve *Flora Europaea*'nın ilgili ciltlerinden de faydalanıldı (Rozhevits ve Shishkin, 1963; Bor, 1968; 1970; Tutin, 1977; Davis ve ark., 1985). Ayrıca bazı taksonların teşhisinde Cabi ve ark., (2011), Doğan ve ark., (2015) ve Doğan ve Behçet (2019)'in çalışmalarından da faydalanılmıştır. Çalışmada takson listesi alfabetik olarak verilmiştir. Listede; türün Latince adı, otörü, Türkçe adı, toplanma adresi (köy, mahalle, mevki), habitat, yükseklik, toplama tarihi, toplayıcı adı ve numarası verilmiştir. Tekrardan kaçınmak için, adreslerin baş kısmına "Bingöl, Çapakçur Vadisi" yazılmamıştır. Endemik ise "end." kısaltması, belli ise fitocoğrafik bölgesi ve B8 karesi için yeni olan takson isimleri başına "\*" işareti koyulmuştur. B8 karesi için yeni taksonların belirlenmesinde ilgili yayınlardan

faydalanılmıştır (Behçet ve ark., 2014; Sinan ve Behçet, 2014; Yıldırım, 2017; Yapar ve Behçet, 2018). Bazı taksonların varyasyon gösteren yapıları ile ilgili açıklamalar taksonun altında belirtilmiştir (varyasyonlar verilirken yazılan Türkiye florası ifadesinden kasıt *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* eserin ilgili cildidir). Verilen taksonlara ait örnekler; Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Herbaryumunda (BIN) saklanmaktadır. Bitkilerin endemizm durumları, yazar isimleri ve Türkçe isimleri *Türkiye Bitkileri Listesi* (Cabi ve Doğan, 2012) adlı eserden kontrol edilmiştir. Endemik bitkilerin tehlike kategorileri Ekim ve ark., 2000; Doğan ve ark., 2015; Doğan ve Behçet 2019 çalışmalarından faydalanılarak verilmiştir.

#### BULGULAR

1. *Aegilops biuncialis* Vis. / ikikılçık  
Aşağıköy-Ortaköy arası, orman açıkları, 1680 m, 16.06.2020, Behçet & Yapar 18511.
2. *A. columnaris* Zhukovsky / kıl buğday  
Aşağıköy'e 1 km kala, yolun solundaki vadi, bozkır, 1600 m, 28.07.2019, Behçet & Yapar 17747, İran-Turan.
3. *A. cylindrica* Host / kirpikli ot  
Bingöl Üniv. Fen-Edebiyat Fakültesi önü, nemli alan, 1100-1150 m, Behçet 7714, İran-Turan.
4. *A. neglecta* Req. ex Bertol. / tüylü buğday  
Üçyaka-Balpınarı köyleri arası, ca. 2. km, orman açıkları, 1650-1700 m, 23.06.2019, Behçet & Yapar 16896, Akdeniz.

5. ***A. triuncialis*** L. subsp. ***triuncialis*** / üçkılçık  
Alıncak-Aşağıköy arası, mezarlık civarı, yol kenarları,  
1413 m, 17.06.2020, Behçet & Yapar 18596.
6. ***A. umbellata*** Zhuk. / hanım buğdayı  
Bingöl merkez, mezarlık batısı, taş ocağı yol ayrımı,  
orman açıkları, 1200-1300 m, 22.05.2018, Behçet &  
Yapar 15018, İran-Turan.
7. ***Agrostis canina*** L. / kadife tavusotu

Yelesen köyü güneyi, Metan Dağı, bozkır yamaçlar,  
1900 m, 10.08.2019, Behçet 10358; Yelesen köyü  
kuzeybatısı, yayla yolu 4. km, kayalık yamaçlar, 2275  
m, 02.07.2018. Behçet & Yapar 15534, Avrupa-Sibirya.  
***Panicula uzunluğu 22.5 cm'ye varıyor (Türkiye  
florasında 3.5-11 cm), Panikula Bıranşlar 4.5 cm'ye  
varıyor (Türkiye florasında c. 3 cm)*** (Şekil 3).



Şekil 3. *Agrostis canina* genel görünüşü  
Figure 3. *Agrostis canina* general view

8. ***A. gigantea*** Roth / koca tavusotu  
Alıncak-Aşağıköy arası, 10. km, dere kenarı, 1410 m,  
08.07.2018, Behçet & Yapar 15779, Avrupa-Sibirya.

***Yaprak aya uzunluğu 40 cm'ye varıyor (Türkiye  
florasında 3.5-20 cm), infloresans boyu 32 cm (Türkiye  
florasında 28 cm'ye varıyor).***

9. ***A. olympica*** (Boiss.) Bor / ulu tavusotu  
Yelesen köyü yayla yolu, 4. km, dere kenarları, 20150 m, 28.06.2019, Behçet & Yapar 17000, Avrupa-Sibirya.

10. ***A. stolonifera*** L./ tavusotu  
Alıncak-Aşağıköy arası, bahçe kenarları, 1440 m, 27.07.2019, Behçet & Yapar 17696, Avrupa-Sibirya.

11. ***Alopecurus arundinaceus*** Poir. / kamış tilkikuyruğu  
Yelesen köyü yayla yolu, 4. Km, dere kenarları, 2150 m, 28.06.2019, Behçet & Yapar 17025; Yelesen köyü yaylası, dere kenarı, 2200 m, 21.07.2019, Behçet & Yapar 17645 Avrupa-Sibirya.

**Bingöl'den toplanılan Behçet & Yapar 17645 nolu *A. arundinaceus* örnekleri stolon bulundurmaktadır (Şekil 4). Nod sayısı 3-4 adet (Türkiye florasında 2), yaprak aya uzunluğu 22 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 2.5-4.5 cm).**



Şekil 4. *Alopecurus arundinaceus* örneklerinde stolon yapısı

Figure 4. Stolon structure in *Alopecurus arundinaceus* specimens

12. ***A. aucheri*** Boiss. / kaba tilkikuyruğu  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 3. km, bozkır, 1900-2000m, 23.06.2018, Behçet & Yapar 15368a, İran-Turan.

13. ***A. myosuroides*** Huds. subsp. *myosuroides* / tarla tilkikuyruğu  
Bingöl Üniv. lojmanları çevresi, bozkır, 1100-1150 m, 08.10.2013, Behçet 9160, Avrupa-Sibirya.

14. ***A. textilis*** Boiss. subsp. *textilis* / saçaklı tilkikuyruğu

Yelesen köyü batısı, kayalık-bozkır alanlar, 2166 m, 16.05.2019, Behçet & Yapar 16509, İran-Turan.

15. ***Apera intermedia*** (L.) P.Beauv / puslu ipekçimi

Bingöl merkez, Saray mah, Çapakçur Çayı kenarı, 1100 m, 29.05.2019, Behçet & Yapar 20154.

16. ***Arrhenatherum elatius*** (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Pres subsp. *elatius* / çayır yulafı  
Alıncak köyü yolu (Bingöl Mirzan mahallesine giden yol) 3. km, orman içi, 1400 m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15171, Avrupa-Sibirya.

17. ***A. kotschyi*** Boiss. / kısa çayıryulafı  
Alıncak köyüne 2 km kala (Bingöl Mirzan mahallesine giden yol), bozkır yamaçlar, 1430-1450 m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15214, İran-Turan.

18. ***Avena sterilis*** L. subsp. *ludoviciana* (Durieu) Gillet & Magne / şifan

Bingöl merkez, Saray mah, Çapakçur Çayı kenarı, 1100 m, 29.05.2019, Behçet & Yapar 20152.

19. ***Bothriochloa ischaemum*** (L.) Keng / sakalotu  
Alıncak-Aşağıköy arası 10. km, orman içi ve açıkları, 1400-1500 m, 07.07.2018, Behçet & Yapar 15734.

**Bitki boyu 120 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 30-90 cm), yaprak ölçüleri 25 cm x 4.5 mm'ye varıyor (Türkiye florasında 7.5-18 cm x 1-2 mm), yaprak ayası uzun piloz tüylü (Türkiye florasında küçük scabriduloz deniyor), infloresansda rasem sayısı 11'e varıyor (Türkiye ve Irak florasında 2-8) (Şekil 5).**



Şekil 5. *Bothriochloa ischaemum* rasem sayısı

Figure 5. Number of *Bothriochloa ischaemum* racemes

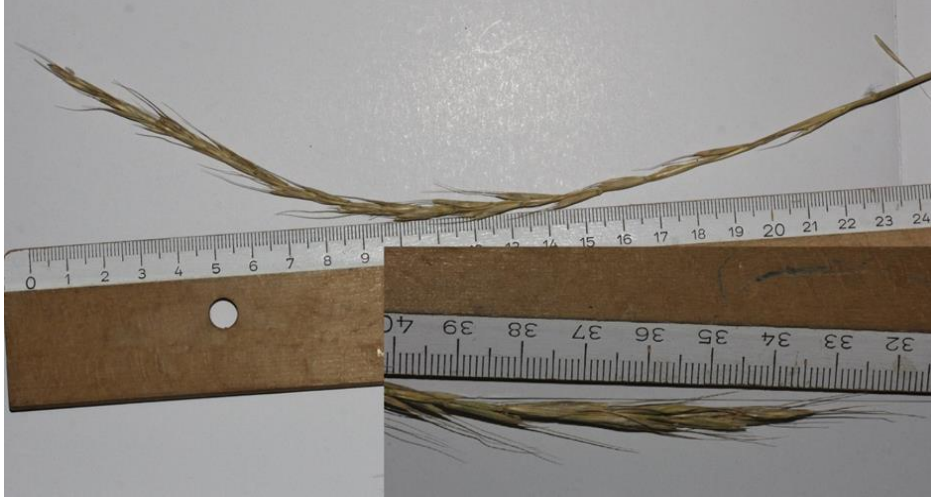
20. ***Brachypodium sylvaticum*** (Huds.) P.Beauv. / kuru kılcanı (Şekil 6)

Aşağıköy güney doğusu, vadi içi, bozkır, 1595 m, 05.08.2018, Behçet & Yapar 16144, Avrupa-Sibirya.

**Spikelet sayısı 23'e varıyor (Türkiye florasında 6-12), Rasem boyu 24 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 3-20 cm), Gövde bütünü ile geriye dönmüş tüylü (Türkiye florasında sadece nodlar tüylü), Spikelet boyu 45 mm'ye varıyor (Türkiye florasında 15-35 mm), lemma kılıçık boyu 27 mm'ye varıyor (Türkiye florasında 7-13 mm)**

21. **Briza humilis** M. Bieb. / kadındili  
Aşağıköy'e 1 km kala, yolun solundaki vadi, bozkır,  
1600 m, 28.07.2019, Behçet & Yapar 17747a.
22. **Bromus armenus** Boiss. / acem kılcanı

Şaban köyü güneyi, kayalık yamaçlar, 2110 m,  
12.06.2019, Behçet & Yapar 16588; Yelesen köyü  
batısı, bozkır yamaçlar, 2300 m, 28.06.2019, Behçet &  
Yapar 17128, **end.** İran-Turan.



Şekil 6. *Brachypodium sylvaticum* rasem yapısı  
Figure 6. *Brachypodium sylvaticum* racem structure

23. **B. arvensis** L. / tarla kılcanı  
Aşağıköy'e 1-2 km kala, güneye doğru uzanan vadi,  
orman açıkları, 1480 m, 06.07.2019, Behçet & Yapar  
17270; Bingöl il merkezi doğusu, Çapakçur Vadisi,  
bozkır, 1044 m, 07.06.2020 Behçet & Yapar 18393.  
**Yaprak ölçüleri 30 x 10 mm'ye varıyor (Türkiye  
florasında 7-20 x 3-6 mm)**

24. **B. danthoniae** Trin. subsp. *danthoniae* /  
ibubukotu  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 3. km, bozkır, 1900-  
2000m, 23.06.2018, Behçet & Yapar 15368; Yelesen  
köyü doğusu, dere kenarları, 1650 m, 26.06.2014,  
Behçet 10005.

**Spikelet boyu 45 mm'ye varıyor (Türkiye florasında 10-  
40 mm), alt gluma uzunluğu 9.5 mm'ye varıyor, üst  
gluma 12 mm'ye varıyor (Türkiye florasında alt gluma  
6-8 mm, üst gluma 7-9 mm), Anter boyu 1.8-2 mm  
(Türkiye florasında c.1.5 mm), lemmanın kılçık  
uzunluğu 21 mm'ye varıyor (Türkiye florasında 5-15  
mm).**

25. **B. erectus** Huds. / dik brom  
Çirişli köyü kuzeyi, bozkır yamaçlar, 1750-1900 m,  
31.06.2014, Behçet 9604.

**Spikelet boyu 47 mm'ye varıyor (Türkiye florasında 15-  
35 mm), lemma boyu 19 mm, kılçık 15 mm'ye varıyor,  
(Türkiye florasında lemma boyu 10-15, kılçık 3-8 mm).**

26. **\*B. hordeaceus** L. subsp. *thominii* (Hardouin)  
Maire & Weiller / kum kılcanı

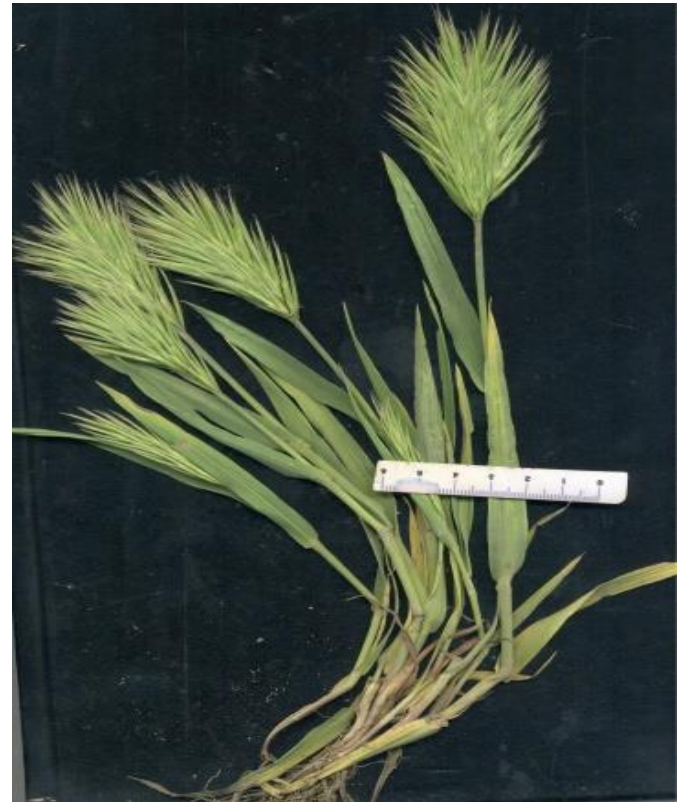
Topalan köyünün 2 km güneyi, dere kenarı, 1800-1850  
m, 20.06.2017, Behçet 12194, Akdeniz.

**Bu takson şimdye kadar Türkiye'de sadece  
Zonguldak'tan (A3 karesinden) bilinmekteydi.**

27. **B. japonicus** Thunb. subsp. *anatolicus* (Boiss.  
& Heldr.) Penzes / aniyetotu

Bingöl merkez, mezarlık batısı, taş ocağına giderken,  
3-4. km,bozkır, 1200 m, 25.05.2013, Behçet 8780.

28. **B. japonicus** Thunb. subsp. *japonicus* / iyeotu  
Alıncak köyüne 2 km kala (Bingöl Mirzan mahallesine  
giden yol), bozkır yamaçlar, 1430-1450 m, 06.06.2018,  
Behçet & Yapar 15213.



Şekil 7. *Bromus pumilio* genel görünüş  
Figure 7. General view of *Bromus pumilio*

29. *B. lanceolatus* Roth / kılıç bromu  
Topalan köyü güneyi, orman içi ve açıkları, 1550-1650 m, 09.06.2012, Behçet 7947.
30. *\*B. pumilio* (Trin.) P.M.Sm. / bodur kılcan (Şekil 7)  
Şaban köyü kuzeybatısı, bozkır, 1500-1600 m, 30.05.2018, Behçet & Yapar 15123.  
**Yaprak genişliği 10 mm'ye varıyor (Türkiye florasında 2-5 mm)**
31. *B. scoparius* L. / ibubuk ekini  
Bingöl merkez, mezarlık batısı, taş ocağı yol ayrımı, orman açıkları, 1200-1300 m, 22.05.2018, Behçet & Yapar 15001.
32. *B. sterilis* L. / sağır ilcan  
Bingöl merkez, mezarlık batısı, taş ocağı yol ayrımı, orman açıkları, 1200-1300 m, 22.05.2018, Behçet & Yapar 15019.
33. *B. tectorum* L. / kır bromu  
Şaban köyü kuzeybatısı, bozkır, 1500-1600 m, 30.05.2018, Behçet & Yapar 15042.
34. *B. tomentellus* Boiss. subsp. *tomentellus* / bozkır bromu  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 3. km, bozkır, 1900-2000m, 23.06.2018, Behçet & Yapar 15382, İran-Turan.
35. *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth / bekarotu  
Alıncak-Aşağıköy arası 10. km, dere kenarı, 1410 m, 08.07.2018, Behçet & Yapar 15799, Avrupa-Sibirya.
36. *C. pseudophragmites* (Haller f.) Koeler / sazçimi  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 4-5. km, yol kenarı, nemli alanlar, 2150 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15669, Avrupa-Sibirya.
37. *Catabrosa aquatica* (L.) P.Beauv. / çipil  
Alıncak köyü, yol kenarı, nemli alan, 1350 m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15270; Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 4. km, dere kenarı, 2050 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15586.  
**Panikula 32 cm uzunluğunda (Türkiye florasında (5-7-23(-26) cm).**
38. *Crypsis acuminata* Trin. subsp. *acuminata* / sivri bakakotu  
Üçyaka-Balpınar (Metan) köyleri arası, Haziran köyü yol ayrımı, bozkır, 1840 m, 08.08.2018, Behçet & Yapar 16242.
39. *C. acuminata* Trin. subsp. *borszczowii* (Regel) Kit Tan /sivri bakakotu (Şekil 8)  
Ortaköy kuzeyi, nemli yerler, 1559 m, 14.07.2020, Behçet & Yapar 18930, İran-Turan.
40. *C. alopecuroides* (Piller & Mitterp.) Schard. / dere bakakotu  
Balpınarı eski köy yolu, 1. km, yol kenarı, 1770 m, 29.08.2019, Behçet & Yapar 18027.
41. *C. schenoides* (L.) Lam. /bakakotu  
Bingöl merkez, mezarlık batısı, yol kenarları, 1150-1200 m, 19.07.2020, Behçet & Yapar 18990.  
**Paleada damar belli değil (Türkiye florasında 2**

**damarlı deniyor)**

42. *Cynodon dactylon* (L.) Pers var. *villosus* Regel / köpekdişi  
Aşağı köy güney doğusu, vadi, bozkır, 1595 m, 05.08.2018, Behçet & Yapar 16174.
43. *\*Cynosurus cristatus* L. / tarakotu  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 4. km, dere kenarı, 2050 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15567, Avrupa-Sibirya.



Şekil 8. *Crypsis acuminata* subsp. *borszczowii* genel görünüm

Figure 8. *Crypsis acuminata* subsp. *borszczowii* general view

44. *Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman / kıllı domuzayrığı  
Şaban köyü kuzeybatısı, bozkır, 1500-1600 m, 30.05.2018, Behçet & Yapar 15059.
45. *Deschampsia caespitosa* (L.) P.Beauv. / çayırşacı  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 2. km, çayır, 1925 m, 23.06.2018, Behçet & Yapar 15426.
46. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. / kızıl çatalotu  
Bingöl Üniv. lojmanları çevresi, nemli alan, 1100-1150 m, 08.10.2013, Behçet 9170;  
Bingöl, Uydükent mah., yol ve bahçe kenarları, 1150 m, 05.07.2020, Behçet & Yapar 19087  
**Bitki boyu 118 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 20-60 cm), yaprak genişliği 13 mm (Türkiye florasında 9 mm'ye varıyor). Rasem boyu 19.5 cm ye varıyor (Türkiye florasında 3-15 cm deniyor), Rasem sayısı 7-10 adet (Türkiye florasında 3-7)**
47. *Echinaria capitata* (L.) Desf. / dikenbaşotu  
Şaban köyü kuzeybatısı, bozkır, 1500-1600 m, 30.05.2018, Behçet & Yapar 15078a.
48. *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv. / darıcan  
Aşağı köy güney doğusu, dere kenarları, 1462 m,

05.08.2018, Behçet & Yapar 16184, Bingöl Üniv. lojmanları çevresi, nemli alan, 1100-1150 m, 08.10.2013, Behçet 9161.

49. *E. chinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch / kara cinnek

Bingöl, UyduKent mah., yol ve bahçe kenarları, 1150 m, 28.07.2020, Behçet & Yapar 19088.

50. *\*Eleusine indica* (L.) Gaertner / kazotu

Bingöl, UyduKent mah., yol ve bahçe kenarları, 1150 m, 18.08.2019, Behçet & Yapar 18055, Bingöl Üniv. lojman çevreleri, nemli alan, 1100-11500 m, 06.11.2013, Behçet 9281.

51. *Elymus elongatiformis* (Drobow) Assadi / tarla ayrığı

Alıncak köyüne 1 km kala (Bingöl, Mirzan mahallesine giden yol), orman açıkları, 1350-1400 m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15249, İran-Turan.

52. *\*E. elongatus* (Host) Runemark subsp. *elongatus* / putaotu

Aşağıköy güneyi, vadi, nemli dere kenarları, 1400 m, 20.07.2020, Behçet & Yapar 19040.

53. *\*E. elongatus* (Host) Runemark subsp. *ponticus* (Podp.) Melderis / çayırputası

Yelesen köyü güneyi, çayır, ekili alan çevresi, 1825 m, 11.08.2018, Behçet & Yapar 16360.

54. *\*E. elongatus* (Host) Runemark subsp. *salsus* Melderis / çorak putaotu

Ortaköy kuzeyi, bozkır, 1600 m, 15.07.2020, Behçet & Yapar 18944, end.

**Sadece Kayseri'den biliniyor (B4-B5)**

55. *E. elongatus* (Host) Runemark subsp. *turcicus* (McGuire) Melderis / puslu putaotu

Şaban köyü kuzeybatısı, bozkır, 1500-1600 m, 30.05.2018, Behçet & Yapar 15078; Yelesen köyü cami doğusu, bahçe kenarı, 1805 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15713.

56. *\*E. erosiglumis* Melderis / özge buğday

Alıncak köyü güneyi, orman açıkları, 1440 m, 15.07.2018, Behçet & Yapar 15848, end. İran-Turan.

57. *E. hispidus* (Opiz) Melderis subsp. *barbulatus* (Schur) Melderis / ilamuk

Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 3. km, bozkır, 1900-2000m, 23.06.2018, Behçet & Yapar 15366.

58. *E. hispidus* (Opiz) Melderis subsp. *hispidus* / elimotu

Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 5-6. km, yol ayrımı, bozkır, 2060 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15520.

**Yaprak aya genişliği 9 mm (Türkiye florasında 2-6 mm).**

59. *\*E. hispidus* (Opiz) Melderis subsp. *podpyrae* (Nabelek) Melderis / gavur elimotu

Aşağı köye 1-2 km kala, vadi içi, orman açıkları, 1480 m, 06.07.2019, Behçet & Yapar 17269.

60. *E. panormitanus* (Parl.) Tzvelev / koru buğdayı

Alıncak köy yolu (Bingöl Mirzan mahallesine giden yol), 3. km, orman içi, 1400 m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15172, Akdeniz.

61. *E. repens* (L.) Gould / sabankıran

Şaban köyü yayla yolu, 2. km., çayır alanlar, 2071 m, 19.07.2018, Behçet & Yapar 16041.

62. *\*E. transhyrcanus* (Nevski) Tzvelev / geliş Şaban köyü yaylası doğusu, nemli yamaçlar, 2176 m, 18.07.2018, Behçet & Yapar 15931.

**Erzurum (A8) ve Hakkari (C10) illerinden yayılışı biliniyor.**

63. *\*Eragrostis barrelieri* Daveau /salkım yulaf Bingöl merkez, eski otogar doğusu, yol kenarları, 1112 m, 05.08.2020, Behçet & Yapar 19104.

64. *E. minor* Host / bodur yulaf Bingöl merkez, Bahçelievler mahallesi, yol kenarı, 1186m, 29.08.2019, Behçet & Yapar 18050.

65. *E. pilosa* (L.) P.Beauv. / kılı yulaf Bingöl Üniv. Fen-Edebiyat Fakültesi önü, nemli alan, 1100-1150 m, 09.07.2013, Behçet 9083, Bingöl Üniv. kampüsü, nemli alan, 1100-1150 m, 11.09.2017, Behçet 12455.

**Bitki boyu 75 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 8-50 cm), panikula branşları skabrit (Türkiye florasında skabrit değil-düz), yaprak aya boyu 19 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 15 cm'ye varıyor).**

66. *Eromopoa altaica* (Trin.) Roshev. / dağ salkımı Üçyaka-Balpınarı köyleri arası, 3-4. km, vadi içi, nemli alan, 1800 m, 23.06.2019, Behçet & Yapar 16942, İran-Turan.

67. *E. multiradiata* (Trautv.) Roshev. / dere salkımı

Alıncak-Aşağıköy arası 10. km, yolun solundaki vadi, orman içi ve açıkları, 1578 m, 13.07.2019, Behçet & Yapar 17377, İran-Turan.

68. *\*Festuca adanensis* Markgr. /adana yumağı Bingöl merkez, UyduKent mah., yol ve bahçe kenarları, 1150 m, 05.07.2020, Behçet & Yapar 18897, end.

69. *F. arundinaceae* Schreb. subsp. *arundinaceae* / kamış yumağı

Bingöl Üniv. lojmanları çevresi, nemli alan, 1100-1150 m, 18.11.2013, Behçet 9308.

70. *F. brunnescens* (Tzvelev) Galushko / esmer yumak

Yelesen köyü batısı, güneye bakan bozkır yamaçlar, 2350m, 28.06.2019, Behçet & Yapar 17069, İran-Turan.

71. *F. chalcophaea* Krecz. & Bobrov subsp. *chalcophaea* / çayır yumağı

Şaban köyü güneyi, 3-4. km, bozkır yamaçlar 2110 m, 12.06.2019, Behçet & Yapar 16566, İran-Turan.

72. *\*F. gigantea* (L.) Vill. / koca yumak Alıncak-Aşağıköy arası, 10. km, orman içi ve açıkları, 1400-1500 m, 07.07.2018, Behçet & Yapar 15724, Avrupa-Sibirya.

73. *F. pratensis* Huds. / çayır yumağı Aşağı köye 1-2 km kala, güneye doğru uzanan vadi, dere kenarları, 1450 m, 06.07.2019, Behçet & Yapar 17234.

74. *Gaudiniopsis macra* (M.Bieb.) Eig var. *macra* / som yulaf

Bingöl merkez, Mirzan mahallesine giderken, Alıncak

köyü yol ayrımı, orman açıkları, 1400-1450 m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15264; Bingöl merkez, Çapakçur Vadisi, dere kenarları, 1100 m, 12.05.2020, Behçet & Yapar 1817, İran-Turan.

**Örnekte üst gluma 3 damarlı (Türkiye ve Irak floralarında 5 damarlı deniyor, Avrupa ve Rusya floralarında 3-5 olabildiği belirtiliyor)**

75. *Glyceria notata* Chevall / kıvrık tatlıçim  
Orta köy güneyi, dere kenarları, 1615 m, 31.07.2019, Behçet & Yapar 17805.

76. *Helictotrichon planiculme* (Schrad.) Pilg. / cimil yulaf

Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 5-6. km, yol ayrımı, bozkır, 2060 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15507; Aşağıköy-Ortaköy arası, orman açıkları, 1680 m, 16.06.2020, Behçet & Yapar 18514 Avrupa-Sibirya.

**Gövde tabanda yuvarlak (Türkiye florasında basık), Nod sayısı 1-3 adet (Türkiye florasında genellikle 1), Yaprak aya uzunluğu 40 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 4-27 cm), spikelet yeşil renkli (Türkiye florasında kahverengi veya menekşe)**

77. *H. pratense* (L.) Pilg. / yamaç yulağı  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 3. km, bozkır, 1900-2000m, 23.06.2018, Behçet & Yapar 15381, Avrupa-Sibirya.

78. *Heteranthelium piliferum* (Sol.) Hochst. ex Jaub. & Spach / çorak arpası

Şaban köyü kuzeybatısı, bozkır, 1500-1600 m, 30.05.2018, Behçet & Yapar 15125, İran-Turan.

79. *Hordeum bulbosum* L. / boncuk arpa  
Şaban köyü kuzeybatısı, bozkır, 1500-1600 m, 30.05.2018, Behçet & Yapar 15112.

80. *\*H. distichon* L. / ikili arpa  
Bingöl merkez, Çapakçur Vadisi, yürüyüş yolu, yamaçlar, 1050-1100 m, 04.06.2014, Behçet 9682, kültür.

81. *H. geniculatum* All. / yatık arpa  
Ortaköy kuzeyi, nemli alanlar, 1559 m, 15.07.2020, Behçet & Yapar 18934, Avrupa-Sibirya.

82. *H. murinum* L. subsp. *glaucum* (Staud.) Tzvelev / duvar arpası  
Bingöl Üniv., Fen-Edebiyat Fakültesi önü, nemli alan, 1100-1150 m, Behçet 7718.

83. *H. murinum* L. subsp. *leporinum* (Link) Arcang. / kılçık arpa  
Bingöl merkez, eski otogar doğusu, yol kenarları, 1112 m, 02.06.2020, Behçet & Yapar 18365, İran-Turan.

84. *H. vulgare* L. / arpa  
Bingöl merkez doğusu, Çapakçur Vadisi, bozkır, 1044 m, 07.06.2020, Behçet & Yapar 18391, kültür.

85. *Koeleria pyramidata* (Lam.) P.Beauv. / kırnal  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 5-6. km, yol ayrımı, bozkır, 2060 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15521, Avrupa-Sibirya.

86. *Lolium multiflorum* Lam. / İtalyan çimi  
Bingöl Üniv. lojmanları çevresi, nemli alan, 1100-1150 m, 18.11.2013, Behçet 9307.

87. *L. persicum* Boiss. & Hohen. / eres çimi

Bingöl Üniv. lojmanları çevresi, nemli alan, 1100-1150 m, 08.10.2013, Behçet 9177, İran-Turan.

88. *L. rigidum* Gaudich var. *rigidum* / sert çim  
Bingöl merkez, Bahçelievler mahallesi batısı, bozkır, 1200-1300 m, 10.05.2014. Behçet 9452.

89. *\*L. temulentum* L. var. *temulentum* /delice çim  
Bingöl merkez doğusu, Çapakçur Vadisi, yol kenarı, bozkır, 1044 m, 07.06.2020 Behçet & Yapar 18411.

90. *Melica persica* Kunth subsp. *jacquemontii* (Decne. ex Jacquem.) P.H.Davis / çayır inciotu

Alıncak köyüne 2 km kala (Bingöl Mirzan mahahellesine giden yol), bozkır yamaçlar, 1430-1450 m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15219, İran-Turan.

91. *Milium vernale* M.Bieb. subsp. *montianum* (Parl.) Trab. / yayla darısı (Şekil 9)  
Alıncak köyüne 1 km kala (Bingöl Mirzan mahahellesine giden yol), orman açıkları, 1350-1400 m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15248, Akdeniz.

**Ligula uzunluğu 8 mm'ye varıyor (Türkiye florasında 2-4 mm), anter boyu 2.3 mm (Türkiye florasında 1.3-1.8 mm), spikelet boyu 3.7 mm'ye varıyor (Türkiye florasında 3-3.3 mm), panikula bransları 8.8 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 3-7cm, Irak Florasında 4-11 cm), yaprak aya uzunluğu (leaf blades) 12.7 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 2-7cm)**

92. *Nardus stricta* L. / kılota  
Yelesen köyü batısı, bozkır yamaçlar, 2350m, 28.06.2019, Behçet & Yapar 17069a.

93. *Oryzopsis holciforme* (M.Bieb.) Hack. subsp. *holciforme* var. *holciforme* / kadife pirinçotu  
Alıncak köy yolu (Bingöl Mirzan mahahellesine giden yol) 3. km, orman içi, 1400 m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15170.

94. *Panicum miliaceum* L. /darı  
Bingöl merkez, UyduKent mah., yol ve bahçe kenarları, 1150 m, 05.07.2020, Behçet & Yapar 18900, kültür.

95. *\*Paspalum distichum* L. / yalan darısı  
Bingöl üniv. Lojmanları çevresi, nemli alan, 1100-1150 m, 08.10.2013, Behçet 9171.

96. *Phalaris arundinaceae* L. / kanyaş  
Orta köy güneyi, dere kenarları, 1615 m, 31.07.2019, Behçet & Yapar 17805a.

97. *\*P. canariensis* L. /kuş yemi (Şekil 10)  
Bingöl merkez, UyduKent mah., yol ve bahçe kenarları, 1150 m, 05.07.2020, Behçet & Yapar 18898, Akdeniz.

98. *Phleum alpinum* L. / alp itkuyruğu  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 4-5 km, yol kenarı, nemli alanlar, 2150 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15665.

99. *P. boissieri* Bornm. / yayla itkuyruğu  
Bingöl merkez, Saray mah., Çapakçur Çayı kenarı, 1100 m, 29.05.2019, Behçet & Yapar 20155, İran-Turan.

100. *P. montanum* K.Koch subsp. *montanum* / dağ itkuyruğu  
Şaban köyü kuzeybatısı, bozkır, 1500-1600 m, 30.05.2018, Behçet & Yapar 15062; Yelesen köyü

batısı, bozkır yamaçlar, 2350m, 28.06.2019, Behçet & Yapar 17134.

101. *P. montanum* K. Koch. subsp. *serrulatum* (Boiss.) Dogan / dişlek itkuyruğu  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 5. km, yamaçlar,

bozkır, 2118 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15624.  
102. *\*P. paniculatum* Huds. subsp. *ciliatum* (Boiss.)  
Doğan / salkım itkuyruğu  
Bingöl Üniv. kampüsü, nemli alan, 1150 m,  
11.04.2018, Behçet 12610, İran-Turan.



Şekil 9. *Milium vernale* subsp. *montianum* genel görünüşü  
Figure 9. *Milium vernale* subsp. *montianum* general view



Şekil 10. *Phalaris canariensis*  
Figure 10. *Phalaris canariensis*

103. *P. pratense* L. / çayır itkuyruğu  
Şaban köyü yaylasına 1 km kala, nemli alan, 2117 m,

19.07.2018, Behçet & Yapar 16020, Avrupa-Sibirya.  
*Panikula uzunluğu 14 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 1-6.2(-11) cm).*

104. *Phragmites australis* (Cev.) Trin. ex Steud. / kamış

Orta köy güneyi, dere kenarları, 1615 m, 31.07.2019,  
Behçet & Yapar 17807a.

105. *Pilgerochloa major* (H.Scholz) Doğan & Behçet  
Bingöl merkez, mezarlık batısı, taş ocağı yolu, 3-4. km  
bozkır, 1200 m, 25.05.2013, Behçet 8814a, **end.**

106. *Poa angustifolia* L. / dar salkımotu  
Bingöl batısı, Mendo tesisleri güneyi, dere kenarı,  
1250-1350 m, 30.05.2015, Behçet 10543.

107. *P. annua* L. / salkımotu  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 4-5 km, yol kenarı,  
nemli alanlar, 2150 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar  
15649.

108. *P. cenisia* All. / uslu salkım  
Üçyaka köyü yolu, 3-4. km, bozkır, 1300-1400 m,  
10.05.2014, Behçet 9511.

109. *P. longifolia* Trin. / ipek salkımotu  
Yelesen köyü doğusu, dere kenarları, 1650 m,  
26.06.2014, Behçet 10005, Avrupa-Sibirya.

110. *P. nemoralis* L. / orman salkımotu  
Alıncak köyü girişi, yol kenarı, 1320 m, 06.06.2018,  
Behçet & Yapar 15291.

111. *P. pratensis* L. / çayır salkımotu (Şekil 11)  
Alıncak köyüne 1 km kala (Bingöl Mirzan  
mahallesine giden yol), orman açıkları, 1350-1400



m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15247, Bingöl merkez, Çapakçur Vadisi, dere kenarları, 1100 m, 12.05.2020, Behçet & Yapar 18171

**Örnekte çiçeksiz sürgün var ve her bir çiçeksiz sürgün 2-3 yapraklı (Türkiye florasında çiçeksiz sürgün yok). Bitkide hem rizom hem de stolon var (Türkiye florasında rizom var, Rusya florasında stolon var deniyor).**



Şekil 11. *Poa pratensis* stolon yapısı  
Figure 11. *Poa pratensis* stolon structure

112. **\**P. sterilis*** M.Bieb. / köse salkımotu  
Alıncak köyüne 2 km kala, bahçe kenarları, 1300-1350 m, 06.06.2018, Behçet & Yapar 15283.

113. ***P. timoleontis*** Heldr. ex Bornm. / gür salkımotu  
Topalan-Çirişli köyleri arası, meşe açıklıkları, 1530-1600 m, 08.05.2012, Behçet 7630. Doğu Akdeniz.

**Yaprak ayası 2 mm genişliğinde (Türkiye florasında 0.3-1 mm).**

114. ***P. trivialis*** L. / kaba salkımotu  
Bingöl merkez, mezarlık batısı, taş ocağı yol ayrımı, orman açıkları, 1200-1300 m, 22.05.2018, Behçet & Yapar 15005; Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 2. km, çayır, 1925 m, 23.06.2018, Behçet & Yapar 15418.

**Örnekte rizom tesbih görünümünde boğumlu yapıdadır (Türkiye florasında bu yapıdan bahsedilmiyor) (Şekil 12).**

115. **\**Polypogon monspeliensis*** (L.) Desf. / hıtır  
Bingöl merkez mezarlık güneyi bozkır yamaçlar, 1150 m, 16.08.2011, Behçet 7345.

116. ***Psathyrostachys fragilis*** (Boiss.) Nevski subsp. ***secaliformis*** Tzvelev / çavdar arpaşı  
Şaban köyü güneyi, 3-4. km, bozkır yamaçlar 2110 m, 12.06.2019, Behçet & Yapar 16574, **end.** İran-Turan.

117. ***P. fragilis*** (Boiss.) Nevski subsp. ***villosus*** Baden / tüylü arpa  
Şaban köyü kuzeybatısı, bozkır, 1500-1600 m, 30.05.2018, Behçet & Yapar 15106, İran-Turan.



Şekil 12. *Poa trivialis* rizom yapısı  
Figure 12. *Poa trivialis* rhizome structure

118. ***Pseudophleum anatolicum*** Doğan, Behçet & A. Sinan / anadolu efeotu

Bingöl il merkezi, mezarlık batısı, 2-3. km, taş ocağı çevresi, bozkır yamaçlar, 1150-1200 m, 25.05.2013, Behçet 8703, **end.**

119. ***Psilurus incurvus*** (Gouan) Schinz & Thell. / eğri kuyrukotu

Bingöl Üniv. Fen-Edebiyat Fakültesi önü, nemli alan, 1100-1150 m, Behçet 7704.

120. ***Rostraria berythea*** (Boiss. &Blanche) Holub / maraş gagaotu

Bingöl merkez, Karşıyaka mah., cami çevresi, 1100-1200 m, 15.05.2013, Behçet 8689b.

121. ***R. cristata*** (L.) Tezvelev var. ***cristata*** / gagaotu  
Bingöl merkez, Yeni mah., yol ve bahçe kenarı, 1200-1300 m, 27.05.2018, Behçet 12714.

122. ***Sclerochloa dura*** (L.) P. Beauv. / micırotu  
Bingöl merkez, Karşıyaka mah., yol kenarları, 1150 m, 09.04.2016, Behçet 11082, Avrupa-Sibirya.

123. ***Secale anatolicum*** Boiss. / anadolu çavdarı  
Balpınarı köyü eski yol ayrımını geçtikten sonra, bozkır yamaçlar, 1950 m, 22.06.2019, Behçet & Yapar 16732; Aşağıköy-Ortaköy arası, orman açıkları, 1680 m, 16.06.2020, Behçet & Yapar 18506.

**Örnekte spika uzunluğu 12 cm'ye (Türkiye florasında 4-8 cm), anter uzunluğu 6-7 mm kadar çıkıyor (Türkiye florasında 5 mm)**

124. ***S. cereale*** L. subsp. ***ancestrale*** Zhuk. / tüylü çavdar

Şaban köyü yaylasına 1 km kala, bozkır, 2125 m, 19.07.2018, Behçet & Yapar 16033, **end.**

125. ***S. cereale*** L. subsp. ***cereale*** / çavdar  
Bingöl Üniv. Mühendislik Fakültesi önü, ekili alan, 1150 m, 29.05.2018, Behçet 12723.

126. ***S. ciliatoglume*** (Boiss.) Grossh. / acem çavdarı  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 5. km, tepe yamaçları, bozkır, 2118 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15610, İran-Turan.

**Örneklerde anter boyu 8.5-8.7 mm'ye (Türkiye florasında c. 5 mm), gluma boyu alt çiçeklerde 7-8 mm'ye, üst çiçeklerde 13 mm'ye kadar çıkıyor (Türkiye florasında 10-11 mm).**

127. *S. montanum* Guss. / dağ çavdarı  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 4. km, yolun sağındaki çayır, dere kenarı, 2050 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15591.
128. *S. vavilovii* Grossh. /gevrek çavdar  
İl merkez doğusu, Çapakçur Vadisi, bozkır, 1044 m, 07.06.2020, Behçet & Yapar 18411.
129. *Setaria glauca* (L.) P. Beauv. / sıçansaçı  
Bingöl merkez, sanayi sitesi çevresi, nemli alan, 1000-1050 m, 01.09.2012, Behçet 8272.
130. *S. verticillata* (L.) P. Beauv. var. *ambigua* (Guss.) Parl. / Arnavut darısı  
Aşağı köy güneydoğusu, dere kenarları, 1462 m, 05.08.2018, Behçet & Yapar 16182.
131. *S. viridis* (L.) P. Beauv. / yeşil sıçansaçı  
Bingöl Üniv. lojmanları çevresi, nemli alan, 1100-1150 m, 08.10.2013, Behçet 9164a.
132. *Sorghum halepense* (L.) Pers. var. *halepense* / ekin süpürgesi  
Bingöl Üniv. lojmanları çevresi, nemli alan, 1100-1150 m, 08.10.2013, Behçet 9164.
133. *\*Stipa bromoides* (L.) Dörfel. / kılaç  
Bingöl merkez, mezarlık batısı, 2. km taş ocağı çevresi, bozkır, 1200-1300 m, 10.08.2014, Behçet 10288, Akdeniz.
134. *S. ehrenbergiana* Trin. & Rupr. / sorguçotu  
Yelesen köyü batısı, bozkır yamaçlar, 2350m, 28.06.2019, Behçet & Yapar 17132.
135. *S. holosericea* Trin. /dirgen kılaç  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 4. km, bozkır, 1975 m, 23.06.2018, Behçet & Yapar 15472, İran-Turan.
136. *\*S. lessingiana* Trin. & Rupr. / gevşek sorguçotu  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 4-5 km, yol kenarı, bozkır, 2140 m, 02.07.2018, Behçet & Yapar 15689.
137. *\*S. pulcherrima* K. Koch subsp. *crassiculumis* (P.A.Smirn.) Tzvelev / kaba sorguç  
Aşağıköy'e 1 km kala, vadi içi, bozkır, 1600 m, 28.07.2019, Behçet & Yapar 17715a.
138. *Taeniatherum caput-medusae* (L.) Nevski subsp. *crinitum* (Schreb.) Melderis / kılaç arpası  
Bingöl Üniv. Fen-Edebiyat Fakültesi önü, nemli alan, 1100-1150 m, Behçet 7702.
139. *Trisetum flavescens* (L.) P.Beauv. / palah  
Yelesen köyü batısı, yayla yolu, 3. km, bozkır, 1900-2000m, 23.06.2018, Behçet & Yapar 15383; Aşağıköy-Ortaköy arası, orman açıkları, 1680 m, 16.06.2020, Behçet & Yapar 18514, Avrupa-Sibirya.  
**Örneklerin boyu 107 cm'ye (Türkiye florasında 30-70 cm), yaprak uzunluğu 27 cm'ye (Türkiye florasında 3.5-12 cm), panikula boyu 16 cm'ye varıyor (Türkiye florasında 6-10.5 cm)**
140. *T. thospiticum* Chrtek / öz palah  
Üçyaka köy yolu 3. km, orman açıkları, 1650 m,

- 23.06.2019, Behçet & Yapar 16993, **end.** İran-Turan.
141. *Triticum aestivum* L. / ekmeklik buğday  
Bingöl Üniv. Mühendislik Fakültesi civarı, ekili alan, 1100-1150 m, Behçet 11672, kültür.
142. *T. durum* Desf. /makarnalık buğday  
Bingöl merkez, Kaleönü mah., güneyi, ekili alanlar, 1031 m, 20.05.2020, Behçet & Yapar 18249, kültür.
143. *T. turgidum* L. /şişik buğday  
Bingöl merkez, Devlet Hastanesi güneyi, bozkır, 1081 m, 20.05.2020, Behçet & Yapar 1825, kültür.
144. *Ventenata dubia* (Leers) Coss. & Durieu / ventenotu  
Yelesen köyü batısı, bozkır yamaçlar, 2350m, 28.06.2019, Behçet & Yapar 17131; Bingöl merkez eski otogar doğusu, yol kenarları, 1112 m, 02.06.2020, Behçet & Yapar 18365.
- Alt ve üst gluma 5 damarlı (Türkiye florasında alt gluma 5-7 damarlı, üst gluma 7-9 damarlı)**
145. *V. subnervis* Boiss. & Balansa subsp. *subnervis* /tarla ventenotu  
Bingöl merkez, eski otogar doğusu, yol kenarları, 1112 m, 02.06.2020, Behçet & Yapar 18365, **end.** Doğu Akdeniz.
146. *Vulpia ciliata* Dumort subsp. *ciliata* / kirpikliçim  
Topalan köyünün 2 km güneyi, dere kenarı, 1800-1850 m, 20.06.2017, Behçet 12195a.
147. *\*V. muralis* (Kunth) Nees / pis kirpikliçim  
Topalan köyünün 2 km güneyi, dere kenarı, 1800-1850 m, 20.06.2017, Behçet 12195a, Akdeniz.
148. *V. myuros* (L.) C.C.Gmel. / arsız kirpikliçim  
Bingöl merkez, mezarlık batısı, taş ocağı yol ayrımı, orman açıkları, 1200-1300 m, 22.05.2018, Behçet & Yapar 15011.
149. *V. unilateralis* (L.) Stace / yumak kirpikliçim  
Üçyaka köyü, dere kenarı, 1500-1600 m, 10.05.2014, Behçet 9474.
150. *\*Zingeria biebersteiniana* (Claus) P.A.Smirn. subsp. *biebersteiniana* / oyalısalkım  
Topalan-Çirişli köyleri arası 3. km, çayır,1674 m, 29.06.2020, Behçet & Yapar 18798, İran-Turan.
151. *Z. pisidica* (Boiss.) Tutin / burdur oyalısalkım  
Yelesen köyü yayla yolu, 4. km, dere kenarları, 20150 m, 28.06.2019, Behçet & Yapar 17015, İran-Turan.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırma alanında Buğdaygiller (Poaceae) familyasından 59 cinse ait 151 takson (104 tür, 39 alttür ve 8 varyete) tespit edilmiştir. Bu bitkilerden 10'nu endemiktir (%6.62) (Çizelge 2). Endemik 10 taksondan *Pseudophleum anatolicum* Doğan, Behçet & A.Sinan ve *Pilgerochloa major* (H.Scholz) Doğan & Behçet sadece Bingöl ilinde yetişen endemik türlerdir. (Doğan ve ark. 2015; Doğan ve Behçet 2019).

Çalışma alanında en fazla taksona sahip ilk 10 cins: *Bromus* L. (13), *Elymus* L. (12), *Poa* L. (9), *Phleum* L. (6), *Hordeum* L. (6), *Aegilops* L. (6), *Festuca* L. (6),

*Stipa* L. (6), *Secale* L. (5) ve *Alopecurus* L. (4)'tur (Şekil 13).

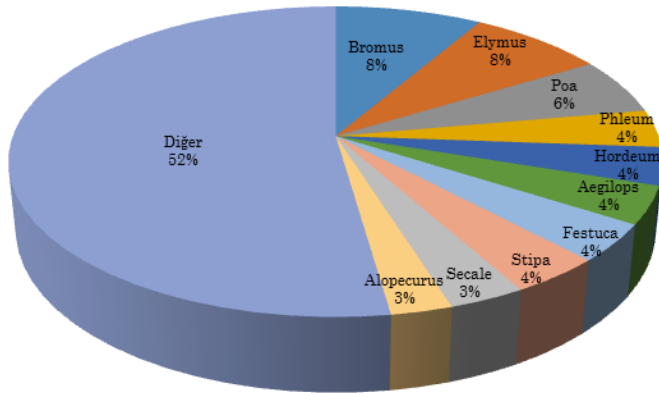
Araştırma alanında yayılışı belirlenen buğdaygil üyelerinin en fazla takson içeren ilk 10 cinsinin yakın alanlarda yapılan benzer çalışmalarla (Arabacı ve Yıldız 2004; Karabacak ve Behçet 2014; Yapar ve Behçet 2018;) karşılaştırıldığında *Bromus* cinsinin bütün çalışmalarda birinci sırada olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Ayrıca; *Poa*, *Elymus*, *Aegilops*, *Phleum*, *Hordeum* cinsleri sıraları değişmekle beraber karşılaştırma yapılan diğer

çalışmalarda da ilk 10 cins içerisinde yer almışlardır. Yakın sahalarda yapılan çalışmalarda toplam Poaceae üye sayısı, cinslerin takson sayıları gibi bazı farklı durumlar değişik nedenlere dayandırılabilir. Bu nedenlerden en önemlisi araştırmacının Poaceae üyelerini bir birine benzetmesi nedeniyle sağlıklı toplama yapamayışı, gösterişli çiçekleri olmayan Poaceae üyelerinin gözden kaçmaları, değişen ekoloji ve araştırmacının Poaceae konusunda teşhis ve toplama için yeterli donanıma sahip olmayışı gibi durumlar sayılabilir.

Çizelge 2. Alandan belirlenen endemik taksonlar, tehlike kategorileri ve fitocoğrafik bölge elementleri

Table 2. Endemic taxa determined from the area, risk categories and phytogeographical region elements

Endemik taksonlar (Endemic taxa)	Tehlike Kategorisi (Risk categories)	Fitocoğrafik bölge (Phytogeographical region)
1. <i>Bromus armenus</i>	NT (tehdide yakın)	İran-Turan
2. <i>Elymus erosiglumis</i>	NT (tehdide yakın)	İran-Turan
3. <i>Elymus elongatus</i> subsp. <i>salsus</i>	VU (Hassas)	--
4. <i>Festuca adanensis</i>	NT (tehdide yakın)	--
5. <i>Psatysatachys fragilis</i> subsp. <i>secaliformis</i>	--	İran-Turan
6. <i>Pseudophleum anatolicum</i>	EN (Tehlikede)	--
7. <i>Secale cereale</i> subsp. <i>ancestrale</i>	VU (Hassas)	--
8. <i>Trisetum thospiticum</i>	VU (Hassas)	İran-Turan
9. <i>Pilgerochloa major</i>	CR (Kritik tehlikede)	İran-Turan
10. <i>Ventenata subenervis</i> subsp. <i>subenervis</i>	VU (Hassas)	Akdeniz

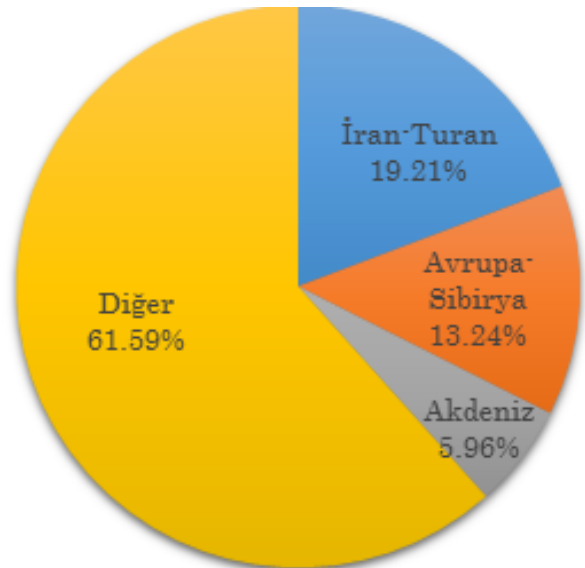


Şekil 13. Çalışmada belirlenen en fazla üyeye sahip ilk 10 cins

Figure 13. Top 10 genera with the most members identified in the study

Taksonların fitocoğrafik bölge element dağılımı şu şekildedir; İran-Turan 29 (%19.21), Avrupa Sibirya 20 (%13.24), Akdeniz 9 (%5.96) ve Çok bölgeli veya fitocoğrafik bölgesi bulunmayan 93 (%61.59) (Şekil 14). Araştırma alanının İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde bulunmasının doğal bir sonucu olarak, alanda İran-Turan fitocoğrafik bölge elementi olan takson sayısı diğer fitocoğrafik bölge elementlerinden fazladır. Tesbit edilen taksonlardan 26 adedi B8 karesi için yeni kayıttır. Bu taksonlardan *Bromus hordeaceus* subsp.

*thominii* Türkiye'de sadece Zonguldak'tan (A3 karesinden) biliniyordu. Bu taksonun B8 karesinden yayılışının belirlenmesi ile yayılış alanın Türkiye'de de daha geniş olduğu belirlenmiş oldu. Yine alanda yayılışı belirlenen *Elymus transhyrcanus* şimdiki kadar sadece Erzurum (A8) ve Hakkâri'den (C10) biline bir türdü. Bu çalışmayla türün Türkiye'deki yayılış alanının daha geniş olduğu ortaya kondu.



Şekil 14. Taksonların fitocoğrafik bölge element dağılımı

Figure 14. Phytogeographic region elemental distribution of taxa

Çalışmada tespit edilen 26 taksonda, Türkiye komşu ülke florasında verilen betimlemelerle uyuşmayan özellikler ortaya konulmuştur. Özellikle Bingöl'den toplanılan Behçet & Yapar 17645 nolu *Alopecurus arundinaceus* örneklerinin stolon bulundurması (Şekil 4), çalışma kapsamında incelenen hiç bir florada yer almayan bir karakterdir. Diğer taraftan; *Poa trivialis* türünün Rusya florasında (Rozhevits ve Shishkin 1963) tespih şekilli rizoma (Şekil 12) sahip örnekleri *Poa sylvicola* Guss şeklinde farklı bir tür olarak tanımlanmıştır. Bu güne kadar Türkiye'de *P. trivialis*'in tesbih görünümlü rizom yapısına sahip

herhangi bir örneğinin toplandığı bilinmemekte ve Türkiye florasındaki *P. trivialis* tanımında da böyle bir bilgi yer almamaktadır. Ayrıca *P. pratensis* örneklerinde hem rizom hem de stolon bulunmaktadır (Şekil 11). Oysaki Türkiye florasında sadece rizomun varlığından bahsedilmektedir. Öte yandan Rusya florasında stolon olabileceği belirtilmektedir. Çalışma kapsamında tespit edilen varyasyonlar (bu çalışmada ilk kez verilen ve özellikle Türkiye florasında yer almayan bazı varyasyonlar), ilgili taksonların betimlemesine katkı sağlayacaktır.

Çizelge 3. Araştırma sonuçlarının yakın çalışmalarla karşılaştırılması

Table 3. Comparison of research results with close studies

Çapakçur Vadisi		Malatya (Arabacı ve Yıldız 2004)		Hiro (Yapar ve Behçet 2018)		Zilan (Karabacak ve Behçet 2014)	
Toplam takson sayısı:151 (Total number of taxa: 151)		Toplam takson sayısı:101 (Total number of taxa: 101)		Toplam takson sayısı:67 (Total number of taxa: 67)		Toplam takson sayısı:91 (Total number of taxa: 91)	
Cins (Genus)	Takson Sayısı (number of taxa)	Cins (Genus)	Takson Sayısı (number of taxa)	Cins (Genus)	Takson Sayısı (number of taxa)	Cins (Genus)	Takson Sayısı (number of taxa)
Bromus	13	Bromus	10	Bromus	9	Bromus	11
Elymus	12	Elymus	6	Aegilops	5	Poa	8
Poa	9	Aegilops	6	Poa	5	Alopecurus	6
Phleum	6	Hordeum	5	Alopecurus	4	Elymus	5
Hordeum	6	Alopecurus	4	Elymus	4	Phleum	4
Aegilops	6	Poa	4	Phleum	4	Hordeum	4
Festuca	6	Stipa	4	Stipa	2	Secale	3
Stipa	6	Phleum	3	Scale	2	Agrostis	3
Secale	5	Lolium	3	Hordeum	2	Trisetum	2
Alopecurus	4	Melica	3	Vulpia	2	Koelaria	2

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bölgesel Kalkınma Odaklı Misyon Farklılaşması ve İhtisaslaşması Projesi (Tarım ve Havza Bazlı Kalkınma Alanında) tarafından (Proje no: PİKOMBİTKİ.2018.007) desteklenmiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

Arabacı T, Yıldız B 2004. A Floristical Study on Poaceae spp. Growing Naturally in Malatya Province. Turkish Journal of Botany 28: 361-368.  
Behçet L İlçim A 2015. *Paracaryum binguelianum* (Boraginaceae), a new species from Turkey. Turkish

Journal of Botany. 39: 334-340.

Behçet L, İlçim A, Yapar Y 2017. *Centaurea bingueliensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. Turkish Journal of Botany 41: 180-188.

Behçet L, Yapar Y, Sinan A 2014. Contribution to the flora of Turkey from B8 square (Bingöl, Elazığ/ Turkey). Biological Diversity and Conversation 7(3): 87-97.

Bor LN 1968. Gramineae (Poaceae). In Townsend, C.C., & Guest, E. (Eds.). Flora of Iraq. Vol. 9, Ministry of Agriculture Republic of Iraq, Baghdad, 588 sy.

Bor LN 1970. Gramineae (Poaceae), In Rechinger, H.K. (Ed.) Flora Iranica 70. Akad. Druck- und Verlagsanstalt, Graz, 573 sy.

Cabi E, Doğan M 2012. Poaceae. In A. Güner, S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, M.T. Babaç (Eds.). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gükyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, 690-756.

Cabi E, Doğan M, Karabacak E 2011. Taxonomic revision of the genus *Psathyrostachys* Nevski (Poaceae: Triticeae) in Turkey. Australian Journal

- of Crop Science 5(12): 1501-1507.
- Davis PH, Mill H, Kit T 1985. Gramineae (Poaceae). In Davis P.H. (Ed.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 9. Edinburgh University Press, Edinburgh, 158-664.
- Doğan M, Behçet L 2019. A New Combination and Status *Ventenata subenervis* subsp. *major*: *Pilgerochloa major* (Poaceae, Avenae) From East Anatolia, Turkey. Ot Sistematik Botanik Dergisi 26 (1): 53-65.
- Doğan M, Behçet L, Sinan A 2015. *Pseudophleum anatolicum*, a New Endemic Species of *Pseudophleum* (Poaceae) from East Anatolia, Turkey. Systematic Botany 40(2): 454-460.
- Duran A, Behçet L, Öztürk M 2015. *Diplotaenia bingolensis* (Apiaceae), new species from east Anatolia, Turkey. Plant Systematics and Evolution 301(1): 467-478.
- Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adıgüzel N 2000. Türkiye bitkileri kırmızı kitabı. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Yüzüncü Yıl Üniv., Ankara.
- Ersoy Y, Çıngay B, Şekerciler F, Demir O, Cabi E 2019. Checklist of grasses (Poaceae Barn.) in Istanbul. Acta Biologica Turcica 32(3): 149-159.
- İlçim A, Behçet, L 2016. *Astragalus topalanense* (Fabaceae), a new species from Turkey. Turkish Journal of Botany 39: 74-80.
- Karabacak O, Behçet L 2014. The flora of Zilan valley (Erciş-Van/Turkey), Biological Diversity and Conversation 7(3): 20-41.
- Rozhevits RY, Shishkin BK 1963. Flora of the U.S.S.R. Vol. II. Published for the National Science Foundation, Washington, D.C. by the Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 622 sy.
- Sinan A, Behçet L 2014. Altıkardeş Dağı (Genç-Bingöl) ve çevresinin florası, Biological Diversity and Conversation, 7(3): 98-116.
- Tutin TG 1977. Gramineae In Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.B. (Eds) Flora Europaea, Vol. 5, Univ. Press, Cambridge, 118-267.
- Yapar Y, Behçet L 2018. Hiro Yaylası (Adaklı-Bingöl/Türkiye ) ve çevresinin florası. Biological Diversity and Conversation 11(3): 126-140.
- Yıldırım Ş 2017. The chorology of the Turkish non tepaloid Monocotyledones species of Cyperaceae Juss., Juncaceae Juss. and Poaceae Barnhart (Gramineae) families. Ot Sistematik Botanik Dergisi 24(2): 173-235.



## Determination of Plant Parasitic Nematode Species of Tylenchida (Nematoda) in Apple (*Pyrus malus* L.) and Walnut (*Juglans regia* L.) Orchards in Bingöl Province of Turkey

Uygar Serkan KARAKAŞ<sup>1</sup>, Aydın PEÇEN<sup>2</sup>, İlker KEPENEKÇİ<sup>3</sup>, Ramazan ÇETİNTAŞ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Plant Protection Research Institute, Diyarbakır, 21110, Turkey, <sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpasa University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Tokat, 60240, Turkey, <sup>3</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Kahramanmaraş, 46040, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-4144-5682>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6072-6581>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-5738-6915>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-0506-6645>

✉: [cetintas@ksu.edu.tr](mailto:cetintas@ksu.edu.tr)

### ABSTRACT

Plant parasitic nematodes (PPNs) are the leading source of damage to crops in agricultural production and they can cause very serious yield reductions. The Tylenchida (Nematoda) constitutes the most important group of PPNs due to containing a large number of economically important plant parasitic species. This study was conducted in apple (*Pyrus malus* L.) and walnut (*Juglans regia* L.) orchards in Bingöl (Turkey) between 2016 and 2017. For this purpose, total of 52 soil/root samples were taken from 20-40 cm depth of related areas during summer months. In laboratory, active PPNs were extracted from soil and roots parts by modified Baermann Funnel method. Obtained nematodes were killed at 60°C, fixed in TAF in mounted slides. PPNs belonging to Tylenchida were identified morphometrically and morphologically under the light microscope. As result of the study; eighteen PPN species were determined and classified under the Tylenchida order as three suborders, three superfamilies, four families and seven genera in the apple and walnut growing areas. The most encountered PPN species in this study were *Filenchus filiformis*, *Helicotylenchus canadiensis*, *H. digonicus*, *H. vulgaris*, *Pratylenchoides alkani* and *Psilenchus hilarulus*. All species were determined for the first time in the nematoda fauna of Bingöl province in apple and walnut orchards.

### Research Article

#### Article History

Received : 10.06.2020

Accepted : 27.07.2020

#### Keywords

Plant parasitic nematodes

Bingöl

Apple

Walnut

Tylenchida

## Bingöl İli Elma (*Pyrus malus* L.) ve Ceviz (*Juglans regia* L.) Bahçelerinde Bitki Paraziti Nematod Türlerinin Belirlenmesi

### ÖZET

Bitki paraziti nematodlar (BPN'ler), tarımsal ürünlerde önemli zarar oluşturmakta ve çok ciddi verim kayıplarına neden olabilmektedirler. Tylenchida (Nematoda) takımı ekonomik açıdan önemli çok sayıda bitki paraziti nematod türünü barındırdığından en önemli BPN grubunu oluşturmaktadır. Bu çalışma 2016-2017 yılları arasında Bingöl (Türkiye) ili elma (*Pyrus malus* L.) ve ceviz (*Juglans regia* L.) bahçelerinde yürütülmüştür. Bu amaçla, yaz aylarında ilgili alanlardan 20-40 cm derinlikten toplam 52 toprak/kök örneği alınmıştır. Laboratuvarında, geliştirilmiş Baermann Huni yöntemi ile toprak ve kök kısımlarından aktif BPN'ler ekstrakte edilmiştir. Elde edilen nematodlar 60°C'de öldürüldükten sonra TAF çözeltilisinde fikse edilerek lam üzerinde sabitleştirilmiştir. Tylenchida takımına ait BPN'ler, ışık mikroskobu altında morfolojik ve morfolojik olarak tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda; elma ve ceviz yetiştiriciliği yapılan alanlarda 18 BPN türü belirlenmiş ve bu türler Tylenchida takımını altında üç alttakım, üç üstfamilya, dört familya ve yedi cins olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada *Filenchus filiformis*, *Helicotylenchus canadiensis*, *H. digonicus*, *H. vulgaris*, *Pratylenchoides alkani* ve *Psilenchus hilarulus* en çok tespit edilen

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 10.06.2020

Kabul Tarihi : 27.07.2020

#### Anahtar Kelimeler

Bitki Paraziti Nematodları

Bingöl

Elma

Ceviz

Tylenchida

BPN türleri olmuştur. Tüm türler Bingöl ilindeki elma ve ceviz bahçeleri nematod faunasında ilk kez belirlenmiştir.

**To Cite** : Karakaş US, Peçen A, Kepenekçi İ, Çetintaş R 2021. Determination of Plant Parasitic Nematode Species of Tylenchida (Nematoda) in Apple (*Pyrus malus* L.) and Walnut (*Juglans regia* L.) Orchards in Bingöl Province of Turkey. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 554-560. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.750286>.

## INTRODUCTION

Turkey, due to its geographical location, has a very favorable climate for all fruits excluding some tropical plants. In this regard, Turkey, the origin of horticultural production, is the main homeland of many fruit species in the world (Ağaoğlu et al., 1997). A significant portion of fruit species being grown in Turkey is temperate zone fruits. Among these, grape, apple, hazelnut, pear, peach, apricot, plum, cherry, walnut, chestnut, quince, almond, pistachios are widely grown crops. Apple (*Pyrus malus* L.) is one of the fruits grown in almost every climatic region of this country. The annual apple production of Turkey is approximately 3.6 million ton. Apple cultivation has been concentrated in all provinces of the country recently. Walnut (*Juglans regia* L.) is the oldest cultivated fruits in the world grown spontaneously almost all across of the country (Sen, 1986). The annual walnut production of Turkey is approximately 225 thousand ton. Plant parasitic nematodes (PPNs) are the leading cause of damage to crops, and although actual size of the their damage to agriculture is too difficult to assess, they are able to cause a very serious reductions in crop yield. Nematodes can be primer pathogens by direct attacking plants or can be seconder parasites by creating the entrance to the other many soil-borne pathogens. The Tylenchida (Nematoda) constitutes of the most important group of PPNs due to its host range of economically important crops. There are various studies about PPN-host association and distribution in different localities of Turkey. A total of 240 PPNs belonging to 56 genera of Tylenchida were detected from 66 different host plants in 48 different localities of the country by second half of 2014 (Kepenekci, 2014). Pest and pathogen management are fairly important for the country's agriculture. Increasing agricultural production per unit are becoming even more vital due to the rapid population increase in Turkey. Within this perspective, the crops including apple and walnuts need to be protected from pests and pathogens including PPNs. Therefore, species of PPN species need to be identified correctly in order to develop effective management strategies. There is only one study available about identification of PPN species in forage areas in Bingöl (Yıldız et al., 2012). There is no any other study of PPN species in any crops in this province. Therefore, the aim of this study was to determine PPN species causing economic losses in apple and walnut orchard areas in Bingöl province.

## MATERIAL and METHOD

A total of 52 soil-root samples were taken from apple and walnut orchards of Bingöl (Turkey) and its surroundings (Adaklı, Genç, Karlıova, Kiğı, Solhan, Yayladere) to determine PPN species. The samples were collected incidentally to represent the whole region. Samples were usually taken from orchards possessing five years or older trees. Each orchard was considered as one unit and samples were taken from five different spots of the same tree from a depth of 20-40 cm. The soil and root samples of each tree was collected into a polyethylene bag and labelled.

### Laboratory studies

#### Constitution of permanent preparations of nematodes

A petri method, Modified Baermann Funnel Method, was used to extract free and mobile PPNs from the soil (Barker, 1985; Southey, 1986). In order to identify nematodes at the species level, constitution of permanent preparations processes were followed based on common preparation methods. For this purpose, nematodes precipitated in the centrifuge tubes were kept for 2 minutes in hot water bath at 60°C. The dead nematodes were fixed in TAF solution (7 ml formalin (40% formaldehyde) +2 ml triethanolamine +91 ml distilled water) (Hooper, 1986) and kept in solution I (1 part of glycerin and 79 parts of distilled water) and solution II (5 parts glycerin and 95 parts (96%) ethanol) (Seinhorst, 1959). In this way, the nematodes, taken in pure glycerin, were separated according to their genus and taken on the slide prepared by Wax-Ring method (Hooper, 1986). The nematodes later were fixed on the heater with coverslip and made ready for the diagnosis.

#### Identification of nematodes

PPNs were identified at the species level by morphological and morphometric characteristics. Synonyms, systematic position and phylogenetic classification of Tylenchid nematodes were determined by following Siddiqi (2000).

## RESULTS and DISCUSSION

In this study, PPN species belong to the genera of *Coslenchus* Siddiqi (Tylenchida: Tylenchidae), *Filenchus* Andrassy (Tylenchida: Tylenchidae), *Helicotylenchus* Steiner (Tylenchida: Hoplolaimidae), *Pratylenchoides* Winslow (Tylenchida: Pratylenchidae), *Pratylenchus* Filipjev (Tylenchida: Pratylenchidae), *Psilenchus* DeMan (Tylenchida:

Belonolaimidae) and *Trophurus* Loof (Tylenchida: Belonolaimidae) were identified. PPN species determined in the survey are shown in Table 1. Among the species found, six PPN species were determined from apple orchards and classified in the Tylenchida order, three suborders, two superfamilies, three families and in five genera. These species were *Coslenchus turkeyensis* Siddiqi; *Filenchus cylindricauda* Wu, Siddiqi; *Helicotylenchus canadiensis* Waseem; *H. digonicus* Perry, in Perry, Darling & Thorne; *Pratylenchoides alkani* Yüksel; *Psilenchus hilarulus* De Man. Among the species found, sixteen PPN species were determined in the walnut orchards and classified under the Tylenchida order as three suborders, three superfamilies, four

families and six genera. These species were *F. filiformis* (Bütschli) Meyl; *H. canadiensis*; *H. crenacauda* Sher; *H. digonicus*; *H. striatus* Firoza & Maqbool; *H. tunisiensis* Siddiqi; *H. vulgaris* Yuen; *P. alkani*; *P. camachoi* Barcina, Castillo & Pais; *P. erzurumensis* Yüksel; *P. leiocauda* Sher; *P. ritteri* Sher; *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans Stekhoven; *P. thornei* (Sher & Allen), (Sher); *P. hilarulus* and *Trophurus sculptus* Loof. These species were determined for the first time in the nematoda fauna of apple and walnut orchards in Bingöl province (Turkey). The most encountered PPN species in this study were *F. filiformis*, *H. canadiensis*, *H. digonicus*, *H. vulgaris*, *P. alkani* and *P. hilarulus*.

Çizelge 1. Bingöl ilindeki elma ve ceviz bahçelerinde Tylenchida (Nematoda) takımında tespit edilen bitki paraziti nematod türleri

Table 1. The detected plant parasitic nematode species under the Tylenchida (Nematoda) order in apple and walnut orchards in Bingöl province.

Family	Nematode species	Host
Familya	Nematod türleri	Konukçu
Tylenchidae	<i>Coslenchus turkeyensis</i> Siddiqi	apple
	<i>Filenchus cylindricauda</i> Wu, Siddiqi	apple
	<i>F. filiformis</i> (Bütschli) Meyl	walnut
Hoplolaimidae	<i>Helicotylenchus canadiensis</i> Waseem	apple, walnut
	<i>H. crenacauda</i> Sher	walnut
	<i>H. digonicus</i> Perry, in Perry, Darling & Thorne	apple, walnut
	<i>H. striatus</i> Firoza & Maqbool	walnut
	<i>H. tunisiensis</i> Siddiqi	walnut
	<i>H. vulgaris</i> Yuen	walnut
Pratylenchidae	<i>Pratylenchoides alkani</i> Yüksel	apple, walnut
	<i>P. camachoi</i> Barcina, Castillo & Pais	walnut
	<i>P. erzurumensis</i> Yüksel	walnut
	<i>P. leiocauda</i> Sher	walnut
	<i>P. ritteri</i> Sher	walnut
	<i>Pratylenchus penetrans</i> (Cobb) Filipjev & Schuurmans Stekhoven	walnut
Belonolaimidae	<i>P. thornei</i> (Sher & Allen), (Sher)	walnut
	<i>Psilenchus hilarulus</i> DeMan	apple, walnut
	<i>Trophurus sculptus</i> Loof	walnut

In this study, a total of 18 PPN species were found in Bingöl province (Turkey). All species were determined for the first time in the nematoda fauna of apple and walnut orchards in this province. *Coslenchus turkeyensis*, *Filenchus filiformis*, *Helicotylenchus canadiensis*, *H. digonicus*, *H. tunisiensis*, *H. vulgaris*, *Pratylenchoides alkani*, *P. leiocauda*, *Pratylenchus penetrans* and *P. thornei* species were found in apple and walnut orchards of Bingöl province. Related to this study, Evlice and Ökten (2008) identified the same species in pear orchards in Ankara (Turkey). Yüksel (1977) studied on measurements and drawings of taxonomic character of some BPN and he found *P. alkani* and *P. erzurumensis* which were similarly detected in walnut of this current study. Kepenekci and Ökten (1996) studied in Ankara province and they

identified plant parasitic nematodes species belonging to *Helicotylenchus* genus from tomato cultivation areas. In this study, *H. digonicus* and *H. tunisiensis* species detected in apple and walnut orchards were similar. *Psilenchus hilarulus* and *Trophurus sculptus* were found in both apple and walnut orchards. Similar to this study, Kepenekci et al. (1998) reported *P. hilarulus* in Balıkesir and Ankara (Turkey), and Kepenekci et al. (1999) reported *T. sculptus* in Ankara on rice. Kepenekci and Zeki (2002) also reported *Helicotylenchus digonicus*, *Pratylenchoides erzurumensis* and *Psilenchus iranicus* in apple orchards of Isparta and Burdur. In current study, *H. digonicus* and *P. erzurumensis* species were detected in walnut orchards. *Helicotylenchus crenacauda* and *H. striatus* were found in walnut orchards. Similar to



in this study, Kepenekci and Ökten (1999) reported that *H. crenacauda* and *H. striatus* were detected in Samsun and Sinop (Turkey) from tobacco growing areas. Kepenekci and Ökten (1998) identified *Coslenchus turkeyensis*, *Filenchus filiformis*, *F. cylindricauda*, *P. alkani*, *P. leiocauda* in their study in

the fields of tomato cultivation which went into rotation with carrots in Beypazarı (Ankara). The nematode species detected in apple and walnut orchards in current study were similar of those of detected in some of other crops of previous studies (Table 2).

Çizelge 2. Türkiye'deki diğer çalışmalarda tespit edilen bu bitki paraziti nematod türlerinin konukçuları  
 Table 2. Hosts of these plant parasitic nematode species detected in other studies in Turkey

Family	Nematode species	Host	Distribution	Reference
Familiya	Nematod türleri	Konukçu	Yayılım	Referans
Tylenchidae	<i>Coslenchus turkeyensis</i>	tomato	Ankara	Kepenekci and Ökten (1997a)
		pear	Ankara	Evlice and Ökten (2008)
		apple	Bingöl	In this study
	<i>Filenchus cylindricauda</i>	tomato	Ankara	Kepenekci and Ökten (1998)
		wheat	Adıyaman	Kasapoğlu Uludamar et al. (2018)
		apple	Bingöl	In this study
	<i>F. filiformis</i>	tomato	Ankara	Kepenekci and Ökten (1998)
		pear	Ankara	Evlice and Ökten (2008)
		walnut	Bingöl	In this study
	<i>Helicotylenchus canadiensis</i>	pear	Ankara	Evlice and Ökten (2008)
		apple, walnut	Bingöl	In this study
	<i>H. crenacauda</i>	tobacco	Samsun, Sinop	Kepenekci and Ökten (1999)
lentil		Yozgat	Kepenekci (1999)	
walnut		Zonguldak	Kepenekci (2001)	
<i>H. digonicus</i>	walnut	Bingöl	In this study	
	grapevine, pistachio	Adıyaman	Kasapoğlu Uludamar et al. (2018)	
	tomato	Ankara	Kepenekci and Ökten (1996)	
	pear	Ankara	Evlice and Ökten (2008)	
	apple	Burdur, Isparta	Kepenekci and Zeki (2002)	
Hoplolaimidae	<i>H. striatus</i>	walnut	Bingöl	In this study
		tobacco	Samsun, Sinop	Kepenekci and Ökten (1999)
		chestnut	Sinop, Giresun	Kepenekci (2001)
	<i>H. tunisiensis</i>	walnut	Bingöl	In this study
		tomato	Ankara	Kepenekci and Ökten (1996)
		chickpea	Ankara, Yozgat	Kepenekci (1999)
		bean	Burdur	Kepenekci (1999)
		lentil	Yozgat	Kepenekci (1999)
		kidney bean	Isparta	Kepenekci (1999)
		walnut	Ordu	Kepenekci (2001)
<i>H. vulgaris</i>	eggplant, grapevine, pepper, tomato	Diyarbakır	İmren (2007)	
	pear	Ankara	Evlice and Ökten (2008)	
	walnut	Bingöl	In this study	
	pear	Ankara	Evlice and Ökten (2008)	
	walnut	Bingöl	In this study	
	bean	Erzurum	Yüksel (1977)	
	eggplant, grapevine, pepper,	Diyarbakır	İmren (2007)	

Pratylenchid ae	<i>Pratylenchoides alkani</i>	tomato		
		cotton, unidentified grass, wheat	Şanlıurfa	Yıldız (2007)
		wheat	Mardin	Kılıç (2011)
		barley, melon, watermelon, wheat, tobacco	Adıyaman	Kasapoğlu Uludamar et al. (2018)
		tomato	Ankara	Kepenekci and Ökten (1997b)
	<i>P. camachoi</i>	pear	Ankara	Evlice and Ökten (2008)
		apple, walnut	Bingöl	In this study
		kiwifruit	East Black Sea Region	Kepenekci and Öztürk (1999)
		walnut	Bingöl	In this study
		mulberry	Erzurum	Yüksel (1977)
<i>P. erzurumensis</i>	chickpea	Mardin	Di vito et al. (1994)	
	unidentified grass, wheat	Şanlıurfa	Yıldız (2007)	
	grapevine	Diyarbakır	İmren (2007)	
	plum	Antalya Burdur Isparta Trabzon Zonguldak	Kepenekci et al. (2001)	
	olive	Trabzon	Kepenekci (2001)	
	apple	Burdur Isparta	Kepenekci and Zeki (2002)	
	forage crops	Bingöl	Yıldız et al. (2012)	
	walnut	Bingöl	In this study	
	chickpea, lentil	Diyarbakır	Di vito et al. (1994)	
	<i>P. leiocauda</i>	chickpea	Mardin Şanlıurfa	Di vito et al. (1994)
tomato		Ankara	Kepenekci and Ökten (1997b)	
pear		Ankara	Evlice and Ökten (2008)	
walnut		Bingöl	In this study	
bean		Ankara Karaman Yozgat	Kepenekci (1999)	
<i>P. ritteri</i>	apple	Burdur Isparta	Kepenekci and Zeki (2002)	
	walnut	Ordu	Kepenekci (2001)	
	walnut	Bingöl	In this study	
	eggplant, grapevine, pepper, tomato, wheat	Diyarbakır	İmren (2007)	
Pratylenchidae	<i>Pratylenchus penetrans</i>	chickpea, lentil	Diyarbakır	Di vito et al. (1994)
		corn, lentil, unidentified grass	Şanlıurfa	Yıldız (2007)
		pear	Ankara	Evlice and Ökten (2008)
		walnut	Bingöl	In this study
		wheat	Diyarbakır	İmren (2007)
	<i>P. thornei</i>	chickpea, lentil	DiyarbakırMardin	Di vito et al. (1994)
		barley, cotton, unidentified grass, wheat	Şanlıurfa	Yıldız (2007)
		wheat	Mardin	Kılıç (2011)
		cotton, grapevine, melon, tobacco, watermelon, wheat	Adıyaman	Kasapoğlu Uludamar et al.(2018)
		forage crops	Bingöl	Yıldız et al. (2012)

	apple	Burdur	Kepenekci and Zeki (2002)
	pear	Ankara	Evlice and Ökten (2008)
	walnut	Bingöl	In this study
	garlic, parsley, grassland, melon, sunflower	İstanbul	Saltukoğlu (1974)
<i>Psilenchus hilarulus</i>	grass	Ankara	Akgül (1991)
	rice	Balıkesir Ankara	Kepenekci et al. (1998)
Belonolaimidae	strawberry	Bursa	Akgül (2003)
	apple, walnut	Bingöl	In this study
<i>Trophurus sculptus</i>	rice	Ankara	Kepenekci et al. (1999)
	walnut	Bingöl	In this study

It can be concluded that, PPN fauna of apple and walnut orchards in Bingöl province was revealed for the first time by this study. Therefore, these first record of nematoda fauna of apple and walnut orchards could be the good source of future nematological studies. Due to relatively difficult management strategies of nematodes, the detection of these parasites in the region is becoming very important for developing new and proper control methods/tactics. In order to minimize the nematode damage, cultural practices such as developing resistant varieties, using tolerant grafted seedlings, and etc. should be applied. In addition to these applications, attentions should be paid to internal quarantine measures to prevent dissemination of plant parasitic nematodes to clean areas.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This work is part of the master thesis accepted by Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Institute of Science (Kahramanmaraş, Turkey) and was supported by the Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry (Project number: TAGEM-BS-14/08-05/01-18).

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### REFERENCES

Ağaoğlu YS, Çelik H, Çelik M, Fidan Y, Gülşen Y, Günay A, Halloran N, Köksal Aİ, Yanmaz R 1997. Genel Bahçe Bitkileri. T.C. A.Ü.Z.F. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 4, Ankara.

Akgül HC 1991. Çankaya (Ankara) İlçesindeki Bazı Çim Alanlarında Bulunan Tylenchida Takımına Ait Bitki Paraziti Nematod Türleri Üzerinde Taksonomik Araştırmalar- Taxonomic Studies on the Tylenchida (Nematoda) Species in Grass Areas of Çankaya Region (Ankara). Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 155 sy.

Akgül HC 2003. Plant Parasitic Nematode Species Found in Strawberry Fields in Bursa Region, Turkey. International Journal of Nematology, 13 (2): 215-218.

Barker KR 1985. Nematode Extraction and Bioassays. In: An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, 2 Methodology. (Eds.: K.R. Barker, C.C. Carter and J.N. Sasser). North Carolina State University Graphics, 19-39 pp.

Di Vito M, Greco N, Oreste G, Saxena MC, Singh KB, Küsmenoğlu I 1994. Plant Parasitic Nematodes of Legumes in Turkey. Nematologia Mediterranea, 22: 245-251.

Evlice E, Ökten ME 2008. Plant Parasitic Nematodes of Tylenchida (Nematoda) Associated with Pear (*Pyrus communis* L.) Orchards in Ankara District. Bitki Koruma Bulteni, 48: 1-8.

Hooper DJ 1986. Extraction of Free Living Stages from Soil. In: Southey, J. F. (ed.). Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. Her Majesty's Stationery Office, London: 5-30.

İmren M 2007. Diyarbakır İli Buğday, Sebze ve Bağ Alanlarında Önemli Bitki Paraziti Nematod Türlerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 116 sy.

Kasapoğlu Uludamar EB, Yıldız Ş, İmren M, Öcal A, Elekçioğlu İH 2018. Occurrence of Plant Parasitic Nematode Species in Important Crops in the Southeast Anatolia Region of Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi, 42 (1): 63-74.

Kepenekci İ 1994. Beypazarı (Ankara) İlçesinde Havuç (*Daucus carota* L.) ile Münavebeye Giren Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Ekim Alanlarındaki Tylenchida (Nematoda) Türleri Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Kepenekci İ, Ökten ME 1996. Beypazarı (Ankara) İlçesinde Havuç ile Münavebeye Giren Domates Ekiliş Alanlarında Saptanan *Helicotylenchus* (Tylenchida, Haplolaimidae) Cinsine Bağlı Türler.

- Türkiye Entomoloji Dergisi, 20 (2): 137-148.
- Kepececi İ, Ökten ME 1997a. Beypazarı (Ankara) İlçesinde Havuç ile Münavebeye Giren Domates Ekiliş Alanlarında Saptanan Nematod Türleri IV. *Coslenchus* (Nemata: Tylenchidae) ve *Safianema* (Nemata: Anguinidae). Bitki Koruma Bülteni, 37 (3-4): 91-99.
- Kepececi İ, Ökten ME 1997b. Beypazarı (Ankara) ilçesinde Havuç ile Münavebeye Giren Domates Ekiliş Alanlarında Saptanan Nematod Türleri III. *Pratylenchoides* (Nemata: Pratylenchidae). Bitki Koruma Bülteni, 37 (1-2): 1-10.
- Kepececi İ, Ökten ME 1998. Beypazarı (Ankara) ilçesinde Havuç ile Münavebeye Giren Domates Ekiliş Alanlarında Saptanan Nematod Türleri V. *Filenchus* (Nemata: Tylenchidae). Bitki Koruma Bülteni, 38 (1-2): 1-12.
- Kepececi İ, Ökten ME, Öztürk G 1998. Gönen (Balıkesir) ve Kızılcahaman (Ankara) İlçeleri'ndeki Çeltik (*Oryza sativa* L.) Ekiliş Alanlarındaki Tylenchida (Nematoda) Takımına ait Bitki Paraziti Nematodlar. Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi, 21-25 Eylül 1998, Ankara, s: 255-259.
- Kepececi İ, Öztürk G 1999. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Kivi (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) Bahçelerinde Saptanan Tylenchida (Nematoda) Takımına ait Bitki Paraziti Nematodlar. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül 1999, s: 892-896.
- Kepececi İ 1999. Orta Anadolu Bölgesi'nde Yemeklik Baklagil Ekiliş Alanlarındaki Tylenchida (Nematoda) Türleri Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, 270 sy.
- Kepececi İ, Ökten ME 1999. Gerze (Sinop) ve Yakakent, Bafra (Samsun) İlçelerindeki Tütün (*Nicotiana tabacum*) Ekiliş Alanlarında Saptanan Tylenchida (Nematoda) Takımına ait Bitki Paraziti Nematodlar. Karadeniz Bölgesi Tarım Sempozyumu, 4-5 Ocak 1999, Samsun, s.639-647.
- Kepececi İ, Öztürk G, Ökten ME 1999. Two New Species Belonging to Dolichodoroidea Superfamily for the Turkish Nematoda Fauna: *Trophurus sculptus* Loof, 1956, *Scutylenchus tessellatus* (Goodey, 1952) Siddiqi, 1979 and Common Species of the Same Superfamily. Journal of Turkish Phytopathology, 28 (1/2): 11-23.
- Kepececi I 2001. Preliminary List of Tylenchida (Nematoda) Associated with Olive in the Black Sea and the Mediterranean Regions of Turkey. Nematologia Mediterranea, 29 (2): 145-147.
- Kepececi İ, Öztürk G, Akgül HC 2001. Karadeniz ve Akdeniz Bölgelerinde Erik (*Prunus domestica* L.) Bahçelerinde Saptanan Tylenchida (Nematoda) Takımına ait Bitki Paraziti Nematodlar. Türkiye I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu, 25-28 Eylül 2001, Yalova, s: 519-528.
- Kepececi İ, Zeki C 2002. Nematodes of Tylenchida (Nematoda) Associated with Apple in Turkey. Pakistan Journal of Nematology, 20 (1): 61-63.
- Kepececi İ 2014. Plant Parasitic Nematodes (Tylenchida, Nematoda) in Turkey. Pakistan Journal of Nematology, 32 (1): 11-31.
- Kılıç M 2011. Mardin İli Buğday Ekiliş Alanlarında Bulunan Bitki Paraziti Nematod Türleri Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 80 sy.
- Saltukoğlu ME 1974. A Taxonomical and Morphological Study of Tylenchida (Nematoda) from the Istanbul Area (Turkey)-. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor in Sciences (Zoology) of the State University of Ghent, Belgium. 89 pp.
- Seinhorst JW 1959. A Rapid Method for the Transfer of Nematodes from Fixative to Anhydrous Glycerin. Nematologica, 4: 67-69.
- Sen SM 1986. Ceviz Yetistirciliği. Eser Matbaası, Samsun, pp 109-229.
- Siddiqi MR 2000. Tylenchida Parasites of Plants and Insects. CABI Publishing, UK, 848 pp.
- Southey JF 1986. Principles of Sampling for Nematodes. In: (Southey, J. F. Eds.) Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. Her Majesty's Stationery Office, London. pp. 1-4.
- Yıldız Ş 2007. Şanlıurfa İlinde Nematod Faunası ve Biyoçeşitliliği Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 102 sy.
- Yıldız Ş, Handoo ZA, Carta LK, Skantar AM, Chitwood DJ 2012. A Survey of Plant Parasitic Nematodes Associated with Forage Crops in Bingol, Turkey. Nematologia Mediterranea, 40: 73-77.
- Yüksel HŞ 1977. *Pratylenchoides alkani* n. sp. and *P. erzurumensis* n. sp. (Nematoda: Tylenchoidea) from Soil in Turkey. Proceedings of the Helminthological Society of Washington, 44 (2): 185-188.



## Yemlik Kolzanın (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg) Farklı Ekim Zamanlarına Göre Verim, Kalite ve Besin Elementleri İçeriklerinin Değişimi

Erdal ÇAÇAN<sup>1\*</sup>, Hüseyin NURSOY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Bingöl Türkiye, <sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme Bölümü Bingöl Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9469-2495>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5524-2459>

✉: ecacan@bingol.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma, yemlik kolzanın farklı ekim zamanlarına göre verim, kalite ve besin elementleri içerikleri açısından gösterdiği farklılıkları ortaya koymak amacıyla 2014-2015 ve 2015-2016 yıllarında Bingöl ili ekolojik koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada Eylül ayının ikinci yarısından başlamak üzere 10 günlük aralıklarla 4 ekim zamanında ekim yapılmıştır. Verim özelliklerinden yeşil ot verimi ve kuru ot verimi, kalite özelliklerinden NDF ve NYD ile besin elementlerinden Ca ve Mg açısından Eylül ayının ikinci yarısında yapılan ekimden en yüksek değerler elde edildiği tespit edilmiştir. Ekim zamanlarının HP, ADF, SKM, P ve K açısından istatistiksel olarak bir farklılık göstermediği görülmüştür. Dolayısıyla Bingöl ve benzeri ekolojik koşullara sahip karasal bölgelerde, yemlik kolza ekiminin Eylül ayının ikinci yarısında yapılmasının verim ve kalite açısından avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 02.07.2020

Kabul Tarihi : 22.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Yemlik kolza

Ekim Zamanı

Verim

Kalite

Besin Elementleri

## Changes in Yield, Quality and Nutrient Content of Forage Rape (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg) in Different Sowing Times

### ABSTRACT

This study was conducted in the ecological conditions of Bingöl province from 2014 to 2016 to reveal the differences of yield, quality and nutrient content of forage rape based on different sowing times. Starting from the second half of September, the study was sown at 4 planting times with 10-day intervals. It was determined that the highest values were obtained from the second half of September in terms of forage yield and dry matter yield from the yield characteristics, NDF and RFV from the quality characteristics and Ca and Mg from the nutrients. It was observed that the sowing times in forage rape did not show any statistically difference in terms of CP, ADF, DDM, P and K. Therefore, it was concluded that it would be advantageous in terms of yield and quality to cultivate forage rape in the second half of September in terrestrial regions such Bingöl or areas with the similar ecological conditions.

### Research Article

#### Article History

Received : 02.07.2020

Accepted : 22.09.2020

#### Keywords

Forage rape

Sowing time

Yield

Quality

Nutrient content

**To Cite:** Çaçan E, Nursoy H 2021. Yemlik Kolzanın (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg) Farklı Ekim Zamanlarına Göre Verim, Kalite ve Besin Elementleri İçeriklerinin Değişimi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 561-569. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.762693>.

**To Cite:** Çaçan E, Nursoy H 2021. Changes in Yield, Quality and Nutrient Content of Forage Rape (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg) in Different Sowing Times. KSU J. Agric Nat 24 (3): 561-569. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.762693>.

### GİRİŞ

Önemli bir yağ bitkisi olan kolzanın geniş yapraklı olan çeşitleri yem amaçlı olarak yetiştirilmektedir (Açıkgöz, 2001). Kısa sürede bol miktarda yeşil ot üretmesi, otunun hayvanlar tarafından sevilerek yenilmesi ve sindirilebilirliğinin fazla olması nedeniyle kolzanın başta Kuzey Avrupa olmak üzere birçok ülkede tarımı yapılmaktadır (Soya vd., 2004). Yemlik

kolza (*Brassica napus oleifera*), haçlıgiller = turpgiller (*Cruciferae* = *Brassicaceae*) familyasının bir üyesidir (Serin ve Tan, 2001). Bu familyanın *Brassica* cinsi içerisinde yer alan yemlik kolza; ot tipi yem şalgamı, yemlik şalgam veya yemlik kanola gibi isimlerle de bilinmektedir.

Hayvan beslemede kolza bitkisinin tohumu, yeşil otu, kuru otu, silajı, küspesi, yağı ve protein konsantreleri

kullanılmaktadır (Nursoy ve ark., 2018). Kolza bitkisi içerdiği antibesinsel içerikler (sülfür, nitrat vb.) nedeniyle rasyonlara tek başına konulmaması ve rasyondaki oranının rasyon kuru maddesinin %40'ını aşmaması, otlatma yerine kuru otunun veya mümkünse silajının tercih edilmesi ve koyunlar sığırlara göre daha hassas olduğundan sığırların beslenmesinde kullanılmasına öncelik verilmelidir (Kılıç, 2009). Hayvan beslemenin yanı sıra yemlik kolza, floranın yeterli olduğu alanlarda bal arıları için iyi bir besin kaynağı, floranın yetersiz olduğu alanlarda ise iyi bir nektar ve polen kaynağıdır (Korkmaz, 2003).

Kolza ot üretimi amacıyla yetiştirildiğinde hasadı çiçeklenme başlangıcında yapılmalıdır. Ortalama yeşil ot verimi 2-6 ton/da olan bitkinin yapraklarındaki protein oranı %20-25 arasındadır (Açıkgöz, 2001). Yemlik kolza ile ilgili daha önce birçok çalışma yürütülmüştür. Cacın and Kokten (2017), yemlik kolza için uygun sıra aralığının tespit edilmesi amacıyla Bingöl ili ekolojik koşullarında yürüttükleri çalışmada en iyi verimi 40 cm sıra aralığında elde ettiklerini bildirmişlerdir. Zeybek (2017), kışlık ara ürün olarak yemlik kolza ve ikili karışımlarının verim ve kalite üzerinde etkisini incelediği tez çalışmasında, yemlik kolzanın bitki boyunu 58.8-132.6 cm, kuru ot verimini 427.5-590.0 kg da<sup>-1</sup>, ADF (Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif) oranını %27.5-33.0, NDF (Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lif) oranını %36.5-41.5, HP (Ham Protein) oranını %17.4-21.0, NYD (Nispi Yem Değeri) 141.4-167.6, Ca (Kalsiyum) oranını %1.44-1.54, K (Potasyum) oranını %2.55-2.87, Mg (Magnezyum) oranını %0.29-0.40 ve P (Fosfor) oranını %0.34-0.39 arasında tespit ettiğini bildirmiştir. Kanada'da iki yemlik kolza çeşidinin yem kalitesini belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada HP oranının %18.6-21.5, ADF oranının %16.6-25.0, NDF oranının %20.3-31.3 ve sindirilebilirlik oranının da %65.7-69.3 arasında değiştiği bildirilmiştir (Thomas et al., 2015).

Yemlik kolzanın ekim zamanları ile ilgili olarak Avusturalya'da yürütülen bir çalışmada bitki boyunun 34.8-78.0 cm, veriminin 0.9-3.8 t/ha, HP oranının %18.7-28.4, ADF oranının %16.6-19.5, NDF oranının %18.2-26.9 ve in vitro sindirilebilirliğinin ise %78.2-84.7 arasında olduğu tespit edilmiştir (Islam et al., 2012). Ankara koşullarında ikinci ürün olarak *Brassica* türleri ile yürütülen çalışmada, yemlik kolza için en iyi ekim zamanının Temmuz ayı olduğu sonucuna varılmıştır (Altınok and Karakaya 2003).

Yemlik kolzada genel olarak ekimin erken sonbaharda yapılması gerektiği Açıkgöz (2001) ve Soya ve ark. (2004) tarafından bildirilmiştir. Ancak ne kadar erken yapılması veya hangi aylarda, tarihlerde yapılması gerektiği yönünde yürütülmüş bilimsel çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle bu çalışma, yemlik kolzanın farklı ekim zamanlarına göre verim, kalite,

sindirilebilirlik ve besin elementleri açısından gösterdiği farklılıkları tespit etmek amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Bitkisel materyal olarak özel sektörden temin edilen Lenox isimli yemlik kolza (*Brassica rapa* L.) çeşidi kullanılmıştır. Araştırma, Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma alanında yürütülmüştür. Araştırma alanı, Bingöl il merkezine 15 km mesafede olup, deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 1092 m'dir. Araştırma alanı, 38.81589° Kuzey enlemi ile 40.53866° Doğu boylamı koordinatlarında yer almaktadır.

### Araştırma Alanının İklim Verileri

Bingöl İl Meteoroloji Müdürlüğü'nden temin edilen iklim verilerine bakıldığında (Anonim, 2020), Bingöl ilinin araştırmanın yürütüldüğü aylara ait uzun yıllar (2000-2015) ortalama sıcaklığının 7.9 °C, yağış miktarının 886.7 mm ve nem oranının ise %62.6 olduğu görülmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü 2014-2015 ve 2015-2016 yetiştirme dönemlerinde elde edilen sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamasının üzerinde, toplam yağış miktarının uzun yıllar ortalamasının altında, nispi nem oranının ise uzun yıllar ortalamasına yakın olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

### Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

Araştırma alanına ait toprak analizleri Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesinde yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Sezen (1995) ve Zengin (2012) tarafından belirlenen sınır değerler esas alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre toprak yapısının tınlı yapıda (%43.3), pH oranının hafif asidik (6.37), az kireçli (%0.15), tuzsuz (%0.0066), organik madde miktarının az (%1.26), K (24.5 kg da<sup>-1</sup>) miktarının yeterli ve P (7.90 kg da<sup>-1</sup>) miktarının da orta düzeyde olduğu belirlenmiştir.

### Metod

Yemlik kolzaya ait ekim zamanlarının verim ve kalite üzerine etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmanın 2014-2015 ve 2015-2016 yetiştirme sezonlarında ait ekim ve hasat tarihleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çalışma içerisinde kolaylık sağlaması açısından ekim zamanlarının tarihlerini belirtmek yerine ilk ekimden başlamak üzere birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ekim zamanları kavramları kullanılmıştır. Deneme parsel uzunlukları 5 m, her parselde 4 sıra ve tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bloklar arasında 1 m yol bırakılmış ve parsel eni 17 m olarak ayarlanmıştır. Sıra arası

mesafeler 30 cm olarak tutulmuş ve dekara 1 kg tohumluk gelecek şekilde ekim yapılmıştır (Soya ve ark., 2004). Ekim ile birlikte dekara saf madde

üzerinden 4 kg azot (N) ve 10 kg P gübresi verilmiştir (Açıkgöz, 2001).

Çizelge 1. Bingöl iline ait 2014-2015, 2015-2016 ve uzun yıllar (2000-2015) aylık iklim verileri

Table 1. Monthly climate data of Bingöl province for 2014-2015, 2015-2016 and long years (2000-2015)

Aylar (Months)	Ortalama sıcaklık (°C) (Average temperature (°C))			Toplam yağış (mm) (Total precipitation (mm))			Nispi nem (%) (Relative humidity (%))		
	2014- 2015	2015- 2016	Uzun Yıllar	2014- 2015	2015- 2016	Uzun Yıllar	2014- 2015	2015- 2016	Uzun Yıllar
Evlül (September)	21.3	23.4	21.3	63.7	0.8	16.4	36.2	30.2	42.2
Ekim (October)	13.7	14.3	14.2	87.3	220.9	70.3	62.3	68.3	58.9
Kasım (November)	6.3	14.4	6.5	99.0	18.9	91.8	64.3	56.4	64.7
Aralık (December)	4.6	1.3	0.2	63.2	46.2	121.8	75.7	58.6	70.7
Ocak (January)	-1.8	-2.8	-2.5	148.2	235.1	154.0	74.7	75.3	73.3
Şubat (February)	1.9	2.4	-0.9	115.8	86.3	137.7	73.8	73.7	72.2
Mart (March)	5.4	7.0	4.9	154.4	125.5	124.1	65.9	60.4	64.2
Nisan (April)	10.9	13.9	10.9	66.7	45.5	103.8	58.7	48.4	61.2
Mayıs (May)	16.6	16.3	16.2	21.2	62.2	66.8	52.0	57.4	55.8
<b>Toplam/Ort. (Total./Mean)</b>	<b>8.8</b>	<b>10.0</b>	<b>7.9</b>	<b>819.5</b>	<b>841.4</b>	<b>886.7</b>	<b>62.6</b>	<b>58.7</b>	<b>62.6</b>

Çizelge 2. Yemlik kolzanın 2014-2015 ve 2015-2016 yıllarına ait ekim ve hasat tarihleri

Table 2. Sowing and harvesting dates of 2014-2015 and 2015-2016 of the forage rape

Ekim zamanları (Sowing times)	2014-2015 yetiştirme sezonu (2014-2015 growing season)		2015-2016 yetiştirme sezonu (2015-2016 growing season)	
	Ekim tarihi (Sowing date)	Hasat tarihi (Harvest date)	Ekim tarihi (Sowing date)	Hasat tarihi (Harvest date)
Birinci ekim (First sowing)	19.09.2014	20.04.2015	17.09.2015	19.04.2016
İkinci ekim (Secont sowing)	30.09.2014	27.04.2015	29.09.2015	26.04.2016
Üçüncü ekim (Third sowing)	11.10.2014	04.05.2015	09.10.2015	03.05.2016
Dördüncü ekim (Fourth sowing)	21.20.2014	11.05.2015	20.10.2015	10.05.2016

Her parselden kenar tesiri alındıktan sonra biçilen ot, tartılıp dekara dönüştürülerek yeşil ot verimi hesaplanmıştır. Her parselden alınan 500 g yeşil ot 70 °C'de 48 saat kurutularak elde edilen sonuç üzerinden kuru ot verimi hesaplanmıştır. HP, ADF, NDF, Ca, Mg, P ve K oranları NIRS (Near Infrared Reflektans Spektroskopisi - Foss Model 6500) cihazı yardımıyla tespit edilmiştir. Bu yöntem, birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Başaran et al., 2011; Basbag et al., 2018; Gülümser ve ark., 2020). Elde edilen ADF ve NDF oranları yardımıyla da SKM (Sindirilebilir Kuru Madde) oranı ve NYD hesaplanarak elde edilmiştir (Rohweder et al., 1978; Morrison, 2003).

### İstatistiksel Model

Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Elde edilen değerlere JMP istatistik programı vasıtasıyla varyans analizi uygulanmıştır. Önemli çıkan grupların ortalamaları ise LSD testi ile karşılaştırılmıştır (JMP 5.0.1, 2002).

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Yemlik Kolzanın Farklı Ekim Zamanlarına Ait Verim ve Kalite Özellikleri

Yemlik kolzanın farklı ekim zamanlarına ait yeşil ot verimi, kuru ot verimi, bitki boyu gibi verim unsurları ile HP, ADF, NDF, SKM oranları ve NYD gibi kalite unsurları Çizelge 3'te verilmiştir.

Yeşil ot veriminin ekim zamanları ve yıl x ekim zamanı etkileşimini açısından istatistiksel olarak farklılık gösterdiği görülmektedir. En yüksek yeşil ot verimi birinci ekim zamanından, en düşük yeşil ot verimi ise dördüncü ekim zamanından elde edilmiştir. Her iki yılda da birinci ekim zamanından elde edilen yeşil ot veriminin diğer ekim zamanlarına göre daha yüksek olduğu, dördüncü ekim zamanından elde edilen yeşil ot veriminin ise diğer ekim zamanlarına göre daha düşük olduğu görülmüştür. Kuru ot verimine ait sadece ekim zamanları arasında tespit edilen fark, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kuru ot verimi de yeşil ot veriminde olduğu gibi en yüksek verimini birinci ekim zamanında verdiği, en düşük verimini ise dördüncü ekim zamanında verdiği görülmektedir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Yemlik kolzanın farklı ekim zamanlarına ait verim ve kalite özellikleri  
*Tablo 3. Yield and quality characteristics of different sowing times of forage rape*

Ekim zamanı (Sowing times)	Yeşil ot verimi (kg da <sup>-1</sup> ) (Forage yield (kg da <sup>-1</sup> ))			Kuru ot verimi (kg da <sup>-1</sup> ) (Dry matter yield (kg da <sup>-1</sup> ))		
	2015	2016	Ortalama (Mean)	2015	2016	Ortalama (Mean)
Birinci ekim (First sowing)	5391±427 a	4669±53 b	5030±251 a	997±90	910±69	954±54 a
İkinci ekim (Second sowing)	2225±324 d	3254±43 c	2740±272 b	443±53	469±8	456±24 b
Üçüncü ekim (Third sowing)	1567±87 e	1624±47 e	1595±45 c	332±27	356±22	344±16 c
Dördüncü ekim (Fourth sowing)	672±140 f	662±152 f	667±92 d	140±31	137±35	138±20 d
<b>Ortalama (Mean)</b>	2464±549	2552±464	2508±351	478±99	468±87	473±64
<b>LSD (%5)</b>	Zaman (Z): 417**	Yıl (Y): ---	Z x Y: 590**	Zaman (Z): 104**	Yıl (Y): ---	Z x Y: ---
	CV:%13.4, **: p<0.01			CV: %17.8, **: p<0.01		
Ekim zamanı (Sowing times)	Bitki boyu (%) (Plant height (%))			Ham protein oranı (%) (Crude protein rate (%))		
	2015	2016	Ortalama (Mean)	2015	2016	Ortalama (Mean)
Birinci ekim (First sowing)	157±5.2 a	133±1.9 b	145±5.9 b	14,6±0.2	15,1±0.6	14,8±0.3
İkinci ekim (Second sowing)	156±2.5 a	148±2.0 a	152±2.3 a	15,1±1.1	15,7±0.3	15,4±0.5
Üçüncü ekim (Third sowing)	149±1.9 a	126±4.2 b	137±5.6 c	15,2±1.3	15,1±1.3	15,1±0.8
Dördüncü ekim (Fourth sowing)	135±6.3 b	105±1.9 c	120±7.3 d	14,7±0.8	14,3±1.0	14,5±0.6
<b>Ortalama (Mean)</b>	149±3.3 A	128±4.8 B	139±3.6	14,9±0.4	15,0±0.4	15,0±0.3
<b>LSD (%5)</b>	Zaman (Z): 6.65**	Yıl (Y): 45.7**	Z x Y: 9.40*	Zaman (Z): ---	Yıl (Y): ---	Z x Y: ---
	CV:%3.87, *: p<0.05, **: p<0.01			CV: %8.73		
Ekim zamanı (Sowing times)	ADF (%) (ADF (%))			NDF (%) (NDF (%))		
	2015	2016	Ortalama (Mean)	2015	2016	Ortalama (Mean)
Birinci ekim (First sowing)	31.1±0.6 b	33.5±0.9 b	32.3±0.7	37.9±0.6 b	44.6±0.8 a	41.3±1.6 b
İkinci ekim (Second sowing)	40.7±2.3 a	32.4±1.5 b	36.5±2.2	46.7±2.4 a	44.3±1.4 a	45.5±1.4 a
Üçüncü ekim (Third sowing)	35.0±1.9 b	34.7±2.0 b	34.9±1.2	46.6±1.8 a	46.4±1.9 a	46.5±1.2 a
Dördüncü ekim (Fourth sowing)	35.6±2.2 b	35.4±2.2 b	35.5±1.4	47.3±1.9 a	47.5±2.4 a	47.4±1.4 a
<b>Ortalama (Mean)</b>	35.6±1.3	34.0±0.8	34.8±0.8	44.6±1.4	45.7±0.8	45.2±0.8
<b>LSD (%5)</b>	Zaman (Z): ---	Yıl (Y): ---	Z x Y: 4.68*	Zaman (Z): 2.99**	Yıl (Y): ---	Z x Y: 4.22*
	CV:%7.68, *: p<0.05			CV: %5.34, *: p<0.05, **: p<0.01		
Ekim zamanı (Sowing times)	SKM (%) (DDM (%))			NYD (RFV)		
	2015	2016	Ortalama (Mean)	2015	2016	Ortalama (Mean)
Birinci ekim (First sowing)	64.7±0.5 a	62.8±0.7 a	63.7±0.6	158.8±3.7 a	131.0±4.0bc	144.9±6.7 a
İkinci ekim (Second sowing)	57.2±1.7 b	63.7±1.2 a	60.4±1.7	115.0±9.6 c	134.3±6.7b	124.6±6.7 b
Üçüncü ekim (Third sowing)	61.6±1.4 a	61.9±1.5 a	61.7±0.9	123.7±7.7 bc	124.6±8.2bc	124.2±5.0 b
Dördüncü ekim (Fourth sowing)	61.1±1.7 a	61.3±1.8 a	61.2±1.1	120.8±8.0 bc	121.0±9.2bc	120.9±5.4 b
<b>Ortalama (Mean)</b>	61.2±1.0	62.4±0.6	61.8±0.6	129.6±6.1	127.7±3.5	128.6±3.4
<b>LSD (%5)</b>	Zaman (Z): ---	Yıl (Y): ---	Z x Y: 3.65*	Zaman (Z): 13.5**	Yıl (Y): ---	Z x Y: 18.7*
	CV:%3.37, *: p<0.05			CV: %8.30, *: p<0.05, **: p<0.01		

Bitki boyu açısından hem ekim zamanları, hem yıllar hem de yıl x ekim zamanı arasında tespit edilen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Birinci yıl elde edilen bitki boyu ortalaması, ikinci yıla göre daha yüksek ve ikinci ekim zamanında elde edilen bitki boyunun da diğer ekim zamanlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Her iki yılda da en

düşük bitki boyları dördüncü ekim zamanından elde edilmiştir (Çizelge 3).

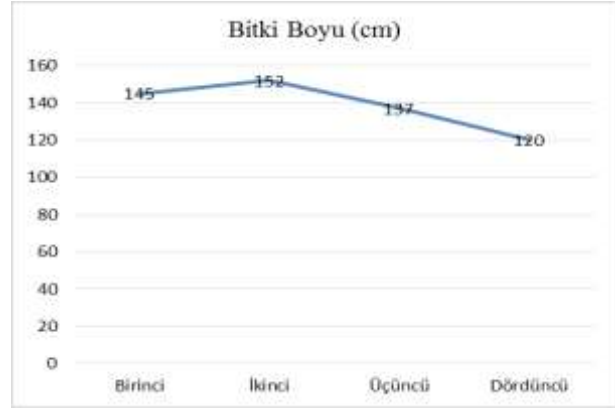
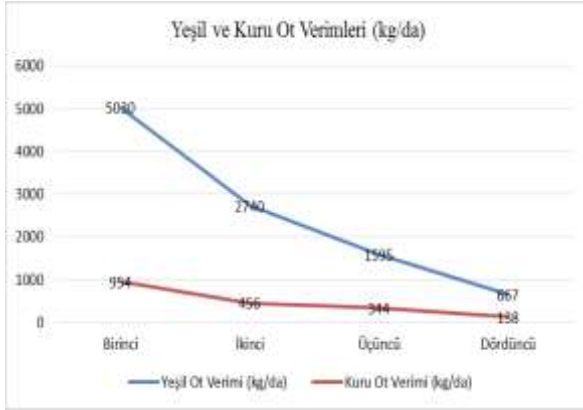
Yeşil ot ve kuru ot verimleri, birinci ekim zamanından dördüncü ekim zamanına doğru sistematik olarak bir düşüş eğilimi göstermiştir. Yeşil ve kuru ot verimlerindeki düşüş ikinci ve üçüncü ekimlerde yaklaşık %50 oranında olurken, dördüncü ekim



zamanına gelindiğinde verim düşüşünün %50'den daha fazla olduğu ve dördüncü ekim zamanında elde edilen yeşil ve kuru ot verimlerinden hareketle yemlik kolza yetiştirmenin ekonomik olmaktan çıktığı görülmektedir (Şekil 1).

Bitki boyu, ikinci ekim zamanında bir miktar artmıştır. Daha sonra üçüncü ve dördüncü ekim zamanlarında düşmeye başlamıştır. Yeşil ve kuru ot verimleri ikinci ekim zamanında %50 civarında bir

düşüş gösterirken, bitki boyu ikinci ekim zamanında artış göstermiştir. Bu durumun muhtemel nedeni, ekim ayı ile birlikte yağın yağmurların bitki boyu üzerinde göstermiş olduğu olumlu etki olduğu düşünülmektedir. Ancak bitki boyu üzerindeki bu olumlu etki tek başına yeşil ve kuru ot verimlerinin artışını sağlamadığı görülmüştür. Nitekim birinci ekim zamanında elde edilen 145 cm ortalama bitki boyunun da ortalamasının (139 cm) üzerinde bir değer olduğu bilinmelidir (Şekil 1).



Şekil 1. Yeşil ve kuru ot verimleri ile bitki boyunun ekim zamanlarına göre değişimi

Figure 1. The variation of forage yield, dry matter yield and plant height of according to sowing times

Ankara koşullarında sekiz farklı yazlık kolza çeşidi ile yürütülen bir çalışmada bitki boyunun 101.3-122.7 cm arasında olduğu bildirilmiştir (Başalma, 1999). Bu çalışmadan elde edilen bitki boyu değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun muhtemel nedeni bu çalışmada kullanılan yemlik kolzanın kışlık olarak ekilmesidir. Yazlık çeşitlerin vejetasyon süresi kısa olduğu için verim özellikleri açısından daha düşük değerler gösterebilmektedir. Yemlik kolzada farklı sıra aralıklarının verim ve kalite üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada bitki boyu 135 cm, yeşil ot verimi 3190 kg da<sup>-1</sup> ve kuru ot verimi 637 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir (Cacan and Kokten, 2017). Bu sonuçlar birinci ve ikinci ekim zamanlarında elde edilen verilere yakın, üçüncü ve dördüncü ekim zamanlarında elde edilen verilerden ise yüksek olduğu görülmektedir. Ege bölgesinde alternatif kışlık ara ürün için 05 Kasım, 20 Kasım ve 05 Aralık olmak üzere üç ekim zamanında ekilen yemlik kolzada hem yeşil ot veriminin hem de kuru madde veriminin ekim zamanlarına bağlı olarak azaldığı ve en düşük verimin son ekim zamanından elde edildiği bildirilmiştir. Yeşil ot verimi ortalama 2422 kg da<sup>-1</sup>, kuru madde verimi ise 306 kg da<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir (Emiroğlu ve ark., 1991). En son ekim zamanından en düşük verim değerlerinin elde edilmesi, bu çalışmada elde edilen bulguları desteklemektedir. Avustralya'da yürütülen bir çalışmada da en düşük verim ve bitki boyunun son yapılan ekim zamanından elde edildiği bildirilmiştir (Islam et al., 2012).

Ham protein oranı %14.5-15.4 arasında değişim

göstermiş ve ortalaması %15.0 olarak elde edilmiştir. Ancak ham protein oranı yıl, ekim zamanı ve yıl x ekim zamanı etkileşimini açısından istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3).

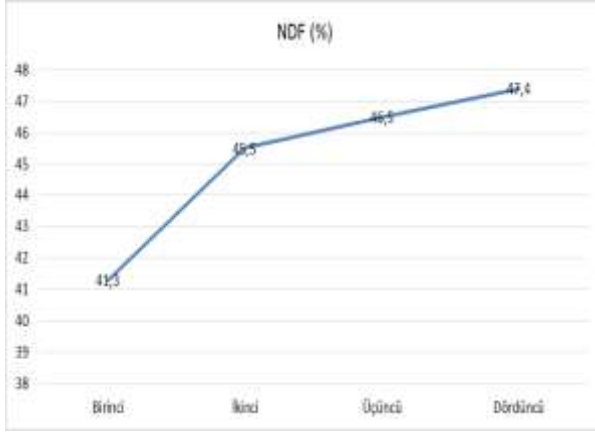
ADF oranı, yıl x ekim zamanı etkileşimini açısından istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Birinci yılın ikinci ekim zamanı en yüksek ADF oranını verirken, her iki yıla ait diğer tüm zamanlar en düşük değeri vermiştir. NDF oranının ekim zamanı ve yıl x ekim zamanı etkileşimini açısından gösterdiği farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük NDF oranının birinci ekim zamanından, en yüksek NDF oranının ise geriye kalan diğer üç ekim zamanından elde edildiği görülmektedir. İnteraksiyona bakıldığında en düşük değerin birinci yıla ait birinci ekim zamanından elde edildiği geriye kalan tüm zamanların ise daha yüksek değerler verdiği görülmektedir (Çizelge 3).

Ekim zamanlarında ADF oranları istatistiksel olarak bir farklılık göstermez iken NDF oranlarının birinci ekim zamanından dördüncü ekim zamanına doğru bir artış gösterdiği görülmüştür. NDF oranı bitkinin yaşlanması ile doğrudan ilişkilidir. Bitki yaşlandıkça bitki hücre çeperini oluşturan NDF oranı artmaktadır. Ancak bu çalışmada dört ekim zamanında da neredeyse aynı sürelerde tarlada kalan yemlik kolzanın ikinci, üçüncü ve dördüncü ekim zamanlarında NDF oranının arttığı görülmektedir. Bunun muhtemel nedeni, bitkinin ekimi geciktikçe kışa daha hazırlıksız bir şekilde girmesi ve yeterli besin maddesi depolamamasıdır. Bitki ilkbaharda

depoladığı yedek besin maddeleri ile gelişimini tamamlamak yerine hızlı bir büyüme ile gelişimini tamamlamaya çalışmıştır. Bitki olması gerektiği zamanda ve şekilde değil de kısa zamanda hızlı bir gelişme göstermesinden kaynaklı NDF oranında bir artış olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 2).

SKM oranı, ADF oranında olduğu gibi, sadece yıl x

ekim zamanı interaksiyonu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En yüksek SKM oranı birinci yılın ikinci ekim zamanından elde edilirken, geriye kalan diğer tüm zamanların istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı ve daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 3).



Şekil 2. NDF oranı ve nispi yem değerinin ekim zamanlarına göre değişimi  
Figure 2. The variation of NDF and RFV of according to planting times

NYD de NDF oranında olduğu gibi, ekim zamanları ile yıl x ekim zamanı interaksiyonu arasında tespit edilen farkın önemli olduğu görülmektedir. En yüksek NYD birinci ekim zamanından elde edilirken, diğer üç zamandan en düşük değerler elde edilmiştir. Yıl x ekim zamanı interaksiyonuna bakıldığında ne yüksek NYD'nin birinci yıla ait birinci ekim zamanından, en düşük NYD'nin birinci yıl ait ikinci ekim zamanından elde edildiği, geriye kalan diğer tüm zamanların ise istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı görülmüştür.

NYD birinci ekim zamanında en yüksek değerini verdiği, ikinci ekim zamanı ile birlikte bir düşüş gösterdiği, üçüncü ekim zamanında stabil kaldığı ve dördüncü ekim zamanı ile birlikte tekrar bir düşüş eğilimi gösterdiği görülmüştür (Şekil 2).

Daha önce yapılan çalışmalarda HP oranı %16,8, ADF oranı %37,8, NDF oranı %45,7, sindirilebilir organik madde miktarı %65,8 (Canbolat ve ark., 2013), Bingöl koşullarında yürütülen bir çalışmada ortalama olarak HP oranı %16,8, ADF oranı %42,2, NDF oranı %47,9, SKM oranı %56,0, NYD 109,8 (Cacan and Kokten, 2017), kolza otunun çiçeklenme aşamasında HP oranı %20,5, ADF oranı %27,6, NDF oranı %44,8, kuru madde sindirimi %67,4 ve NYD 140 (Canbolat, 2013), Kore'de yürütülen bir çalışmada HP oranı %15,6, ADF oranı %35,8, NDF oranı %48,3 (Park et al., 2003) olarak tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen kalite özellikleri ile elde edilen sonuçlar arasında büyük oranda benzerlikler olduğu görülmektedir.

### Yemlik Kolzanın Farklı Ekim Zamanlarına Ait Besin Elementleri İçerikleri

Yemlik kolzanın farklı ekim zamanlarına ait besin elementleri içerikleri Çizelge 4'te verilmiştir. Ca oranlarının ekim zamanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmektedir. En yüksek Ca oranları birinci ve ikinci ekim zamanlarından elde edilirken, en düşük Ca oranı üçüncü ve dördüncü ekim zamanlarından elde edilmiştir. Mg oranları yıl, ekim zamanı ve yıl x ekim zamanı interaksiyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Birinci yıl elde edilen Mg oranı, ikinci yıla göre, birinci ekim zamanından elde edilen Mg oranı da diğer üç ekim zamanına göre daha yüksek değerler vermiştir. Yıl x ekim zamanı interaksiyonunda ise birinci yılın ilk ekim zamanından elde edilen oranın en yüksek, her iki yılın üçüncü ekim zamanında elde edilen oranların ise en düşük oranlar olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

P oranları %0,36-0,39, K oranları ise %2,11-2,34 arasında değişim göstermiştir. P oranı ortalama %0,37, K oranı ise %2,18 olarak elde edilmiştir. P ve K oranlarının, yıl ve yıl x ekim zamanı interaksiyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. İkinci yıl elde edilen P ve K oranlarının, birinci yıl elde edilen oranlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Yıl x ekim zamanı interaksiyonuna bakıldığında ise ikinci yılın ikinci zamanında elde edilen P ve K oranlarının en yüksek değerleri verdiği görülmektedir (Çizelge 3).

Ca oranının birinci ekim zamanı ile ikinci ekim zamanında birbirine yakın değerler verdiği, üçüncü ve dördüncü ekim zamanları ile birlikte düşüş oranının

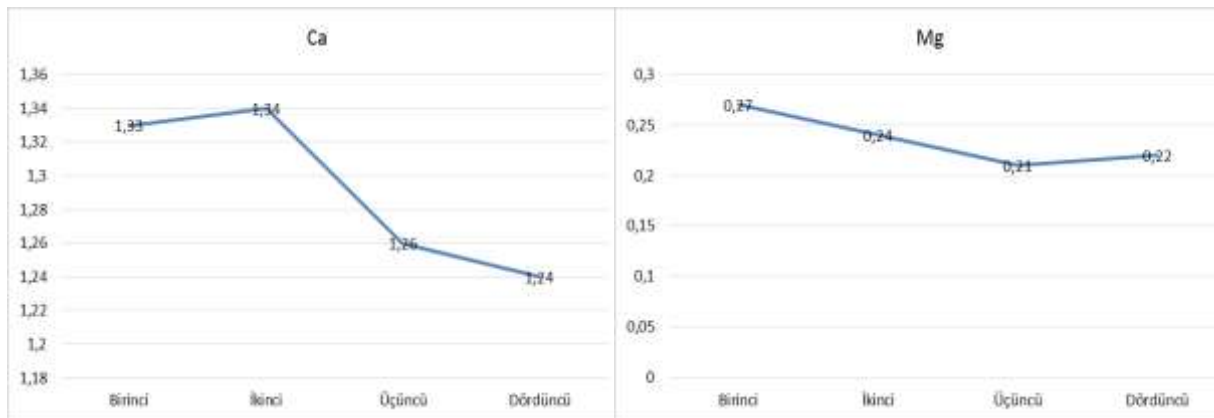
arttığı görülmektedir. Mg oranının ise ikinci ekim zamanı ile birlikte bir düşüş gösterdiği görülmüştür. Her ne kadar dördüncü ekim zamanında bir artış göstermiş olsa da bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 3).

Yemlik kolzanın farklı sıra aralıklarının verim ve kalite üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada ortalama olarak kalsiyum oranı %1.28, magnezyum oranı %0.21, fosfor oranı %0.34 ve potasyum oranı

%1.96 (Cacan and Kokten, 2017), azot dozlarının yemlik kolzanın bazı tarımsal özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada Ca oranı %1.39-1.55, Mg oranı %0.16-0.18, P oranı %0.23-0.27 ve K oranı %2.19-2.49 (Özyazıcı ve ark., 2020), Kore’de yürütülen bir çalışmada kalsiyum oranı %1.71, fosfor oranı %0.49 (Park et. al., 2003) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulguların, araştırmacıların bildirdiği sonuçlarla paralellik arz ettiği görülmüştür.

Çizelge 4. Yemlik kolzanın farklı ekim zamanlarına ait besin elementleri içerikleri  
Çizelge 4. Nutrient content of different sowing times of forage rape

Ekim zamanı (Sowing times)	Ca (%)			Mg (%)		
	2015	2016	Ortalama (Mean)	2015	2016	Ortalama (Mean)
Birinci ekim (First sowing)	1.28±0.01	1.38±0.04	1.33±0.03 a	0.31±0.00 a	0.23±0.01 bc	0.27±0.02 a
İkinci ekim (Second sowing)	1.34±0.01	1.34±0.04	1.34±0.02 a	0.25±0.01 b	0.24±0.02 bc	0.24±0.01 b
Üçüncü ekim (Third sowing)	1.26±0.07	1.26±0.08	1.26±0.05 ab	0.21±0.01 c	0.21±0.01 c	0.21±0.01 bc
Dördüncü ekim (Fourth sowing)	1.24±0.03	1.24±0.04	1.24±0.02 b	0.23±0.01 bc	0.22±0.01 bc	0.22±0.01 c
<b>Ortalama (Mean)</b>	<b>1.28±0.02</b>	<b>1.30±0.03</b>	<b>1.29±0.02</b>	<b>0.25±0.01 A</b>	<b>0.22±0.01 B</b>	<b>0.24±0.01</b>
<b>LSD (%5)</b>	Zaman (Z): 0.08*	Yıl (Y): ---	Z x Y: ---	Zaman (Z): 0.02**	Yıl (Y): 0.02**	Z x Y: 0.03**
	CV:%5.12, *, p<0.01			CV:%7.57, **, p<0.01		
Ekim zamanı (Sowing times)	P (%)			K (%)		
	2015	2016	Ortalama (Mean)	2015	2016	Ortalama (Mean)
Birinci ekim (First sowing)	0.37±0.00 b	0.38±0.01 b	0.38±0.01	2.17±0.03 b	2.07±0.15 b	2.12±0.01
İkinci ekim (Second sowing)	0.31±0.02 c	0.41±0.00 a	0.36±0.02	1.51±0.14 c	2.71±0.05 a	2.11±0.27
Üçüncü ekim (Third sowing)	0.39±0.01 ab	0.39±0.01 ab	0.39±0.01	2.34±0.21 b	2.34±0.22 b	2.34±0.13
Dördüncü ekim (Fourth sowing)	0.37±0.01 b	0.37±0.01 b	0.37±0.01	2.15±0.01 b	2.14±0.02 b	2.15±0.01
<b>Ortalama (Mean)</b>	<b>0.36±0.01 B</b>	<b>0.39±0.01 A</b>	<b>0.37±0.01</b>	<b>2.04±0.11 B</b>	<b>2.32±0.09 A</b>	<b>2.18±0.08</b>
<b>LSD (%5)</b>	Zaman (Z): ---	Yıl (Y): 0.02**	Z x Y: 0.03**	Zaman (Z): ---	Yıl (Y): 0.18**	Z x Y: 0.36**
	CV:%4.76, **, p<0.01			CV:%9.44, **, p<0.01		



Şekil 3. Ca ve Mg oranlarının ekim zamanlarına göre değişimi  
Figure 3. The variation of Ca and Mg of according to sowing times

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, yemlik kolzanın ekim zamanlarına bağlı olarak verim, kalite ve besin maddesi içerikleri ele alınmıştır. HP, ADF, SKM, P ve K oranları açısından ekim zamanları arasında tespit edilen fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. En yüksek verim özellikleri (yeşil ot verimi, kuru ot verimi), en

yüksek kalite özellikleri (düşük NDF ve yüksek NYD) ve en yüksek besin elementleri içerikleri (Ca ve Mg) birinci ekim zamanından yani Eylül ayının ikinci yarısında yapılan ekimden elde edilmiştir. Dolayısıyla gerek Bingöl gerekse de benzer ekolojik özelliklere sahip karasal bölgelerde Eylül ayının ikinci yarısının ekim için tercih edilmesi verim ve kalite açısından avantajlı olduğu kanaati edinilmiştir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Açıkgöz E 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa, 584 sy.
- Altınok S, Karakaya A 2003. Effect of Growth Season on Forage Yields of Different *Brassica* Cultivars Under Ankara Conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 27(2): 85-90.
- Anonim 2020. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <http://www.mgm.gov.tr> (Alınma Tarihi: 15.05.2020).
- Başalma D 1999. Yazlık Kolza (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) Çeşitlerinin Ankara Koşullarına Adaptasyonu. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 8(1-2): 46-51.
- Başaran U, Mut H, Önal-Aşçı Ö, Acar Z, Ayan I 2011. Variability in Forage Quality of Turkish Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Landraces. Turkish Journal of Field Crops 16(1): 9-14.
- Basbag M, Cacan E, Sayar MS, Karan H 2018. Identification of Certain Agricultural Traits and Inter-trait Relationships in the *Helianthemum ledifolium* (L.) Miller var. *lasiocarpum* (Willk.) Bornm. Pakistan Journal of Botany 50(4): 1369-1373.
- Cacan E, Kokten K 2017. The Effect of Different Row Spacing on the Yield and Quality of Forage Rape (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg). Eurasian Journal of Biology and Ecology 2: 7-13.
- Canbolat Ö 2013. Farklı Olgunlaşma Dönemlerinin Kolza Otonun (*Brassica napus* L.) Potansiyel Besleme Değeri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 60(2): 145-150.
- Canbolat Ö, Kara H, Filya İ 2013. Bazı Baklagil Kaba Yemlerinin İn Vitro Gaz Üretimi, Metabolik Enerji, Organik Madde Sindirimi ve Mikrobiyal Protein Üretimlerinin Karşılaştırılması. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 27(2): 71-81.
- Emiroğlu ŞH, Algan N, Aygün H 1991. Ege Bölgesinde Kışlık Ara Ürün Tarımına Uygun Olabilecek Alternatif Yem Bitkilerinin Verim ve Diğer Bazı Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 2. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kongresi 28-31 Mayıs 991, İzmir.
- Gülümser E, Mut H, Doğrusöz MÇ, Başaran U 2020. Doğal Floradan Toplanan Aktaş Yoncalarının (*Melilotus alba* Desr.) Bazı Kalite Özellikleri. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology 8(2): 324-328.

- Islam MR, Garcia SC, Horadagoda A 2012. Effects of Residual Nitrogen, Nitrogen Fertilizer, Sowing Date and Harvest Time on Yield and Nutritive Value of Forage Rape. Animal Feed Science and Technology 177(1-2): 52-64.
- JMP 5.0.1. 2002. A Business Unit of SAS. USA:SAS Institute.
- Kılıç Ü 2009. Ruminantların Beslenmesinde Kanola Bitkisinin Kaba Yem Kaynağı Olarak Kullanılması. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 49(2): 125-135.
- Korkmaz A 2003. Çukurova Bölgesinde Bal Arılarının (*Apis mellifera* L.) Ariotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth) ve Yemlik Kolza (*Brassica napus* L. Metzg.) ile Olan Bazı İlişkilerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 240 sy.
- Morrison JA 2003. Hay and Pasture. Chapter 6. In: Illinois Agronomy Handbook, USA, 224 p.
- Nursoy H, Şahin E, Terlemez F 2018. Kanola Bitkisi ve Ürünlerinin Ruminant Beslemede Kullanımı. Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11(2): 109-114.
- Özyazıcı MA, Açıkbaz S, Turhan M 2020. Yemlik Kolza (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg)'da Bazı Tarımsal Özelliklerin Azotlu Gübrelemeye Göre Değişimi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi 4(2): 387-404.
- Park NG, Ko SB, Lee CE, Jin SH, Hwang KJ 2003. Effect of Seeding Times and Mixture Rates of Oat and Forage Rape on the Growth Characteristics and Forage Yields After the Harvest of Potatoes in Jeju. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 23(1): 49-58.
- Rohweder DA, Barnes RF, Jorgensen N 1978. Proposed Hay Grading Standards Based on Laboratory Analyses for Evaluating Quality. Journal of Animal Science 47(3): 747-759.
- Serin Y, Tan M 2001. Yem Bitkileri Kültürüne Giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 206, Erzurum, 217 sy.
- Sezen Y 1995. Gübreler ve Gübreleme. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:679, Ziraat Fakültesi Yayınları No:303, Erzurum, 276 sy.
- Soya H, Avcıoğlu R, Geren H 2004. Yem Bitkileri. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 223 sy.
- Thomas D, Mason DB, Harmer M, Judson HG, Frank D, Sewell JC 2015. Utilisation and Feed Quality of Two Forage Brassica (*Brassica napus*) Cultivars. 17th Australian Agronomy Conference, 20-24 September 2015, Hobart, Australia.
- Zengin M 2012. Toprak ve Bitki Analiz Sonuçlarının Yorumlanmasında Temel İlkeler (Bölüm 12). (Bitki Besleme, Ed. Karaman MR). Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi:2, 837-961 sy.
- Zeybek S 2017. Kışlık Ara Ürün Olarak Yemlik Kolza (*Brassica napus* L.) ve Bazı İkili Karışımlarının

Yem Verimi ve Kalitesinin Belirlenmesi. Ondokuz  
Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla

Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi,  
Samsun, 45 sy.

## Yağışa Bağlı Kuru Şartlarda Dallı Darı (*Panicum virgatum* L.) Çeşitlerinin 4 ve 5.Yıllardaki Biyokütle Verimi ve Diğer Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi

Erdal GÖNÜLAL<sup>1\*</sup>, Süleyman SOYLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bahri Dagdas International Agriculture Research Institute, 42010, Konya-Turkey, <sup>2</sup>Selcuk University Agricultural Faculty, Department of Field Crops, 42031, Konya-Turkey.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1621-0892>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-0420-5033>

✉: [erdalgonulal@hotmail.com](mailto:erdalgonulal@hotmail.com)

### ÖZET

Bu çalışma Konya - Karapınar lokasyonunda yağışa bağlı sulamasız şartlarda çok yıllık bir bitki olan altı adet dallı darı çeşidinin plantasyondan sonraki 4. ve 5. yılına ait biyokütle verimi ve diğer özelliklerinin belirlenmesi amacıyla iki yıl süreyle (2018 ve 2019) yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada altı çeşit (Alamo, Shawnee, Kanlow, Shelter, Cave in rock ve Trailblazer) kullanılmıştır. Çalışmada iki yıllık verilere göre yeşil biyokütle verimi 734 kg da<sup>-1</sup> (Cave in rock)- 1499 kg da<sup>-1</sup> (Alamo), kuru biyokütle verimi 343 kg da<sup>-1</sup> (Cave in rock)- 774 kg da<sup>-1</sup> (Trailblazer), bitki boyu 47.8 cm (Cave in rock)- 70 cm (Alamo), metrede sap sayısı 229.8 adet (Cave in rock)- 448.5 adet (Trailblazer), sap ağırlığı 0.78 g (Trailblazer)- 1.24 g (Kanlow), klorofil içeriği % 29.6 (Shawnee)- % 44.3 (Kanlow), stomal iletkenlik 22.4 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Shawnee)- 34.3 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Alamo) mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> ve bitki örtüsü sıcaklığı 37.7 °C (Kanlow) – 43.9 °C (Shawnee) aralığında belirlenmiştir. Çalışmada biyokütle verimlerinin beşinci yılda azaldığı ve Kanlow, Alamo, Trailblazer ile Shelter çeşitlerinin en yüksek verime sahip olduğu belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 28.07.2020

Kabul Tarihi : 22.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Biyokütle  
Dallı darı  
Fizyolojik parametreler  
İklim değişikliği  
Kuraklık

## Determination of Biomass Yield and Other Agricultural Characteristics of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Varieties in Rainfed Conditions in 4th and 5th Years

### ABSTRACT

A two-year, 2018 (4<sup>th</sup>) and 2019 (5<sup>th</sup>), study was conducted to determine the biomass yield and other characteristics of six switchgrass varieties in Konya - Karapınar location under rainfed conditions. Six used varieties (Alamo, Shawnee, Kanlow, Shelter, Cave in rock and Trailblazer) were arranged in a randomized complete block design with three replications. Study results indicated that fresh biomass yield was 734 kg da<sup>-1</sup> for Cave in rock and 1499 kg da<sup>-1</sup> for Alamo cultivars. Dry biomass yield was 343 kg/da for Cave in rock and 774 kg/da for Trailblazer. Plant height were determined as 47.8 cm for Cave in rock and 70 cm for Alamo. Tiller number per meter were found as 229.8 in Cave in rock and 448.5 in Trailblazer. Additionally, tiller weight was 0.78 g for Trailblazer and 1.24 g for Kanlow cultivars. Also, chlorophyll content of Shawnee and Kanlow cultivars were 29.6% and 44.3%, respectively. Stoma conductivity was measured as 22.4 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> for Shawnee and 34.3 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> for Alamo and canopy temperature were determined between 37.7 °C for Kanlow and 43.9 °C for Shawnee. In the study, it was determined that the biomass yield decreased in the fifth year and the highest yield was obtained from four varieties including Kanlow, Alamo, Trailblazer and Shelter.

### Research Article

#### Article History

Received : 28.07.2020

Accepted : 22.09.2020

#### Keywords

Biomass yield  
Climate change  
Drought  
Physiological parameters  
Switchgrass

**Atıf Şekli:** Gönülal E, Soylu S 2021. Yağışa Bağlı Kuru Şartlarda Dallı Darı Çeşitlerinin 4 ve 5.Yıllardaki Biyokütle Verimi ve Diğer Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 570-578. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.775043>.

**To Cite:** Gönülal E, Soylu S 2021. Determination of Biomass Yield and Other Agricultural Characteristics of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Varieties in Rainfed Conditions in 4th and 5th Years. KSU J. Agric Nat 24 (3): 570-578. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.775043>.

## GİRİŞ

Tarımsal üretim birçok faktörden etkilenen bir sektör olup, iklim değişikliği bu faktörlerden en önemlilerinden birisidir. Gelişen sanayi, artan nüfus ve motorlu taşıtlar ile birlikte fosil yakıtların kullanımındaki artış sera gazı salınımını artırmış ve bu durum küresel ısınmaya neden olmuştur. Küresel ısınma ile birlikte açığa çıkan en olumsuz etkilerden biriside su kaynakları üzerine olan etkidir. Bu etkinin 2050 ve sonrasında özellikle Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz havzasında daha şiddetli olacağı ve Akdeniz, Ege ve Orta Anadolu havzalarının kuraklık sorunu ile karşı karşıya kalabileceği öngörülmektedir (Giannakopoulos ve ark., 2005; Yürekli ve Anlı, 2008). Türkiye'de tarım alanlarının %10'una yakınına teşkil eden, bitkisel ve hayvansal üretim rakamları ile önemli bir tarımsal üretim merkezi olan Konya havzası da kuraklık riskinden en fazla etkilenmesi beklenen bir bölgedir. Havza Türkiye ortalamasına göre çok daha düşük olan 300 mm civarında yıllık yağışa sahip olup, bu yağışında önemli kısmı kış aylarında düşmektedir. Bölgede hayvancılık son 20 yılda verilen desteklemeler ile önemli oranda artmış ve Türkiye'de hayvan varlığı bakımından ilk üç sırada yer almaktadır. Bölgedeki kaba yem kaynaklarından meralar ot verimi açısından çok zayıf durumda olup, bir kısmı ise mera vasfını kaybetmiştir. Bölgede özellikle büyükbaş hayvancılık için kaba yem ihtiyacı önemli oranda yeraltı su kaynaklarından faydalanılarak sulu tarım alanlarından karşılanmaktadır. Bu durum yeraltı su kaynakları üzerinde önemli baskı oluşmasına ve su kaynaklarında azalmaya neden olmaktadır. Tarımsal potansiyeli, su kaynakları ve iklim özellikleri dikkate alındığında havzada sürdürülebilir bir tarımsal üretim için iklim değişikliği senaryoları ve su kaynakları dikkate alınarak su tüketimi daha az olan ya da sulama yapılmadan yağışa bağlı koşullarda yetişebilen ve biyokütle üretebilen bitkilerin bölgeye adaptasyonu ve yaygınlaştırılması önemli bir konudur. Bu amaçla Türkiye'de ilk olarak Soylu ve ark. (2010) tarafından Konya ekolojik şartlarında adaptasyon çalışmalarına başlanan dallı darı (*Panicum virgatum L.*) bitkisi bölge şartlarına adaptasyon sağlamıştır. Kuru şartlarda benzer bitkilere göre daha fazla biyokütle üretebilen, iyi yem değerine sahip, biyoetanol kaynağı olarak kullanılabilen, toprak kalitesini artıran ve erozyonu önleyen çok yıllık (10-15 yıl) bir C4 bitkisi olan dallı darı düşük üretim maliyetine sahiptir ve marjinal alanlarda yetişebilmektedir. Suyu etkin kullanan, yağışa bağlı kuru şartlarda biyokütle üretebilen, toprağın organik karbon içeriğini artırarak (David ve Ragauskas, 2010) toprak erozyonunu önleyen bir bitki olan dallı darı benzer bitkilere göre daha düşük maliyetlerle kuru ot ve silaj olarak kullanılmasına ek

olarak, erozyonla mücadelede, mera ıslahında, çayır mera tesisinde ve etanol üretiminde kullanılabilir çok yönlü ve düşük maliyetli bir bitkidir (Ma ve ark., 2000).

Yetiştigi çevre ve morfolojisine göre iki ekotipi mevcuttur. Tetraploid ploidi seviyesine ( $2n:4x:36$ ) sahip lowland ekotipleri uzun boylu kalın saplı olup, daha çok enerji amaçlı kullanılırken iken, octaploid ( $2n=8x=72$ ), ve tetraploid ploidi seviyesindeki upland ekotipler ise daha ince saplı ve kısa boylu olup, hayvan beslenmesinde daha yoğun olarak kullanılmaktadır Mitchell ve Schmer, 2012 ; Casler, 2012).

Kökene Kuzey Amerika olan dallı darı bitkisi geniş adaptasyon kabiliyeti, soğuk ve kurağa dayanımı ile özellikle kurak alanlarda önemli bir biyokütle kaynağı olabilmeye potansiyelinde olup, ilk tesisi yılında verimi düşük olan özellikle ikinci yıldan sonra verim potansiyeli artan bir bitkidir (Soylu ve ark., 2010). Türkiye'de yürütülen çalışmalarda özellikle kuru şartlarda dallı darının ilk yıllarına ait veriler belirlenmiş olup, çok yıllık olan bu bitkinin uzun yıllardaki verilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışma da Konya Karapınar lokasyonunda yağışa bağlı sulamasız koşullarda dallı darının 4 ve 5. yıllarına ait biyokütle verimi, verim öğeleri ile bazı fizyolojik parametreler incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOD

Çalışma Konya-Karapınar ekolojik koşullarında ( $37^{\circ} 41' 10.88''$  K ve  $33^{\circ} 30' 13.07''$  D) 2015 yılında tesis edilen dallı darı plantasyonuna ait 4. ve 5. yıllardaki biyokütle verimi ve diğer özelliklerini belirlemek amacıyla iki yıl süre ile (2018 ve 2019) yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü Konya ili Karapınar ilçesi karasal bir iklime sahip olup, Türkiye'de en az yağışın görüldüğü bir alandır. Yağış ortalaması uzun yıllara göre 291.2 mm olan çalışma alanında yağışların önemli kısmı kış aylarında ve de önemli kısmı dallı darının yetişme dönemi dışında gerçekleşmektedir. Çalışmanın yürütüldüğü ve gözlemlerin alındığı 2018 ve 2019 yıllarında toplam yağış ve dallı darının gelişmeye başladığı tarih ile biçim tarihi arasındaki (Nisan-Temmuz) yağış miktarı sırasıyla 2018 yılında 286.7 mm ve 85.4 mm, 2019 yılında ise 268.8 mm ve 53.6 mm olarak gerçekleşmiştir. Sıcaklık verileri açısından uzun yıllara göre en düşük sıcaklık değeri Şubat ayında ( $-15.9^{\circ}\text{C}$ ) kaydedilirken, çalışma yılları olan 2018 yılında  $-19.2^{\circ}\text{C}$  ile Ocak ayında, 2019 yılında ise  $-16.1^{\circ}\text{C}$  ile yine Ocak ayında ölçülmüştür. Çalışmada her iki yılda da en düşük sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalamasından daha yüksek olmuştur. Bu durum çalışmadaki çeşitlerin ekstrem soğuk koşullarına dayanımının kontrolü için iyi bir ortam oluşturmuştur. Çalışma alanı toprağı organik maddece fakir (% 0.8-1.3), kireç miktarı (% 28.6-33.6) ve pH değeri (7.9-8.2) yüksek ve tuz sıkıntısı olmayan

bir alan olup, fiziksel olarak üst 0-30 cm katmanı kumlu yapıda ve hacim ağırlığı  $1.36 \text{ g cm}^{-3}$  olan, daha derindeki katmanlar ise killi yapıda ve infiltrasyon hızı  $10 \text{ mm h}^{-1}$  olan bir topraktır (Çizelge 1). Çalışmada

kullanılan iki adedi lowland (Kanlow ve Alamo) ve dört adedi upland ekotipinde (Shelter, Cave in rock, Shawnee ve Trailblazer) olmak üzere toplam altı dallı darı çeşidi yurtdışı özel firmalardan temin edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanına ait bazı toprak özellikleri  
Table 1. Some soil properties of the experimental area.

Derinlik (cm) (Depth cm)	Kum(Sand %)	Silt (%)	Kil (Clay %)	Bünye (Structure)	TK(Field capacity %)	SN (Wilting point %)	Hacim ağı. (Volume weight $\text{g/cm}^3$ )	pH	EC ( $\text{dSm}^{-1}$ )	Kireç-(Lime %)	Organik mad.(Organic matter %)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg da <sup>-1</sup> )
0-30	58.3	22.6	19.1	SCL	20.1	9.7	1.36	7.9	0.43	33.6	1.3	14.7	35
30-60	30.1	20.3	49.7	C	24.6	12.7	1.25	8.2	0.46	28.6	1.1	5.8	26
60-90	16.1	24.4	59.6	C	28	15.5	1.23	8.2	0.44	29.4	0.8	2.9	25

Çalışmanın yürütüldüğü ve ölçümlerin alındığı dallı darı çeşitlerinin olduğu alan 2015 yılında tesis edilmiştir. 1 Temmuz 2015 tarihinde 15 cm sıra arası mesafesinde çizelle açılan sıralara 1 cm ekim derinliğinde metrekaareye 400 bitki hesabına göre (Soylu ve ark., 2010) çimlenme ve dormansi özelliklerine göre hazırlanan tohumlar kumla çoğaltılarak elle ekim yapılmış ve toprak sıkıştırılmıştır. 1.5 m genişlik (10 sıra) ve 5 metre uzunluğunda olmak üzere toplam  $7.5 \text{ m}^2$  'den oluşan her parsel biçimde parsel başı ve sonundan 1 metre ve kenarlardan iki sıra kenar tesiri düşüldükten sonra  $2.7 \text{ m}^2$  den oluşmuştur. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlı olarak yürütülen çalışma toplam 18 parselden (6 çeşit x 3 tekerrür) oluşmuştur. Çok yıllık bir bitki olan dallı darıda tesis yılından sonraki 2016 ve 2017 yıllarında deneme parsellerinde sulama yapılmamış yabancı ota karşı ilaçlama yapılmış, her iki yılda Mayıs ayı içerisinde  $5 \text{ kg N}$  uygulanmıştır. Bu yıllarda hasat bitkilerin yeşil aksamının kurummasından önceki dönemde 15 cm yükseklikten yapılarak kışa girmeleri sağlanmıştır. Çalışmada her iki yılda da (2018 ve 2019) sulama yapılmamış olup, Mayıs ayında dekara üre formunda  $5 \text{ kg N}$  uygulaması yapılmıştır (Soylu ve ark., 2010). Bitkiler 2018 yılında 18 Nisanda, 2019 yılında ise 20 Nisan tarihinde uyanmaya başlamıştır. Biyokütle hasatları için sulu alanlar ya da yağışın yeterli olduğu alanlar için biçim zamanı olarak dallı darının çiçeklenmesinden bir hafta sonra yapılması önerilirken, yağışa bağlı kuru koşullarda çalışmada her iki yılda çiçeklenme olmadığından hasat tarihi olarak bitkilerin kurumadan yeşil aksamının en fazla olduğu ve yem değerinin düşmediği dönemlerde yapılmıştır (Soylu ve ark., 2010). Bu kapsamda biyokütle hasadı 2018 yılında 14 Temmuz da, 2019 yılında ise 17 Temmuz tarihinde kenar tesirleri dikkate alınarak motorlu tırpanla yapılmış ve tartım yapılarak yeşil biyokütle verimi belirlenmiştir. 500 gram yeşil örnek etüvde  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  'de 24 saat kurutularak kuru madde oranı ve kuru biyokütle verimi

hesaplanmıştır.

Çalışmada biçimden hemen önce bitki boyu, metrede sap sayısı, sap ağırlığı ölçümleri Soylu ve ark. (2010)' nın yöntemlerine göre, klorofil içeriği, Fischer (2001)' e göre spadmetre cihazı ile, stoma iletkenliği ise Bahar ve ark. (2003)' nın yöntemlerine göre porometre cihazı ile beş bitkide ve 4 tekrarlı olarak ve bitki örtüsü sıcaklığı ise Jackson ve ark., (1981)' nin yöntemlerine göre infrared termometre ile 12:00 - 14:00 saat aralığında her parselde güney ve kuzeyden olmak üzere ölçülerek ortalamaları alınmıştır. Çalışma sonucu elde edilen verilerin JMP 11.2.1 paket programına göre varyans analizi yapılmış ve konular arasındaki farklılıklar ve gruplandırmalar LSD testine göre yapılmıştır (JMP, 2014).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Konya Karapınar şartlarında 2018 ve 2019 yıllarında iki yıl süreyle yürütülen çalışmada kuru şartlarda dallı darı çeşitlerinin 4 ve 5. yıllarına ait biyokütle verimi ve diğer tarımsal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada iki yıla ait sonuçlara göre varyans analizi sonucunda çeşitler arasındaki farklılık biyokütle verimi başta olmak üzere incelenen bütün parametreler için  $P < 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

### Yeşil ve Kuru Biyokütle Verimi

Kuru şartlarda altı darı çeşidinin 4 ve 5. yıllarına ait yeşil ve kuru biyokütle verimleri Çizelge 3'te verilmiş olup, çizelgeye göre istatistiki olarak önemli olmasa bile 2018 yılındaki yeşil biyokütle veriminin ( $1264 \text{ kg da}^{-1}$ ) 2019 yılı veriminden ( $1208 \text{ kg da}^{-1}$ ) daha fazla olduğu görülmüştür.

Benzer şekilde kuru biyokütle veriminde de 2018 yılı verimi daha fazla olmuş ve yıllar farklı gruplarda yer almıştır. Dalli darıda ilk tesis yılında verim düşük olmakta bunu takip eden yıllarda ise verimde artış olmaktadır. Bununla birlikte dallı darıda özellikle kuru şartlarda verimi belirleyen en önemli unsur



zamanında gerçekleşen yağış miktarıdır (Soylu ve ark., 2010). Çalışmada bitkilerin uyanmaya başladığı Nisan ayı ile hasatın yapıldığı Temmuz ayı arasındaki yağışlara bakıldığında 2018 yılındaki yağışın (85.4

mm) daha fazla olduğu ve özellikle Mayıs ile haziran aylarındaki yağış miktarının 2019 yılından fazla olmasının verimin daha iyi olmasını sağladığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Konya – Karapınar ekolojik şartlarında kuru koşullar altında dört dallı darı çeşidinden elde edilen çeşitli özelliklere ait varyans analizi

Table 2. Variance analysis of various characteristics obtained from switchgrass varieties under dry conditions in Konya - Karapınar ecological conditions

Kaynak (Variation)	SD	Kareler ortalaması (Means square)							
		YBV	KBV	BB	SS	SA	Kİ	Sİ	BÖS
Yıl (A) (Year)	1	28451.9	38756.5*	4	14965.4*	0.004	247.669	24.85*	1.55
Tek#[Yıl] (Rep#[Year])	4	8942.43	4406.61	29.47	661.11	0.040	102.261	0.51	7.92
Çeşit(B) (Variety)	5	883153*	231838*	555.84*	33298.4*	0.17*	202.491*	95.56*	33.03*
Yıl*Çeşit (Year*Variety)	5	3221.66	1961.67	2.67	2401.31*	0.005	51.2413	0.73	4.27
Hata (Error)	20	5579	3768.2	5.34	521.3	0.020	26.098	1.19	2.40
CV(%)		6.1	10.4	4.0	7.1	13.2	14.2	3.9	3.8

YBV: Yeşil biyokütle verimi (Fresh biomass yield), KBV:Kuru biyokütle verimi (Dry biomass yield), BB: Bitki boyu (Plant height), SS: Sap sayısı (Tiller number), SA: Sap ağırlığı (Tiller weight), Kİ:Klorofil içeriği (Chlorophyll content), Sİ: Stomal iletkenlik (Stoma conductivity), BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı (Canopy temperature)

\*:  $P<0.05$  seviyesinde önemli

(\*indicates significance at  $P<0.05$ )

Çizelge 3. Kuru koşullarda dallı darı çeşitlerinden elde edilen yeşil ve kuru biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>) ile bitki boyu (cm) değerleri

Table 3. Green and dry biomass yield (kg da<sup>-1</sup>) and plant height (cm) values obtained from switchgrass varieties in dry conditions

Çeşitler (Varieties)	Yeşil biyokütle verimi(kg da <sup>-1</sup> ) (Fresh biomass yield kg da <sup>-1</sup> )			Kuru biyokütle verimi (kg da <sup>-1</sup> ) (Dry biomass yield kg da <sup>-1</sup> )			Bitki boyu(cm) (Plant height cm)		
	2018	2019	Ort. (Mean)	2018	2019	Ort. (Mean)	2018	2019	Ort. (Mean)
Shelter	1402±22	1385±49	1394±35 b	777±35	663±21	720±28 a	50.7±2.3	50.7±2.4	50.7±2.1 c
Alamo	1556±33	1442±43	1499±38 a	765±41	672±15	719 ±26a	70.3±0.7	69.7±0.9	70.0±0.8a
Caveinrock	740±21	728±26	734±17 d	355±20	330±10	343±11 d	47.3±0.9	48.3±1.2	47.8±1.0 d
Shawnee	941±55	872±48	906±61 c	425±10	388±32	407±19 c	54.0±1.0	53.0±1.5	53.5±1.3 b
Kanlow	1527±24	1422±41	1475±29 ab	642±30	577±33	609±26 b	69.7±1.5	69.3±2.3	69.5±1.9 a
Trailblazer	1418±75	1398±46	1408± 59b	809±42	739±21	774±42 a	56.3±3.2	53.3±1.3	54.8±2.0 b
Ort.(Mean)	1264	1208	1236	629 a	562 b	595	58.1	57.4	57.7
Çeşit(Variety) LSD(0.05):89.6				Yıl (Year) LSD(0.05):61.2 Çeşit(Variety) LSD(0.05):73.7			Çeşit (Variety)LSD(0.05):2.8		

Çizelgedeki her bir veri üç tekrerrün ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir

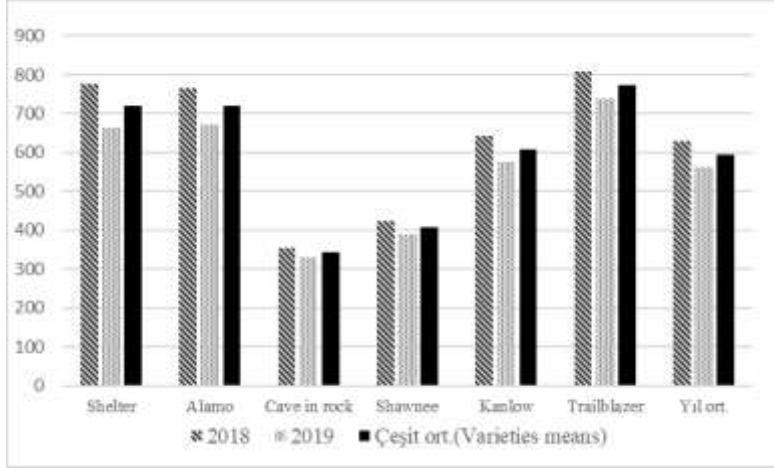
Çeşitler açısından incelendiğinde iki yıllık ortalamalara göre yeşil biyokütle verimi açısından lowland ekotipindeki Alamo (1499 kg da<sup>-1</sup>) ve Kanlow (1475 kg da<sup>-1</sup>) çeşitleri ile upland ekotipindeki Trailblazer çeşidi (1408 kg da<sup>-1</sup>) en fazla yeşil biyokütle verimine sahip olurken, en düşük verim ise 734 kg da<sup>-1</sup> ile Cave in rock çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Kuru biyokütle veriminde ise en yüksek değer Trailblazer çeşidinden (774 kg da<sup>-1</sup>) elde edilmiş, Shelter (720 kg da<sup>-1</sup>) ve Alamo (719 kg da<sup>-1</sup>) çeşitleri de aynı grupta yer alırken Kanlow çeşidi de 609 kg da<sup>-1</sup>

olan verimiyle ortalamanın üzerinde bir değere sahip olmuştur. Çalışmada en düşük kuru biyokütle verimi değerleri Cave in rock (343 kg da<sup>-1</sup>) ve Shawnee (407 kg da<sup>-1</sup>) çeşitlerinden elde edilmiştir (Şekil 1).

Geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip dallı darı ile ilgili farklı ekolojilerde yürütülen çalışmalarda çoğu araştırmacı (Zhu ve ark., 2014; Çiçek, 2017) bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde lowland ekotipindeki çeşitlerin ve de özellikle Kanlow ve Alamo çeşitlerinin upland ekotiplere göre daha fazla biyokütle verimine sahip olduklarını bildirmiştir. Buna ilave olarak

Barney ve ark. (2009), Aimar ve ark.(2014) ve Liu ve ark. (2015) çalışmalarında su stresi yada kuru şartlarda lowland ekotiplerin veriminin daha iyi olduklarını bildirmişlerdir. Çalışma sonuçlarını destekleyen bu araştırmacıların yanında, bu çalışmada düşük verime sahip olan Cave in rock

çeşidinin yüksek performans gösterdiği önceki çalışmalarda (Geren ve ark., 2016) mevcut olup, toprak özellikleri, çevre şartları ile iklim ve yetiştirme tekniklerindeki farklılıkların (Nasso ve ark., 2015) bu sonucu oluşturduğu düşünülmektedir.



Şekil 1. Dalı darı çeşitlerinin kuru şartlarda 4.ve 5. Yıldaki kuru biyokütle verimleri (kg da<sup>-1</sup>)

Figure 1. Dry biomass yields of switchgrass varieties in dry conditions in the 4th and 5th years (kg da<sup>-1</sup>)

### Bitki Boyu

Çalışmada iki yıllık ortalama bitki boyu 57.7 cm olarak belirlenmiş olup, 2018 yılı boy ortalaması (58.1 cm) 2019 yılından (57.4 cm) daha fazla olmuştur (Çizelge 3). İki yıllık ortalamaya göre çeşitler arasındaki farklılıklar  $P \leq 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuş olup, biyokütle verimine benzer şekilde Alamo (70 cm) ve Kanlow (69.5) çeşitleri en yüksek değere, Cave in rock çeşidi (47.8 cm) ise en düşük bitki boyu değerine sahip olmuştur (Şekil 2b). Bitki boyu ile biyokütle verimi arasında pozitif bir ilişki görülmekte (Min ve ark., 2017) olup, yüksek biyokütle verimine sahip Alamo ve Kanlow çeşitlerinin bitki boyu değerleri de yüksek olmuştur. Daha önceki çalışmalarda genel anlamda upland ekotipindeki çeşitlerin lowland ekotipindeki çeşitlerden daha kısa boylu olduğu bildirilmiş (Soylu ve ark., 2010; Şeflek, 2010) çeşit bazında ise bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde Min ve ark. (2017) 22 çeşitte yürüttükleri çalışmada Kanlow ve Alamo çeşitlerinin Cave in rock çeşidinden daha fazla boya sahip olduğunu, Soylu ve ark. (2010) ise kuru şartlarda iki yıllık ortalamalara göre bitki boylarının çeşitlere göre 60-80 cm arasında olduğunu ve Kanlow çeşidinin upland ekotipindeki Shawnee ve Blackwell çeşitlerinden daha yüksek bitki boyu değerine sahip olduğunu bildirmiştir.

### Metrede Sap Sayısı

Çalışmada elde edilen sap sayısı ve sap ağırlığına ait elde edilen değerler Çizelge 4' de verilmiştir.

İki yıllık çalışmada ortalama metrede sap sayısı 319.8 adet olarak belirlenmiştir. 2019 yılında ki (305.8 adet) sap sayısında 2018 (333.8 adet) yılına göre azalma

meydana gelmiştir. Yağış miktarındaki azalma sap sayısını da olumsuz etkilemiştir (Soylu ve ark., 2010).

Çeşitler bazında önceki bir çok çalışma (Geren ve ark., 2016; Min ve ark., 2017) ile benzer şekilde bu çalışmada da lowland ekotipindeki çeşitlerin birim alanda upland çeşitlere göre daha az kardeş oluşturdukları görülmüş olup, en yüksek sap sayısı kuru biyokütle veriminin en fazla olduğu Trailblazer çeşidinden (448.5 adet) elde edilirken, en düşük değerler ise verimin en düşük olduğu Cave in rock çeşidinden (229.8 adet) elde edilmiştir (Şekil 2c). Bu durum upland ekotipindeki çeşitler için biyokütle verimi ile sap sayısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Biyokütle verimleri yüksek olmasına rağmen Kanlow ve Alamo çeşitleri deneme ortalamasından daha düşük değerler vermiştir (Çizelge 3 ve 4).

### Sap Ağırlığı

Biyokütle veriminin belirlenmesinde önemli bir parametre olan sap ağırlığı açısından deneme ortalaması 1.06 g olarak belirlenmiş olup, biyokütle verimi, bitki boyu, ve sap sayısında olduğu gibi yağışın daha fazla olduğu 2018 yılında (1.07 g) sap ağırlığı 2019 yılına (1.05 g) göre daha fazla olmuştur (Çizelge 4).

Çeşitler açısından bakıldığında iki yıllık ortalamalara göre Kanlow (1.24 g) ve Alamo (1.22 g) çeşitlerinin en yüksek değere sahip oldukları, birim alandaki sap sayısı fazla olan Trailblazer çeşidinin (0.78 g) ise en düşük sap ağırlığı değerine sahip olduğu görülmüştür (Şekil 2). Biyokütle verimleri yüksek olan Alamo ve Kanlow çeşitleri için sap kalınlığı verimi etkileyen bir

parametre olarak ele alınırken, sap ağırlığı en az olmasına rağmen Trailblazer çeşidi de birim alandaki sap sayısının fazla olmasından dolayı yüksek biyokütle verimine sahip olmuştur.

Sap ağırlığı çeşit, yetiştirme çevresi, toprak yapısı ve iklim koşulları ile tarımsal uygulamalardan etkilenen bir özellik olup, daha önceki bir çok çalışmada farklı değerler elde edilse de genel olarak bu çalışmadan elde edilen sonuçları destekler şekilde lowland ekotipindeki çeşitlerin sap ağırlığı değerinin upland çeşitlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Soylu ve ark., 2010).

### Klorofil İçeriği

Çalışmada çeşitlere ait elde edilen fizyolojik parametrelere ait değerler Çizelge 5’de verilmiştir.

Bitkilerde fotosentez kapasitesi ve strese dayanımı belirleme amaçlı olarak kullanılan (Fischer, 2001) klorofil içeriği iki yıllık çalışmada ortalama % 35.8 olarak belirlenmiş olup, değerler çalışmanın ilk yılında % 38.4, ikinci yılında ise % 33.2 olmuştur (Çizelge 5).

Yağış miktarındaki azalma önceki çalışmalara benzer şekilde verim ve diğer parametrelerde olduğu gibi klorofil içeriğini de azaltmıştır (Ghimire ve Craven, 2011; Meyer ve ark.,2014).

Çeşitlerin klorofil içeriği iki yıllık ortalamalara göre incelendiğinde biyokütle verimi yüksek olan lowland ekotipindeki Kanlow (% 44.3) ve Alamo (% 41.7) çeşitlerinin en yüksek klorofil içeriğine sahip olduğu görülmüştür (Şekil 3). En düşük değer ise kloroz semptomu görülen ve biyokütle verimi düşük olan upland ekotipindeki Shawnee çeşidi (% 29.6) ile biyokütle veriminin en düşük olduğu Cave in rock çeşidinden (% 31.8) elde edilmiştir (Çizelge 3 ve 5). Klorofil içeriği bitkilerin fotosentez kapasitesi ve stres şartlarındaki verimleri ile ilişkili bir özellik olup ıslah çalışmalarında seleksiyon kriteri olarak çokça kullanılmaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda yüksek biyokütle verimine sahip lowland çeşitlerin klorofil içeriklerinin de yüksek olması daha önceki çalışma sonuçları ile örtüşmektedir (Zhu ve ark.,2014).

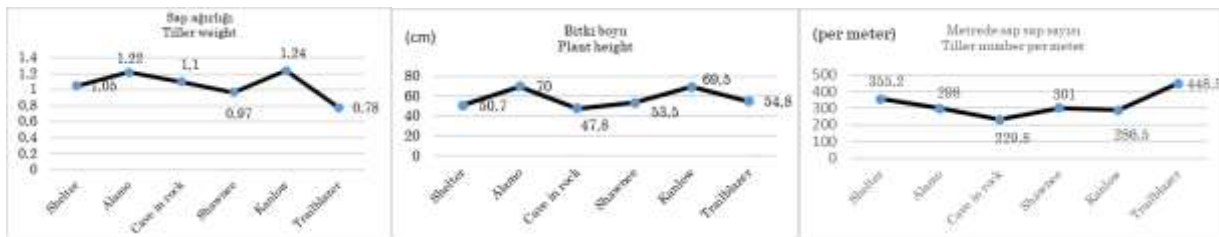
Dallı darı çeşitlerinde farklı ekolojilerde yürütülen çalışmalarda klorofil içeriklerini Şeflek (2010) % 25.5 - 37.2 arasında, Ghimire ve Craven (2011) sulu koşullarda % 31.7, kuru koşullarda ise % 30.9 olarak ve Liatukas ve ark. (2015) ise çeşitlere göre % 33.5 - % 45.2 arasında bulmuşlardır. Önceki çalışmalardan elde edilen değerler bu çalışma sonuçları ile benzerlik göstermekte olup, farklılıklar çevre, çeşit ve yetiştirme tekniklerindeki farklılıktan meydana gelmiştir.

Çizelge 4. Kuru koşullarda dallı darı çeşitlerinden elde edilen metrede sap sayısı (adet) ve sap ağırlığı (g) değerleri  
Table 4. Tiller number per meter and single tiller weight (g) in obtained from switchgrass varieties in dry conditions.

Çeşitler (Varieties)	Metrede sap sayısı(adet) (Tiller number per meter)			Sap ağırlığı(g) (Tiller weight)		
	2018	2019	Ort. (Mean)	2018	2019	Ort. (Mean)
Shelter	361.3±18.0 bc	349.0±16.0 cd	355.2±18.0 b	1.11±0.2	1.00±0.1	1.05±0.05 bc
Alamo	297±10.1 e-g	299.0±14.6 e-g	298.0±9.0 d	1.23±0.1	1.20±0.1	1.22±0.04 ab
Cave in rock	226.0±5.0 i	233.7±4.5 h1	229.8±5.0 e	1.13±0.2	1.07±0.1	1.10±0.11 a-c
Shawnee	318.7±23.9 d-f	283.3±4.4 fg	301.0±14.0 c	0.94±0.1	1.00±0.1	0.97±0.06 c
Kanlow	301.3±9.8 e-g	271.7±16.4 gh	286.5±13.0 d	1.25±0.1	1.23±0.1	1.24±0.05 a
Trailblazer	498.7±5.7 a	398.3±13.7 b	448.5 ±7.0 a	0.77±0.1	0.80±0.0	0.78± 0.06d
Ort.(Mean)	333.8 a	305.8 b	319.8	1.07	1.05	1.06

Yıl(year)	Çeşit(Variety)	Yıl*çeşit(Year*variety)	Çeşit(Variety)
LSD(0.05):23.7	LSD(0.05):27.4	LSD(0.05):38.8	LSD(0.05):0.16

Çizelgedeki değerler üç tekerrürün ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.



Şekil 2. Dallı darı çeşitlerinin kuru şartlarda iki yıl ortalamasına ait sap ağırlığı, bitki boyu ve sap sayısındaki değişimler

Figure 2. The variations in the single tiller weight, plant height and the number of tiller per meter of switchgrass varieties for two years in dry conditions.

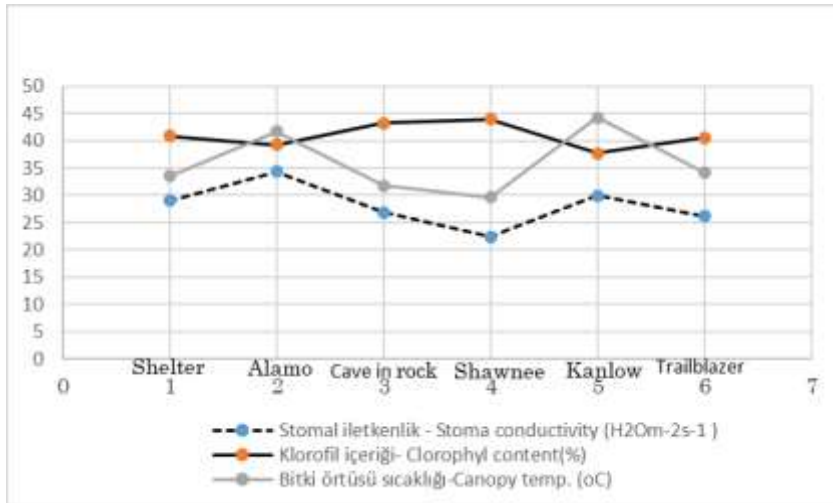
Çizelge 5. Kuru koşullarda dallı darı çeşitlerinden elde edilen bazı fizyolojik özelliklere ait değerler  
Table 5. Values of some physiological properties obtained from switchgrass varieties in dry conditions

Çeşitler (Varieties)	Stomal iletkenlik (mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) (Stoma conductivity)			Bitki örtüsü sıcaklığı (°C) (Canopy temperature)			Klorofil içeriği (%) (Chlorophyll content)		
	2018	2019	Ort. (Mean)	2018	2019	Ort. (Mean)	2018	2019	Ort. (Mean)
Shelter	29.7±0.3	28.3±0.3	29.0±0.3 b	40.7±0.3	41.1±0.6	40.9±0.4 b	34.5±0.7	32.4±1.6	33.5±1.2 b
Alamo	35.5±1.1	33.1±1.0	34.3±1.0 a	38±1.1	40.3±1.1	39.2±1.1 bc	47.7±3.3	35.6±0.3	41.7±3.3 a
Caveinrock	27.3±0.7	26.5±0.7	26.9±0.7 c	42.5±1.1	43.9±1.6	43.2±1.3 a	33.5±2.2	30.2±2.8	31.8±0.8 b
Shawnee	23.0±0.2	21.9±0.3	22.4±0.1 d	45.0±1.8	42.8±1.5	43.9±1.3 a	31.2±1.4	28.0±0.6	29.6±0.9 b
Kanlow	31.2±0.5	28.6±0.5	29.9±0.5 b	37.1±0.7	38.4±0.4	37.7±0.3 c	50.6±3.5	38.0±1.7	44.3±3.9 a
Trailblazer	27.1±0.6	25.3±0.3	26.2±0.5 c	41±0.6	40.2±0.3	40.6±0.3 b	33.1±1.5	35.0±1.4	34.1±0.3 b
Ort. (Mean)	28.9 a	27.3 b	28.01	40.7	41.1	40.9	38.4	33.2	35.8

Yıl (Year) Çeşit(Variety)  
LSD(0.05):0.66 LSD(0.05):1.3

Çeşit(Variety) LSD(0.05):1.85 Çeşit(Variety) LSD(0.05):6.1

Çizelgedeki değerler üç tekrerrürün ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.



Şekil 3. Kuru şartlarda dallı darı çeşitlerinde bazı fizyolojik parametrelerdeki değişimler

Figure 3. The variations in some physiological parameters in switchgrass varieties under dry conditions.

### Stomal İletkenlik

Çalışmada ortalama stomal iletkenlik değeri 28.01 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş olup, diğer parametrelerdeki gibi yağışın daha az olduğu 2019 yılında (27.3 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) daha az olmuştur (Çizelge 5). Toprakta yeteri nem bulunmaması durumunda bitkiler stomalarını kapatarak gaz alışverişini azaltmaktadır.

Barney ve ark. (2009), Hartman ve ark. (2012) ve Meyer ve ark. (2014) kurak koşullarda stomal iletkenliğinin azaldığı bildirmiş olup, bu çalışmada da yağışın daha az olduğu 2019 yılındaki stomal iletkenlik değerinin yağışın nispeten daha fazla olduğu 2018 yılına göre düşük olması yönüyle bu çalışmalarla örtüşmektedir. Çeşitler açısından bakıldığında iki yıllık ortalamalara göre en yüksek değer Alamo çeşidinden (34.3 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) elde edilirken, en düşük değer ise Shawnee çeşidinden (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) elde edilmiştir (Şekil 3). Çalışmadan elde edilen stomal iletkenlik değerleri Hartman ve ark. (2012), Meyer ve ark. (2014), Zhu ve

ark. (2014)' nın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

### Bitki Örtüsü Sıcaklığı

Birçok araştırmacının tarafından bitkinin su içeriğini tespit etme (Blum ve Ebercon, 1981), stres faktörlerine tepkinin belirlenmesi (Jackson ve ark., 1981), sulama zamanının belirlenmesi, (Evet ve ark., 1996) sıcaklığa toleransın ölçülmesi ve kuraklık şartlarına tepkinin belirlenmesi (Rashid ve ark., 1999) amacıyla kullanılan bitki örtüsü sıcaklığı diğer fizyolojik parametreler içinde verimle çok daha ilişkili ve ıslah çalışmalarında da çokça kullanılan bir özelliktir (Reynolds ve ark., 1999).

Birçok amaçla kullanılan bu özellikle ilgili çalışmada ortalama bitki örtüsü sıcaklığı değeri 40.9 °C olarak belirlenmiş olup, bu değer 2018 yılında 40.7 °C ve 2019 yılında ise 41.1 °C olmuştur (Çizelge 5). Bu durumun yağış ve dolayısı ile toprak nemindeki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada en yüksek ve en düşük bitki örtüsü sıcaklığı değeri sırasıyla Shawnee (43.9 °C) ile Kanlow (37.7 °C)

çeşitlerinden elde edilmiştir (Şekil 3). Kuru şartlarda oluşan su stresinde bitki örtüsü sıcaklığı daha düşük olan çeşitlerin kurağa daha dayanıklı olduğu ve bu şartlarda daha iyi verim verdiği ve verim ile bitki örtüsü sıcaklığı değeri arasında negatif bir ilişki olduğu bildirilmekte olup (Blum ve Ebercon, 1981) çalışmada biyokütle verimi yüksek olan çeşitlerin bitki örtüsü sıcaklıklarının düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3 ve 5).

Konu ile ilgili daha önce yürütülen çalışmalardan Şeflek (2010), Konya koşullarında dört dallı darı çeşidinde yürüttüğü denemede Kanlow ve Alamo çeşitlerinin bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde en düşük bitki örtüsü sıcaklığı değerine sahip olduğunu bildirmiştir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Konya Karapınar şartlarında yağışa bağlı kuru koşullarda dallı darının 4 ve 5. yıllarına ait biyokütle verimi, verim öğeleri ile bazı fizyolojik parametrelerinin belirlenmesi amacıyla 2018 ve 2019 yıllarında yürütülen bu çalışma sonucunda bütün çeşitlerin canlılığını devam ettirerek biyokütle vermeye devam ettiği belirlenmiştir. Çalışmada lowland ekotipindeki Kanlow ve Alamo çeşitleri ile upland ekotipindeki Trailblazer çeşidinin en yüksek biyokütle verimine sahip olduğu, Shawnee ve Cave in rock çeşitlerinin ise en düşük biyokütle verimine sahip oldukları belirlenmiştir. Kuru şartlarda yağışın verim ve verim öğelerini belirleyen en önemli faktör olduğu, sap ağırlığı, metrede sap sayısı ve bitki boyu değerleri yüksek olan çeşitlerin biyokütle verimi açısından ön plana çıktığı ve yine fizyolojik parametreler açısından kuru koşullarda yüksek verime sahip çeşitlerin klorofil ve stomal iletkenlik değerinin yüksek, bitki örtüsü sıcaklık değerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar bu makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

### KAYNAKLAR

Aimar D, Calafat M, Andrade AM, Carassay L, Bouteau F, Abdala G, Molas ML 2014. Drought Effects on The Early Development Stages of *Panicum virgatum* L.: Cultivar Differences. Biomass and Bioenergy, 66: 49-59.

Bahar B, Barutçular C, Yağbasanlar T 2003. Yazlık Makarnalık Buğdayda Stoma İletkenliğinin Verim ve Verim Unsurlarıyla İlişkileri. 5. Tarla Bitkileri Kongresi 13-17 Ekim 2013, Diyarbakır

Barney JN, Mann JJ, Kayser GB, Blumwald E, Deynze AV, Ditomaso JM 2009. Tolerance of Switchgrass

to Extreme Soil Moisture Stress: Ecological Implications. Plant Science, 177: 24-732.

Blum A, Ebercon A 1981. Cell Membrane Stability As a Measure of Drought and Heat Tolerance in Wheat. Crop Science, 21: 43-47.

Casler MD 2012. Switchgrass Breeding, Genetics, and Genomics, in Switchgrass, a Valuable Biomass, Crop for Energy (ed. A. Monti). Springer, London, 29-53.

Çiçek F 2017. Dalli Darı Çeşitlerinin Farklı Gelişme Dönemleri için G.D.D İsteklerinin Tespiti ve Farklı Biçim Sıklıklarına Tepkisinin Belirlenmesi Üzerine Araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 24-49.

David K, Ragauskas AJ 2010. Switchgrass As An Energy Crop for Biofuel Production: A Review of Its Ligno-cellulosic Chemical Properties. Energy & Environmental Science, 3: 1182-1190.

Evet SR, Howel TA, Schneider AD, Upchurch DR, Wanjura DF 1996. Canopy Temperature Based Automated Irrigation Control, Evaporation and Irrigation Scheduling, al, C. R. C. E. San Antonio: 207-213.

Fischer RA 2001. Selection Traits for Improving Yield Potential. Application of Physiology in Wheat Breeding, In, Eds, p. 148-159.

Geren H, Kavut YT, Topçu GD 2016. Bornova Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Farklı Dalli Darı Genotiplerinin Biyokütle Verimi ve Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerine Bir Ön Araştırma. 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu, 27-30 Eylül Samsun

Giannakopoulos C, Bindi M, Moriondo M, Tin T 2005. Climate Change Impacts in The Mediterranean Resulting Form A 2 °C Global Temperature Rise. A Report for WWF, 14-54.

Ghimire SR, Craven KD 2011. Enhancement of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Biomass Production under Drought Conditions by The Ectomycorrhizal Fungus. Applied and Environmental Microbiology, 77: 7063-7067.

Hartman JC, Jesse B, Nippert JB, Springer CJ 2012. Ecotypic Responses of Switchgrass to Altered Precipitation. Functional Plant Biology, 39: 126-136.

Jackson RD, Idso SBRJ, Pinter RJR 1981. Canopy Temperature As a Crop Water Stress Indicator. Water Resources Research, 17: 1133-1138.

JMP 2014. JMP® 11.2.1 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Liutukas Z, Lemežienė N, Butkutė B, Cesevičienė J, Dabkevičienė G 2015. Chlorophyll Values As a Measure of Genetic Variation of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Populations under Cool Temperate Climate Conditions. Zemdirbyste-Agriculture, 102: 159-166.

Liu Y, Zhang X, Tran H, Shan L, Kim J, Childs K, Ervin EH, Frazier T, Zhao B 2015. Assessment of

- Drought Tolerance of 49 Switchgrass Genotypes Using Physiological and Morphological Parameters. *Biotechnology for Biofuels*, 8 : 152.
- Ma Z, Wood CW, Bransby DI 2000. Soil Management Impacts on Soil Carbon Sequestration by Switchgrass. *Biomass and Bioenergy*, 18: 469-477.
- Meyer E, Aspinwall MJ, Lowry DB, Palacio-Mejía J, Logan TL, Fay PA, Juenger TE 2014. Integrating Transcriptional, Metabolomic, and Physiological Responses to Drought Stress and Recovery in Switchgrass. *BMC Genomics*, 15: 527-541.
- Mitchell R, Schmer M 2012. Switchgrass, Harvest and Storage. In: *Green Energy and Technology*, Eds, <University of Nebraska–Lincoln DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln, p. 113-127.
- Min D, Guragain YN, Prasad V, Vadlani PV, Lee J 2017. Effects of Different Genotypes of Switchgrass As a Bioenergy Crop on Yield Components and Bioconversion Potential. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, 7: 27-35.
- Nasso NND, Lasorella MV, Roncucci N, Bonari E 2015. Soil Texture and Crop Management Affect Switchgrass Productivity in The Mediterranean. *Industrial Crops and Products*, 65: 21-26.
- Rashid A, Stark JC, Tanveer A, Mustafa T 1999. Use of Canopy Temperature Measurements As a Screening Tool for Drought Tolerance in Spring Wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 182: 231-238.
- Reynolds M, Skovmand B, Trethowan R, Pfeiffer W 1999. Evaluating A Conceptual Model for Drought Tolerance. In: *In Molecular Approaches for The Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water-Limited Environments*, Eds: M. Ribaut, a. D. P., p. 49-53.
- Soylu S, Sade B, Ögüt H, Akınerdem F, Babaoğlu M, Ada R, Eryılmaz T, Öztürk Ö, Oğuz H 2010. Investigation of Agronomic Potential of Switchgrass As an Alternative Biofuel and Biomass Crop for Turkey. 18th European Biomass Conference, Lyon Fransa.
- Şeflek A 2010. Dallı darı (*Panicum virgatum* L.) Çeşitlerinin Verim, Bazı Morfolojik, Fenolojik ve Fizyolojik Özelliklerinin Tespiti. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 26-52.
- Yürekli K, Anlı AS 2008. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Karaman İli Kuraklığının Analizi. Konya Kapalı Havzası Yer Altı Suyu ve Kuraklık Konferansı 11-12 Eylül 2008, Konya
- Zhu Y, Fan X, Hou X, Wu J, Wang T 2014. Effect of Different Levels of Nitrogen Deficiency on Switchgrass Seedling Growth. *The Crop Journal*, 2: 223-234.



## Comparing of Cultivated Annual and Perennial *Calendula officinalis* L. Species

Ayşe Betül AVCI<sup>1\*</sup>, Memet İNAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Odemis Vocational School of Ege University, 35750 İZMİR, <sup>2</sup> Memet İNAN- Adiyaman University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, 02400 ADIYAMAN

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9541-6284>, <sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8870-5029>

✉: [ayse.betul.avci@ege.edu.tr](mailto:ayse.betul.avci@ege.edu.tr)

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the highest dry flower yield and essential oil content of yellow and orange flowered annual and perennial marigold plants. Annual and perennial *Calendula officinalis* L. plant seeds with yellow and orange flower obtained from Research and Application Center of Botanical Garden and Herbarium, Ege University were used as a study material. The experiment was established to the 1000 m<sup>2</sup> area of Ege University Odemis Vocational School field according to split-split plot parcel design with three replications on 28<sup>th</sup> of March 2016. Flowers were harvested when the plants in full blossom stage, every ten days. Annual yellow and orange flowers and perennial yellow and orange flowers were evaluated separately for each harvest. Totally seven harvest were done. All fresh flowers were weighed after then dried in a drying cabinet at 30 °C and essential oil contents were obtained by hydro distillation method. The highest dry flower yields for perennial plants were provided for yellow flowered plants; at 7.54 kg da<sup>-1</sup> and for orange flowered plants; 7.28 kg da<sup>-1</sup>. The highest essential oil contents in perennial were determined for yellow flowered plants as 0.051%, and orange flowered plants; 0.020%. In general, it can be said that content of essential oil is higher in perennial plants than single years.

### Research Article

#### Article History

Received : 30.05.2020

Accepted : 02.10.2020

#### Keywords

Marigold  
Yellow flower  
Orange flower  
Essential oil  
Dry herb yield

## Tek ve Çok Yıllık *Calendula officinalis* L. Türlerinin Kültür Şartlarında Karşılaştırılması

### ÖZET

Bu çalışmada tek yıllık ve çok yıllık sarı ve turuncu çiçekli aynısafa bitkilerinde en yüksek drog çiçek verimi ve uçucu yağ oranını belirlemek amaçlanmıştır. Materyal olarak kullanılan tek ve çok yıllık sarı turuncu renkli *Calendula officinalis* L. tohumları Ege Üniversitesi Botanik bahçesinden temin edilmiştir. Deneme Ege Üniversitesi Ödemiş Meslek Yüksekokulu deneme tarlasında 1000 m<sup>2</sup> alanda üç tekerrürlü olarak bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre 28 Mart 2016 tarihinde kurulmuştur. Çiçekler tam çiçeklenme döneminde her 10 günde bir toplanmış ve her hasatta sarı ve turuncu çiçekler, tek yıllık ve çok yıllık olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Hasat edilen çiçekler tartıldıktan sonra 30 °C' de kurutma dolabında kurutulmuştur. Uçucu yağ içeriği su distilasyonu metoduna göre volümetrik olarak belirlenmiştir. En yüksek drog çiçek verimi çok yıllık *Calendula* türlerinden sağlanmış ve sarı renkliler için 7.54 kg da<sup>-1</sup> iken, turuncu renklilerde 7.28 kg da<sup>-1</sup> olmuştur. En yüksek uçucu yağ içeriği ise yine çok yıllıklardan sarı renk çiçeklilerde % 0.051, turuncu renk çiçeklilerden ise % 0.020 olarak ölçülmüştür. Genel olarak uçucu yağ içeriklerinin çok yıllık bitkilerde tek yıllıklara göre, arı renklilerin ise turuncu renkliler göre daha yüksek verim sağladığı belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 30.05.2020

Kabul Tarihi : 02.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Aynısafa  
Sarı çiçek  
Turuncu çiçek  
Uçucu yağ  
Drog herba verimi

## INTRODUCTION

*Calendula officinalis* L. is an annual or a perennial flowering plant in *Asteraceae* family. It is widely used as an ornamental plant due to its beautiful looking orange and yellow flowers. While annual plants are generally cultivated, perennial plants grow naturally from southern Europe to central Europe (Okoh et al., 2008) and in the Mediterranean. (Gazim et al., 2008; Khalid and Silva, 2012; Khodadadi et al., 2013). It is reported that the plant is considered as a medicinal plant in central and southern Europe, western Asia and the United States and has phytochemicals such as terpenoid, flavonoid, coumarin, quinon, karatonoid and essential oils (Muley et al., 2009). Plant flower colors can range from yellow to orange, depending on the region, and full bloom occurs in spring summer (Okoh et al., 2008). Pharmacological studies have confirmed that flowers have a large number of biological effects and pharmacological activity of the liver and antispasmodic protection (Mohammad and Kashani, 2012; Arora et al., 2013; Jan et al., 2017). Essential oils of the *C. officinalis* species are intensely found in the flowers of the plant. The essential oils obtained from these flowers have been reported to soothe the central nervous system and heal wounds (Milliauskas et al., 2004). The essential oils contained in flowers are also used in the pharmaceutical and cosmetics industry, except for its traditional use (Gazim et al., 2008; Bielski and Szejewskowska, 2013; Rezaei et al., 2018).

The chemical compounds found in medicinal and aromatic plants are affected by the region where the plant is cultivated, climate conditions, vegetation

period, genetic factors as well as cultivation conditions and geographical regions (Miliauskas et al., 2004). Genetic and environmental factors have been reported to have important effects on essential oil contents in *C. officinalis* flowers (Okoh et al., 2008). In studies on essential oil in different regions and conditions, it was found that essential oil contents in *Calendula* flowers varied between 0.04% and 0.97% (Okoh et al., 2007; Gazim et al., 2008; Alves Paim et al., 2010; Berimavandi et al., 2011; Khalid and Silva, 2012; Ourabia et al., 2019). The aforementioned studies were carried out in different regions, soil and climate conditions. Therefore, there are significant differences in both yield and pharmacological properties. However, researchers do not specifically explain whether the plants in their research are annual or perennial, or the plant flower colors (yellow-orange). This research was carried out to determine the yield and essential oil contents depending on the flower colors of annual and perennial plants.

## MATERIAL and METHOD

Annual and perennial *Calendula officinalis* L. seeds with yellow and orange flower obtained from Research and Application Center of Botanical Garden and Herbarium were used as materials. The experiment was established in the fields of Ege University Ödemiş Vocational School. Ege University soil analysis laboratories ran soil analyses of the experiment area and the results are in Table 1. The properties of the soil are as follows; texture; clay-loam, neutral, salinity; non-saline, poor in terms of organic matter. Climate data for the experiment period is given in Table 2.

Table 1. Physical and Chemical Properties of the Soil of the Experiment Area

*Çizelge 1. Deneme alanına ait toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Properties	Depth (0-30 cm)	Depth (30-60 cm)
Organic Matter (%)	1.34 (low)	0.78 (very low)
Total Nitrogen (%)	0.081 (low)	0.047 (very low)
Phosphorus (ppm)	24 (medium)	28.8 (medium)
Potassium (ppm)	210 (medium)	300 (medium)
pH	7.9 (slightly high)	7.7 (good)
Satucontentn (%)	60.9 (clay loam)	62.9 (clay loam)
E.conductivity(mmohms/cm)	0.08 (non-saline)	0.17 (non-saline)

*C. officinalis* were planted in seed plots with a seedbed compost of digested farmyard manure, sand and soil at 1:1:1 content on 10<sup>th</sup> of February 2016. Necessary maintenance such as irrigation, weed management and ventilation was monitored daily. These seedlings were then planted to the experiment area of 1000 m<sup>2</sup> according to randomized design in split-split plot parcel with three replications and 70x40 cm row spacing on 28<sup>th</sup> of March. Annual and perennial plants were distributed to the main parcels and flower colors as sub-parcels. Each block was 3 x 67.2 m, each main parcel (perennial and annual) was 3 x 33.6 m and sub-

parcels size were 3 x 16.8 m (24 rows orange or yellow color). The distance between blocks was set to 3 meters. A drip irrigation system was established, and the plants were irrigated in accordance with the plant irrigation requirement.

## Flower Harvest

As of 25<sup>th</sup> April 2016, when the plants started to bloom in full, the receptacles were harvested every 10 days. A total of 7 harvests were made until 26<sup>th</sup> June 2016. Annual yellow and orange flowers and perennial yellow and orange flowers were evaluated separately



for each harvest. Fresh flowers were weighed immediately after the harvest and taken to be drying cabinet at 30 °C. Dried flowers were weighed and yields per acre were determined.

### Essential Oil Content

In order to determine the essential oil content in the

flowers, 100 g of the dried flowers were weighed and boiled in a 2-liter glass flask for 3 hours in the Clevenger type device according to the hydro distillation method (Wichtl, 1971). Results obtained after volumetric measurement were converted to a percentage (% w w<sup>-1</sup>).

Table 2. Climatic Data of 2016 (Anonymous, 2020)

Çizelge 2. 2016 yılına ait iklim verileri

	Monthly Average Temperature (C°)	Monthly Average Relative Humidity (%)	Monthly Total Precipitation (mm=kg+m <sup>2</sup> )
January	6.8	72.6	154.6
February	11.9	72.4	38.6
March	11.7	71.2	123.0
April	17.7	60.8	6.2
May	19.1	62.4	77.0
June	26.7	49.8	1.4
July	28.4	48.5	0.0
August	28.3	53.3	6.6
September	23.3	55.9	30.7
October	17.6	65.3	0.2
November	11.8	69.2	85.1
December	4.7	68.9	3.0



Figure1. Orange and yellow flowered *Calendula officinalis* L. plants  
Şekil 1. Turuncu ve sarı renk çiçekli *Calendula officinalis* L. bitkileri



Figure 2. Essential oil analysis of orange flowered *Calendula officinalis* L. plants  
Şekil 2. Turuncu renk çiçekli *Calendula officinalis* L. bitkilerinde uçucu yağ analiz

## Statistical Analyses

The measured data were determined according to analyses of variance using MSTAT-C software program. Differences significant treatment means were separated using least significant difference (LSD) at  $\leq P$  0.01.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Fresh Flower Yield

Results of fresh flower yields of *Calendula officinalis* annual and perennial plants with different flower colors are given in Table 3. When perennial plants are considered, it is determined that yellow flowered plants have higher fresh flower yield than orange flowered plants. It has been determined that there is a 1% statistically significant difference between annual and perennial plants, different flower colors and harvest periods. The highest fresh flower yields were obtained at the fourth harvest, they were 51.96 for yellow flowered plants and 36.88 kg da<sup>-1</sup> in orange flowered plants, the lowest fresh flower yields were obtained at the first harvest and they were 3.08 kg da<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> and 2.40 kg da<sup>-1</sup> for yellow flowered plants with and orange flowered plants respectively. Considering perennial plants, fresh flower yields from yellow flowered plants were higher than orange flowered plants during all harvest periods.

In annual plants, although first harvests were similarly the lowest fresh flower yields, they were higher than the perennial plants (3.34- 3.12 kg da<sup>-1</sup>, respectively). The highest fresh flower yields were obtained in both yellow flowered and orange flowered plants at the fifth harvest, 10.80 kg da<sup>-1</sup> and 11.02 kg da<sup>-1</sup>, respectively. Except for the first harvest period, orange flowered plants had better results in terms of fresh flower yield than yellow flowered plants. Fresh flower yields from perennial in both flower colors were higher than annual plants. It is observed that in perennial and annual plants with yellow and orange flowers, the yield of fresh flowers increases from the first harvest to the fourth and fifth harvests, however, it then decreases significantly in the subsequent harvests (Table 3).

Table 3. Fresh Flower Yields of Perennial and Annual *Calendula officinalis* L. Plants with Yellow and Orange Flowers at Different Harvest Periods (kg da<sup>-1</sup>)

Çizelge 3. Tek yıllık ve çok yıllık *Calendula officinalis* L. bitkilerinde farklı biçim dönemlerindeki taze çiçek verimleri (kg da<sup>-1</sup>)

	Perennial			Annual		
	Yellow	Orange	Mean	Yellow	Orange	Mean
1 <sup>th</sup> Harvest	3.08±0.61 <sub>1</sub>	2.40±0.42 <sub>1</sub>	2.74±0.36	3.34±0.74 <sub>1</sub>	3.12±0.34 <sub>1</sub>	3.24±0.37
2 <sup>nd</sup> Harvest	15.22±2.24 <sub>efg</sub>	6.28±0.17 <sub>gh<sub>1</sub></sub>	10.74±2.24	5.80±0.23 <sub>gh<sub>1</sub></sub>	9.34±1.97 <sub>gh<sub>1</sub></sub>	7.57±1.18
3 <sup>rd</sup> Harvest	27.26±2.26 <sub>d</sub>	20.18±0.41 <sub>de</sub>	23.72±1.89	7.22±0.72 <sub>gh<sub>1</sub></sub>	7.24±0.75 <sub>gh<sub>1</sub></sub>	7.23±0.47
4 <sup>th</sup> Harvest	51.96±1.98 <sub>a</sub>	36.88±1.45 <sub>bc</sub>	44.42±3.54	7.62±0.72 <sub>gh<sub>1</sub></sub>	10.46±1.05 <sub>fgh<sub>1</sub></sub>	9.04±0.86
5 <sup>th</sup> Harvest	45.44±2.81 <sub>ab</sub>	26.64±2.00 <sub>d</sub>	36.04±4.48	10.08±0.52 <sub>efgh<sub>1</sub></sub>	11.02±1.36 <sub>efgh<sub>1</sub></sub>	10.55±0.68
6 <sup>th</sup> Harvest	28.38±1.49 <sub>cd</sub>	19.68±0.53 <sub>def</sub>	24.02±2.07	6.86±0.33 <sub>gh<sub>1</sub></sub>	8.60±1.89 <sub>gh<sub>1</sub></sub>	7.73±0.94
7 <sup>th</sup> Harvest	13.02±1.02 <sub>efgh</sub>	8.12±1.66 <sub>gh<sub>1</sub></sub>	10.56±1.26	5.34±0.48 <sub>h<sub>1</sub></sub>	5.36±0.66 <sub>h<sub>1</sub></sub>	5.35±0.37
Mean*	26.33±3.00	17.16±2.57		6.60±0.47	7.87±0.71	
LSD (%1)	9.48					

\*: Means were given as ± standard error.

Caliskan and Kurt (2018) report that the fresh flower yield keeps increasing up to a certain period, and then there is a significant decrease in flower yields, and the yield varies between 0.77 and 37.7 kg da<sup>-1</sup> depending on the harvest period. These abovementioned threshold values are quite higher than the results of this study. There are also studies on planting density, planting time (Berimavandi et al., 2011) and fertilization (Bielski et al., 2013; Khodadadi et al., 2013) which significantly affect fresh flower yield and the number of flowers per plant.

### Dry flower Yield

Dry flower yields obtained from yellow and orange flowered, annual and perennial *Calendula officinalis* L. plants from different harvest periods are given in Table 4. It has been determined that there is a 1%

statistically significant difference between annual and perennial plants, different flower colors and harvest periods. Similar to the fresh flower yields, the highest dry flower yield values for perennial plants were acquired at the fourth harvest for yellow flowered plants; at 7.54 kg da<sup>-1</sup>, and at the fifth harvest for orange flowered plants; 7.28 kg da<sup>-1</sup>. Dry flower yields from the 4th and 5th harvest periods for orange flowered plants were statistically in the same statistical group. While the lowest dry flower yield was 0.86 kg da<sup>-1</sup> for perennial yellow flowered plants, this number was 0.42 kg da<sup>-1</sup> for perennial orange flowered plants.

The highest yields of dry flowers in annual plants were obtained at the fourth harvest from yellow flowered plants; 1.74 kg da<sup>-1</sup>, and at the fifth harvest from orange flowered plants; 3.12 kg da<sup>-1</sup>. The lowest dry

flower yields were 0.60 kg da<sup>-1</sup> and 0.50 kg da<sup>-1</sup> for yellow flowered and orange flowered plants, respectively. Dry flower yields of the third, fourth, fifth and sixth harvests of yellow flowered plants were statistically in the same statistical group. Except for

the first harvests, dry flower yields from annual orange flowered plants were higher in all harvests than yellow flowered plants. However, considering both yellow and orange flower plants, dry flower yields from perennial plants were higher than annual plants.

Table 4. Dry flower Yields of Perennial and Annual *Calendula officinalis* L. Plants with Yellow and Orange Flowers at Different Harvest Periods (kg da<sup>-1</sup>)

Çizelge 4. Tek yıllık ve çok yıllık *Calendula officinalis* L. bitkilerinde farklı biçim dönemlerindeki kuru çiçek verimleri (kg da<sup>-1</sup>)

	Perennial			Annual		
	Yellow	Orange	Mean	Yellow	Orange	Mean
1 <sup>th</sup> Harvest	0.86±0.17gh	0.42±0.09h	0.64±0.13	0.60±0.14gh	0.50±0.06h	0.56±0.07
2 <sup>nd</sup> Harvest	2.40±0.39efgh	1.50±0.27fgh	1.94±0.29	1.06±0.09gh	1.22±0.10fgh	1.14±0.17
3 <sup>rd</sup> Harvest	4.90±0.49bcde	3.62±0.13cdef	4.26±0.37	1.24±0.08fgh	1.24±0.14fgh	1.24±0.07
4 <sup>th</sup> Harvest	7.54±0.14a	7.16±0.27ab	7.34±0.16	1.74±0.16fgh	2.10±0.13fgh	1.92±0.12
5 <sup>th</sup> Harvest	5.72±0.99abc	7.28±0.41ab	6.50±0.59	1.14±0.09fgh	3.12±0.35defg	2.13±0.47
6 <sup>th</sup> Harvest	4.84±0.44bcde	6.04±1.82abc	5.44±0.88	1.12±0.14fgh	2.44±0.26efgh	1.78±0.32
7 <sup>th</sup> Harvest	5.28±0.61abcd	2.90±0.30defgh	4.08±0.61	1.04±0.11gh	1.88±0.08fgh	1.46±0.20
Mean*	4.50±0.488	4.13±0.61		1.14±0.079	1.78±0.19	
LSD (% 1)	2.56					

\*: Means were given as ± standard error.

In a study related to different flower harvest times of the *C. officinalis*, it is reported that dry flower yields vary between 0.14- 6.56 kg da<sup>-1</sup> depending on the harvest periods (Caliskan & Kurt, 2018). These values of dry flower yield are similar to this study. In another study investigating the effects of planting density and planting time on dry flower yield, dry flower yields vary between 75.00- 149.60 g m<sup>-2</sup> (Berimavandi et al., 2011). These values are quite higher than this study. Probably this is due to the cultural applications (planting density, fertilization, etc.) and the location of the experiment. As a matter of fact, Gazim et al. (2008) emphasize that large differences between the findings in *Calendula* cultivation may be due to climate conditions.

### Essential Oil Contents

Essential oil contents obtained from dry flowers are

Table 5. Essential Oil Yields of Perennial and Annual *Calendula officinalis* L. Plants with Yellow and Orange Flowers at Different Harvest Periods (%)

Çizelge 5. Tek yıllık ve çok yıllık *Calendula officinalis* L. bitkilerinde farklı biçim dönemlerindeki uçucu yağ içerikleri (%)

	Perennial			Annual		
	Yellow	Orange	Mean	Yellow	Orange	Mean
1 <sup>th</sup> Harvest	tr*	tr*	tr*	tr*	tr*	tr*
2 <sup>nd</sup> Harvest	tr*	tr*	tr*	tr*	tr*	tr*
3 <sup>rd</sup> Harvest	tr*	tr*	tr*	tr*	tr*	tr*
4 <sup>th</sup> Harvest	tr*	tr*	tr*	tr*	tr*	tr*
5 <sup>th</sup> Harvest	tr*	tr*	tr*	tr*	tr*	tr*
6 <sup>th</sup> Harvest	0.027	0.015	0.021	0.025	0.005	0.015
7 <sup>th</sup> Harvest	0.051	0.020	0.036	0.035	0.005	0,020
Mean	0,039	0,018		0.030	0.005	

\*trace: <0.005 %

In different parts of the world, very different results are reported about the essential oil rates in *Calendula*

flower. Ourabia et al. (2019) found that the contents of essential oil in dry flowers varied between 0.044 and

0.045%, while Okoh et al. (2007) emphasized that this content increased up to 0.97% depending on the harvest period. In many studies, the contents of essential oil in dry flowers have been reported among these values (Naguib et al., 2005; Gazim et al., 2008; Alves Paim et al. 2010 Berimavandi et al., 2011; Khalid et al., 2012). In terms of essential oil contents, the final harvest values for perennial yellow flowered plants were similar to previously reported minimum values, while other findings were lower in this study.

## CONCLUSION

In this study of annual and perennial *C. officinalis* species with yellow and orange flowered plants, it was found that perennial plants were superior to annual plants and yellow flowered plants were superior to orange flowered plants in terms of fresh and dry flower yields and essential oil contents. It should be taken into consideration that genetic structure, cultural applications and locations have important effects on flower yields and essential oil contents.

## Acknowledgment

We would like to thank Assoc. Prof. Dr. Serdar Gökhan ŞENOL for the experiment material supply.

## Researchers Contribution Rate Declaration Summary

The authors declare that they have contributed equally to the article.

## Conflict of Interest Statement

Article authors declare that there are no conflicts of interest among them.

## REFERENCES

- Alves Paim LFN, Fontana M, Winckler M, Grando AA, Muneron TL, Roman Junior WO 2010. Assessment of plant development, morphology and flavonoid content in different cultivation treatments of *Calendula officinalis* L., Asteraceae. Brazilian J. Pharmacog., 20: 974-980.
- Anonymus 2020. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2. Bölge Müdürlüğü, Veri kontrol ve İstatistik Şube Müdürlüğü.
- Arora D, Rani A, Sharma, A 2013. A review on phytochemistry and ethnopharmacological aspects of genus *Calendula*, Pharmacognosy Reviews, 7 (14): 179- 187.
- Berimavandi AR, Hashemabadi D, Ghaziani MVF, Kaviani B 2011. Effects of plant density and sowing date on the growth, flowering and quantity of essential oil of *Calendula officinalis* L., Journal of Medicinal Plants Research, 5(20): 5110-5115.
- Bielski S, Szwejowska B 2013. Effect of fertilization on the development and yields of pot marigold (*Calendula officinalis* L.), Herba Polonica, 59 (2): 5-12.
- Caliskan O, Kurt D 2018 Flower yields of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) plants as effected by flowering ducontentns and number of harvests, Journal of Medicinal Plants Studies, 6(6): 159-161
- Gazim ZC, Rezende CM, Fraga SR, Filho BPD, Nakamura CV, Cortez DAG 2008. Analysis of the essential oils from *Calendula officinalis* growing in Brazil using three different extraction procedures, Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 44 (3): 391- 395.
- Jan N, Andrabi KI, John R 2017. *Calendula officinalis* - An Important Medicinal Plant with Potential Biological Properties, Proc. Indian Natn. Sci. Acad 83 (4): 769-787.
- Khalid KA, Silva JAT 2012. Biology of *Calendula officinalis* Linn.: Focus on Pharmacology, Biological Activities and Agronomic Practices, Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology 6 (1): 12-27.
- Khodadadi A, Sharafzadeh S, Zakerin A 2013. Growth, Flowering, Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of *Calendula officinalis* L. as Affected by Vermicompost, Research Journal of Fisheries and Hydrobiology, 8(2): 27-30.
- Miliauskas G, Venskutonis PR, Van Beek TA 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Food Chem., 85 (2): 231- 237.
- Mohammad SM, Kashani HH 2012. Pot marigold (*Calendula officinalis*) medicinal usage and cultivation, Scientific Research and Essays Vol. 7(14): 1468-1472.
- Muley BP, Khadabadi SS, Banarase NB 2009. Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of *Calendula officinalis* Linn (Asteraceae): A Review, Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 8 (5): 455-465.
- Naguib MY, Khalil MY, El-Sherbeny SE 2005. A comparative study on the productivity and chemical constituents of various sources and species of calendula plants as affected by two foliar fertilizers. Journal of Appied Sciences Research 1(2): 176-189.
- Okoh OO, Sadimenko AA, Afolyan AJ 2007. The Effects of Age on the Yield and Composition of the Essential Oils of *Calendula officinalis*, Journal of Applied Sciences 7(23): 3806- 3810.
- Okoh OO, Sadimenko AA, Asekun OT, Afolayan AJ 2008. The effects of drying on the chemical components of essential oils of *Calendula officinalis* L. African Journal Biotech., 7: 1500-1502.
- Ourabia I, Djebbar R, Tata S, Sabaou N, Djebbar DF 2019. Determination of Essential Oil Composition, Phenolic Content and Antioxidant, Antibacterial and Antifungal Activities of Marigold (*Calendula officinalis* L.) Cultivated In Algeria, Carpathian Journal of Food Science and Technology, 11(2): 93-110.

Rezaei R, Valadabadi SA, Shiranirad AH, Sayfzadeh S, Hadidimasouleh E 2018. The effects of application of biological fertilizers and different amounts of urea fertilizer sources under low water stress conditions on physiological traits of medicinal plant

(*Calendula officinalis* L.). Applied Ecology And Environmental Research 16 (4) : 4813-4827.  
Wichtl 1971, Die pharmakogostich-Chemisehe Analys Band, 12, Frankfurt/M.

## Seri 82 × B35 Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Melez Popülasyonunda F4 Bireylerinin Fonksiyonel DNA Markörleri İle Değerlendirilmesi

Bilge Kübra KOÇYİĞİT<sup>1</sup>, İlker YÜCE<sup>2</sup>, Tuğba BAŞKONUŞ<sup>3</sup>, Tevrican DOKUYUCU<sup>4</sup>, Aydın AKKAYA<sup>5</sup>

Ziya DUMLUPINAR<sup>6</sup>

<sup>1,2,6</sup>KSU Agricultural Biotechnology Department, Kahramanmaraş, Turkey, <sup>3,4,5</sup>KSU Field Crops Department, Kahramanmaraş, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8595-6452>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9761-3561>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-0744-6086>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-7704-6790>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0001-9560-1922>, <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0003-3119-6926>

✉: [zdumlupinar@ksu.edu.tr](mailto:zdumlupinar@ksu.edu.tr)

### ÖZET

Buğday üretiminde yaygın olarak görülen sarı pas hastalığı önemli verim kayıplarına yol açmaktadır. Bu çalışmada, sarı pasa dayanıklı B35 yerel ekmeklik buğday genotipi ile hassas olan Seri 82 çeşidinin melezlenmesi sonucunda elde edilen F<sub>4</sub> bitkileri ve ebeveynler kullanılmıştır. Genotipler gluten mukavemeti (*Glu-B1*), vernalizasyon (*Vrn-A1*), bodurluk (*Rht8*, uzun *Rht-B1a* & *Rht-D1a* ve kısa *Rht-B1b* & *Rht-D1b*), yüksek protein oranı (*Gpc-B1*), dane sertliği, sarı pas (*Yr51*), kara pas (*Sr49*), çavdar translokasyonu ve mumsuluk (*Wx-A1*) özelliklerine ait allel spesifik markörler ile karakterize edilmiştir. Buğday genotiplerinde 16 DNA marköründen 39 adet polimorfik bant elde edilmiş, ortalama allel sayısı 2.4, ortalama polimorfizm bilgi içeriği (PIC) değeri 0.52 olarak tespit edilmiştir. En yüksek bant sayısı (6) VRN1AF marköründe, en düşük bant sayısı (1) Sun104 ve UHW89 markörlerinde elde edilmiştir. Sarı pasa dayanıklılık geni *Yr51* (Sun104 markörü) Seri 82×B35-1 ve 5, kara pasa dayanıklılık geni *Sr49* (Sun479 markörü) Seri 82×B35-1, 2, 3, 4, 5 ve 6, (Sun209 markörü) Seri 82 ve B35, bodurluk genleri *Rht-B1b* (BF-MR1 markörü) Seri 82×B35-1, 2, 3, 4, 5 ve 6, *Rht-D1a* (DF2-WR2 markörü) Seri 82×B35-2, 3, 4 ve 6, *Rht8* (WMS261 markörü) Seri 82×B35-2, 3, 4 ve 6, çavdar translokasyon genleri (NOR markörü) Seri 82×B35-2, 3 ve 4, (RIS markörü) Seri 82, B35, Seri 82×B35-1, 2, 3, 4, 5 ve 6 genotiplerinde tespit edilmiştir. DNA markörlerine göre yapılmış olan dendrogram, ebeveynlerin F<sub>4</sub> bireylerine benzerliğinin % 54 oranında olduğunu, Seri 82×B35-3 ve 4 genotiplerinin % 95 oranıyla birbirine en benzer genotipler olduğunu ortaya koymuştur.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 15.06.2020

Kabul Tarihi : 26.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Ekmeklik buğday

DNA markörü

Sarı pas

Kara pas

Kalite

## Evaluation of F<sub>4</sub> Individuals Belong to Seri 82 × B35 Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cross Population Using Functional DNA Markers

### ABSTRACT

Yellow rust disease commonly observed in wheat production causes serious grain yield losses. In this study, F<sub>4</sub> plants obtained from crossing between bread wheat landrace B35 known as tolerant to stripe rust and cv. Seri 82 known as susceptible to stripe rust, and their parents were used. Genotypes were characterized with allele specific markers for gluten strength (*Glu-B1*), vernalisation (*Vrn-A1*), dwarfing (*Rht8*, tall *Rht-B1a* & *Rht-D1a* and short *Rht-B1b* & *Rht-D1b*), high protein ratio (*Gpc-B1*), grain hardness, stripe rust (*Yr51*), stem rust (*Sr49*), rye translocation and waxy (*Wx-A1*) genes. Thirty-nine polymorphic bands were obtained from 16 DNA markers for wheat genotypes, the average allele number was determined as 2.4 and the average polymorphism information content (PIC) was calculated as 0.52. The highest allelic marker was VRN1AF (vernalisation) with 6 alleles and the lowest allelic markers were Sun104 (stem rust) and UHW89 (high protein ratio) with only one allele. Stripe rust *Yr51* (Sun104 marker) in Seri 82×B35-1 and 5 genotypes, stem rust *Sr49* (Sun479) in Seri 82×B35-1, 2, 3, 4, 5 and 6

### Research Article

#### Article History

Received : 15.06.2020

Accepted : 26.10.2020

#### Keywords

Bread wheat

DNA markers

Stripe rust

Stem rust

Quality

genotypes, (Sun209 marker) in Seri 82 and B35 genotypes, dwarfing genes *Rht-B1b* (BF-MR1 marker) in Seri 82×B35-1, 2, 3, 4, 5 and 6 genotypes, *Rht-D1a* (DF2-WR2 marker) in Seri 82×B35-2, 3, 4 and 6 genotypes, *Rht8* (WMS261 marker) in Seri 82×B35-2, 3, 4 and 6 genotypes and rye translocation genes (NOR marker) in Seri 82×B35-2, 3 and 4 genotypes and (RIS marker) in Seri 82, B35, Seri 82×B35-1, 2, 3, 4, 5 and 6 genotypes were identified. A dendrogram created from DNA markers showed that Seri 82 and B35 genotypes were found 54% similar to F<sub>4</sub> individuals, while Seri 82 × B35-3 and 4 genotypes were the most similar genotypes with 95%.

**Atf İçin** :Koçyiğit BK, Yüce İ, Başkonuş T, Dokuyucu T, Akkaya A, Dumlupınar Z 2021. Seri 82 × B35 Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Melez Popülasyonunda F<sub>4</sub> Bireylerinin Fonksiyonel DNA Markörleri ile Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 586-593. DOI: /ksutarimdog.vi.752972.

**To Cite** : Koçyiğit BK, Yüce İ, Başkonuş T, Dokuyucu T, Akkaya A, Dumlupınar Z 2021. Evaluation of F<sub>4</sub> Individuals Belong to Seri 82 × B35 Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cross Population Using Functional DNA Markers. KSU J. Agric Nat 24 (3): 586-593. DOI: /ksutarimdog.vi.752972.

## GİRİŞ

Artan buğday ihtiyacının karşılanabilmesi yüksek verimli, hastalık etmenlerine ve zararlılara karşı dayanıklı yeni buğday çeşitlerinin geliştirilmesiyle mümkün olacaktır (Güngör ve Dumlupınar 2019). Ülkemizde ve dünyada hemen her bitki türünde olduğu gibi buğdayda da hastalık ve zararlılar verim ve kalite unsurları üzerinde önemli zararlara sebep olmaktadır. Ülkemizde buğday üretiminde yaygın olarak sarı pas hastalığı görülmekte ve üretimde önemli kayıplara yol açmaktadır.

İslah çalışmalarında genetik kaynakların özgülleştirilmesi, ebeveynlerin seçilmesi, genotipler arasındaki farklılık ve benzerliklerin belirlenmesi, yeni geliştirilmiş olan genotiplerin korunması ve kalitatif-kantitatif genlerin belirlenmesinde moleküler markörler kullanılmaktadır (Özcan 2008). Moleküler markörler, çok hızlı bir şekilde istenen ya da istenmeyen özellikleri tanıyıp, değiştirmeye yardımcı olmaktadır (Richmond ve Somerville 2001).

Basit dizi tekrarları (SSR), tek nükleotid polimorfizmi (SNP) ve çoğaltılmış parça uzunluğu polimorfizmi (AFLP) moleküler markör teknolojileri olarak bilinmektedir. Moleküler markör teknolojilerinin kullanılmaya başlanması ile birlikte, ıslah sürelerinde kısaltmalar meydana gelmiştir. Basit dizi tekrarları

(SSR, mikrosatellitler) genotiplerin tanımlanmasında, kantitatif özelliklerin bulunduğu gen (QTL) bölgelerinin belirlenmesinde, genetik çeşitliliklerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Leisova ve Ovesna 2001, Medini ve ark. 2005, Roussel ve ark. 2005, Nersting ve ark. 2006, Leisova ve ark. 2007, Li ve ark. 2000, 2007, Fu ve ark. 2007, He ve Bjornstad 2012, Montilla-Bascon ve ark. 2013, Dumlupınar ve ark. 2016, Güngör 2019).

Bu çalışmada, sarı pasa dayanıklı B35 yerel ekmeklik buğday genotipi ile hassas Seri 82 çeşidinin melezlenmesi sonucunda elde edilen F<sub>4</sub> kademesindeki hatlar kullanılmıştır. Hastalık, kalite ve morfolojik özelliklerle ilgili bazı fonksiyonel DNA markörleri kullanılarak, ebeveynlerle birlikte F<sub>4</sub> kademesindeki hatların moleküler olarak karakterizasyonu yapılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, materyal olarak Seri 82 ekmeklik buğday çeşidi ile B35 yerel ekmeklik buğday genotipinin melezlenmesi (Seri 82 × B35) sonucu elde edilen 6 adet F<sub>4</sub> melez kombinasyonu ve ebeveynleri kullanılmıştır. Seri 82 ve B35 genotiplerine ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada Kullanılan Ebeveynlere Ait Bilgiler

Table 1. Information on Parents Used in the Research

Adı/(Name)	Temin Edildiği Kuruluş/ (Organization provided)	Orijini/(Origin)	Öne Çıkan Özelliği / (Featured trait)	Tescil Durumu/ (Registration status)
Seri 82	Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Türkiye	Tane verimi yüksek, beyaz kılçıklı, protein oranı yüksek, sarı pasa hassas	Tescilli
B35	National Grains Collection	Small Amerika Birleşik Devletleri	Sarı pasa dayanıklı, yatmaya toleransı az, tane verimi düşük, bin tane ağırlığı düşük,	-

Çalışmada kullanılan buğday genotiplerine ait genomik DNA'ların elde edilmesi için tohumların viyollere ekimleri yapılmış ve bitki büyütme kabininde bitkiler 3-4 yapraklı döneme gelene kadar yetiştirilmiştir. Cetyl trimethyl ammonium bromide (CTAB) metoduna göre DNA izolasyonu işlemi yapılmıştır (Oliver ve ark. 2010). Genotiplerden alınan yaprak örnekleri, sıvı azot ile 2 ml'lik eppendorf tüplerde öğütülerek, üzerlerine 1 ml izolasyon

solüsyonu (1 M Tris-HCl (pH:8), 0,5 M EDTA (pH:8), 5M NaCl, % 2 w/vc cTAB, % 2 Polyvinyl-Pyrolidone 40, % 5 sarcosyl) eklenmiş, tüplerdeki örnekler alt üst edildikten sonra 65 °C de 1 saat süre ile su banyosunda bekletilmiştir. Su banyosundan alınan örneklerin üzerine 1ml kloroform: izoamil alkol (24:1) eklenerek, 20 dakika 10000 (rpm) devirde santrifüj işlemi uygulanmıştır.. Santrifüj işlemi sonucunda üstte kalan saydam sıvı, altta kalan yapraklar ile karıştırıl-

Çizelge 2. Moleküler Karakterizasyonda Kullanılan DNA Primerleri  
Table 2. DNA primers used in molecular characterization

No/ (Number)	Primer Adı/ (Primer Name)	Primer Dizisi (5'-3') / (Primer Sequence)	Gen Bölgesi / (Gene Region)	Beklenen Uzunluğu (Expected Length) (bp)	Bant (bç)/ Band	Markör/ (Marker)
1	Bx7OE_F Bx7OE_R	CCTCAGCATGCAAACATGCAGC CTGAAACCTTTGGCCAGTCATG TC	Gluten Mukavemeti	563		Eş- baskın
2	Sun104_F Sun104_R	TGCTATGTGCGTGATGATGA TTACATGCTCCAGCGACTTG	Sarı pas <i>Yr51</i>	225		Baskın
3	Sun479_F Sun479_R	CAAATGAAATGTGATCCTGTT TCATCTAACCAGCAATGGTAT	Kara pas <i>Sr49</i>	200		Eş- baskın
4	Sun209_F Sun209_R	AG CTATGAGCTTCGCTATTG GTGATTGGTTTCGGATTACTTA	Kara pas <i>Sr49</i>	148		Eş- baskın
5	VRN1AF VRN1- INT1R	GAAAGGAAAAATTCTGCTCG GCACGAAATCGAAATCGAAG	Vernalizasyon <i>Vrn-A1</i>	484 (vrn-A1 kışlık veya Vrn-A1c yazlık 715-624 iki bant Vrn-A1a 464 Vrn-A1b yazlık 452 Vrn-A1d yazlık 430 Vrn-A1e yazlık		Baskın
6	BF WR1	GGTAGGGAGGCGAGAGGCGAG CATCCCCATGGCCATCTCGAGC TG	Bodurluk <i>Rht-B1a</i>	273		Baskın
7	BF MR1	GGTAGGGAGGCGAGAGGCGAG CATCCCCATGGCCATCTCGAGC TA	Bodurluk <i>Rht-B1b</i>	273		Baskın
8	DF2 WR2	GGCAAGCAAAAGCTTCGCG GGCCATCTCGAGCTGCAC	Bodurluk <i>Rht-D1a</i>	264		Baskın
9	DF MR2	CGCGCAATTATTGGCCAGAGAT AG CCCCATGGCCATCTCGAGCTGC TA	Bodurluk <i>Rht-D1b</i>	254		Baskın
10	WMS261_F WMS261_R	CTCCCTGTACGCCTAAGGC CTCGCGCTACTAGCCATTG	Bodurluk <i>Rht8</i>	165- 204		Eş- baskın
11	UHW89-BF UHW89-R	TCTCCAAGAGGGGAGAGACA TTCCTCTACCCATGAATCTAGC A	Yüksek Protein <i>Gpc-B1</i>	122		Eş- baskın
12	RIS_F RIS_R	TAATTTCTGCTTGCTCCATGC ACTGGGGTGCACCTGGATTAG	Çavdar Translokasyonları	110		Baskın
13	NOR_F NOR_R	GCATGTAGCGACTAACTCATC CCCAGTTTTCCATGTCGC	Çavdar Translokasyonları	400, 600, 700, 800		Baskın
14	SCM9_F SCM9_R	TGACAACCCCTTTCCCTCGT TCATCGACGCTAAGGAGGACCC	Çavdar Translokasyonları	220		Eş- baskın
15	PinaD1_F PinaD2_R	CCCTGTAGAGACAAAGCTAA TCACCAGTAATAGCCAATAGT	Dane Sertliği Pina	330		Baskın
16	Sun1_F Sun1_R	CGCTCCCTGAAGAGAGAAAGAA ATAGGCACAACCCCTAAC	Waxy <i>Wx-A1</i>	Xsun-7A, 219, 233, 260, 271, 275, 285 ve 289		Eş- baskın



madan pipet yardımı ile boş steril tüplere aktarılmış, üzerlerine yeni tüplere alınan sıvı miktarı kadar isopropanol (-20 °C) eklenmiş, 10000 (rpm) devirde 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra örneklerdeki sıvı kısım uzaklaştırılmış, pelletler üzerine 2 ml % 70 etanol eklenmiş, 2 dakika 13000 (rpm) devirde santrifüj edilerek yıkanıp kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan DNA pelletlerinin üzerine 250 µl RNase solüsyonu (100 ml'lik 10 mM Tris-HCl EDTA çözeltisine 1 ml RNase stok solüsyonu) eklenerek DNA izolasyonu tamamlanmıştır. Çalışmada, 16 adet DNA markörü kullanılmış olup, bu DNA markörlerine ait bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Polimeraz zincir reaksiyonları (PZR) 0.02 ml hacmindeki 96'lık PZR platelerine; 1µl dNTP karışımı (10 mM karışım (A+T+G+C)), 3 µl 10x buffer, 1.5 µl MgCl<sub>2</sub>, SSR primer çifti (2 µl F ve 2 µl R), 3 µl (100 ng) genomik DNA, 7.2 µl ddH<sub>2</sub>O, ve 0.3 µl Taq DNA polimeraz (5U/µl, Fermantes) şeklinde toplamda 20 µl'lik PZR solüsyonu hazırlanarak "eppendorf" marka thermal cycler cihazında; 94 °C'de 5 dakika, 94 °C (DNA iplikçiklerinin ayrışması) 1 dakika, 50 °C (primerlerin yapışması (tavlama)) 1 dakika ve 72 °C (DNA eşleşmesi)'de 2 dakika, 94 °C ile 72 °C arasında 35 döngü yapıp ve son aşamada 72 °C'de 5 dakika çalıştırılıp PZR ürünleri kullanılmaya kadar -20 °C bekletilmiştir. PZR işleminden sonra genotiplere ait SSR bantları elde etmek amacıyla Qiagen firmasına ait "QIAxcel Advanced System" fragment analiz cihazı kullanılmıştır. Fragment analizi sonucunda elde

edilen bantlar 0 (yok) veya 1 (var) olarak kodlanıp, hassasiyet ±4 olarak kabul edilip değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler ile çalışmada kullanılan ekmeklik buğday genotipleri arasındaki benzerlikler NTSYSpc 2.21q (Rohlf, 2005) programında, Dice indeksi (Dice, 1945) kullanılarak hesaplanmıştır. Genotiplerin birbiriyle benzerliklerini gösteren dendrogram, her genotipe ait DNA bantları '0' veya '1' olarak kodlanıp ikili (binary) veri matrisi ve UPGMA (unweighted pair group method arithmetic average) kullanılarak elde edilmiştir. Moleküler analizlerde kullanılacak her bir SSR markörü için polimorfizm bilgi içerikleri Weir (1996)'e göre aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$PIC=1-\sum P_i^2$$

P<sub>i</sub>; araştırmada çalışılan 8 ekmeklik buğday genotipinde (melez kombinasyonu ve ebeveynleri) i'inci allelin frekansdır.

Yürütülen çalışmada, 8 adet ekmeklik buğday genotipi, 16 fonksiyonel markör ile taranmış ve 39 adet polimorfik bant tespit edilmiştir. En fazla bant (6 adet) üreten markör VRN1AF, en az bant (1 adet) üreten markör ise Sun104 ve UHW89 olmuştur. En yüksek polimorfizm bilgi içeriği (PIC) değeri 0.9972, en düşük PIC değeri 0, ortalama PIC değeri ise 0.52 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Yakışır (2015), Yüce (2018) ve Kekilli (2019) yürüttükleri çalışmalarda sırasıyla 0.038-0.980, 0.94-0.99 ve 0.10-0.99 arasında PIC değerleri tespit etmişlerdir. Sarı pas hastalığına dayanıklılık geni *Yr51* ile Sun104 markörü arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir.

Çizelge 3. Primerlere ait allel sayıları ve PIC değerleri  
Table 3. Allele numbers and PIC values of primers

No/(Number)	Primer Adı/(Primer Name)	Allel Sayısı/(Allele Number)	PIC Değeri/(PIC Value)
1	Bx7 <sup>OE</sup>	3	0.52
2	Sun104	1	0.9902
3	Sun479	2	0.52
4	Sun209	2	0.52
5	VRN1AF VRN1-INT1R	6	0.76
6	BF WR1	2	0.33
7	BF9 MR1	2	0.26
8	DF2 WR2	3	0.72
9	DF MR2	2	0.01
10	WMS261	2	0.68
11	UHW89	1	0
12	RIS	2	0.01
13	NOR	3	0.9972
14	SCM9	2	0.07
15	PinaD1 PinaD2	3	0.96
16	Sun1	3	0.95
	<b>Ortalama</b>	<b>2.4375</b>	<b>0.52</b>

Randhawa ve ark. (2014), tarafından Sun 104 markörünün (*Yr51* geni) kodladığı gen bölgesinde 225 bç uzunluğunda allel saptanmış ve bu allelin sarı pas hastalığına dayanıklılık geni ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Sarı pas hastalığına dayanıklılık geniyle ilişkili Sun104 markörü ile yapılan taramada, Seri 82×B35-1 ve 5 genotiplerinde sarı pas dayanıklılık

geni belirlenmiştir. Sun104 primerine ait fragment analiz görüntüsü Şekil 1’de gösterilmiştir. Kekilli (2019), bazı makarnalık buğday çeşitlerinin allel spesifik DNA markörlerle karakterizasyonu amacıyla yürüttüğü çalışmada Saragolla, Cesare ve Svevo çeşitlerinde sarı pas hastalığına dayanıklılık genleri saptamıştır.



Şekil 1. Sun104 primerine ait fragment analiz görüntüsü  
Figure 1. Fragment analysis image of Sun104 primer

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Bansal ve ark. (2015), tarafından yürütülen çalışmada, Sun479 markörünün kodladığı gen bölgesinde 200 bç uzunluğunda, Sun209 markörünün kodladığı gen bölgesinde 148 bç uzunluğunda allel gözlemlenmiş ve bu allelerin (*Sr49*) kara pas hastalığına dayanıklılık geni ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda 8 adet ekmeklik buğday genotipinden, Sun479 markörüne göre Seri 82×B35-1, 2, 3, 4, 5 ve 6 genotiplerinde, Sun209 markörüne göre Seri 82 ve B35 genotiplerinde kara pas dayanıklılık geni olduğu belirlenmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Yüce (2018), karakılıçlık M<sub>4</sub> bireylerinden KK-5 hattında, Kekilli (2019), Zühre, Burgos ve Svevo çeşitlerinde kara pas hastalığına dayanıklılık geni olduğunu tespit etmiştir.

Ellis ve ark. (2002), BF-MR1 markörünün kodladığı gen bölgesinde 273 bç uzunluğunda allel gözlemlenmişler ve bu allelin bodurluk geni ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. BF-MR1 markörü ile elde edilen sonuçlara göre Seri 82×B35-1, 2, 3, 4, 5 ve 6 genotiplerinde bodurluk geni olduğu belirlenmiştir. Ellis ve ark. (2002), DF2-WR2 markörünün kodladığı gen bölgesinde 264 bç uzunluğunda allel gözlemlediklerini ve bu allelin bodurlukla ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda DF2-WR2 markörü ile yapılan taramada Seri 82×B35-2, 3, 4 ve 6 genotiplerinde bodurluk geni bulunduğu sonucuna varılmıştır. Korzun ve ark. (1998), tarafından yürütülen çalışma sonucuna göre WMS261 markörünün kodladığı gen bölgesinde 165-204 bç uzunluğunda allel tespit edilmiş ve bu allelin bodurlukla ilişkili olduğu saptanmıştır. Bu bulguya dayanarak kullanılan WMS261 markörü ile yapılan

tarama sonucunda Seri 82×B35-2, 3, 4 ve 6 genotiplerinde bodurluk geni olduğu belirlenmiştir.

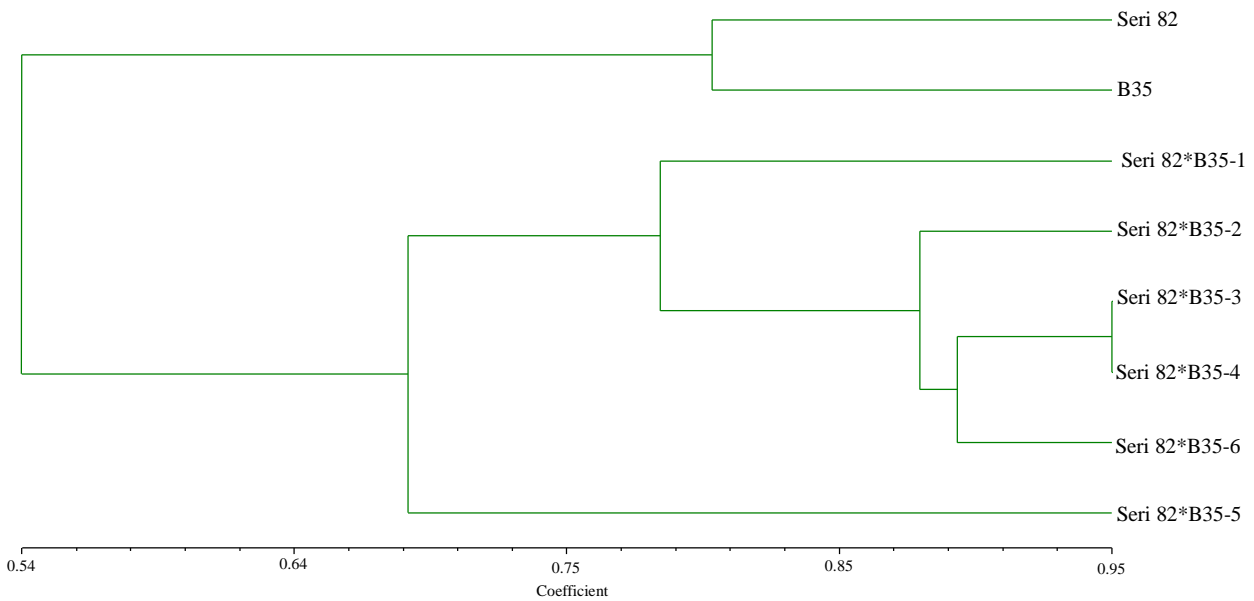
Koebner (1995), yürüttüğü çalışmada NOR markörü ile 400, 600, 700 ve 800 bç uzunluğunda allel tespit ettiğini belirtmiştir. Bu sonuç esas alınarak kullanılan NOR markörü ile yapılan tarama sonuçlarına göre, kullanılan genotiplerden Seri 82×B35-2, 3 ve 4 genotiplerinde çavdar translokasyonları geni olduğu saptanmıştır. SCM9 primeri çavdar translokasyonlarına ait genleri belirlemede kullanılan bir belirteç olup Gul'tyaeva ve ark. (2009), SCM9 markörü ile 207 bç uzunluğunda allel tespit etmişlerdir. Çalışmamızda, SCM9 markörü ile 8 adet ekmeklik buğday genotipinin tamamında çavdar translokasyonları geni olduğu sonucuna varılmıştır. Yüce (2018), yürüttüğü çalışmada KK-5 hattında çavdar translokasyonlarına ait genler olduğunu bildirmiştir.

Genotiplere ait allellik varyasyonları Çizelge 4’te, 16 adet DNA markörü ile yapılan tarama sonucunda elde edilen verilerden, UPGMA (Unweighed Pair Group Method of Arithmetic Averages) yöntemi ile Weir (1996)’nın genetik mesafe matrisine göre oluşturulan filogenetik ağaç (Şekil 2)’de verilmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen analizlerde sarı pas ve kara pas hastalıkları, gluten mukavemeti, vernalizasyon (*Vrn-A1*), bodurluk (*Rht-B1a*), (*Rht-B1b*), (*Rht-D1a*), (*Rht-D1b*), (*Rht8*), yüksek protein (*Gpc-B1*), çavdar translokasyonları, dane sertliği ve Waxy (*Wx-A1*) gibi kalite özelliklerine ilişkin marker verileri kullanılarak oluşturulan dendrogramda, genotipler birbirine % 54 oranında benzerlik gösteren iki ana gruba ayrılmıştır (Grup 1; Seri 82, B35 ve Grup 2; Seri 82×B35-1, 2, 3, 4, 5 ve 6). Birinci grupta yer

Table 4. Allelic variations of some genes of bread wheat genotypes  
 Çizelge 4. Ekmeklik buğday genotiplerine ait bazı genlerin allellik varyasyonları

No/(Number)	Primer/(Primer name)	Seri - 82	B35	Seri 82*B35-1	Seri 82*B35-2	Seri 82*B35-3	Seri 82*B35-4	Seri 82*B35-5	Seri 82*B35-6
1	Bx7OE	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Sun104	-	-	+	-	-	-	+	-
3	Sun479	-	-	+	+	+	+	+	+
4	Sun209	+	+	-	-	-	-	-	-
5	VRN1AF VRN1-INT1R	-	-	-	-	-	-	-	-
6	BF WR1	-	-	-	-	-	-	-	-
7	BF MR1	-	-	+	+	+	+	+	+
8	DF2 WR2	-	-	-	+	+	+	-	+
9	DF MR2	-	-	-	-	-	-	-	-
10	WMS261	-	-	-	+	+	+	-	+
11	UHW89	-	-	-	-	-	-	-	-
12	RIS	+	+	+	+	+	+	+	+
13	NOR	-	-	-	+	+	+	-	-
14	SCM9	-	-	-	-	-	-	-	-
15	PinaD1 PinaD2	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Sun1	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 2. Genotiplere göre oluşturulmuş filogenetik ağaç  
 Figure 2. A Dendrogram created according to genotypes

alan Seri 82 ve B35 birbirlerine % 81 oranında benzerlik göstermiştir. İkinci grupta Seri 82×B35-5 ile 1, 2, 3, 4, 6 % 69 oranında, Seri 82×B35-1 ile 2, 3, 4 % 78 oranında, Seri82×B35-2 ile 3, 4, 6 % 88 oranında, Seri 82×B35-3, 4 ile 6 % 90 oranında, Seri 82×B35-3 ile 4 % 95 oranında benzer olmuştur. Kiraz ve ark. (2019), ekmeklik buğday mutantları ile yaptıkları çalışmada 0.22 ile 0.76 arasında, Güngör (2019), ticari ve yerel makarnalık buğdaylar ile yaptığı çalışmada 0.49 ile 0.86 arasında, Aydemir ve ark. (2020), B28 ve Kunduru-1149 genotipleri ile resiprokluk melez bireylerini kullanarak yaptıkları çalışmada 0.09 ile 0.71 arasında bir genetik çeşitlilik bildirmişlerdir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, 6 adet F<sub>4</sub> melez kombinasyonu (Seri 82 x B35) ve ebeveynleri, 16 adet DNA markörüyle sarı pas, kara pas, gluten mukavemeti, vernalizasyon (*Vrn-A1*), bodurluk (*Rht-B1a*, *Rht-B1b*, *Rht-D1a*, *Rht-D1b*, *Rht8*, yüksek protein (*Gpc-B1*), çavdar translokasyonları, tane sertliği ve mumsuluk (*Wx-A1*) bakımından incelenmiştir. Çalışma sonucunda 39 adet polimorfik bant elde edilmiş, ortalama allel sayısı 2.4375, ortalama polimorfizm bilgi içeriği değeri (PIC) 0.52, en yüksek PIC değeri 0.9972 olarak tespit edilmiştir.

VRN1AF primeri 6 bant ile en fazla, Sun104 ve UHW89 primerleri 1 bant ile en az bant veren primerler olmuştur. Çalışmada kullanılan ekmeklik buğday genotiplerinde, Bx7<sup>OE</sup> (gluten mukavemeti), VRN1AF (vernalizasyon, *Vrn-A1*), BF-WR1 (bodurluk, *Rht-B1a*), DF-MR2 (bodurluk, *Rht-D1b*), UHW89 (yüksek protein, *Gpc-B1*), Pina (tane sertliği) ve Sun1 (mumsuluk, *Wx-A1*) primerlerinde istenilen bç uzunluğunda bant elde edilememiştir. Sun104 (sarı pas *Yr51*) primerinde Seri 82×B35-1 ve 5 (223 bç), Sun479 (kara pas *Sr49*) primerinde Seri 82×B35-1, 2, 3, 4, 5 ve 6 (204 bç), Sun209 (kara pas *Sr49*) primerinde Seri 82 ve B35 (147 bç) genotiplerinde dayanıklılık geni belirlenmiştir. BF-MR1 (bodurluk *Rht-B1b*) primerinde Seri82×B35-1, 2, 3, 4, 5 ve 6 (277 bç), DF2-WR2 (bodurluk *Rht-D1a*) primerinde Seri 82×B35-2, 3, 4 ve 6 (267 bç), WMS261 (bodurluk *Rht8*) primerinde Seri 82×B35-2, 3, 4 ve 6 genotiplerinde (162 bç) gen saptanmıştır. NOR primeri Seri 82×B35-2, 3 ve 4 genotiplerinde (400 bç), RIS (109 bç) ve SCM9 (207 bç) primerleri genotiplerin tamamında çavdar translokasyonu geni bulunduğunu göstermiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bilge Kübra KOÇYİĞİT'in 2019 yılında tamamlanan "Seri 82 x B35 Melez Popülasyonunda F<sub>4</sub> Bireylerinin Fonksiyonel DNA Markörleri İle Değerlendirilmesi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Diğer yazarlar da materyalin melezlenmesi ve F<sub>4</sub> kademesine getirilmesi

aşamalarında katkı sunmuşlardır. Yazarlar ayrıca Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine de finansal destekleri için teşekkür eder (Proje No: 2017/1-1 YLS).

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarların katkısı eşittir.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

## KAYNAKLAR

- Aydemir G, Dumlupınar Z, Yüce I, Baskonus T, Sunulu S, Gungor H 2020. Evaluation of Individuals Obtained from B28×Kunduru-1149 Reciprocal Cross Population by Functional Markers. KSU J. Agric Nat 23 (4):1005-1011.
- Bansal UK, Muhammad S, Forrest KL, Hayden MJ, Bariana HS 2015. Mapping Of A New Stem Rust Resistance Gene Sr49 In Chromosome 5B of Wheat. Theoretical And Applied Genetics, 128: 2113-2119.
- Dice LR 1945. Measures of The Amount of Ecologic Association Between Species. Ecology, 26, S. 297-302.
- Dumlupınar Z, Jellen EN, Bonman JM, Jackson EW 2016. Genetic Diversity And Crown Rust Resistance Of Oat Landraces From Various Locations Throughout Turkey. DOI: 10.3906/Tar-1509-43, Turk J Agric For 40: 262-268.
- Fu YB, Peterson GW, Chong J, Fetch T, Wang ML 2007. Microsatellite Variation in *Avena sterilis* Oat Germplasm. Theor Appl Genet 114: 10229-11038.
- Gul'tyaeva EI, Kanyuka IA, Alpat'eva NV, Baranova OA, Dmitriev AP, Pavlyushin VA 2009. Molecular Approaches in Identifying Leaf Rust Resistance Genes in Russian Wheat Varieties. Russian Agricultural Sciences, 35(5): 316-319.
- Güngör H 2019. Allelic Variations And Agronomic Comparisons of Durum Wheat Cultivars Under East-Mediterranean Conditions International Journal of Agriculture And Biology 21(4):891-898 Doi: 10.17957/Ijab/15.0972.
- Güngör H, Dumlupınar Z 2019. Bolu Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Verim, Verim Unsurları ve Kalite Yönünden Değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6(1): 44-51.
- He X, Bjornstad A 2012. Diversity of North European Oat Analyzed by SSR, AFLP And Dart Markers. Theor Appl Genet 125: 57-70.
- Kekilli Ö 2019. Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Allel Spesifik DNA Markörlerle Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

- Kahramanmaraş, S 30.
- Kiraz H, Yüce İ, Kaya E, Kekilli Ö, Ocaktan H, Topsakal M, Gürocak NY, Osanmaz H, Kılınç FM, Başkonuş T, Dumlupınar Z 2019. Characterization of M<sub>3</sub> Mutants of Seri 82 Bread Wheat Cultivar Using Functional Markers. *BSJ Agri*, 2(4): 194-202.
- Koebner RMD 1995. Generation of PCR-Based Markers For The Detection of Rye Chromatin in A Wheat Background. *Theoretical And Applied Genetics*, 90(5): 740-745.
- Korzun V, Roder MS, Worland AJ, Borner A 1997. Intrachromosomal Mapping of The Genes For Dwarfing (*Rht12*) And Vernalisation Response (*Vrn1*) in Wheat By Using RFLP And Microsatellite Markers. *Plant Breeding* 116: 227-232.
- Leisova L, Kucera L, Dotlacil L 2007. Genetic Resources of Barley And Oat Characterized by Microsatellites. *Czech J Genet Plant* 43: 97-104.
- Leisova L, Ovesna J 2001. The Use of Microsatellite Analysis For The Identification of Wheat Varieties. *Czech J Genet Plant* 116: 227-232.
- Li YC, Fahima T, Peng JH, Roder MS, Kirzhner VM, Beiles A, Korol AB, Nevo E 2000. Edaphitic Microsatellite DNA Divergence in Wild Emmer Wheat, *Triticum dicoccoides*, At A Microsite: Tabigha, Israel. *Theor. Appl. Genet.* 101: 1029-1038.
- Medini M, Hamze S, Rebai A, Baum M 2005. Analysis of Genetic Diversity in Tunisian Durum Wheat Cultivars And Related Wild Species By SSR And AFLP Markers. *Genet Resour Crop Ev* 52: 21-31.
- Montilla-Bascon G, Sanchez-Martin J, Rispail N, Rubiales D, Mur L, Langdon T, Griffiths I, Howarth C, Prats E 2013. Genetic Diversity And Population Structure Among Oat Cultivars And Landraces. *Plant Mol Biol Rep* 31: 1305-1314.
- Nersting LG, Andersen SB, Von Bothmer R, Gullord M, Jorgensen RB 2006. Morphological And Molecular Diversity of Nordic Oat Through One Hundred Years of Breeding. *Euphytica* 150: 327-337.
- Oliver RE, Obert DE, Hu G, Bonman JM, O'Leary-Jepsen E, Jackson EW 2010. Development of Oat-Based Markers From Barley And Wheat Microsatellites. *Genome*, 53(6): 458-471.
- Özberk İ, Zencirci N, Özkan H, Özberk F, Eser V 2010. Dünden Bugüne Makarnalık Buğday Islahı ve Geleceğe Bakış. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Konferansı, 17-18 Mayıs, 2010.
- Özcan B 2008. Kendilenmiş Monoik Atlantik Sakızı Popülasyonunda Genetik Haritalama İçin Polimorfik Yöntem ve Markörlerin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 68s.
- Randhawa M, Bansal U, Valarik M, Klocova B, Dolezel J, Bariana H 2014. Molecular Mapping of Stripe Rust Resistance Gene *Yr51* in Chromosome 4AL of Wheat. *Theoretical And Applied Genetics*, 127: 317-324.
- Richmond TA, Somerville CR 2001. Integrative Approaches to Determining CSL Function. *Plant Mol. Biol* 47: 131-143.
- Rohlf FJ 2005. NTSYS-Pc: Numerical Taxonomy And Multivariate Analysis System Version 2.2. Setauket, Exeter Publishing, New York, USA.
- Roussel V, Leisova L, Exbrayat F, Stenho Z, Balfourier F 2005. SSR Allelic Diversity Changes in 480 European Bread Wheat Varieties Released From 1840 To 2000. *Theor Appl Genet* 111: 162-170.
- Weir BS 1996. Genetic Data Analysis II: Methods for Discrete Population Genetic Data. Sinauer Associates, Inc., Sunderland., MA.
- Yakışır E 2015. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Kurağa Karşı Tepkilerinin SSR Markörleri ile Belirlenmesi. Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi Konya. S 56.
- Yüce İ 2018. Karakılçık M<sub>4</sub> Bireylerinde Hastalık ve Kalite ile İlgili Allellerin Moleküler Analizlerle Tespiti. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi Kahramanmaraş. S. 29.

## Türkiye’de Çiğ Süt ile Perakende Süt Fiyatları Arasındaki Asimetrik İlişki

Merve AYYILDIZ<sup>1\*</sup>, Adnan ÇİÇEK<sup>2</sup>, Kaan KAPLAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Yozgat, <sup>2,3</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9012-0756>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-2671-1439>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-5579-5707>

✉: [merve.ayyildiz@yobu.edu.tr](mailto:merve.ayyildiz@yobu.edu.tr)

### ÖZET

Üretici ve tüketici süt fiyatlarının oluşumunda arz zincirindeki rekabet koşulları büyük ölçüde etkili olmaktadır. Söz konusu fiyatlar arasındaki asimetrik ilişkinin belirlenmesi sektördeki aksaklıkları ve pazar gücünün varlığını belirlemede oldukça önemlidir. Bu çalışmada, 2005 Ocak – 2019 Aralık dönemine ait çiğ süt ve perakende süt fiyatları kullanılarak asimetrik ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Asimetrik fiyat ilişkisini belirlemede Von Cramon-Taubadel ve Loy tarafından geliştirilen asimetrik hata düzeltme modelinden (AECM) yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda uzun dönemde perakende süt fiyatlarının çiğ süt fiyatlarındaki azalışlara, artışlara göre daha hızlı tepki verdiği belirlenmiştir. Bu sonuç, süt sanayisinin daha rekabetçi bir yapı kazandığına önemli bir işaret olarak kabul edilebilir. Diğer yandan fiyat oluşumlarında ve fiyat istikrarında iyileşmeler gözlenirken kalite standardı ile haksız rekabet koşullarının varlığı göz ardı edilemez. Bu bağlamda, süt sanayiinde gıda kodeksine uygun şartlarda kaliteli üretimi de teşvik eden politikalar geliştirilmeli ve buna yönelik denetim sistemi güçlendirilmelidir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 09.06.2020

Kabul Tarihi : 25.08.2020

### Anahtar Kelimeler

Süt Fiyatları

Fiyat Geçirgenliği

Asimetrik Hata Düzeltme Modeli

## Asymmetrical Relationship Between Raw Milk and Retail Milk in Turkey

### ABSTRACT

Competitive conditions in the supply chain are influential on the formation of producer and consumer milk prices. Determining the asymmetrical relationship between the mentioned prices is very important in terms the disruptions in the sector and the presence of market power. In this study, it is aimed to reveal the asymmetric relationship by using raw milk and retail milk prices for the period 2005 January - December 2019.. Asymmetric error correction model (AECM) developed by Von Cramon-Taubadel and Loy was used to determine the asymmetric price relationship. As a result of the research, it was determined that retail milk prices react more rapidly to decreases in raw milk prices in the long run. This result can be considered as an important sign that the dairy industry has gained a more competitive structure. On the other hand, while improvements in price formation and price stability are observed, the quality standard and the existence of unfair competition conditions cannot be ignored. In this context, policies that encourage quality production in the dairy industry under conditions suitable for food codex should be developed and the supervision system should be strengthened.

### Research Article

### Article History

Received : 09.06.2020

Accepted : 25.08.2020

### Keywords

Milk Prices

Price Transmission

Asymmetric Error Correction Model

**Atıf İçin:** Ayyıldız M, Çiçek A, Kaplan K 2021. Türkiye’de Çiğ Süt ile Perakende Süt Fiyatları Arasındaki Asimetrik İlişki. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 594-602. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.749975>

**To Cite :** Ayyıldız M, Çiçek A, Kaplan K 2021. Asymmetrical Relationship Between Raw Milk and Retail Milk in Turkey. KSU J. Agric Nat 24 (3): 594-602. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.749975>

### GİRİŞ

Girdi fiyatlarının dinamik bir yapıda olmasından kaynaklanan istikrarsızlık ve bunun sektöre etkileri her zaman güncelliğini korumaktadır. Bu nedenle

pazar zincirinde fiyat oluşumları ve birbirlerine etkisini araştıran çalışmalara sıklıkla yer verilmektedir (Aguar ve Santana, 2002; Nakajima, 2011; Barahona ve ark., 2014). Özellikle son yıllarda

fiyat geçirgenliğine yönelik yapılan çalışmalar ön plana çıkmaktadır (Acquaha ve Dadzie, 2010; Fernandez-Amador, 2010; Tekgüç, 2013; Bor ve ark., 2014; Fousekis ve ark., 2016; Çınar, 2017; Rezitis ve Tsionas, 2019). Fiyatlar arasındaki iletimin tespiti, fiyatlarda yaşanan istikrarsızlığın sektörün bütününe nasıl yansıdığına gösteren bir ölçümdür. Sektörde fiyat geçirgenliğinin yön ve hız bakımından belirlenmesi ilgili sektörün pazarlama etkinliği ve verimliliğinin değerlendirilmesine katkı sağlamakla beraber tüketici ve üretici refahı hakkında bilgi sunmaktadır (Gomez ve Koerner, 2009). Özellikle arz zincirinin uzun ve halkaların geniş olduğu tarım sektörü ve onun alt sektörlerinde arz zinciri boyunca yaşanan aksaklıkların ortaya konulması ve buna yönelik çözüm arayışlarında fiyat iletiminin tespitine ilişkin analizler önemli bir araç olmaktadır (Popovics, 2008; Acosta ve Valdes, 2014; Bor ve ark., 2014; Çınar, 2017).

Süt fiyatlarındaki değişim, tüketicilerin bütçe paylaşımında önemli bir paya sahip iken diğer yandan üreticilerin çiğ süt arzında bulunmasında etken faktör olarak değerlendirilmektedir. Süt sanayicileri açısından ise çiğ süt fiyatlarındaki değişimler temel maliyet unsuru olarak değerlendirilmekte ve sektörel rekabette önemli bir paya sahiptir. Dünya’da

ve Türkiye’de süt fiyatının oluşumu ve pazarlama kanalı fiyat aktarımına yönelik tartışmalar, genellikle perakende süt fiyatlarının üretici fiyatlarındaki azalışlardan ziyade artışlara daha hızlı tepki verdiği yönündedir (Serra ve Goodwin, 2003; Weldesenbet, 2013; Tekgüç, 2013; Bölük ve Karaman, 2015). Sadece fiyat karşılaştırmaları yaparak çiğ süt (üretici) ve perakende süt (tüketici) fiyatları arasındaki iletimi yorumlamak yetersizdir. Fakat genel olarak fiyat değişimlerinin seyrinin incelenmesi gerekir. Buna göre, Türkiye’de son 15 yılda çiğ süt ile perakende süt cari ve reel fiyatları incelendiğinde, 2005 yılında ortalama çiğ süt cari fiyatı 55 kuruş iken 2019 yılında 1.75 TL olduğu görülmektedir. Perakende süt cari fiyatı ise 2005 yılında ortalama 1.60 TL iken 2019 yılında 4.37 TL’ye yükselmiştir. Buna göre son 15 yılda çiğ süt cari fiyatlarında %218.18’lik ve perakende süt fiyatlarında ise %173.13’lük bir artış yaşanmıştır. Reel fiyatlara bakıldığında 15 yıllık süreçte perakende süt fiyatlarında %21.21’lik, çiğ süt fiyatlarında ise %15.21’lik bir azalış söz konusu olmuştur (Çizelge 1). Burada dikkat çeken husus perakende süt fiyatlarındaki artışlar çiğ süt fiyatındaki artışa göre daha az iken reel fiyatlardaki azalışlarda ise perakende süt fiyatlarının çiğ süt fiyatlarına oranla daha yüksek oranda olmasıdır.

Çizelge 1. Çiğ süt ve perakende bazında cari (TSF, USF) ve reel süt fiyatları (RTSF,RUSF)

Table 1. Current and real milk prices on raw (TSF, USF) milk and retail (RTSF,RUSF) basis

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TSF	TL	1.60	1.49	1.71	1.82	1.82	1.97	1.96	2.16	2.35	2.63	2.83	2.89	3.14	3.99	4.37
	%		-6.88	14.77	6.43	....	8.24	-0.51	10.20	8.80	11.91	7.60	2.12	8.65	27.07	9.52
RTSF	TL	1.32	1.16	1.22	1.18	1.11	1.11	1.03	1.04	1.06	1.09	1.08	1.03	1.01	1.10	1.04
	%		-12.12	5.17	-3.28	-5.93	....	-7.21	0.97	1.92	2.83	-0.92	-4.63	-1.94	8.91	-5.45
USF	TL	0.55	0.56	0.61	0.71	0.71	0.85	0.80	0.89	0.93	1.03	1.15	1.14	1.21	1.46	1.75
	%		1.82	8.93	16.39	.....	19.72	-5.88	11.25	4.49	10.75	11.65	-0.87	6.14	20.56	19.86
RUSF	TL	0.46	0.43	0.44	0.45	0.45	0.49	0.42	0.43	0.44	0.44	0.47	0.44	0.41	0.39	0.39
	%		-6.52	2.33	2.27	.....	8.89	-14.29	2.38	2.33	....	6.82	-6.38	-6.82	-4.88	.....

\*TL and% represent Turkish lira and percentage change, respectively.

Sektörün sürdürülebilirliğinde fiyatların istikrarlı bir yapıda olması önemlidir. Bu bağlamda fiyat dalgalanmalarını dikkate alarak yapılan durum değerlendirmeleri daha sağlıklı olacaktır. 2005 Ocak-2019 Aralık dönemine ait aylık cari ve reel fiyat serilerine bakarak fiyat değişimlerini ve çiğ süt ile perakende süt fiyatları arasındaki fark net bir şekilde görülmektedir (Şekil 1 ve 2).

Varyasyon katsayıları yardımıyla fiyat dalgalanmalarının yapısı incelendiğinde ise beklenildiği gibi enflasyonun etkisiyle cari fiyatlarda değişim oranı reel fiyatlara göre yüksektir. Yapılan hesaplamalarda varyasyon katsayısının perakende süt cari fiyatlarında %34.84, çiğ süt cari fiyatlarında ise %34.93 olduğu belirlenmiştir. 180 aylık gözlem dikkate alındığında bu katsayı değerlerinin yüksek olduğu söylenebilir. 2009-2019 dönemini baz alınarak hesaplanan varyasyon katsayısı oranlarının ise %30’un altına düştüğü tespit edilmiştir. Bu durum da

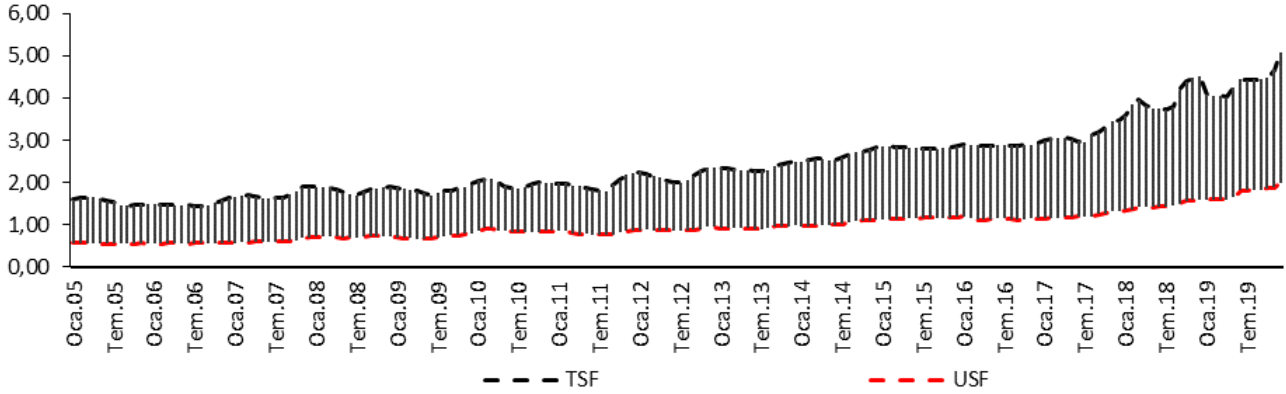
sektörde fiyat iyileştirmelerine yönelik uygulanan politikaların etkili olduğu söylenebilir.

Fiyat dalgalanmalarının düzeyinin reel fiyatlara bakarak değerlendirilmesi daha doğru olacaktır. Reel fiyatlar baz alınarak hesaplanan varyasyon katsayıları 180 aylık süreçte perakende süt fiyatlarında %8.42, çiğ sütte ise %7.35 olarak belirlenmiştir. 2009 yılı sonrasındaki dönemde ise perakende süt fiyatlarındaki varyasyon katsayısında (%4.76) önemli ölçüde azalma söz konusudur. Son yıllarda süt teşvik primi ve tavsiye fiyat uygulamaları gibi süt piyasasında yapılan düzenlemelerin fiyat istikrarını sağlamada etkili olduğu söylenebilir.

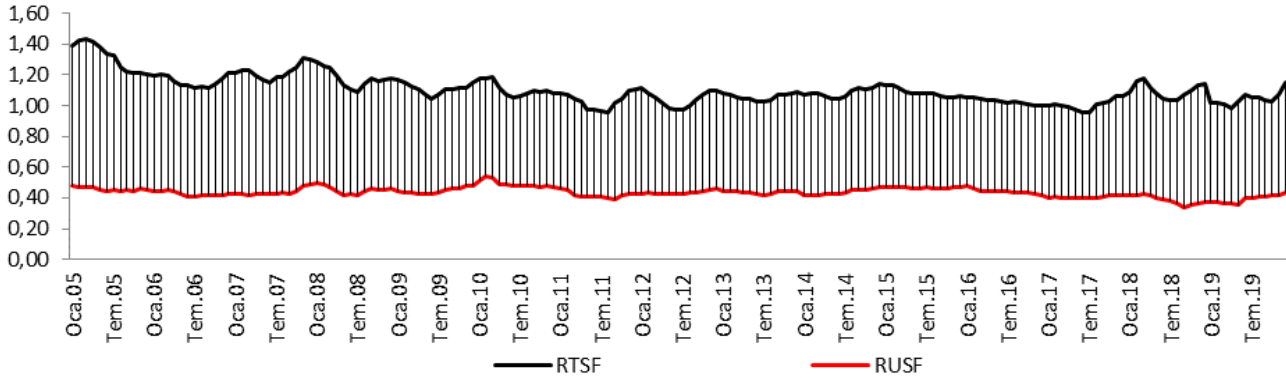
Fiyat oluşum ve yapıları olumlu sinyaller vermiş olsa da fiyat aktarımı konusunda net bir bilgi sağlamamaktadır. Gerek pazar etkinliğini gerek uygulanan politikaların işlevselliğini değerlendirebilmek için detaylı analizlere ihtiyaç

duyulmaktadır. Öncelikle sektörde yaşanan gelişmelerin ve sorunların ele alınması gerekir. Bu

fiyat geçirgenliğine ilişkin yapılan analizlerin gerekliliği ortaya koyma açısından da oldukça önemlidir.



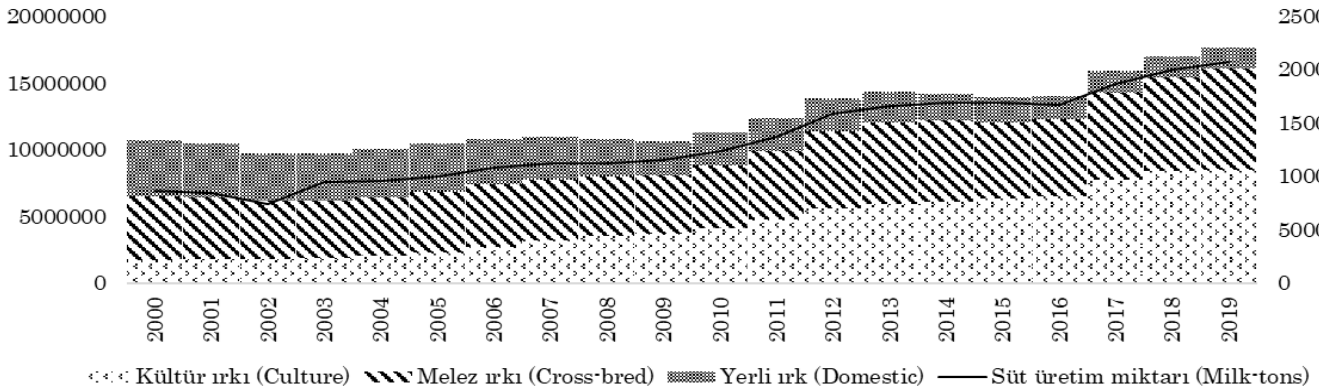
Şekil 1. Çiğ süt (USF) ve perakende süt (TSF) cari fiyatları  
Figures 1. Current prices of raw milk (USF) and retail milk (TSF)



Şekil 2. Çiğ süt (RUSF) ve perakende süt (RTSF) reel fiyatları  
Figures 2. Real prices of raw milk (RUSF) and retail milk (RTSF)

Türkiye’de son yıllarda uygulanan politikalar ile hayvansal ürün miktar ve değerinde artışlar yaşanmaktadır. 2018 yılında 225.33 milyar TL olan hayvansal üretim değerinde süt üretimi %15.54’lük pay ile azımsanmayacak düzeyde gerçekleşmiştir. Üretimde inek sütü ön plana çıkmaktadır. Bunda yapısal ve kültürel etkiler söz konusu olduğu gibi son yıllarda büyükbaş hayvancılığa yönelik oluşturulan ve 20000000

geliştirilen politikaların etkisi yadsınamazdır. 2009 yılı itibariyle son on yıllık süreçte sağılan büyükbaş hayvan varlığında yaklaşık %60’lık bir artış gözlenirken inek sütü üretim miktarındaki artış %80 oranında gerçekleşmiştir. Hayvan varlığındaki artışın yanı sıra süt veriminde de artış yaşanmıştır. Verim artışında kültür ve melez hayvan ırkındaki artışın etkili olduğu görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Yıllar itibariyle hayvan varlığı ve süt üretim miktarı  
Figures 3. Number of bovine animals by races and milk production by years



Hayvan sayısı, süt verimi ve süt üretimindeki artışa rağmen sektöre ilişkin birçok yapısal problemin büyük ölçüde devam ettiğini söylemek yanlış olmayacaktır. Türkiye’de 2019 yılında 20.8 milyon ton inek sütü üretilmiş olmasına rağmen sadece %46’lık bir pay ile 9.56 milyon ton süt sanayiye aktarılmıştır (Anonim, 2020). Bu rakamlar sektörde kayıtdışılığın çok önemli bir sorun olduğunu göstermektedir. Süt sektöründe yaşanan bir diğer sorun süt üretim ve işleme tesislerinin ölçek yapısından kaynaklanmaktadır. Nitekim süt sığırcılığı işletmelerinin ölçek dağılımına bakıldığında 1 ile 5 hayvana sahip olan işletmelerin oranı %50’nin üzerinde ve 1669 süt işletme tesisinin yaklaşık %50.9’u 50 000 tonun altında üretim yapan küçük ölçekli işletme niteliğindedir (Güneş, 2013; Anonim, 2018a). Temelde bu iki sorun üretilen sütlerin toplanmasını ve pazarlanmasını zorlaştırmakta, kaliteli süt erişimini engellemektedir. Dolayısıyla perakende süt üretim maliyetinin ve süt fiyatının artışına neden olmaktadır. Talep yönüyle bakıldığında ise kişi başına düşen içme sütü tüketimi yaklaşık 41.5 kg’dır ve bu rakam Avrupa Birliği ülkelerinde kişi başına içme sütü tüketim miktarı ile kıyaslandığında (64.9 kg/kişi) oldukça düşük kalmaktadır. Kayıtdışılıktan dolayı içme sütü tüketim miktarının gerçeği tam olarak yansıtmadığı bilinmektedir (Anonim, 2018b). Ayrıca tüketim miktarının istenilen seviyede olmaması süt arzındaki aksaklıklardan kaynaklanabilmektedir. Nitekim süt imalatçı firmaların tüketicinin talebini karşılayacak düzeyde yüksek kaliteli süte erişememesi süt sanayisi için önemli bir sorundur (Hekimoğlu ve Altındağ, 2008; Günlü, 2011).

Süt üretim ve işleme maliyetleri ile talep yetersizliğinin yanı sıra perakende süt fiyatının belirlenmesinde çiğ süt fiyatı ve pazar yapısı oldukça önemlidir. Çiğ süt perakende süt üretiminin hammaddesi olduğundan perakende süt fiyatının da temel belirleyicisidir. Bu bağlamda çiğ süt fiyatlarının nasıl ve neye göre belirlendiği oldukça önemlidir. Türkiye’de fiyat oluşumunda pazar yapısının büyük ölçüde etkili olabileceği varsayılmaktadır. Nitekim 100 000 tonun üzerinde üretim yapan işletme, sayı bakımından oldukça az olmasına rağmen pazarın yaklaşık %40’ını oluşturmaktadır. Dolayısıyla gerek çiğ süt gerekse perakende fiyatlarının belirlenmesinde bu firmaların etkili olabileceği düşüncesi hakimdir (Hatırlı ve Özkan, 2004; Tekgüç, 2013). Diğer bir ifade ile oligopol piyasa yapısına sahip olan süt endüstrisinde çiğ süt ve perakende süt fiyatlarının belirlenmesinde rekabetçi anlayıştan uzaklaşılabileceği, üreticinin ve tüketicinin refah düzeyinde gerilemelerinin yaşanabileceği endişesi söz konusu olabilmektedir (Anonim, 2018).

Türkiye’de benzer çalışmalara rastlamak mümkündür (Tekgüç, 2013; Bölük ve Karaman, 2015). Fakat gıda

fiyatlarının dinamik yapıda oluşu dikkate alındığında sektöre ilişkin kısa ve uzun vadeli politikaların geliştirilmesi açısından araştırma dönemleri büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda yakın döneme ilişkin literatürde bu kapsamda bir çalışma mevcut değildir. Diğer yandan sektördeki gelişmeler, mevcut sorunlar ve fiyat oluşumuna ilişkin endişeler dikkate alındığında, sektörün pazarlama etkinliği ve verimliliğinin değerlendirilmesi ile birlikte sektörün geliştirilmesine yönelik uygulanan politikaların işlevselliğini ortaya koymada fiyat geçirgenliği tespitinin gerekli olduğu görülmektedir. Bu çalışma ile çiğ süt fiyatlarındaki değişimin perakende süt fiyatlarına ne yönde ve ne hızla yansıdığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda fiyat iletiminin tespitinde asimetrik hata düzeltme modelinden yararlanılmıştır. Bu çalışmanın sektörün mevcut durumunu ortaya koymanın yanı sıra fiyat, üretim, pazarlama gibi politikaların oluşum ve gelişimine önemli ölçüde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışma giriş, materyal metod, bulgular ve tartışma ile sonuç ve öneriler olmak üzere dört (4) ana bölüme ayrılmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Çalışmada üretici süt fiyatlarından (USF) tüketici süt fiyatlarına (TSF) doğru geçirgenlik ilişkisini incelenmek amacıyla 2003 bazlı fiyat endeksi dikkate alınarak Türkiye İstatistik Kurumu veri portalında mevcut olan 2005 Ocak – 2019 Aralık dönemine ilişkin 180 aylık veri setinden yararlanılmıştır. Veri seti Türkiye İstatistik Kurumu’ndan temin edilmiştir. Çoğu zaman cari fiyatları baz alarak yapılan analizler hatalı ya da yanlış değerlendirmelere yol açabilmektedir. Bu nedenle daha rasyonel sonuçlar elde edebilmek için üretici süt fiyatları üretici fiyat indeksi (ÜFE=2003) ve tüketici süt fiyatları tüketici fiyat indeksi (TÜFE=2003) dikkate alınarak reel fiyat serilerine dönüştürülmüştür. Ayrıca varyansta kararlılık sağlamak ve aşırı boyutta olan gözlemlerin etkisini azaltabilmek amacıyla analiz aşamasında fiyat serileri logaritmik formda kullanılmıştır (Özer, 2011).

### Yöntem

Süt sektöründe fiyat geçirgenliğinin incelendiği bu çalışmada öncelikle fiyat geçirgenliği tespitinde uygun model seçimi belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için ilk olarak serilerin durağanlık yapısı incelenmiştir. Her iki fiyat serisinin de aynı düzeyde durağan olduğu tespit edilmiş ve sonraki aşamada serilerin aynı düzeyde durağanlık koşulunu arayan eşbütünleşme testine geçilmiştir. Eşbütünleşme testi ile değişkenlerin uzun dönemde ilişkili olduğunun belirlenmesinin ardından fiyat geçirgenliğinin tespiti için asimetrik hata düzeltme modelinden

yararlanılmıştır.

Serilerin durağanlık düzeyini ortaya koymada Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testlerinden faydalanılmıştır. ADF testi Dickey-Fuller (DF) testinin geliştirilmiş formudur. Buna göre  $u_t$  hata terimlerinin bağımsız ve özdeş dağılmış olmasını varsayan DF testinin aksine ADF sınaması, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerini bağımsız değişken olarak modele dahil ederek hata terimlerinde var olabilecek otoregresif ilişkiyi hesaba katmaktadır. Burada gecikmeli değişkene ait uygun gecikme mertebesi belirlenirken Schwarz Information Criteria (SIC) yararlanılmıştır. PP birim kök testi ise hatalarda meydana gelen serisel korelasyon ve değişen varyans sorunu ile baş etme konusunda ADF ile farklılaşmaktadır. ADF denkleminde otokorelasyonu engellemek amacıyla gecikmeli değerlerin eklenmesi yerine PP sınamasında nonparametrik yöntemler yardımıyla DF denklemi tahmin edilerek  $t$  istatistikleri yeniden düzenlenmektedir. Her iki testte de temel hipotez birim kök var şeklindedir ve hipotezler  $H_0 : \alpha = 0$  ve  $H_1 : \alpha < 0$  olarak kurulur ve test istatistikleri MacKinnon kritik değerleri ile karşılaştırılır (MacKinnon, 1996). Ayrıca zaman serileri ile çalışıldığında mevcut değişkenlerin sabit ya da trend parametrelerinde herhangi bir şok etkisinden kaynaklanan yapısal değişiklikler gözlenebilmektedir. Test aşamasında herhangi bir yapısal kırılma dikkate alınmamıştır.

Çiğ süt fiyatları ile perakende süt fiyatları arasındaki asimetric ilişkinin tespitinde Von Cramon-Taubadel ve Loy'un (1999), Engel ve Granger (1987) hata düzeltme modelini geliştirdikleri asimetric hata düzeltme modelinden yararlanılmıştır. Bu yaklaşım fiyat serilerinin eşbütünlük olması durumunda tutarlı sonuçlar vermektedir. Engel ve Granger hata düzeltme modeli iki aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak, statik eşbütünlük regresyonu tahmin edilir.

$$TSF_t = \beta_0 + \beta_1 USF_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Eğer burada artıklar ( $\varepsilon_t$ ) seviyede durağanlık (I(0)) koşulunu sağlıyorsa değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu söylenir. Ayrıca çalışmada eşbütünlüğün varlığının ispatında Johansen (1998) eşbütünlük testinden yararlanılmıştır. VAR modeli formunda olan bu yaklaşım, İz İstatistiği ve Maksimum Özdeğer ( $\lambda_{max}$ ) istatistiği değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı (Prob < 0.05) bulunması durumunda değişkenler arasında uzun dönemde bir ilişki yani eşbütünlük olduğunu ileri sürmektedir. Değişkenler arasındaki kointegrasyonun belirlenmesinin sonrasında denklem şu şekilde yazılabilir.

$$TSF_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^k \beta_{1i} \Delta USF_{t-i} + \sum_{i=1}^l \beta_{2i} \Delta TSF_{t-i} + \beta_3 ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Burada, Hata düzeltme terimi ( $ECT_{t-1}$ ) üretici fiyatları (USF) ve perakende fiyatları (TSF) arasındaki

dengelesizliklerin ne kadar sürede giderileceğini ifade etmektedir.  $\beta_{1i}$  ve  $\beta_{2i}$  ise kısa dönem dinamiklerini ölçmektedir.

Von Cramon-Taubadel (1998) Engel ve Granger'in hata düzeltme modelini geliştirerek asimetric hata düzeltme modelini ortaya koymuşlardır. Bu modifikasyonda hata düzeltme terimini pozitif ve negatif şekilde ayrılmaktadır. Daha sonra ise 1999 yılında hem hata düzeltme teriminin hem de dışsal fiyat değişkenlerinin ayrıştırılabileceği ayrıntılı bir tanımlama yapmışlardır (Von Cramon ve Taubadel, 1999). Bu çalışmada Asimetric fiyat geçirgenliğinin tespiti için Von Cramon-Taubadel (1999) modeli denklem 3'teki gibi uyarlanmıştır.

$$\Delta TSF_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^{k_1} \beta_{1i}^+ \Delta USF_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{k_2} \beta_{2i}^- \Delta USF_{t-i}^- + \sum_{i=1}^l \beta_{3i} \Delta TSF_{t-i} + \beta_4^+ ECT_{t-1}^+ + \beta_4^- ECT_{t-1}^- + \varepsilon_t \quad (3)$$

Burada,  $ECT_t^+ = \{ECT_t > 0 \text{ ise } ECT_t, \text{ değil ise } 0\}$  ve  $ECT_t^- = \{ECT_t < 0 \text{ ise } ECT_t, \text{ değil ise } 0\}$  şeklinde yazılır.

Asimetric hata düzeltme modelinde  $\beta_4^+$  ve  $\beta_4^-$  uzun dönem asimetriyi ölçen asimetric uyum hızı katsayılarını,  $\beta_{1i}^+$  ve  $\beta_{2i}^-$  katsayıları ( $i = 1, \dots, k$ ) ise kısa dönem asimetriyi ölçmektedir. Buna göre uzun dönemdeki simetri yokluk hipotezi  $\beta_4^+ = \beta_4^-$  ile, kısa dönem için simetri yokluk hipotezi ise  $\sum_{i=0}^{k_1} \beta_{1i}^+ = \sum_{i=0}^{k_2} \beta_{2i}^-$  şeklinde kurulmakta ve fiyat geçirgenliğinin asimetric ya da simetric olması F istatistiği ile sınanmaktadır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Birim Kök Testi Sonuçları

Serilerin durağanlığının test edilmesi zaman serileri ile yapılan serilerin durağanlığını dikkate alan ekonometrik analizler için oldukça önemlidir. Çalışmada üretici ve tüketici süt fiyatları arasındaki asimetric ilişkinin tespitinde kullanılan hata düzeltme modelinin uygulanabilmesi için ön koşul, kullanılan serilerin aynı düzeyde birim kök içermesidir. Bu amaçla Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testlerinden faydalanılmıştır. Sabit ve hem sabit hem trend içeren birim kök sınamaları sonucunda perakende süt fiyatları (TSF) ve üretici süt fiyatları (USF) serilerinin birinci farkı alındığında durağan olduğu diğer bir ifade ile aynı düzeyde birim kök derecesine sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 2).

### Eşbütünlük ile İlgili Sonuçlar

Değişkenlerin aynı düzeyde durağanlık göstermesi seriler arasında eşbütünlük bir ilişki olabileceği varsayımını kuvvetlendirmektedir. Değişkenler arasında eşbütünlüğün varlığını ortaya koymak amacıyla Johansen (1988) eşbütünlük testi uygulamasına gidilmiştir. Çizelge 3'te yer alan test hipotezleri incelendiğinde hiç koentegre vektör olmadığını gösteren ( $r=0$ ) ve bir koentegre vektör

olmadığını gösteren ( $r=1$ ) yokluk hipotezleri reddedilmiştir. İz ve maksimum öz değer ( $\lambda_{max}$ ) istatistiklerinin birbiri ile uyumluluğu testin güvenilirliğini arttırmaktadır. Perakende süt fiyatları

(TSF) ve üretici süt fiyatları (USF) değişkenleri arasında koentegrasyon ilişkisi olduğu yani serilerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri belirlenmiştir.

Çizelge 2. ADF (Augmented Dickey-Fuller) ve PP (Phillips-Perron) birim kök testi sonuçları  
Table 2. ADF (Augmented Dickey-Fuller) and PP (Phillips-Perron) unit root test results

	ADF		PP	
	C (Constant)	C/T (Constant and Trend)	C (Constant)	C/T (Constant and Trend)
TSF	-3.603	-3.106	-2.828	-2.531
USF	-3.351	-3.558	-2.931	-3.045
$\Delta$ TSF	-8.509	-8.796	-8.619	-8.939
$\Delta$ USF	-9.315	-9.300	-9.068	-9.052

\*C: sabit içeren birim kök testi, C/T: hem sabit hem de trend içeren birim kök testini ifade etmektedir.

\*\* $\Delta$  birinci derece farkı alınmış seriyi göstermektedir. ( $\Delta$  shows the series with first degree difference.)

\*\*\* %1 düzeyinde anlamlılığı ifade eden sabit, sabit ve trendi içeren MacKinnon(1996) kritik değerleri sırasıyla -3.467 ve -4.010'dır. (The critical values of MacKinnon (1996) including constant, constant and trend that express significance at 1% level are -3.467 and -4.010, respectively.)

Çizelge 3. Johansen eşbütünleşme testi

Table 3. Johansen cointegration test

	$\lambda_{max}$ istatistiği ( $\lambda_{max}$ statistic)	iz istatistiği (trace statistics)
r=0	17.95579[14.26460]***	24.76016[15.49471]***
r=1	6.804372[3.841466]**	6.804372 [3.841466]**

<sup>1</sup> \*\*, \*\*\* sırasıyla %1 ve %5 seviyesinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. (\*\*, \*\*\* denotes statistical significance at 1% and 5% level, respectively.)

<sup>2</sup> [ ] içerisindeki değerler 0,05 kritik değerlerini göstermektedir. (Values in [ ] represent critical values of 0.05.)

Fiyat iletiminin olası yönünü belirleyebilmek için Pairwise Granger nedensellik testinden yararlanılmıştır (Çizelge 4). Test sonuçlarına göre, üretici süt fiyatlarından (USF) perakende süt

fiyatlarına (TSF) doğru %5 anlamlılık düzeyinde ve perakende süt fiyatlarından (TSF) üretici süt fiyatlarına (USF) doğru %1 anlamlılık düzeyinde çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Pairwise Granger nedensellik test sonuçları

Table 4. Pairwise Granger causality test results

	F istatistiği (F-statistic)	Sonuç (Result)
USF→TSF	2.543**	USF↔TSF
TSF→USF	4.512***	

\*\*, \*\*\* sırasıyla %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. (\*\*, \*\*\* denotes the statistical significance at the 5% and 10% level, respectively.)

#### Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

Üretici süt fiyatları ile perakende süt fiyatlarının koentegrasyonu iki fiyat arasındaki simetrik ve asimetric hata düzeltme modeli kullanımına olanak sağlar. Hata düzeltme modeli yardımıyla hem simetrik hem de asimetric hata düzeltme terimleri analiz edilmiştir. Modelin gecikme uzunluğu Schwarz Information Criteria (SIC) göre 5 olarak belirlenmiştir. Çizelge 5'te simetrik ve asimetric hata düzeltme modeli sonuçları verilmiştir. Simetri modelinde fiyatlardaki artış ve azalış bağımlı değişkende kesin olarak aynı etkiye sahiptir. Simetrik model sonucuna göre, hata düzeltme terimi beklenildiği gibi negatif işaretli ve %5 anlamlılık düzeyine sahiptir. Elde edilen hata terimi, tüketici süt fiyatlarının denge seviyesinde yaşanan sapmaların gelecek ayda %6.8 oranında düzeltilebileceğini ve uzun dönemde ise sapmaların

yaklaşık 15 ay gibi uzun bir süre içerisinde giderilebileceğini belirtmektedir.

Asimetric hata düzeltme modelinde  $\beta_4^+$  ve  $\beta_4^-$  uzun dönem asimetriyi ölçen asimetric uyum hızı katsayılarını,  $\beta_{1i}^+$  ve  $\beta_{2i}^-$  katsayıları ( $i = 1, \dots, k$ ) ise kısa dönem asimetriyi ölçmektedir. Tahmin edilen katsayılar pozitif hata terimlerinin ( $ECT_{t-1}^+$ ) %5 seviyesinde önemli olduğunu gösterirken negatif hata terimlerinin ( $ECT_{t-1}^-$ ) %5 seviyesinde önemsiz olduğunu göstermektedir. Bu durum perakende süt fiyatlarının üretici süt fiyatlarına göre denge fiyatlarının üzerinde olduğu anlamına gelir. Bu nedenle perakende süt fiyatlarında gelecek aylarda düşüş olması beklenir.

Çizelge 6'da uzun ve kısa dönem fiyat geçirgenliğine ilişkin sonuçlar özetlenmiştir. Türkiye'de süt fiyatlarındaki asimetric ilişkiyi inceleyen birkaç

çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda çoğunlukla pozitif asimetrik ilişki belirlenmiştir. Örneğin; Tekgüç (2013), Bor ve ark. (2014), Bölük ve Karaman (2015) yapmış oldukları çalışmalarda bu çalışmada elde ettiğimiz negatif asimetrik ilişkinin aksi yönünde sonuca ulaşmışlardır. Diğer bir ifade ile perakende süt fiyatlarının çiğ süt fiyatlarındaki artışa daha hızlı cevap vererek artış eğiliminde olabileceğini ortaya koymuşlardır. Öte yandan çalışmada elde edilen bulgular Tekgüç'ün 2010 yılında yapmış olduğu Oligopoly and Price Transmission in Turkey's Fluid Milk Market isimli çalışmanın sonuçları ile benzerlik

göstermektedir. Analiz dönemlerindeki ve tekniğindeki farklılıklar sonuçların farklı olmasında etkili olabileceği gibi özellikle dönemsel uygulanan fiyat politikalarının, sektördeki gelişmelerin ve rekabet artışının da fiyat geçirgenliğini önemli ölçüde etkileyebileceği göz ardı edilmemelidir. Nitekim 2010 yılı sonrasında hayvancılık politikalarına yönelik düzenlemeler yapılmış ve üretici ve sanayicilere yönelik destek ve teşviklerde artışlar söz konusu olmuştur. Bununla beraber uygulanan teşvik ve destek politikaları sektörün daha rekabetçi bir yapı kazanmasında etkili olabilmektedir.

Çizelge 5. Simetrik ve asimetrik hata düzeltme modeli  
Table 5. Symmetric and asymmetric error correction model

Bağımlı değişken: $\Delta TSF$			Bağımlı değişken: $\Delta TSF$		
ECM			AECM		
Değişkenler (Variables)	Katsayı (Coefficient)	t-istatistiği (t-statistic)	Değişkenler (Variables)	Katsayı (Coefficient)	t-istatistiği (t-statistic)
c	-0.002	-1.242	c	0.005	1.261
$ECT_{t-1}$	-0.068	-3.214**	$ECT_{t-1}^+$	-0.128	-3.211**
$\Delta USF_t$	0.274	4.479*	$ECT_{t-1}^-$	0.039	0.733
$\Delta USF_{t-1}$	-0.090	-1.392	$\Delta USF_t^+$	0.393	3.726***
$\Delta USF_{t-2}$	-0.013	-0.211	$\Delta USF_{t-1}^+$	-0.108	-0.990
$\Delta USF_{t-3}$	-0.057	-0.881	$\Delta USF_{t-2}^+$	-0.272	-2.494**
$\Delta USF_{t-4}$	0.203	3.127**	$\Delta USF_{t-3}^+$	-0.137	-1.259
$\Delta USF_{t-5}$	0.054	0.873	$\Delta USF_{t-4}^+$	0.116	1.083
$\Delta TSF_{t-1}$	0.203	2.479**	$\Delta USF_{t-5}^+$	0.148	1.431
$\Delta TSF_{t-2}$	-0.017	-0.215	$\Delta USF_t^-$	0.169	1.668*
$\Delta TSF_{t-3}$	0.057	0.735	$\Delta USF_{t-1}^-$	-0.051	-0.487
$\Delta TSF_{t-4}$	-0.318	-4.064***	$\Delta USF_{t-2}^-$	0.163	1.582
$\Delta TSF_{t-5}$	-0.094	-1.178	$\Delta USF_{t-3}^-$	-0.068	-0.655
			$\Delta USF_{t-4}^-$	0.268	2.579**
			$\Delta USF_{t-5}^-$	-0.070	-0.711
			$\Delta TSF_{t-1}$	0.149	1.758*
			$\Delta TSF_{t-2}$	0.017	0.205
			$\Delta TSF_{t-3}$	0.142	1.753*
			$\Delta TSF_{t-4}$	-0.332	-4.081***
			$\Delta TSF_{t-5}$	-0.099	-1.168
$R^2$		0.34	$R^2$		0.39
DW		1.956	DW		2.001
Breusch- godfrey LM test		1.364 [0.259]	Breusch- godfrey LM test		2.084[0.128]
Heterojenlik (ARCH) test		0.415 [0.520]	Heterojenlik (ARCH) test		0.422[0.516]

Çizelge 6. Uzun ve kısa dönem fiyat geçirgenliğine ilişkin özet sonuçlar  
Table 6. Summary results on long and short period price permeability

Uzun dönem (Long-run)		Kısa dönem (Short-run)	
$H_0: ECT^+ = ECT^-$	$H_1: ECT^+ \neq ECT^-$	$H_0: \sum \Delta USF^+ = \sum \Delta USF^-$	$H_1: \sum \Delta USF^+ \neq \sum \Delta USF^-$
F(1.154)= 4.079[0.0451]		F(1.154)= 0.717884[0.3982]	
Negatif asimetrik ilişki (Negative asymmetric)		Simetrik (Symmetric)	

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Süt sektöründe yapısal sorunlar devam etmekle birlikte son yıllarda hayvancılığa yönelik politikaların iyileştirilmesi, sektörün gelişiminde önemli ölçüde etkili olmuştur. Bu gelişimin fiyat oluşumuna ve

fiyatların istikrarlı bir yapıya kavuşmasına katkı sağladığı söylenebilir. Üretici süt fiyatlarının Ulusal Süt Konseyi'nin tavsiye fiyat uygulaması ile belirlenmesi ve üreticilere süt teşvik primi ödenmesi, örgütlenme düzeyindeki gelişmeler ve rekabetin artmasının fiyat oluşumu ve istikrarında etkili olduğu

ifade edilebilir. Ayrıca çiğ süt fiyatlarının belirlenmesine yönelik getirilen düzenlemeler ile süt sanayicilerinin üreticiler üzerindeki fiyat baskısı azalmış ve çiğ süt fiyatlarını düşük bulan üreticilerde kısmen refah artışı sağlanmıştır. Perakende süt fiyatlarına bakıldığında ise, yıllar itibariyle fiyatlardaki artış oranları azalmakta ve çiğ süt fiyatlarının artış oranlarının gerisinde bir artış göstermektedir.

Perakende ve çiğ süt fiyatları arasındaki ilişkiyi somut bir şekilde ortaya koymak amacıyla 180 aylık dönemde süt fiyatları arasındaki geçirgenliğin incelendiği bu çalışmanın bulguları uzun dönemde negatif fiyat asimetrisi olduğu yönündedir. Buna göre, uzun dönemde perakende süt fiyatlarının, çiğ süt fiyatlarındaki azalmaya, artışa oranla daha hızlı tepki verdiği görülmektedir. Diğer bir ifadeyle perakendeciler, çiğ süt fiyatlarındaki azalmaya fiyat indirimi ile karşılık vermektedir. Bu durum süt sanayisinin daha rekabetçi bir yapı kazandığına önemli bir işaret olarak kabul edilebilir. Son yıllarda içme sütünde ürün çeşitliliğinin yanı sıra fiyat eğilimini etkileyecek düzeyde marka çeşitliliğindeki artış dikkat çekmektedir. Firma sayısındaki bu artış, rekabeti arttırmakta ve fiyatların serbest piyasa koşullarında oluşmasında etken faktör olmaktadır. Ayrıca teknolojinin gelişimi doğrultusunda içme sütünün raf ömrünün uzaması negatif fiyat geçirgenliğini açıklayan bir diğer unsur olabilmektedir.

Sonuç olarak fiyatlar yönüyle bakıldığında üretici ve tüketici refahında bir artış olduğu söylenebilir. Bununla birlikte süt teşvik primi uygulaması ile süt kalitesinde bir homojenlik sağlanmadığı, kaliteden ziyade üretimin ön planda tutulduğu dikkat çekmektedir. Firma sayısındaki artış fiyatlar üzerinde olumlu etkide bulunurken kalite standardı ile haksız rekabet koşullarının giderilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, süt sanayiinde gıda kodeksine uygun şartlarda kaliteli üretimi de teşvik eden politikalar geliştirilmeli ve buna yönelik denetim sistemi güçlendirilmelidir.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### **KAYNAKLAR**

Acosta A, Valdés, A 2014. Vertical Price Transmission of Milk Prices: Are Small Dairy Producers Efficiently Integrated into Markets? *Agribusiness* 30(1): 56-63.

- Acquah H, Dadzie, SKN 2010. An Application of the von Cramon-Taubadel and Loy Error Correction Models in Analyzing Asymmetric Adjustment Between Retail and Wholesale Maize Prices in Ghana. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 2(4): 100-106.
- Aguiar DRD, Santana JA 2002. Asymmetry in Farm to Retail Price Transmission: Evidence from Brazil. *Journal of Agribusiness* 18(1): 37-48.
- Amador OF, Baumgartner J, Cuaresma JC 2010. Milking the Prices: The Role of Asymmetries in the Price Transmission Mechanism for Milk Products in Austria. Working Papers 378. Working Paper of WIFO.
- Anonim 2020. Hayvan Varlığı ve Süt Üretim Miktarı, 2000-2019. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (Alınma Tarihi: 21.04.2020).
- Anonim 2018a. Süt sektör politika belgesi. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/S%C3%BCt%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf> (Alınma Tarihi: 21.04.2020).
- Anonim 2018b. Süt Sektörü Raporu. [http://zmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=31590&tipi=38&sube=0](http://zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=31590&tipi=38&sube=0) (Alınma Tarihi 21.04.2020).
- Bölük G, Karaman S 2015. Süt Arz Zincirinde Aksak Rekabet Koşullarının Asimetrik Hata Düzeltme Modeli ile Analizi. *Rekabet Dergisi* 16(1): 3-40.
- Bor Ö, İsmihan M, Bayaner A 2014. Asymmetry in farm-retail price transmission in the Turkish fluid market. *New Medit*, 2: 2-8.
- Çınar G 2017. Çiftlik Sütü Fiyatlarından Yoğurt ve Peynir Pazarına Asimetrik İletim. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 23(1): 93-99.
- Dickey DA, Fuller WA 1981. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4): 1057-1072.
- Engel R, Granger C 1987. Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*, 55(2): 251-276.
- Fousekis P, Katrakilidis C, Trachanas E 2016. Vercital Price Transmission in the US Beef Sector: Evidence from The Nonlinear ARDL Model. *Journal of Economic Modelling*, 52(B): 499-506.
- G MI, Koerner L 2009. Do Retail Coffee Prices Increase Faster than They Fall? Asymmetric Price Transmission in France, Germany and The United States. Working Paper of Department of Applied Economics and Management Cornell University, Ithaca, New York.
- Günlü A 2011. Çiğ Süt Pazarlamasında Süt Sanayi İşletmelerinde Firma Yoğunlaşma Oranlarının Araştırılması: Burdur İli Örneği. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 17(1): 101-106.
- Hatırlı SA, Özkan B 2004. Türkiye Süt ve Süt Ürünleri Sektöründe Oligopson Gücünün Araştırılması. *Türkiye VI Tarım Ekonomisi Kongresi*, 16-18 Eylül

- 2004, Tokat.
- Hekimoğlu B, Altındeğer M 2008. Ülkemizde ve Samsun İlinde; Süt Hayvancılığı ve Süt Sektöründeki Mevcut Durum, Sorunlar ve Öneriler. Samsun Tarım İl Müdürlüğü Raporu.
- Johansen S 1988. Statistical Analysis of Countegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3): 231-254.
- MacKinnon JG 1996. Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests. *Journal of Applied Econometrics* 11: 601-618.
- Nakajima J 2011. Time-Varying Parameter VAR Model with Stochastic Volatility: An Overview of Methodology and Empirical Applications. *Monetary and Economic Studies* 29: 107-142.
- Özer OO 2011. Koyun Eti Fiyatının Asimetrik Fiyat Geçirgenliği ile Analizi: Türkiye Örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 17(2): 55-63.
- Perron P 1997. Further Evidence on Breaking Trend Functions in Macroeconomic Variables. *Journal of Econometrics* 80(2): 355-385.
- Popovics PA 2008. Analysis of Economic Issues Relating to The Dairy Sector, with Emphasis on Price Transmission. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 2(1-2): 61-70.
- Rezitis AN, Tsionas M 2019. Modelling Asymmetric Price Transmission in the European Food Market. *Journal of Economic Modelling*, 76: 216-230.
- Serra T, Goodwin BK 2003. Price Transmission and Asymmetric Adjustment in The Spanish Dairy Sector. *Applied Economics*, 35(18): 1889-1899.
- Tekgüç H 2013. Oligopoly and Price Transmission in Turkey's Fluid Milk Market. *Journal of Agribusiness*, 29(3): 293-305.
- Von Cramon-Taubadel S, Loy JP 1999. The Identification of Asymmetric Price Transmission Processes with Integrated Time Series. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 218(1-2): 85-106.
- Weldesbet T 2013. Asymmetric price transmission in the Slovak liquid milk market. *Agricultural Economics* 59: 512-524.

## Başlıca Sebze Ürünlerinde Üretim Maliyetlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi

Zeki BAYRAMOĞLU<sup>1</sup>, Zuhale KARAKAYACI<sup>2</sup>, Kemalettin AĞIZAN<sup>3,4,5</sup>, Süheyla AĞIZAN<sup>4</sup>, Merve BOZDEMİR<sup>5</sup>

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Konya

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3258-3848> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2933-5608> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-2340-2614>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-9210-1671> <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-5323-2265>

✉: [agizankemalettin@gmail.com](mailto:agizankemalettin@gmail.com)

### ÖZET

Çalışmanın temel amacı Antalya ilinde yoğun olarak yetiştirilen başlıca sebzelerin (domates, biber, patlıcan, kabak ve hıyar) üretim maliyetlerini ve ekonomik sonuçlarını hesaplayarak üretim maliyetlerine etki eden faktörleri belirlemektir. Bu amaca yönelik olarak tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemine göre belirlenen 232 adet işletmeyle anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket sonucunda biber, domates, kabak, patlıcan ve hıyar ürünlerinin 1 kg maliyetleri sırasıyla 2.41 TL, 2.37 TL, 2.69 TL, 3.07 TL ve 2.46 TL olarak hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında ürünlerin maliyetlerine ek olarak brüt ve net kârları hesaplanmıştır. Biber üretiminin 1 kg brüt kârı 0.39 TL, 1 kg net kârı -0.24 TL, domates üretiminin 1 kg brüt kârı 0.35 TL, 1 kg net kârı -0.26 TL, kabak üretiminin 1 kg brüt kârı 0.23 TL, 1 kg net kârı -0.56 TL, patlıcan üretiminin 1 kg brüt kârı 0.44 TL, 1 kg net kârı -0.41 TL ve hıyar üretiminin 1 kg brüt kârı 0.35 TL, 1 kg net kârı -0.37 TL olarak belirlenmiştir. Çalışmada ürünlerin maliyetlerini etkileyen faktörler doğrusal regresyon analiziyle tahmin edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre sebze üretim maliyetlerini fide, gübre ve ilaç masrafları pozitif yönde, materyal ve mevsimlik işgücü masrafı negatif yönde etkilemiştir. Elde edilen sonuçlara göre sera işletmelerinde ölçek ekonomisiyle sağlanan maliyet ve kâr avantajının oluşmadığı, dolayısıyla işletme ölçeklerinin büyümesine karşı net kârın negatif olduğu belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 04.07.2020

Kabul Tarihi : 18.10.2020

### Anahtar Kelimeler

İşletme

Meyve,

Planlama

Sebze

Üretim Maliyetleri

## Determination of Factors Affecting Production Costs in Major Vegetable Products

### ABSTRACT

The main aim of the study is to calculate the production costs and economic results of products such as tomatoes, peppers, eggplant, zucchini and cucumber that are grown intensively in Antalya. For this purpose, a survey was conducted with 232 sample enterprises producing tomatoes in Antalya and determined according to stratified random sampling method. As a result of the survey, 1 kg costs of pepper, tomato, zucchini, eggplant and cucumber products were calculated as 2.41 TL<sup>kg</sup>, 2.37 TL<sup>kg</sup>, 2.69 TL<sup>kg</sup>, 3.07 TL<sup>kg</sup> and 2.46 TL<sup>kg</sup>, respectively. Within the scope of the study, besides the costs of the products, gross profits and net profits were calculated. 1 kg gross profit of pepper production 0.39 TL<sup>kg</sup>, 1 kg net profit -0.24 TL<sup>kg</sup>, 1 kg gross profit of tomato production 0.35 TL<sup>kg</sup>, 1 kg net profit -0.26 TL<sup>kg</sup>, 1 kg gross profit of pumpkin production 0.23 TL<sup>kg</sup>, 1 kg net profit -0.56 TL<sup>kg</sup>, 1 kg gross profit of eggplant production 0.44 TL<sup>kg</sup>, 1 kg net profit -0.41 TL<sup>kg</sup> and 1 kg gross profit of pepper production is 0.35 TL<sup>kg</sup>, 1 kg net profit is -0.37 TL<sup>kg</sup>. In addition, the factors affecting the costs of the products were estimated using linear regression analysis. According to the results of the analysis, the costs of vegetable production, seedling, fertilizer and medicine positively, material and foreign labor costs negatively. According to the results obtained, it was determined that the cost and profit advantage provided by economies of scale did not occur in greenhouse enterprises and despite the growth of the operating scales, net profit was negative.

### Research Article

### Article History

Received : 04.07.2020

Accepted : 18.10.2020

### Keywords

Enterprises

Fruit

Planning

Vegetable

Production Costs

- Atıf İçin:** Bayramoğlu Z, Karakayacı Z, Ağızan K, Ağızan S, Bozdemir M 2021. Başlıca Sebze Ürünlerinde Üretim Maliyetlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 603-613. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.764181>.
- To Cite:** Bayramoğlu Z, Karakayacı Z, Ağızan K, Ağızan S, Bozdemir M 2021. Determination of Factors Affecting Production Costs in Major Vegetable Products. KSU J. Agric Nat 24 (3): 603-613. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.764181>.

## GİRİŞ

Küreselleşme ve rekabet koşullarındaki değişim her alanda olduğu gibi işletmelerin yönetim kararlarında da başarılı olunmasını gerektirmektedir. İşletme yönetim kararlarının stratejik önemi; ekonomik olarak işletmelerin sürdürülebilir bir üretim sürecine katkı sağlamaktır. İşletmenin yönetim kararlarını etkileyen stratejik hesaplamalardan biri ise fayda-maliyet analizidir. İşletmelerin üretimden sağlayacakları faydaya karşı oluşacak maliyetleri göz önünde bulundurmaları ve yönetim kararları alırken bu stratejik karşılaştırmaları hesaplamaları gerekmektedir. İşletmelerde etkin yönetimin sağlayabilmek için maliyetlerin doğru şekilde hesaplanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Üretim maliyetleri sektörlere göre değişmekle birlikte tarımsal üretimde bitkisel ve/veya hayvansal ürün elde etmek için yapılan tüm masraflar üretim maliyetlerini oluşturmaktadır. Tarımsal üretim maliyetleri diğer sektörlere göre daha detaylıdır. Tarım sektöründe işletme bazlı üretim yapılmasından dolayı bazı maliyetler ortak, bazı maliyetler ürün bazlıdır. Dolayısıyla tarım işletmelerinde üretim desenine bağlı olarak maliyetler farklılaşmaktadır.

Tarım sektöründe ürün fiyatlarının belirlenmesinde üreticiler için destekleme politikaları kapsamında fiyat, girdi, dış ticaret ve destek miktarlarının belirlenmesinde politika yapıcılar için üretim maliyetleri önemli bir karar kriteridir. Üreticiler ve politika yapıcılara ek olarak tarımsal ürünlerin pazarlanması ve işlenmesi aşamasında yer alan tüccar ve sanayicilerin hammadde temini ve kendi üretim süreçlerini planlamaları açısından da tarımsal üretim maliyetlerinin bilinmesi önem arz etmektedir.

Bugüne kadar birçok çalışmada ürünlerin maliyetleri hesaplanmıştır. Özellikle domates (Rad ve Yarşı, 2005; Erkoyuncu, 2008; Bayraktar ve Saner, 2010; Engindeniz ve ark., 2010), çilek (Ağır ve Saner, 2014), üzüm (Bayramoğlu ve ark., 2005; Özkan ve ark., 2005), muz (Subaşı ve ark., 2016), buğday (Gündoğmuş, 1998; Karadaş, 2016), silajlık mısır (Tuvanç ve Dağdemir, 2009), çerezlik ayçiçeği (Kızıloğlu ve Kaya, 2008), şekerpancarı (Topcu ve ark., 2012), antepfıstığı (Külekçi ve Aksoy, 2010), bal (Kadirhanogulları ve ark., 2016), pamuk (Yılmaz ve Gül, 2015), elma (Demircan ve ark., 2005), taze fasulye (Üçpınar, 2016), mercimek (Karadaş ve ark., 2018), nohut (Acar ve ark., 2009), hıyar (Oğuz ve Arısoy, 2002; Engindeniz ve ark., 2010) ve kesme çiçek (Kızıloğlu ve ark., 2012) gibi ürünlerin üretim maliyetlerini hesaplayan çalışmalar

yapılmıştır. Literatürde ürünlerin üretim maliyetleri sıklıkla hesaplanmış olup üretim maliyetleri girdi maliyetlerine bağlı olarak sürekli değişmektedir. Bu nedenle dönemsel ve periyodik olarak tarımsal üretim maliyetlerinin hesaplanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Belirlenen ihtiyaç doğrultusunda Antalya'da yaygın olarak yetiştirilen biber, domates, kabak, patlıcan ve hıyar gibi tarımsal ürünlerin üretim maliyetleri hesaplanmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında üretim maliyetlerine etki eden faktörler doğrusal regresyon analiziyle tahmin edilmiştir.

## MATERYAL ve METOD

Yapılan çalışma kapsamında domates, biber, patlıcan, kabak ve hıyarın maliyet analizi yapılarak, 1 kg ürün maliyeti ve üretici fiyatları hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında bu ürünlerin seçilmesinin temel sebebi ağırlıklı olarak Antalya'da bu ürünlerin yetiştiriliyor olması ve enflasyon sepeti içerisindeki oransal ağırlıklarının yüksek olmasıdır (domates %3.50, biber %0.80, patlıcan %0.76, kabak %0.24 ve hıyar %1.30). Çalışmanın amacı kapsamında Antalya'da üretim yapan toplam 18.398 adet işletme içerisinde tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak 232 adet örnek işletme belirlenmiştir. Tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemine göre çalışılacak örnek sayısı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Yamane, 1967; Oğuz ve Karakayacı, 2017).

$$n = \frac{(\sum N_h \cdot S_h)^2}{N^2 \cdot D^2 + \sum (N_h \cdot S_h^2)} \quad D^2 = d^2 / z^2 \quad n = \frac{N_h \cdot S_h \cdot n}{\sum N_h \cdot S_h}$$

Ana kitleden çekilen örnek sayısının belirlenmesinde %5 hata ve %99 güven sınırları içerisinde çalışılmış olup örnek sayıların tabakalara dağılımını belirlemek için 3. formül kullanılmıştır (Yamane, 1967; Oğuz ve Karakayacı, 2017). Bu kapsamda 0-1.5 da işletmelerde 9, 1.5-5 dekar işletmelerde 89, 5.01-15 dekar işletmelerde 129 ve 15.01 ile üzeri işletmelerde 5 anket yapılmıştır.

Anket esnasında her türlü etik kurullara uyulmuş olup ilgili araştırmanın yapılabilmesi için Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulundan (Evrak Tarih ve Sayısı: 19/06/2020-E.47074) gerekli izinler alınarak anketler yapılmıştır.

## İstatistik Analizler

İncelenen işletmelerde bitkisel üretim faaliyetlerinde masraflar; değişen ve sabit masraflar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Değişen masraflar, üretim



hacmine bağlı olan üretim hacminin farklılaşmasıyla değişen masraflardır. Bitkisel üretimde kullanılan; tohum, gübre, mücadele ilacı, akaryakıt, geçici işçi ücreti, makine kirası, su ücreti, ürün sigortası, pazarlama masrafları, değişen masrafların faizi ve götürü olarak yaptırılan işlerin masrafları değişen masraf kalemleri olarak hesaplanmıştır. Değişen masrafların faizi (döner sermaye faizi); T.C. Ziraat Bankası'nın tarımsal kredi faizi kullanılarak sermayenin tarımsal üretimde bağlı kaldığı süreler dikkate alınarak belirlenmiştir. Sabit masraflar, üretim hacmine bağlı olmayan masraflar olarak tanımlanmaktadır. Sabit masraflar; sabit sermayenin amortismanı, faiz ve tamir bakım masrafları olmak üzere aile işgücü ücret karşılığı, daimi işgücü ücret karşılığı, genel idare giderleri, sigorta, vergiler, arazi ve bina kirasından oluşmaktadır (Oğuz ve Bayramoğlu, 2018). Amortisman oranları; beton, kargır demir, çelik binalarda %2, taş ve yarı kargır binalarda %3, ahşap ve kerpiç binalarda %5, tarımsal alet ve makinelerde %10, arazi ıslahı sermaye unsurlarında %5 oranı kullanılarak hesaplanmıştır (GİB, 2019). Sabit sermayenin faizi; amortisman tabii sabit sermaye unsurlarının yarı değeri üzerinden belirlenmiştir. Genel yönetim giderleri ise değişen masraflar toplamının %3'ü alınarak hesaplanmıştır.

İncelenen işletmelerde üretim maliyetleri hesaplandıktan sonra üretim maliyetlerine etki eden faktörler doğrusal regresyon analizi yardımıyla belirlenmiştir. Kurulan modeller içerisinde en yüksek uyum iyiliğine sahip olan model doğrusal olması nedeniyle çalışmada kullanılmıştır. Doğrusal regresyon analizi denkleminde  $Y_i$ ; bağımlı değişkeni,  $b_0$ ; sabit katsayıyı,  $b_1$ ; parametrelerin katsayılarını ve  $X_{1,2,3}$ ; bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Bu değerlere göre çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin model aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$Y_i = b_0 + b_1X_{i1} + b_2X_{i2} + b_3X_{i3} + \dots + b_kX_{ik} + e_i$$

(Kalaycı, 2010).

Doğrusal regresyon modelinde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkileri incelenmekte olup, tahmin edilen modelin anlamlılık düzeyini belirlemek amacıyla  $R^2$  hesaplanmıştır.  $R^2$ ; bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama gücünü göstermektedir. Modelin anlamlılığını belirlemek için F testi, parametrelerin anlamlılığını belirlemek için t testleri yapılmıştır. Ayrıca parametrelerin uyumunu ve modelin geçerliliğini gösteren otokorelasyon, çoklu bağlantı ve değişen varyans hesaplamaları da çalışma kapsamında hesaplanmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla otokorelasyon için Durbin Watson test istatistiği kullanılmıştır. Nitekim bugüne kadar yapılan birçok çalışmada yatay kesit verilerinde de otokorelasyon olacağı ifade edilmiş ve Durbin-Watson test istatistiğinin yapılması önerilmiştir (Gujarati ve Porter, 2003; Ulaş ve ark., 2011; Güriş ve ark., 2013; Pehlivanoglu ve Narman,

2018). Durbin-Watson test istatistiğinin 1.5-2.5 arasında olması beklenmektedir. Çoklu bağlantı problemi için Varyans Büyütme Faktörü (VIF) testi yapılmıştır. Bu değer 5'ten küçük olması istenmektedir. Hata terimi varyansı; bağımsız değişkenlerdeki değişimlere bağlı olarak değişen varyansın Spearman Sıra Korelasyon katsayısından yararlanılarak belirlenmiştir. Elde edilen katsayının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için aşağıdaki t formülü uygulanmıştır. Elde edilen t hesap değeri eğer çift kuyruklu t tablo değerinden büyük ise tahmin modelinde değişen varyans olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Kalaycı, 2010).

$$t_{hes.} = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}}$$

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan çalışma kapsamında ilk olarak üretim maliyetleri ve değerleri hesaplanan biber, dünyada 2.5 milyon ha alanda 36.7 milyon ton üretilmektedir. Biber dünya sebze üretim alanının %4.30'unu oluştururken, sebze üretiminin ise %3.35'ini oluşturmaktadır. Türkiye'de ise biber toplamda 25.592 ha alanda 2.6 milyon ton üretilmekte olup alan içerisindeki payı %3.04 ve üretimdeki payı %8.44'tür. Üretim içerisindeki bu önemine ek olarak biber, domates ve hıyardan sonra gıda enflasyonunu en çok etkileyen yaş sebze ürünüdür. Bu nedenle bu ürünlerin maliyetlerinin hesaplanması gerekmektedir. Yapılan çalışma kapsamında biberin üretim maliyetlerinin işletme ölçeklere göre farklılaştığı belirlenmiştir. İşletmeler ortalamasına göre biberin üretim maliyeti 31382.93 TL/da olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). Bu değer %73.73'ü değişen masraflardan ve %26.27'si sabit masraflardan oluşturmaktadır. Değişen masrafların içerisinde en yüksek pay sırasıyla %16.45 ile materyal, %14.49 mevsimlik işgücü ücreti ve %14.34 ile gübre maliyetidir. Sabit masrafların içerisinde en yüksek pay ise %11.39 ile aile işgücü ücret karşılığına aittir. İzmir ilinde yapılan bir çalışmada değişen masrafların toplam masraflar içerisindeki payı %82.39 (Başaran ve Engindeniz, 2015), Adıyaman ilinde ise %84.07 olarak belirlenmiştir (Ukav, 2018).

Dünyada ve Türkiye'de yaş meyve-sebze içerisinde en çok üretilen ürün domatestir. Domates üretimi dünyada 4.8 milyon ha alanda 182 milyon ton, Türkiye'de ise 187 bin ha alanda toplam 12.7 milyon tondur. Domatesin yaş sebze içerisinde üretim payının %41.14 olması ve domatesin ekmek, dana eti, kuzu eti, tavuk eti ve beyaz peynirden sonra gıda enflasyonunda en yüksek ağırlığa sahip ürün olması nedeniyle domatesin üretim maliyetlerinin belirlenmesi önemlidir. Yapılan çalışma kapsamında domatesin üretim maliyeti işletme ölçeklerine göre belirlenmiş olup domates üretiminin toplam maliyeti işletmeler

ortalamasında 31198.60 TL/kg olarak hesaplanmış ve değişen masrafların oranı %74.27 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Değişen masraflar içerisinde ise en yüksek pay %17.58 ile mevsimlik işgücüne aittir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda domates üretim maliyetlerinin dağılımı bölgelere ve işletme yapılarına göre farklılık göstermiştir. Tokat ilinde yapılan çalışmada sabit masrafların payı %51,83 iken (Karkacier ve Altuntaş, 1998) Konya ilinde domates üretim maliyeti 1804.14 TL/kg ve değişen masrafların payı %58.07 olarak hesaplanmıştır (Oğuz ve Arısoy, 2002). Antalya ilinde ise domates üretim maliyeti 2008 yılında 7398.20 TL/da olarak belirlenirken, üretim maliyetinin %48.17'sini değişen masraflar oluşturmaktadır (Özkan ve ark., 2008). Erzurum ilinde değişen masrafların payı %76.81 olurken (Kadanalı ve ark., 2008), Bayraktar ve Saner (2010) tarafından yapılan çalışmada domates üretim maliyeti 3584.07 TL/da ve değişen masrafların toplam masraflar içerisindeki payı %59.74 olarak belirlenmiştir. 2011 yılında Antalya ilinde geleneksel seralarda üretim maliyeti 24911.9 TL/da ve modern seralarda 49017.5 TL/da olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada değişen masrafların payı sırasıyla %68.72 ve %68.18 olarak belirlenmiştir (Mencet, 2011). Bölgede 2014 yılında yapılan bir diğer çalışmada ise domates maliyeti 15810.49 TL/da ve değişen masrafların payı %80.62 olarak hesaplanmıştır (Sipahioğlu, 2014). Adıyaman'da yapılan çalışmada domateste değişen masrafların payı %84.63 olarak belirlenmiştir (Ukav, 2018). Literatürde görüldüğü gibi toplam masraflar içerisinde değişen masrafların payı yıllar itibarıyla artmakta olup girdi maliyetlerindeki (fide, gübre, ilaç vb.) artış sabit masraflara göre daha yüksektir. Bayramoğlu ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada gübre fiyatlarında son 20 yılda %500-600 arasında bir fiyat artışı yaşanmasına karşı, ürün fiyatlarında %290-340 arasında bir artışın olması bu sonucu doğrulamaktadır.

Araştırma kapsamında maliyeti hesaplanan kabak dünyada 2017 yılında 2.07 milyon ha alanda 27.4 milyon ton, Türkiye'de ise 10.532 ha alanda, 449.561 ton üretilmiştir. Bu değere göre kabak toplam yaş sebze üretim alanı içerisinde %1.25 ve üretim miktarı içerisinde %1.45'lik bir paya sahiptir. Kabak toplam gıda enflasyonunun %0.24'ünü oluşturmakta ve enflasyon içindeki bu önemi nedeniyle maliyetlerinin bilinmesi gerekmektedir. Çalışmada kabak üretim maliyetinin işletme ölçeklerine göre değişmediği belirlenmiş olup toplam üretim maliyeti işletme başına ortalama 25842.22 TL/kg'dır (Çizelge 1). Bu masrafın %70.74'ünü değişen masraflar ve grup içinde en yüksek paya %19.18 ile materyal masrafları sahiptir.

Patlıcan dünyada 1.8 milyon ha alanda 52.3 milyon ton ve Türkiye'de 25.592 ha alanda ve 883.917 ton üretilmiştir. Türkiye'de patlıcanın yaş sebze üretim

alanı içerisindeki payı %3.04 ve yaş sebze toplam üretimi içerisindeki payı %2.86 olarak belirlenmiştir. Patlıcan, üretimdeki ve tüketimdeki bu önemi nedeniyle gıda enflasyonunu etkileyen en önemli beş sebzedendir. Gıda enflasyonu içerisinde patlıcanın payı %0.76 olarak bilinmektedir. Bu nedenle patlıcan üretiminde maliyetlerin belirlenmesi önem arz etmektedir. Çalışma kapsamında patlıcanda dekara toplam maliyetin 33496.66 TL/kg olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu değer %72.23'ünü değişen masraflar ve %27.77'sini ise sabit masraflar oluşturmaktadır. Değişen masrafların %19.61'ini materyal, %16.17'sini mevsimlik işgücü masrafları oluşturmaktadır.

Domatesten sonra gıda enflasyonu içerisinde en önemli ürün olan hıyar dünyada 2.2 milyon ha alanda 83.7 milyon ton üretilirken toplam sebze üretiminin %7.65'ini oluşturmaktadır. Türkiye'de ise 37.695 ha alanda 1.8 milyon ton üretilmekte ve toplam sebze üretiminin %5.84'ünü karşılamaktadır. Üretimdeki bu önemi ve gıda enflasyonunun %1.30'unu oluşturan hıyarın üretim maliyetinde işletme ölçeklerine göre anlamlı bir farklılık görülmemektedir. İşletmeler ortalamasına göre hıyar üretim maliyeti 26454.88 TL/da olarak hesaplanmış ve maliyetlerin %70.49'ünü değişen masraflar oluşturmaktadır (Çizelge 1). Değişen masraflar içerisinde en yüksek pay materyal masraflarına (%22.34) aittir. Hıyar üretiminde diğer sebzelerden farklı olarak gübre masrafı (%13.82) en yüksek ikinci masraf kalemi olarak belirlenmiştir. Tokat ilinde yapılan bir çalışmada ise değişen masrafların payı %51.53'tür (Karkacier ve Altuntaş, 1998). Konya ilinde hıyar üretim maliyeti 2.641 TL/da ve değişen masrafların payı %63.50 olarak hesaplanmıştır (Oğuz ve Arısoy, 2002). Silifke ilçesinde ise hıyar üretim maliyeti 5004.52 TL/da ve %38.95'ini değişen masraflar oluşturmaktadır (Rad ve Yarşı, 2005). Erzurum da ise hıyar üretiminin maliyeti 3573.16 TL/da olarak ve değişen masrafların payı %73.72 belirlenmiştir (Kadanalı ve ark., 2008). Adıyaman'da hıyar üretim maliyetinin %84.96'sının değişen masraflardan oluştuğu belirlenmiştir (Ukav, 2018). Yapılan çalışmada ve bölgedeki diğer çalışmalarda işletme ölçeğinin büyümesiyle değişen masrafların payının arttığı, sabit masrafların payının düştüğü görülmektedir (Çimen, 2001; Rad ve Yarşı, 2005; Engindeniz ve ark., 2010). Sera işletmelerinde işletme ölçeğinin büyümesiyle birlikte değişen masraf karakterinden olan mevsimlik işgücü kullanımı artmakta ve sabit masraflardan biri olan aile işgücünün kullanımı azalmaktadır. Bu nedenle işletme dışından daha fazla işgücü ihtiyacı oluşmaktadır. Fide masrafları ve gübre masrafları da mevsimlik işgücüne benzer değişim göstermektedir.

Sera üretiminde ölçek ekonomilerinin diğer bitkisel ürünlerde olduğu gibi maliyetleri doğrudan etkilemediği ve işletme ölçeğinin artırılmasının

Table 1. Production costs of products according to enterprises scales (TL / Kg)

Çizelge 1. Ürünlerin işletme ölçeklerine göre üretim maliyetleri (TL/Kg)

Toplam Masraflar (Total Cost)	MİM (SLC)	MÇM (DPC)	FM (SC)	GM (FC)	İM (PC)	MM (MC)	DSF (CCİ)	DMT (VCT)	AİM (FWC)	ÇAF (BLİ)	GİG (GAE)	AMSA (IMCD)	AMSF (IMCİ)	SMT (FCT)	ÜMT (PCT)	
Biber	0-1.5	2805.00	352.00	4062.50	4876.26	3746.00	5245.63	1341.87	22429.26	5750.00	2500.00	845.38	445.62	385.46	9926.46	32355.72
	1.5-5	3590.00	302.00	4046.25	4832.50	3664.75	5195.63	1290.56	22921.69	4180.00	2500.00	813.05	645.28	598.46	8736.79	31658.48
	5.01-15	5285.00	252.00	3956.23	4270.00	3174.50	5130.25	1255.90	23323.88	3050.00	2500.00	791.22	796.58	716.32	7854.12	31178.00
	İşl. Ort.	5755.00	352.00	3856.69	3867.36	3246.20	5245.21	1237.37	23559.83	2425.00	986.00	779.54	818.54	1.445.23	6454.31	30014.15
Domates	0-1.5	4548.69	277.22	3992.74	4500.63	3386.29	5162.28	1272.13	23139.97	3574.76	2467.37	801.44	725.40	673.98	8242.95	31382.93
	1.5-5	4140.00	315.00	4200.00	5212.50	2473.50	4800.00	1316.05	22457.05	5180.00	2500.00	829.11	472.22	425.00	9406.33	31863.38
	5.01-15	5066.50	302.00	4156.95	4717.50	2283.50	4972.34	1247.50	22746.29	3451.30	2500.00	785.93	874.16	781.23	8392.62	31138.91
	İşl. Ort.	5835.06	284.42	3914.94	5112.50	2242.36	4883.12	1242.26	23514.65	2572.73	2500.00	782.62	918.10	923.30	7696.75	31211.40
Kabak	0-1.5	6370.00	352.00	3875.69	3960.00	2078.00	5400.00	1172.28	23207.97	1410.00	2500.00	738.54	1.521.23	1.356.55	7526.32	30734.29
	1.5-5	5486.00	293.81	4017.99	4940.01	2263.57	4925.26	1245.62	23172.25	2985.85	2500.00	784.74	896.95	858.81	8026.35	31198.60
	5.01-15	2120.00	347.50	1875.00	3216.00	2764.00	4100.81	965.17	15388.48	4880.00	2500.00	608.05	495.55	414.56	8898.16	24286.64
	İşl. Ort.	3360.00	597.50	1787.50	3146.00	2698.00	4710.94	1009.00	17308.94	3880.00	2500.00	635.67	665.69	602.55	8283.91	25592.85
Patlıcan	0-1.5	4970.00	568.09	1862.00	3174.00	2362.00	5176.47	1021.13	19133.69	2310.00	2500.00	643.31	794.57	715.11	6962.99	26096.68
	1.5-5	5080.00	622.50	1812.50	3104.75	2031.00	5155.50	972.31	18778.56	1640.00	2500.00	612.56	1.571.07	1.413.96	7737.59	26516.15
	5.01-15	4244.18	571.99	1832.86	3163.40	2499.36	4955.70	1013.25	18280.74	2997.54	2500.00	638.35	750.26	675.33	7561.49	25842.22
	İşl. Ort.	3260.00	565.00	4500.00	3550.00	3291.00	6800.00	1437.80	23403.80	6790.00	2500.00	905.81	462.36	414.56	11072.73	34476.53
Hıyar	0-1.5	3570.00	565.00	4428.57	3357.50	2866.00	6600.00	1390.35	22777.43	6420.00	2500.00	875.92	674.15	606.74	11076.81	33854.24
	1.5-5	6780.00	521.23	4325.26	3162.50	2516.00	6497.45	1352.12	25154.56	3240.00	2500.00	851.84	802.35	725.69	8119.88	33274.44
	5.01-15	7024.00	506.23	4423.36	3078.50	2391.00	7383.64	1321.54	26128.27	1624.00	2500.00	832.57	8.40	7.90	4972.87	31101.13
	İşl. Ort.	5417.28	539.40	4373.78	3250.53	2677.64	6567.63	1369.45	24195.71	4562.80	2500.00	862.76	722.87	652.52	9300.95	33496.66
Hıyar	0-1.5	2180.00	565.00	1000.00	4010.00	3491.00	5516.67	1088.63	17851.30	5010.00	2500.00	685.84	485.65	415.63	9097.12	26948.42
	1.5-5	2814.29	502.86	1028.57	3731.00	3148.50	5728.57	1041.69	17995.48	3880.00	2500.00	656.26	698.46	625.69	8360.41	26355.89
	5.01-15	3830.00	565.00	1000.00	3590.00	3066.00	6050.00	1034.55	19135.55	2590.00	2500.00	651.77	835.67	754.69	7332.13	26467.68
	İşl. Ort.	4660.00	65.00	1000.00	3345.00	2841.00	6200.00	1016.05	19127.05	1710.00	2500.00	640.11	1.595.64	1.425.63	7871.38	26998.43

MİM: Mevsimlik İşgücü Masrafları, MÇM: Makine Çekigücü Masrafları, FM: Fide Masrafları, GM: Gübre Masrafları, İM: İlaç Masrafları, MM: Materyal Masrafları, DSF: Döner Sermaye Faizi, DMT: Değişen Masraflar Toplamı, AİM: Aile İşgücü Masrafı, ÇAF: Çıplak Arazi Faizi, GİG: Genel İdare Giderleri, AMSA: Alet Makine Sermaye Amortismanı, AMSF: Alet Makine Sermaye Faizi, SMT: Sabit Masraflar Toplamı, ÜMT: Üretim Masrafları Toplamı (SLC: Seasonal Laborer Cost, DPC: Draft Power Cost, SC: Seedling Cost, FC: Fertilizer Cost, PC: Pesticides Cost, MC: Material Cost, CCİ: Circulating Capital Interest, VCT: Variable Cost Total, FWC: Family Worker Cost, BLİ: Bare Land Interest, GAE: General Administration. Expenses, IMCD: Instrument Machinery Capital Depreciation, IMCİ: Instrument Machinery Capital Interest, FCT: Fixed Cost Total, PCT: Production Cost Total)

Table 2. Economic results of products by enterprises scale (TL / Kg)

Çizelge 2 Ürünlerin işletme ölçeklerine göre ekonomik sonuçları (TL/Kg)

Gelirler	GSÜD (TL/da)	DM (TL/da)	TÜM (TL/da)	ÜM (Kg/da)	1 Kg ÜM (TL/Kg)	KÜ (%8)	SÜ (%2)	RÜ (%1)	KDV (Komisyonun %18)	SSDF (Stopajın %10)	TKÜ (%12,64)	1 Kg ÜF (TL/Kg)	ÇEGF (TL/Kg)	1 Kg BK (TL/Kg)	1 Kg NK (TL/Kg)
(Revenues)	(GPV)	(VC)	(TPC)	(PQ)	(1 Kg CC)	(BF)	(SF)	(TX)	(VAT)	(SİSF)	(TBF)	(1 Kg CF)	(PFP)	(1 Kg PGP)	(1 Kg PNP)
Biber	0-1.5	30211.92	22429.26	32355.72	12694.08	2.55	0.19	0.05	0.02	0.03	0.30	2.38	2.08	0.31	-0.47
	1.5-5	32273.00	22921.69	31658.48	13145.50	2.41	0.20	0.05	0.02	0.04	0.31	2.46	2.14	0.40	-0.26
	5-15	32476.38	23323.88	31178.00	12950.25	2.41	0.20	0.05	0.03	0.04	0.32	2.51	2.19	0.39	-0.22
	15+	33368.16	23559.83	30014.15	13241.33	2.27	0.20	0.05	0.03	0.04	0.32	2.52	2.20	0.42	-0.07
	İşl. Ort.	32329.73	23139.97	31382.93	13021.49	2.41	0.20	0.05	0.03	0.04	0.32	2.49	2.17	0.39	-0.24
Domates	0-1.5	29941.69	22457.05	31863.38	13074.97	2.44	0.18	0.05	0.02	0.03	0.29	2.29	2.00	0.28	-0.44
	1.5-5	31380.00	22746.29	31138.91	12906.29	2.41	0.19	0.05	0.02	0.04	0.31	2.43	2.12	0.36	-0.29
	5-15	32131.56	23514.65	31211.40	13318.62	2.34	0.19	0.05	0.02	0.03	0.30	2.41	2.11	0.34	-0.24
	15+	33282.20	23207.97	30734.29	13640.25	2.25	0.20	0.05	0.02	0.04	0.31	2.44	2.13	0.43	-0.12
	İşl. Ort.	31783.09	23172.25	31198.60	13157.92	2.37	0.19	0.05	0.02	0.03	0.30	2.41	2.11	0.35	-0.26
Kabak	0-1.5	20018.53	15388.48	24286.64	8465.98	2.87	0.19	0.05	0.02	0.03	0.30	2.36	2.07	0.25	-0.80
	1.5-5	22153.84	17308.94	25592.85	9230.77	2.77	0.19	0.05	0.02	0.03	0.30	2.40	2.10	0.22	-0.68
	5-15	24470.58	19133.69	26096.68	9947.39	2.62	0.20	0.05	0.02	0.04	0.31	2.46	2.15	0.23	-0.47
	15+	25375.00	18778.56	26516.15	10109.56	2.62	0.20	0.05	0.03	0.04	0.32	2.51	2.19	0.34	-0.43
	İşl. Ort.	23428.61	18280.74	25842.22	9618.51	2.69	0.20	0.05	0.02	0.04	0.31	2.43	2.13	0.23	-0.56
Patlıcan	0-1.5	31000.00	23403.80	34476.53	10580.20	3.26	0.23	0.06	0.03	0.04	0.37	2.93	2.56	0.35	-0.70
	1.5-5	32400.00	22777.43	33854.24	10693.07	3.17	0.24	0.06	0.03	0.04	0.38	3.03	2.65	0.52	-0.52
	5-15	33869.55	25154.56	33274.44	11104.77	3.00	0.24	0.06	0.03	0.04	0.39	3.05	2.66	0.40	-0.33
	15+	34472.00	26128.27	31101.13	11192.21	2.78	0.25	0.06	0.03	0.04	0.39	3.08	2.69	0.36	-0.09
	İşl. Ort.	33207.47	24195.71	33496.66	10928.37	3.07	0.24	0.06	0.03	0.04	0.39	3.04	2.65	0.44	-0.41
Hıyar	0-1.5	24603.47	17851.30	26948.42	10476.74	2.57	0.19	0.05	0.02	0.03	0.30	2.35	2.05	0.35	-0.52
	1.5-5	25357.13	17995.48	26355.89	10654.26	2.47	0.19	0.05	0.02	0.03	0.30	2.38	2.08	0.39	-0.39
	5-15	26045.45	19135.55	26467.68	10807.24	2.45	0.19	0.05	0.02	0.03	0.30	2.41	2.11	0.33	-0.34
	15+	26786.64	19127.05	26998.43	11161.10	2.42	0.19	0.05	0.02	0.03	0.30	2.40	2.10	0.38	-0.32
	İşl. Ort.	25741.43	18648.19	26454.88	10743.36	2.46	0.19	0.05	0.02	0.03	0.30	2.40	2.10	0.35	-0.37

GSÜD: Gayrisafi Üretim Değeri (TL/da), DM: Değişen Masraflar (TL/da), TÜM: Toplam Üretim Masrafları (TL/da), ÜM: Üretim Miktarı (Kg/da): ÜM: 1 Kg Ürün Maliyeti (TL/Kg), KÜ: Komisyon Ücreti (%8), SÜ: Stopaj Ücreti (%2), RÜ: Rüşum Ücreti (%1), KDV Ücreti (Komisyonun %18), Sosyal Sigortalar Destekleme Fonu: SSDF Ücreti (Stopajın %10), TKÜ: Toplam Komisyon Ücreti (%12,64), ÜF: 1 Kg Ürün Fiyatı (TL/Kg), ÇEGF: Çiftçinin Eline Geçen 1 Kg Ürün Fiyatı, BK:1 Kg Ürün Brüt Karı (TL/Kg), NK: 1 Kg Ürün Net Karı (TL/Kg)

(GPV: Gross Production Value, VC: Variable Cost, TPC: Total Production Cost, PQ: Production Quantity, CC: 1 Kg Crop Cost, BF: Brokerage Fee, SF: Stoppage Fee, TX: Taxes, VAT: Value-Added Tax, SİSF: Social Insurance Support Fund, TBF: Total Brokerage Fee, CP: 1 Kg Crop Prices, PFP: Price of the Farmer Product, PGP: 1 Kg Product Gross Profit, PNP: 1 Kg Product Net Profit)

maliyetlerin azaltılmasında tek başına çözüm olamayacağı görülmektedir. Antalya ilinde işletme ölçekleri itibariyle biber, domates, kabak, patlıcan ve hıyar sebzelerine ait üretim değerleri Çizelge 2'te incelenmiştir. Biberin 1 kg üretim maliyeti 2.41 TL ve 1 kg ürün fiyatı 2.49 TL olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Ancak bu fiyatın tamamı üreticinin eline geçmemektedir. Komisyon, stopaj, rüsum, katma değer vergisi (KDV), sosyal sigorta destekleme fonu (SSDF) ücretlerinin toplamının satış fiyatından çıkarılmasıyla çiftçinin eline geçen 1 kg ürün fiyatı hesaplanmaktadır. Buna göre biber üretiminde çiftçinin eline geçen 1 kg ürün fiyatı 2.17 TL'dir. Dolayısıyla biber üretiminde 1 kg brüt kâr 0.39 TL ve 1 kg net kâr -0.24 TL'dir (Çizelge 2). Bugüne kadar diğer araştırmalarda 1 kg biber maliyetinin 2000 yılında 0.06 TL, satış fiyatının ise 0.15 TL olduğu 2010 yılında ise 1 kg maliyetinin 0.40 TL ve satış fiyatının 0.65 TL/kg olduğu hesaplanmıştır (Çıkman ve Monis, 2012). İzmir'de yapılan bir çalışmada biberin 1 kg maliyeti 0.54 TL, satış fiyatı ise 0.67 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Başaran ve Engindeniz, 2015). Adıyaman'da biberin maliyeti 0.81 TL/kg ve satış fiyatı 2.50 TL/kg olarak belirlenmiştir. 2018 yılında araştırma bölgesinde yapılan bir çalışmada ise biberin 1 kg maliyeti 1.79 TL ve satış fiyatı 2.16 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2018). Literatürde görüldüğü üzere 1 kg biberin maliyeti yıllar itibariyle satış fiyatına göre daha hızlı artmış ve 2020 yılında 1 kg biberin net kârı negatif olarak belirlenmiştir.

Domates üretiminde 1 kg ürün maliyeti 2.37 TL, çiftçinin eline geçen fiyat 2.11 TL/kg, 1 kg brüt kâr 0.35 TL ve 1 kg net kâr -0.26 TL olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Tokat'ta domatesin üretim maliyeti 0.19 TL/kg ve satış fiyatı 0.26 TL/kg olarak belirlenirken (Karkacier ve Altuntaş, 1998) Konya'da 1 kg maliyet 0.135 TL ve 1 kg satış fiyatı 0.156 TL olarak hesaplanmıştır (Oğuz ve Arısoy, 2002). Erzurum ilinde domatesinin 1 kg maliyeti 0.604 TL, satış fiyatı 0.632 TL/kg olarak belirlenmiştir (Kadanalı ve ark., 2008). Antalya'da 2011 yılında yapılan bir çalışmada 1 kg domatesin maliyeti 1.3 TL ve satış fiyatı 1.5 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Mencet, 2011). Bölgede yapılan diğer çalışmalarda 2014 yılında 1 kg domates maliyeti 0.79 TL ve satış fiyatı 1.15 TL/kg olarak belirlenmiştir (Sipahioğlu, 2014). Adıyaman'da domates maliyeti 0.81 TL/kg ve satış fiyatı 2.50 TL/kg'dır (Ukav, 2018). Antalya'da 2018 yılında yapılan bir çalışmada ise 1 kg domatesin maliyeti 1.54 TL ve satış fiyatı 1.91 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2018). Yapılan çalışmalarda brüt kâr üzerine yapılan analizlerde domates üretimi pozitif belirlenirken, sabit masrafların dâhil edilmesiyle bu çalışmada 1 kg domatesin net kârı negatif hesaplanmıştır.

Kabak üretiminde 1 kg ürün maliyeti 2.69 TL, çiftçinin eline geçen fiyat 2.13 TL/kg, 1 kg ürününü brüt kârı 0.23 TL ve net kârı -0.56 TL olarak hesaplanmıştır

(Çizelge 2). Yapılan çalışmalarda 2018 yılında 1 kg kabak maliyeti 1.48 TL ve satış fiyatının 1.78 TL/kg olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2018).

Patlıcan üretiminde 1 kg ürün maliyeti 3.07 TL, çiftçinin eline geçen fiyat 2.65 TL/kg, brüt kâr 0,44 TL/kg ve net kâr -0,41 TL/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Adıyaman'da 2018 yılında yapılan bir çalışmada patlıcanın maliyeti 0.68 TL/kg ve satış fiyatı 2 TL/kg olarak tespit edilmiştir (Ukav, 2018). Antalya'da 2018 yılında yapılan bir çalışmada ise 1 kg patlıcanın maliyeti 1.50 TL ve satış fiyatı 1.74 TL/kg olarak belirlenmiştir (Anonim, 2018).

Son olarak 1 kg hıyar maliyeti 2.46 TL, çiftçinin eline geçen fiyat 2.10 TL/kg, 1 kg ürünün brüt kârı 0,35 TL ve 1 kg ürünün net kârı -0.37 TL olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Hıyarın maliyeti ve satış fiyatının da yıllara ve bölgelere göre farklılık gösterdiği bilinmektedir. Tokat'ta yapılan bir çalışmada hıyarın 1 kg maliyeti 0.07 TL, satış fiyatı 0.25 TL/kg olarak belirlenmiştir (Karkacier ve Altuntaş, 1998). Konya'da 2002 yılında yapılan bir çalışmada hıyarın 1 kg maliyeti 0.153 TL, satış fiyatı ise 0.175 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Oğuz ve Arısoy, 2002). 2003 yılında Silifke'de yapılan bir çalışmada ise hıyarın 1 kg maliyeti 0.781 TL olarak hesaplanırken satış fiyatının 0.66 TL/kg olduğu belirlenmiştir (Rad ve Yarış, 2005). Erzurum'da serada üretilen hıyarın maliyeti 0.365 TL/kg, satış fiyatı ise 0.540 TL/kg'dır (Kadanalı ve ark., 2008). Bir başka çalışmada 2018 yılında hıyarın maliyeti 1.03 TL/kg, satış fiyatı 1.40 TL/kg olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2018). Adıyaman'da üretilen hıyarın maliyeti 0.52 TL/kg ve satış fiyatı 0.70 TL/kg olarak hesaplanmıştır.

Yapılan çalışmada sebze üretim maliyetlerini etkileyen faktörler doğrusal regresyon modeliyle tahmin edilmiştir (Çizelge 3). Buna göre bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama gücü ( $R^2$ ) %74.30 ile %91.40 arasında değişiklik göstermektedir. Kurulan modellerde F testi sonuçlarına göre her bir modelin geçerli olduğu ve modellerde Durbin Watson test istatistiğinin 1.5-2.5 arasında olması nedeniyle otokorelasyon olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca modellerde çoklu bağlantı varlığı varyans büyütme faktörü (VIF) ile incelenmiş ve VIF değerlerinin 5'ten küçük olması nedeniyle herhangi bir çoklu bağlantı probleminin olmadığı tespit edilmiştir. Son olarak modelin geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmak için değişen varyans (DV) Spearman korelasyon testiyle incelenmiş, modellerde değişen varyans olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 3'e göre üretim maliyetleri ile fide, gübre, ilaç, materyal ve mevsimlik işgücü masrafları arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki belirlenirken, sera büyüklüğü ve fide özelliklerinde (aşılı/aşısız) istatistiki olarak anlamlı ilişki belirlenmemiştir. Analiz sonucunda fide maliyetinde meydana gelen 1 TL'lik artışın üretim maliyetlerini domateste 2.15 TL,

biberde 2.25 TL, patlıcanda 2.91 TL, kabakta 2.74 TL ve hıyarda 2.30 TL artıracığı tahmin edilmiştir. Benzer şekilde gübre maliyetinin ürünlere ve işletme ölçeklerine göre değiştiği ve üretim masrafları içerisindeki payının %9.70 ile %15.83 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle gübre masraflarındaki

artışın üretim masraflarını artıracığı öngörülmektedir. Yapılan analize göre gübre masrafının 1 TL artması, üretim maliyetlerinin domateste 2.89 TL, biberde 2.91 TL, patlıcanda 2.93 TL, kabakta 3.10 TL ve hıyarda 4.92 TL artmasına neden olacaktır.

Table 3. Factors affecting vegetable production costs  
*Çizelge 3. Sebze üretim maliyetlerini etkileyen faktörler*

Model		Fide Maliyeti (Seedling C.)	Gübre Maliyeti (Fertilizer C.)	İlaç Maliyeti (Pesticides C.)	Materyal Masrafı (Material C.)	Mevsimlik İşgücü Masrafı (Seasonal Laborer C.)	Sera Büyüklüğü (Greenhouse Size)	Aşılı/Aşısız Fide (Graft Seedling)	Bağımlı Değişken: Üretim Maliyeti (Dependent Variable: Production Cost)
<b>Domates</b>	Katsayı (Parameter)	2.155	2.890	1.868	-4.104	-3.281	-0.001	0.002	R <sup>2</sup> = .884
	Önem Seviyesi (Sig.)	.000	.000	.000	.000	.013	.439	.875	F=187.818(.000) DW=2.062
	VIF (VIF)	2.587	2.257	1.292	1.587	1.419	1.082	1.071	DV=2.138 (.005)
<b>Biber</b>	Katsayı (Parameter)	2.250	2.914	1.120	-4.190	-3.040	-0.010	0.018	R <sup>2</sup> = .884
	Önem Seviyesi (Sig.)	.000	.028	.047	.037	.230	.354	.452	F=187.818(.000) DW=2.062
	VIF (VIF)	2.421	1.975	1.350	1.577	1.066	1.070	1.249	DV=2.085 (.005)
<b>Patlıcan</b>	Katsayı (Parameter)	2.910	2.930	1.258	-4.134	-3.233	0.007	0.000	R <sup>2</sup> = .884
	Önem Seviyesi (Sig.)	.078	.069	.095	.023	.230	.648	.652	F=187.818(.000) DW=2.062
	VIF (VIF)	2.416	2.100	1.364	1.509	1.003	1.148	1.111	DV=1.719 (.010)
<b>Kabak</b>	Katsayı (Parameter)	2.743	3.101	1.801	-3.991	-3.208	0.003	0.016	R <sup>2</sup> = .884
	Önem Seviyesi (Sig.)	.012	.003	.049	.000	.230	.542	.684	F=187.818(.000) DW=2.062
	VIF (VIF)	2.897	2.195	1.327	1.684	1.035	1.066	1.036	DV=1.856 (.010)
<b>Hıyar</b>	Katsayı (Parameter)	2.301	4.929	1.888	-6.101	-3.911	0.005	0.013	R <sup>2</sup> = .884
	Önem Seviyesi (Sig.)	.078	.042	.003	.085	.230	.295	.698	F=187.818(.000) DW=2.062
	VIF (VIF)	2.769	1.985	1.341	1.646	1.053	1.070	1.071	DV=2.269 (.005)

(VIF: Variance Inflation Factor, DW: Durbin Watson, DV: Değişen Varyans, Sig: Signification, C: Cost)

Analiz sonucunda ilaç masrafıyla üretim masrafları arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma kapsamında ilaç masraflarının üretim masrafı içerisindeki payının ürünlere göre %7.99 ile %11.75 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca işletme ölçeğinin artmasıyla birim alanda ilaç masraflarının azaldığı tespit edilmiştir. İlaç masraflarında meydana gelen artışın ürün maliyetlerini arttıracığı, bu artışın domateste 1.86 TL, biberde 1.12 TL, patlıcanda 1.25 TL, kabakta 1.80 TL ve hıyarda 1.88 TL olacağı tahmin edilmektedir.

Sebzelerde üretim maliyetleri içerisinde en önemli pay materyallere aittir. Materyal masrafları; kömür, arı, ip, sineklik ve naylon masraflarından oluşmakta olup bu masrafların üretim masrafları içerisindeki payları %16.45 ile %22.34 arasında değişmektedir. Yapılan analiz sonucuna göre her bir ürün için kurulan modelde materyal masrafları ile üretim maliyetleri arasındaki ilişki beklendiği gibi negatif yönlüdür. Tablo 1'de görüldüğü üzere materyal masraflarının işletme ölçeklerine göre artmasına rağmen toplam üretim masraflarının azaldığı görülmektedir. Bunun en önemli nedeni ise materyal masraflarındaki artış oranına göre işletme ölçeği arttıkça diğer girdilerin (gübre, ilaç, fide ve mevsimlik işgücü maliyetleri) maliyetlerindeki azalma oranıdır. Nitekim fide

masraflarında ortalama %3.56, gübre masraflarında %15.61 ve ilaç masraflarında %20.36 oranında işletme ölçeğine göre azalırken, materyal masrafların sadece %11.84 oranında bir artış göstermiştir. Ayrıca sabit masraflarda incelendiğinde işletme ölçeğine göre azaldığı görülmektedir. Çünkü işletme ölçeği arttıkça kullanılan sabit sermayenin etkinliği artmakta ve kaynaklar rasyonel kullanılmaktadır (Altıntaş ve Akçay, 2007; Bayramoğlu ve ark., 2010; Çıtak, 2011; Bayramoğlu ve Bozdemir, 2017; Erdoğan ve Bayramoğlu, 2017; Oğuz ve ark., 2017; Bal, 2018; Topcu, 2018). Dolayısıyla materyal masraflarında meydana gelen 1 TL'lik artışın üretim maliyetlerini domateste 4.10 TL, biberde 4.19 TL, patlıcanda 4.13 TL, kabakta 3.99 TL ve hıyarda 6.10 TL azaltacağı tahmin edilmiştir.

Üretim maliyetleri içerisinde materyal masraflarından sonra en önemli masraf kalemi mevsimlik işgücüdür. İşgücü kullanımı seralarda oldukça yaygın olup tarımsal işletmelerde görülen mevsimlik işgücü kullanımı, seracılık faaliyetlerinde düzenli ve sürekli olarak değerlendirilebilir. İşletmede devamlı çalışma olanağı sağlayarak istihdam artırılabilir. Aynı zamanda seralarda kullanılan işgücünün nitelikli olması hem işgücü hem de ürün kalitesinin iyileşmesine katkı sağlayacaktır. Yapılan

çalışma kapsamında mevsimlik işgücü masraflarının toplam üretim masrafları içerisindeki payının %12.83 ile %17.58 arasında değiştiği belirlenmiştir. Fakat mevsimlik işgücü maliyetinde de materyal masraflarına benzer olarak üretim maliyetleri ile arasında negatif yönlü bir ilişkinin olması beklenmektedir. Çünkü nitelikli mevsimlik işgücü kullanımının artması girdi kullanımında verimliliği artıracak ve dolayısıyla da üretim maliyetlerinin azalmasına katkı sağlayacaktır. Yapılan analizde de benzer sonuçlar belirlenmiş mevsimlik işgücü maliyetinde 1 TL'lik artış üretim maliyetlerinin domateste 3.28 TL, biberde 3.04 TL, patlıcanda 3.23 TL, kabakta 3.20 TL ve hıyarda 3.91 TL azalmasına katkı sağlamaktadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bir işletmenin veya üretim faaliyetinin ekonomik sürdürülebilirliğini sınırlandıran en önemli faktör ürün maliyetleridir. Bu kapsamda gıda enflasyonu içerisinde önemli bir paya sahip olan ve Antalya'da yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan domates, biber, hıyar, patlıcan ve kabak ürünlerinin birim maliyetleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sera işletmelerinde ölçek ekonomilerine bağlı olarak maliyet ve kâr avantajının oluşmadığı ve işletme ölçeklerinin büyümesine rağmen net kârın bütün işletme ölçeklerinde negatif olduğu belirlenmiştir. Ayrıca girdi maliyetlerinin yüksek olması, rekoltenin düşük olması ve teknoloji kullanımının arazi ve sermayeye bağlı olması gibi sebeplerle sera işletmelerinde ölçek ekonomisi uygulamasının sınırlı olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda çalışmada bazı öneriler geliştirilmiştir.

- Üretim maliyetlerinin azaltılması, ürün kalitesinin artırılması, dış ticarete rekabet avantajı sağlanması ve tüketici sağlığının korunması için ilaç ve gübre kullanımına yönelik çiftçiler bilinçlendirilmeli, girdiler reçeteli satılarak girdi kullanım etkinliğinin artırılması hedeflenmelidir. Böylece girdi maliyetlerinin ve dolayısıyla da üretim maliyetlerinin azalması sağlanmış olacaktır.
- Girdiler içerisinde en yüksek maliyete sahip olan masraf kalemleri materyal ve mevsimlik işgücü masraflarıdır. Materyal masrafları içerisinde bulunan özellikle naylon masraflarının çok yüksek olması, bu ürünlerin dayanıksız olması nedeniyle kısa sürede yenilenme ihtiyacı işletmelerin karlılığını olumsuz etkilemektedir. Bu kapsamda naylon yerine polikarbon levhaların kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Özellikle bu levhaların maliyetlerinin düşük olması, uzun yıllar dayanıklı olması ve naylon sistemine göre faydasının yüksek olması tercih edilebilirliğini yükseltmektedir. İşgücü maliyetleri ise üretim maliyetlerini etkileyen faktörler arasında olup işgücünün kalitesinin artırılması verimliliği artıracaktır. Bu doğrultuda tarımsal üretime katılan

mevsimlik işgücünün niteliklerinin artırılması ve yeteneklerinin geliştirilmesi amacıyla eğitim programları düzenlenmeli, üretim süreçlerine yönelik bilgi düzeyleri artırılmalıdır. Ayrıca bölgede kooperatifler aracılığıyla işgücüne yönelik örgütlenmeler sağlanarak nitelikli işgücü ihtiyacını karşılayacak bir örgütlenme oluşturularak hem verimliliğin sağlanması hemde işgücü bulma sorununun minimize edilebilir.

- Tarım sektöründe fide üretim maliyetleri toplam maliyetler içerisinde önemli bir paya sahiptir. Yerli tohum, fide ve fidan üretimi savunma sanayindeki silah üretimi kadar önemli ve stratejiktir. Bu bilinçle yerli tohum-fide-fidan üretim politikalarına ağırlık verilmesi gerekmektedir.
- Kısa süreli kâr amacı olan kişilerin tarımsal faaliyetlere katılımı ürün kalitesinin göz ardı edilmesine neden olmakta ve piyasa fiyat dengesini olumsuz etkilemektedir. Çiftçiliğin mesleki tanımlamasının yapılarak, yasalarla hak ve sorumluluklar belirlenerek, meslek örgütleri kurularak üretim faaliyetlerinin koruma ve kontrol altına alınması ivedilikle sağlanmalıdır.
- Üretim maliyetlerinin takip edilebilmesi için; üretimin kayıt altına alınması ve işletmelerde üretim desenlerine yönelik planlamaların yapılması gerekmektedir.

Sonuç olarak bu bulgular ile domates, biber, hıyar, patlıcan ve kabak üretimi yapan üreticilere, sebze üreticileri birlikleri ve kooperatiflerine, konu ile ilgili diğer sivil toplum örgütlerine, politika yapıcılara üretim stratejisi geliştirme aşamasında katkıda bulunulması amaçlanmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma TAGEM-18/AR-GE/57 numaralı proje ile desteklenmiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Acar M, Dok M, Caner YK 2009. Organik ve Geleneksel Tarım Metodu İle Üretilen Nohut'un Verim, Maliyet ve Kalite Kriterleri Bakımından Karşılaştırılması. 1. GAP Organik Tarım Kongresi 17-20 Kasım 2009, Şanlıurfa
- Ağır HB, Saner G 2014. İzmir İli Emiralem Beldesinde Açıkta ve Örtüaltı Çilek Yetiştiriciliğinde Üretim Maliyetlerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 51(2): 145-152.

- Altıntaş G, Akçay Y 2007. Tokat ili Erbaa ovasında tarım işletmelerinin ekonomik analizi ve işletmelerin başarısını etkileyen faktörlerin ortaya konulması. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(2): 33-42.
- Anonim 2018. 2018 Antalya İli Tarımsal Ürünler Ortalama Maliyetleri, <https://antalya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/2018%20ANTALYA%20TARIMSAL%20%20C3%9CR%20%20CN%20MAL%20%20C4%BOYETLER%20%20C4%B0.pdf>
- Bal DÇ 2018. Trakya Bölgesinde Bitkisel Üretim Yapan Tarım İşletmelerinin Risk Kaynakları ve Risk Yönetim Stratejilerinin Değerlendirilmesi Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 181 sy.
- Başaran C, Engindeniz S 2015. Sivri Biber Üretiminde Girdi Kullanım Etkinliğinin Analizi: İzmir Örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 21(1): 77-84.
- Bayraktar Ö, Saner G 2010. Ege Bölgesinde Entegre Mücadele Programı Uygulanan Örtü altı Domates Yetiştiriciliğinin Teknik ve Ekonomik Özelliklerinin İncelenmesi: Muğla İli Örnek Olayı. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi 22-24 Eylül 2010, Şanlıurfa
- Bayramoğlu Z, Göktolga ZG, Gündüz O 2005. Tokat İli Zile İlçesinde Yetiştirilen Bazı Önemli Tarla Ürünlerinde Fiziki Üretim Girdileri ve Maliyet Analizleri. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 11(1 ve 2): 101-109.
- Bayramoğlu Z, Aktürk D, Tatlıdil FF 2010. Kaynakların Rasyonel Kullanımının Üretim Maliyetleri Üzerine Etkisi: Kanola Yetiştiriciliği Örneği. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 24(3): 62-68.
- Bayramoğlu Z, Bozdemir M 2017. Dane Mısır Üretiminde Kaynak Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi: Konya İli Örneği. Atlas Akademi Yayınevi, Konya, 237 sy.
- Bayramoğlu Z, Karakayacı Z, Ağızan K, Ağızan S, Bozdemir M 2020. Domates Pazarlama Kanallarının ve Pazar Marjının Tespiti Üzerine Bir Araştırma. *T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı*, Proje No: TAGEM-18/AR-GE/57, 286 sy.
- Çıkman A, Monis T 2012. Gap Bölgesinde Biber'in 2000-2010 Yılları Arasındaki Üretim Girdi ve Maliyetindeki Değişimler. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 5-7 Eylül 2012, Konya
- Çimen ZA 2001. Antalya İli Kumluca İlçesindeki Sera Üreticilerinin Pazarlama Sorunları. Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 1(1): 1-14.
- Çıtak D 2011. Keçi yetiştiren tarım işletmelerinin ekonomik analizi: Çanakkale İli Merkez İlçesi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Demircan V, Yılmaz H, Binici T 2005. Isparta İlinde Elma Üretim Maliyeti ve Gelirinin Belirlenmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 11(1 ve 2): 71-80.
- Engindeniz S, Yılmaz İ, Durmuşoğlu E, Yağmur B, Eltez RZ, Demirtaş B, Engindeniz D, Tatarhan AH 2010. Sera Sebzelerinin Karşılaştırmalı Girdi Analizi. *Ekoloji* 19(74): 122-130.
- Erdoğan F, Bayramoğlu Z 2017. Tarım İşletmelerinde Finne-Kinney Yöntemi ile Risk Analizi. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi* 3(2): 19-28.
- Erkoyuncu C 2008. Ankara İli Beypazarı İlçesinde Organik ve Geleneksel Olarak Yapılan Domates Yetiştiriciliğinin Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 126 sy.
- GİB 2019. Amortisman Tabii İktisadi Kıymetler, [http://www.gib.gov.tr/fileadmin/user\\_upload/Yararli\\_Bilgiler/amortisman\\_oranlari.pdf](http://www.gib.gov.tr/fileadmin/user_upload/Yararli_Bilgiler/amortisman_oranlari.pdf)
- Gujarati DN, Porter DC 2003. Basic econometrics (ed.). sy.
- Gündoğmuş E 1998. Ankara İli Akyurt İlçesi Tarım İşletmelerinde Ekmeklik Buğday (*Triticum Aestivum L.*) Üretim Fonksiyonel Analizi ve Üretim Maliyetinin Hesaplanması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22(1998): 251-260.
- Güriş S, Çağlayan E, Güriş B 2013. EViews ile Temel Ekonometri (2. basım). sy.
- Kadanalı E, Saklıca A, Dağdemir V 2008. Erzurum İli Uzundere İlçesinde Serada Hıyar ve Domates Üretim Maliyeti ve Pazarlama Yapısı. VIII. Tarım Ekonomisi Kongresi 25-27 Haziran 2008, Bursa
- Kadirhanoğulları İ, Karadaş K, Külekçi M 2016. Iğdır İlinde Bal Üretim Maliyetinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 6(4): 115-120.
- Kalaycı Ş 2010. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 426 sy.
- Karadaş K 2016. Ağrı İli Tarım İşletmelerinde Buğday Üretim Maliyetinin Hesaplanması. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences* 31(2): 33-41.
- Karadaş K, Bakıcı C, Kadirhanoğulları İH 2018. Midyat İlçesi (Mardin) Tarım İşletmelerinde Mercimek Üretim Maliyetinin Hesaplanması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 49(2): 118-123.
- Karkacier O, Altıntaş NY 1998. Örtü Altı ve Açık Koşullarda Domates ve Hıyar Yetiştiriciliğinin Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1998(1): 107-125.
- Kızıloğlu R, Uzunöz M, Topal İ 2012. Yalova İlinde Kesme Çiçek Yetiştiriciliğinin Üretim Maliyeti ve Karlılığı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 43(1): 65-68.
- Kızıloğlu S, Kaya TE 2008. Erzurum İlinde Çerezlik ve Yağlık Ayçiçeğinin Üretim Maliyeti; Pasinler İlçesi



- Örneği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 39(2): 175-185.
- Külekçi M, Aksoy A 2010. Gaziantep İli Dağ ve Ova Köylerinde Antepfıstığı Üretim Maliyetlerinin Karşılaştırılması. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 25(1): 45-51.
- Mencet NM 2011. Serada Domates Üretim Sistemlerinin Karşılaştırmalı Ekolojik, Ekonomik ve Politika Analizi: Antalya İli Örneği. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 219 sy.
- Oğuz C, Arısoy H 2002 of Conference. Konya Bölgesinde Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliğinin Geliştirilebilme Olanakları, Türkiye V. Tarım Ekonomisi Kongresi Erzurum, 63-69.
- Oğuz C, Bayramoğlu Z, Ağızan S, Ağızan K 2017. Tarım İşletmelerinde Tarımsal Mekanizasyon Kullanım Düzeyi, Konya İli Örneği. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 31(1): 63-72.
- Oğuz C, Karakayacı Z 2017. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Metodolojisi. Atlas Akademi, Konya, 183 sy.
- Oğuz C, Bayramoğlu Z 2018. Tarım Ekonomisi Kitabı. Atlas Kitapevi Konya, 222 sy.
- Özkan B, Uzun Hİ, Elidemir AY, Bayır A, Karadeniz C 2005. Örtü Altı ve Açıkta Üzüm Üretiminin Ekonomik Analizi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 18(1): 77-85.
- Özkan B, Hatırlı S, Öztürk E, Aktaş A 2008. Antalya İlinde Serada Domates Üretiminin Kâr Etkinliği Analizi. Journal of Agricultural Sciences 17(1): 34-42.
- Pehlivanoglu F, Narman Z 2018. Kocaeli Üniversitesi Öğrencilerinin Fakülteler Bazında Gelir-Tüketim İlişkisinin Analizi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 2018(40): 103-115.
- Rad S, Yarış G 2005. Silifke İlçesi'nde Serada Domates Yetiştiren İşletmelerin Ekonomik Performansları ve Birim Ürün Maliyetleri. Journal of Agricultural Sciences 11(1): 26-33.
- Sipahioğlu C 2014. Farklı Tarım Sistemlerinde Domates Üretiminin Maliyet Analizi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 63 sy.
- Subaşı OS, Seçer A, Yaşar B, Emeksiz F, Uysal O 2016. Türkiye'de Muz Üretim Maliyeti ve Karlılık Durumu. Mediterranean Agricultural Sciences 29(2): 73-78.
- Topcu Y, Uzundumlu AS, Karadaş K 2012. Erzurum İlinde Şekerpancarı Üretim Maliyeti. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2(2 Sp: A): 41-50.
- Topcu Y 2018. Erzurum ili süt sığırcılığı işletmelerinin sermaye yapısına dayalı risk düzeyleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 28(2): 154-160.
- Tuvaç İA, Dağdemir V 2009. Erzurum İli Pasinler İlçesinde Silajlık Mısır Üretim Maliyetinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 40(1): 61-69.
- Ukav İ 2018. A Research on the Production Costs and Profitability of Some Vegetables Produced in Adıyaman Province. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 6(9): 1285-1289.
- Ulaş Ü, Bayrakdaroğlu A, Şamiloğlu F 2011. Yönetici Sahipliği Ve Firma Değeri: İMKB İçin Ampirik Bir Uygulama, Ankara Üniversitesi. SBF Dergisi 66(2): 87-90.
- Üçpınar F 2016. Konya İli Derbent İlçesi Taze Fasulye Üretimi Yapılan Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 130 sy.
- Yamane T 1967. Elementary Sampling Theory. Prentice-Hall, New Jersey, 405 sy.
- Yılmaz Ş, Gül M 2015. İşletmelerde Pamuk Üretim Maliyeti, Karlılık Düzeyinin Değerlendirilmesi: Antalya İli Örneği. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(2): 27-41.

## Estimation of Cattle Insurance Demand in Turkey through Count Data Method: The Case of TRA1 Region

Emine İKİKAT TÜMER<sup>1\*</sup>, Avni BİRİNCİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam University Agricultural Faculty Department of Agricultural Economy 46100 Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Atatürk University Agricultural Faculty Department of Agricultural Economy 25420 Erzurum-Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6336-3026>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-003-0370-1454>

✉: [2katumer@gmail.com](mailto:2katumer@gmail.com)

### ABSTRACT

Agriculture sector faces natural, social and economic risks resulting from its production structure. One of the strategies to be used to transfer such risks is agricultural insurance. It was aimed in the present study to estimate the demand of farmers for cattle insurance (CI) and determine the effective factors which can increase the share of premium production of CI in total premium production of agricultural insurance in TRA1 Region. Data were obtained from 122 farms determined using proportional sampling method in the provinces of Erzurum, Erzincan and Bayburt (TRA1 Region) through a questionnaire survey. Count Data Model was used in convenience with the aim of the study. According to the results obtained, when premium cost of CI increased 3 folds, then the number of animals desired to be insured decreased by nearly 1-fold. In addition, when the budget allocated for agricultural production and the probability of animal disease both increased by 1%, the number of animals desired to be insured increased by 1.56% and 0.61%, respectively.

### Research Article

#### Article History

Received : 19.03.2020  
Accepted : 19.10.2020

#### Keywords

Demand for insurance  
Cattle insurance  
Risk  
Count data  
TRA I region

## Türkiye’de Büyükbaş Hayvan Hayat Sigortası Talebinin Count Data Yöntemiyle Tahmini: TRAI Bölgesi Örneği

### ÖZET

Tarım sektörü üretim yapısından kaynaklanan doğal, sosyal ve ekonomik risklerle karşı karşıyadır. Bu riskleri transfer edebilmek için kullanılacak stratejilerden biri tarım sigortasıdır. Bu çalışmada TRA I Bölgesinde faaliyet gösteren tarım işletmelerinde, çiftçilerin büyükbaş hayvan hayat sigortası talebinin tahmini ve büyükbaş hayvan hayat sigortası prim üretiminin toplam tarım sigortaları prim üretimi içerisindeki payının artırılabilmesinde etkili olan faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Oransal örnekleme yöntemiyle belirlenen 122 işletme ile Erzurum, Erzincan ve Bayburt illerinde (TRA I Bölgesi) anket yapılarak veriler toplanmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak Count Data Modeli kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre büyükbaş hayvan hayat sigorta prim fiyatı 3 katına çıktığında sigortalatılmak istenen hayvan sayısı yaklaşık 1 baş azalmaktadır. Tarımsal üretime ayrılan bütçe ve hayvanların hastalanma ihtimali %1 arttığında sigortalatılmak istenen hayvan sayısı sırasıyla %1.56 ve %0.61 artmaktadır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 19.03.2020  
Kabul Tarihi : 19.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Sigorta talebi  
Büyükbaş hayvan hayat sigortası  
Risk  
Count data  
TRA I bölgesi

**To Cite** : İkikat Tümer E, Birinci A 2020. Estimation of Cattle Insurance Demand in Turkey through Count Data Method: The Case of TRA1 Region. KSU J. Agric Nat 24 (3): 614-621. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.706142>.

### INTRODUCTION

Agriculture as a sector is the indispensable part of overall economic system. Importance of the sector in overall economic system can be estimated by the share of value added it creates (Ege, 2011). In Turkey, the rate of agriculture sector is 6.6% in GDP, 11.3% in employment in 2018 (TİM, 2018). Such data is

important to imply that the sector still maintains its rightful place in economy and human life.

Because agricultural production is an economic activity based on natural conditions, it faces many risks and uncertainties

Agricultural insurance, natural (hail, frost, drought etc.) affecting agricultural production), social

(migration, war) and economic risks (such as inflation, fluctuations in oil, product and input prices) are one of the easiest ways to overcome their impact (İkikat Tümer, 2011; Terin and Aksoy, 2015; İkikat Tümer et al, 2019).

In the total world agricultural insurance premium production, vegetable product insurance is ranked first with 90% and animal life insurance is ranked second with 4% rate (Yazgi and Olhan, 2017). In Turkey, these figures are 55% for crop product insurance and 34% for cattle insurance. The rate of insured animal livestock was 0.05% in 2006 going up to 4% by 2018 (TARSIM, 2020). However, it may be thought when the number of animal livestock is considered which is 14 million that the rate of livestock animals to be insured is 96-97%.

Farm owners working in accordance with the commercial regulations in TRA1 NUTS II Region, covering the provinces of Erzurum, Erzincan and Bayburt and having severe continental climatic characteristics, need to use their own resources at their best under risks and uncertainties. Therefore, understanding consumer behaviours, determination of marketing strategies for farms and consumer demand estimation analysis are also strategically important in agricultural policy making in Turkey.

Articles about insurance demand have been getting more attention in recent years. Cotton producers' insurance claim in Burkina Faso (Sarfilippi et al, 2015), corn producers' insurance claim against climate change in Bangladesh (Akter et al, 2017), flood insurance claim in the Netherlands (Robinson and Botzen, 2020), climate change and index insurance demand (Dougherty et al) in Tanzania., 2020) have been calculated. Kim et al., (2005) also calculated the factors influencing the adoption of best management practices by cattle producers analyze using negative binomial regression analysis.

Demand and demand flexibilities of agricultural insurances have an important share in planning newly developing agricultural insurance sector and shaping its organisation in Turkey. Demand estimation is needed by agricultural insurance companies and TARSIM (Agricultural Insurance Pool) in planning insurance production. Demand flexibilities are important information sources for future prospects and projections.

Aimed of this present study was to determine the effective factors on the increase of the share of CI premium production in total agricultural insurance premium production and to estimate the demands of farmers for CI who conduct agricultural activities in TRA1 NUTSII Region. It was also targeted to create source for public and private institutions to provoke and raise agricultural insurance awareness.

## MATERIAL and METHOD

Main material of the study is made up of production data obtained from farmers living in TRA1 NUTSII Region (covering the provinces of Erzurum, Erzincan and Bayburt) in 2009. Sampling volume was calculated using proportional sampling method.  $p=0.5$  was taken to reach the maximum sample volume. (Newbold, 1995).

$$n = \frac{N * p * (1 - p)}{(N - 1) * \sigma_p^2 + p * (1 - p)}$$

$$n = \frac{61832 * 0.5 * 0.5}{61831 * 0.00205 + 0.5 * 0.5} \cong 122$$

$$\sigma_p^2 = \left( \frac{r}{Z_{\alpha/2}} \right)^2 \quad \sigma_p^2 = \left( \frac{0.075}{1.645} \right)^2 = 0.00205$$

In the formula;  $n$ :sample size,  $N$ :number of farm in the population,  $\sigma_p^2$ : variance of the ratio,  $r$ :margin of error allowed from the average (7.5%),  $Z_{\alpha/2}$ :Z value (1.645),  $p$ : shows the possible proportion of producers (50%).

122 the survey was distributed proportionally to provinces, districts and villages, taking into account the number of farmers. Totally 122 questionnaire survey forms were completed in 3 provinces, 15 districts and 30 villages, and the obtained data were used in analyses.

## Count Data Models

Count data is referred to the number of repetitions of any given event as the result of the trials conducted at a definite time. The number of cigarettes consumed on a day, customers coming to a shopping centre during daytime, forest fires occurring in a year, yearly CI etc. can be given as example for count data (Frome et al., 1973; Deniz, 2005). When dependent variable represents events seen in a certain time period, Poisson and Negative Binomial regression analyses can be used (Frome et al., 1973;McCullagh and Nelder, 1989; Cameron and Trivedi, 1998). In Poisson distribution, average and variance refer to the same value. If the distribution is not even and equal, over- or under-dispersion can be seen. On such conditions, poisson regression cannot be applied. When variance is larger than average Negative Binomial Regression (NBR) models are applicable (Cameron and Trivedi, 1998; Winkelmann 1998, 2008). NBR uses log linkage function between dependent variable and independent variable vector. NBR model is given as follows

$$\Pr(Y_i = y_i | x_i) = \frac{\Gamma(y_i + \alpha^{-1})}{y_i! \Gamma(\alpha^{-1})} \left( \frac{\lambda_i \alpha}{1 + \lambda_i \alpha} \right)^{y_i} \left( \frac{1}{1 + \lambda_i \alpha} \right)^{\alpha^{-1}} \quad \alpha > 0 \quad (1)$$

where  $\alpha$  is the additional parameter value

representing the degree of over-dispersion. If  $\alpha$  is zero then NB and poisson refer to the same dispersion. The bigger the value of  $\alpha$  is, the more the dispersion of data is. Average and variance are defined in NBR model as follows (Lawless, 1987; Lambert, 1992; Cheung, 2002).

$$E(y_i|x_i) = \lambda_i \tag{2}$$

$$Var(y_i|x_i)_{NB} = \lambda_i(x) + \alpha\lambda_i^2 \tag{3}$$

Standard Poisson and Zero Inflated NB count data can be used to express additional zeros in dependent variables. Alternative regression method in the modelling of dependent variable  $y_i$ , where zero values are too high, is Zero Inflated Negative Binomial Regression (ZINB) model. The model can be written as follows.

$$Pr(Y_i) = \begin{cases} \pi_i + (1-\pi_i) \left( \frac{1}{1+\alpha\lambda_i} \right)^{\frac{1}{\alpha}} & y_i = 0 \\ (1-\pi_i) \frac{\Gamma\left(y_i + \frac{1}{\alpha}\right)}{y_i! \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right)} \left( \frac{1}{1+\alpha\lambda_i} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \left( \frac{\alpha\lambda_i}{1+\alpha\lambda_i} \right)^{y_i} & y_i = 1,2,3,\dots \end{cases} \tag{4}$$

$\Gamma$  is gamma function and  $\alpha$  is dispersion parameter. Average and variance in ZINB model can be expressed as follows.

$$E(y_i) = (1 - \pi_i) \lambda_i$$

$$Var(y_i)_{ZINB} = (1 - \pi_i) [1 + \lambda_i(\alpha + \pi_i)] \lambda_i \tag{5}$$

Farmers' desire to make CI was evaluated through binomial method (e.g. Logit, Probit) in zero inflated count data model while standard count model was used to analyse the number of animals for which farmers desired to make CI (Cameron and Trivedi, 1998).

It was determined that some of the epidemic veterinary disease were seen beginning from 20 years ago to recent years. Based on such findings, animals were supposed to catch illness in the probability rates of 5%, 7.5%, 10%, 12.5% and 15%. The number of animals up to ten for which farmers wanted to make insurance in a year time under the risk of a certain disease tried to be determined.

In the model, since  $\alpha$  is  $>1$ , over dispersion is in question in data clusters. In a such situation, Negative Binomial Regression was used more preferably (Cameron and Trivedi, 1998; Yeşilova et al., 2007). Binomial Logit Model was shaped for the farmers wanting not to make CI (Table 3). Dependent variable is farmers' decision to make CI. In order to compare the results of Logit model and Count Data model of Negative Binomial Regression, signs of variables obtained as the result of Binomial Logit model were

reversed and commented (Işgın et al., 2008; Bilgic et al., 2009).

In ZINB model, the number of animals for which farmers desired to make CI is dependent variable. Depending on the number of animals, farmers don't want to make CI due to the factors such as lack of income or awareness and therefore, dependent variable gets the value of zero and ZINB regression model was used in the study.

## RESULTS and DISCUSSION

The result of analysis indicated that 56.6% of the farmers surveyed were those who prefer prudent and least risky investments and were in the risk averse group. Yet, 22.1% of farmers were risk-takers, stable, capable of managing risk, economically most ideal, and were in the risk-neutral group until their expected income get the highest. The proportion of adventurous farmers who like risky investments in the region was 21.3% and they were in the risk-taking group (İkikat Tümer and Birinci, 2013).

Their ages ranged between 22 to 80 (mean age was 45.15) of years and mean education time was 6.52 years. Mean number people of households was found to be 5.95 and 2.98 of whom were working in agricultural production. Farmers interviewed stated that they had an average experience of 27.53 years in agricultural production. Among the farmers participating in the study, 29% did not have any membership of a cooperative (Table 1). Social security is the provision of an income guarantee with people on which they can live against the risks including the possibility of losing their jobs current and in coming years (Anonymous, 2009). The rate of farmers under the umbrella of social security in the study area was 83% (Table 1), which was 93.43% in whole country (SGK, 2019). The types of agricultural production activity the interviewed farmers conducted in the region were detected to be plant production, animal production and both in the rates of 18.85%, 5.74% and 75.41%, respectively. Mean yearly income of the farmers participating in the study by completing questionnaire surveys was found to be ₺13.322,13, ₺9.109,02 of which was found to be left for agricultural production again. The rate of farmers working also out of agriculture sector was determined to be 43% and obtain a mean yearly income of ₺7.592,31 from the activities out of agriculture. Farmers participating in the study were found to possess 98.76 da land and 14.69 livestock animals on the average. Mean daily milk yield of livestock animals in the farms in the region was determined to be 4.58 kg/day. Farmers were determined to be aware of agricultural insurance in the rate of 32% and 57% of them stated that they wanted to make insurance for plant products. Farmers producing animal productions stated that they wanted to make insurance for only 1.78 of 10 livestock animals.

Table 1. Descriptive statistics belonging to farmers  
 Çizelge 1. Çiftçilere ait tanımlayıcı istatistikler

	Minimum <i>Minimum</i>	Maximum <i>Maksimum</i>	Mean <i>Ortalama</i>	Std. Dev. <i>Std. Sapma</i>
Age	22.00	80.00	45.15	13.803
Education	0.00	15.00	6.52	2.896
Education ( primary school)	0.00	1.00	0.40	0.492
Education (secondary school)	0.00	1.00	0.82	0.386
Number of individuals in the family	2.00	16.00	5.95	2.374
Number of individuals employed in agriculture	1.00	12.00	2.98	2.212
Experience	4.00	65.00	27.53	14.005
Membership of a cooperative	0.00	10.00	0.29	0.454
Social security	0.00	10.00	0.83	0.379
Agricultural income	800.00	75000.00	13322.13	12614.903
Budget left for agriculture	800.00	60000.00	9109.02	9201.336
non-agricultural income	200.00	30000.00	7592.31	4848.021
Owning an investment apart from farm	0.00	1.00	0.51	0.501
Lands (da)	0.00	920.00	98.76	165.486
Total amount of livestock (animal number)	0.00	85.00	14.69	17.030
Milk yield per cow (l/day)	0.00	15.00	4.58	3.362
The number of animals desired to be insured	0.00	10.00	1.78	2.913
Disease probability of animals	5.00	15.00	9.84	3.55
CI premium cost	54.00	162.00	111.34	35.33

Cost of one dairy livestock animal was ₺2000 in the provinces of Erzurum, Erzincan and Bayburt in 2010.

Totally 55 of 122 farmers interviewed wanted to make insurance for at least one of their animals. In other words, the rate of farmers desiring to make CI for at least one animal was calculated to be 45.10%. Mean number of animals for which farmers desired to make CI was found to be 1.78. Among 122 farmers, 67 (54.90%) did not want to make insurance for none of their 10 animals. Therefore, the rate of zero observation should be taken into consideration. The rate of farmers desiring to make CI for more than 3 and 4 animals was found to be 61.81% and 38.18%, respectively.

In the Logit model, the dependent variable was the decision of farmers to take out cattle insurance. In the ZINB model, the number of animals desired to be insured was a dependent variable.

According to the alpha test result ( $p < 0.01$ ), H<sub>0</sub> hypothesis is rejected and NBR analysis is decided. When variance of the dependent variable (2.913) is greater than its mean (1.78), ZINB regression models are appropriate to use (Cameron and Trivedi, 1998; Winkelmann 1998, 2008).

There was positive relationship between desire to make CI and the membership of a cooperative. Farmers member of a cooperative were open to innovations and new ideas more than others and wanted larger number of animals to be insured compared to others. This relation was statistically significant ( $p < 0.10$ ). Making CI is negatively affected by farmers' ownership of

investment out of farms. Farmers having investment out of farm relied on this investment and did not want to make CI. This relation was statistically significant ( $p < 0.10$ ). There was a positive relationship between making CI and daily milk yield per cow. As the rate of milk farmers provided per cow increases, desire to make CI increased to ensure the survival of animals. Such a relationship was statistically significant ( $p < 0.05$ ). Table 2 gives the factors affecting the number of animals desired to be insured in a year. Dependent variable is the number of animals for which farmers desire to make CI. This number was affected negatively by income from agricultural activities. As farmers' income from agriculture increases, their self-confidence also increases and think they can meet the expenses when an animal catches disease. This situation was statistically significant ( $p < 0.01$ ). There was a positive relationship between the number of animals to be insured and the size of budget left for agricultural production. As the amount of money farmers spend on agricultural production increases, the number of animals desired to be insured also increases since they want to take back their investment. This relationship was statistically significant ( $p < 0.01$ ). The number of animals desired to be insured was affected positively by the probability that animals may catch disease. As the probability of catching disease in a year increases, farmers want to make insurance for their animals and the number of animals to be insured also increases. Such a situation was statistically significant ( $p < 0.05$ ) (Table 2).

Table 2. The number of animals for which farmers wished to make CI  
 Çizelge 2. Çiftçilerin büyükbaş hayvan hayat sigortası yaptırmak istediği hayvan sayısı

Variables <i>Değişkenler</i>	Decision of cattle insurance <i>Büyükbaş hayvan hayat sigortası kararı</i>		The number of animals desired to be insured <i>Sigortalatılması istenen hayvan sayısı</i>	
	Coefficient <i>Katsayı</i>	t value <i>t değeri</i>	Coefficient <i>Katsayı</i>	t value <i>t değeri</i>
Constant	0.6826	0.6160	1.1160 **	2.0320
Age			0.0093	1.1170
Experience	0.5290	1.2350		
Education (those educated secondary school:1, other:0)	-0.6813	-1.0180	-0.1085	-0.4260
Number of individuals employed in agriculture	-0.0288	-0.2080	-0.0025	-0.0540
Agricultural Income			-0.0001 *	-4.2480
Budget			0.0002 *	3.7070
Disease probability of animals			0.0515 **	2.2150
CI premium price			-0.0078 **	-2.2500
Rate of arable land ownership (50 da and more:1, other:0)	-0.8779	-1.4510		
Membership of a cooperative	-1.4494 ***	-1.8300		
Owning an investment apart from farm	1.1919 ***	1.8560		
Milk yield per cow (l/day)	-0.2227 **	-2.4560		
Erzurum	0.2878	0.4250	-0.3471	-1.1910
Erzincan	0.7643	1.0020	0.0199	0.0690
Neutral risk group	0.4276	0.6200	1.0396 *	4.8160
Alfa	2.0729 *	3.3320	0.0213	0.2670
Log Likelihood		170.2711		
Vuong Test: ZINB		4.1223		
Vuong Test: ZINB-HNB		6.7445		
Vuong Test: HNB-NB		-2.3447		
AIC				

\*, \*\*, \*\*\* statistical significance at 0.01, 0.05 and 0.10 probability levels.

Alfa test H<sub>0</sub>: convenient with Poisson distribution.

Vuong test H<sub>0</sub>: convenient with Negative Binomial Regression with increased zero.

Bayburt is taken to be reference group.

There was a negative relationship between the number of animals to be insured and the cost of CI premium. As the latter increased the number of animals to be insured decreased. Such a condition was suitable with economic theory and the relationship was statistically significant (p<0.05). When CI premium price increased by ₺ 1 the number of animals to be insured decreased by 0.0299 (-0.0078\*3.8305=-0.0299, where -0.0078 is the coefficient of CI premium price (Table 2) and 3.8305 is the (conditional mean) estimated value of the number of animals desired to be insured by farmers (Table 4). Farmers in neutral risk group wanted significantly more animals to be insured than others (p<0.01).

Table 3 represents conditional and unconditional flexibilities. Unconditional flexibility is calculated for all farmers. Conditional flexibilities are evaluated in the study since they are related to farmers desiring to make CI (67 farmers). There was a negative

relationship between making CI and the rate of income from agriculture. When agricultural income increases by 1% then the number of animals desired to be insured decreases by 1.75%.

There was a positive relationship between the desire to make CI and the budget left for agriculture. When the budget increased by 1%, the number of animals desired to be insured increased by 1.56% (Table 3).

There was a positive relationship between the probability of making CI and animal diseases. When the probability of veterinary diseases increases by 1% the number of animals desired to be insured increases by 0.61%. In addition, a negative relationship was detected between desire to make CI and insurance premium cost. When CI premium cost increased by 1%, the number of animals desired to be insured decreased by 0.87%. There was another positive relationship between the desire to make CI and the group neutral

to risk. The number of animals for which those in neutral group desire to make insurance is 0.23% larger

than the others (Table 3).

Table 3. Conditional and unconditional flexibilities

Çizelge 3. Koşullu ve koşulsuz elastikiyetler

Variables <i>Değişkenler</i>	Conditional flexibility <i>Koşullu elastikiyet</i>		Indirect flexibility <i>Dolaylı elastikiyet</i>		Unconditional flexibility <i>Koşulsuz elastikiyet</i>	
	Coefficient <i>Katsayı</i>	t value <i>t değeri</i>	Coefficient <i>Katsayı</i>	t value <i>t değeri</i>	Coefficient <i>Katsayı</i>	t value <i>t değeri</i>
Constant	1.1160 **	2.0320	-0.3385	-0.4540	0.7775	0.8170
Age	0.4182	1.1170				
Experience			-0.5161	-0.6550	-0.4979	-0.6170
Education (secondary school:1)	-0.0890	-0.4260	0.2769	1.1680	0.1880	0.6330
Population employed in agriculture	-0.0073	-0.0540	0.0426	0.0460	0.0353	0.0380
Income obtained from agriculture	-1.7513 *	-4.2480				
Budget	1.5599 *	3.7070				
Disease probability of animals	0.6077 **	2.2150				
CI premium price	-0.8714 **	-2.2500				
Rate of arable land ownership (50 da and more:1)			0.2248	1.6070	0.2248 ***	1.7660
Membership of a cooperative			0.2062 **	2.2630	0.2062 **	2.2910
Owning an investment apart from farm			-0.1647	-1.1210	-0.1504	-1.0090
Milk yield per cow (l/day)			0.5055	0.3890	0.4697	0.3640
Erzurum	-0.1479	-1.1910	-0.0608	-0.3140	-0.2088	-0.9420
Erzincan	0.0059	0.0690	-0.1118	-0.7000	-0.1060	-0.6060
Neutral risk group	0.2301 *	4.8160	-0.0469	0.4450	0.1831	1.5760

\*, \*\*, \*\*\* statistical significance at 0.01, 0.05 and 0.10 probability levels.

Bayburt is taken to be reference group.

Table 4 gives the real and estimated averages of the probability of farmers' desire to make CI. According to real values, although 45.08% of farmers desired to make CI, this rate was determined to be 50.41% in the model and 54.92% and 49.59% of farmers undesired to make CI in real and model, respectively. There is a difference of 5.33% between real and estimated values, and such a difference shows that the model is close to real values.

Conditional average means the average yearly number

of animals to be insured by only the farmers desiring to make CI. This number was estimated to be 3.95 in real values while 3.83 in the model. The difference between two values is 0.12, which is very close to real value.

The number of animals desired to be insured in real values from surveyed 122 farms was estimated to be 1.78 while being 1.85 in model. The difference between two values is 0.07, which shows that the model reflects real values very well.

Table 4. Conditional and unconditional averages

Çizelge 4. Koşullu ve koşulsuz ortalamalar

	Real ( <i>Gerçek</i> )	Estimated ( <i>Tahmini</i> )
	Average value ( <i>Ortalama değer</i> )	Average value ( <i>Ortalama değer</i> )
Probability	0.4508	0.5041
Conditional average	3.9455	3.8305
Unconditional average	1.7787	1.8527

**Note:** Probability means the chance to make CI by giving 1 and 0 to whoever desired and undesired to make CI, respectively. Conditional average means the average number of animals to be insured by only the farmers desiring to make CI. Unconditional average means the average number of animals to be insured by both the farmers desiring and undesiring to make CI.

## CONCLUSION

In the present study, it was aimed to estimate the demand of farmers performing agricultural production activities in TRA1 NUTSII Region for CI. Data were obtained from the region through questionnaire forms from 122 farms.

The study shows that various factors may affect CI trends. In this respect, it was determined that when income from agriculture increased by 1%, the number of animals to be insured decreased by 1.75%. Yet, while the number of animals to be insured increased by 1.56% the budget rested for agricultural production increased by 1%. In addition, it was determined that as the insurance premium cost increased, the number of animals to be insured decreased, which is also confirmed by demand theory. However, when the probability of animal (veterinary) disease increased by 1%, the number of animals desired to be insured increased by 0.61%. Distribution map of veterinary diseases should be prepared throughout the country, required measures should be taken for the diseases and farmers should be aware of such consequences.

The study results indicated that the number of animals for which farmers wish to make insurance was estimated to be 3.83 per farmer. In addition, when insurance premium cost increased by 1%, the number of animals desired to be insured decreased by 0.87%. Farmers' attention should be attracted to the insurance by applying discounts in insurance premiums in order to increase the number of insured livestock animals (at present 3%) and premium production (34% at present).

It is possible to state that farmers have yet not developed consciousness towards insurance. Therefore, they should be informed through mass communication devices such as television, radio and SMS about the importance, types and scopes of agricultural insurances, insurance premium account, toll detection and compensation payments. After that, seminars should be organised to inform farmers about agricultural insurances by determining pilot zones.

## Statement of Conflict of Interest

Authorshavedeclarednoconflict of interest.

## Contribution of the Authors as Summary

Authorsdeclaresthecontribution of theauthors is equal.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Authors are highly grateful to the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) for supporting the research project 1090394.

## REFERENCES

- Akter S, Krupnik TJ, Khanam F 2017. Climate Change Skepticism and Index Versus Standard Crop Insurance Demand In Coastal Bangladesh. *Reg Environ Change* 17: 2455-2466. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1174-9>
- Anonymous 2009. Temel Kavramlar. <http://www.halkinbirliigi.net/modules.php?name=News&file=article&sid=1098>. (Erişim tarihi:28.08.2009)
- Bilgic A, Florkowski JW, Akbay C 2009. Demand for Cigarettes in Turkey: An Application of Count Data Model. *EmpirEconomics* 39:733-765.
- Cameron A, Trivedi PK 1998. *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge University Press, Cambridge, 411 p.
- Cheung YB 2002. Zero-inflated Models for Regression Analysis of Count Data: A Study of Growth and Development. *Stat Med* 21:1461-1469.
- Deniz Ö2005. Poisson Regresyon Analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 4(7): 59-72.
- Dougherty JP, Flatnes JE, Gallenstein RA, Miranda MJ, Sam AG 2020. Climate Change and Index Insurance Demand: Evidence From A Framed Field Experiment in Tanzania, *Journal of Economic Behavior and Organization* 175: 155-184.
- Ege H 2011. Tarım Sektörünün Ekonomideki Yeri ve Önemi. *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Tepgebakış* 7: 1303-8346.
- Frome EL, Kunter MH, Beauchamp JJ 1973. Regression Analysis of Poisson-Distributed Data. *Journal of American Statistical Association* 68(344): 935-940.
- İkikat Tümer E 2011. Erzurum, Erzincan ve Bayburt İllerinde (TRA I Bölgesi) Çiftçilerin Riske Karşı Tutumları ve Olası Sigorta Primlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, (Yayınlanmamış Doktora Tezi) 126 sy, Erzurum.
- İkikat Tümer E, Ağır H, Uslu Z 2019. Çiftçilerin Tarım Sigortası Yaptırma İstekliliği: Konya İli Ilgın İlçesi Örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22(4):571-576 .
- Isgın T, Bilgic A, Forster DL, Batte MT 2008. Using Count Data Models to Determine the Factors Affecting Farmers' Quantity Decision of Precision Farming Technology Adoption. *Computers and Electronic in Agriculture* 62: 231-242.
- Kim S, Gillespie JM, Paudel KP 2005. Count Data Analysis of the Adoption of Best Management Practices in Beef Cattle Production, Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meetings, Little Rock, Arkansas, February 5-9, 2005.
- Lambert D 1992. Zero-inflated Poisson Regression with an Application to Defects in Manufacturing.



- Technometrics 34: 1-14.
- Lawless JF 1987. Negative Binomial and Mixed Poisson Regression. Canadian Journal of Statistics 15: 209–225.
- McCullagh P, Nelder JA 1989. Generalized Linear Models. Monographs on Statistics and Applied Probability Chapman & Hall London 37p.
- Newbold P 1995. Statistics for Business & Economics. Fourth Edition Prentice-Hall.
- Robinson PJ, Botzen WW 2020. Flood Insurance Demand And Probability Weighting: The Influences Of Regret, Worry, Locus Of Control and The Threshold of Concern Heuristic. WaterResources And Economics, 30, 100144. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2019.100144>
- Serfilippi E, Carter M, Guirkinge C 2015. Certain and Uncertain Utility and Insurance Demand: Results From a Framed Field Experiment in Burkina Faso, International Conference of Agricultural Economists, 29th Milan, Italy, 8-14 August 2015.
- SGK, 2019. Türkiye Cumhuriyet Sosyal Güvenlik Kurumu. <http://www.sgk.gov.tr>.(Erişim tarihi 10.11.2019)
- TARSİM, 2020. Tarım Sigortaları Havuzu <http://www.tarsim.gov.tr>.(Erişim tarihi 18.03.2020).
- Terin M, Aksoy A 2015. Devlet Destekli Bitkisel Ürün Sigortası Uygulama Sonuçları Üzerine Bir Araştırma: Ortadoğu Anadolu (TRB) Bölgesi Örneği. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 3(2):35-43.
- TİM 2018. Türkiye İhracatçılar Meclisi Raporları <http://www.tim.org.tr/tr/ihracat-ihracat-rakamlari-Tablelar.html>. (Erişim tarihi 10.06.2018.)
- Winkelmann R 1998. Count Data Models with Selectivity. Econometric Reviews 17(4):339-359.
- Winkelmann R 2008. Econometric Analysis of Count Data. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Yazgı FE, Olhan E 2017. Gelişmiş Ülkeler ve Türkiye'de Tarım Sigortası Sistemlerinin \* Karşılaştırılması, Tarım Ekonomisi Dergisi 23(2):231-239.
- Yeşilova A, Kaki B, Kasap İ 2007. Sıfır Değer Ağırlıklı Sayıma Dayalı Olarak Elde Edilen Bağımlı Değişkenlerin Modellenmesinde Kullanılan Regresyon Yöntemleri. TÜİK; İstatistik Araştırma Dergisi 5(1):1-9.

## Toprak Veritabanı Kullanılarak Ceyhan Ovası Arazi Kullanımında Zamansal Değişimlerin Belirlenmesi

Yavuz Şahin TURGUT<sup>1\*</sup>, Batuhan KELEŞ<sup>2</sup>, Suat ŞENOL<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Sarıçam/ADANA, <sup>2</sup> Mehmet Akif Ersoy Mah. Sezai Karakoç Bulvarı, No:25 Sarıçam Belediyesi, Sarıçam/ADANA, <sup>3</sup> Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Sarıçam/ADANA

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8566-6375>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5496-1734>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-6112-2621>

✉: ysturgut@cu.edu.tr

### ÖZET

Zamansal değişimin incelenmesi, tarım arazilerinin mevcut durumu ve kentsel değişimlerin tarımsal potansiyele sahip topraklar üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi açısından önemlidir. 1980-2015 yılları arasında tarım arazileri ve yerleşim alanlarının zaman içerisindeki değişimleri ve bu değişimlerin hangi toprak serileri üzerinde daha etkili olduğunun incelendiği bu çalışma, Ceyhan Ovası'nın Sol Sahil kesiminde (70941 ha) yürütülmüştür. Ceyhan Ovası detaylı temel toprak haritasından hazırlanmış olan toprak serileri ve fazlarını gösteren haritalama birimlerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları, ArcMap yazılımı üzerinden coğrafi bilgi sistemlerine entegre edilerek Ceyhan Ovası için toprak bilgi sistemi oluşturulmuştur. Toprak bilgi sistemi kullanılarak toprak serileri ve önemli özellikleri, toprakların taksonomik sınıfları ve fizyografik birimler için haritalar üretilmiş ve alansal dağılımları tespit edilmiştir. Toprak bilgi sisteminin kurulmasıyla çalışma alanı içerisinde bulunan yerleşim alanlarının 1980 yılından 2015 yılına kadar olan süreçte alansal değişimleri belirlenmiştir. Bu amaçla, 1977-1982 yıllarında yapılmış toprak haritaları, 2015 yılı uydu görüntüleri kullanılarak revize edilmiştir. Çalışma alanında tarım arazilerinin toplam alanı azalırken, özellikle Ceyhan ilçe merkezinin alanında önemli bir artış olmuştur. Bölgede zamanla artan yapılaşma ve sanayileşme ile tarım arazilerindeki azalış arasında bir ilişki bulunmaktadır. Ceyhan ilçe merkezinin zaman içerisinde en fazla Çatalhöyük serisi üzerinde gelişmesi, bu serinin alanının azalmasına neden olmuştur. Zaman içerisinde en fazla alansal kayıp İslamoğlu serisinde görülürken, Doruk, Hamidiye, Mustafabeyli ve Veysiye serilerinde değişim görülmemiştir. Ceyhan ovasında haritalanmış toprak serilerinin özelliklerine göre en fazla alan kaplayan seri Ceyhan serisidir. Bunu sırasıyla; Köşreli, Burhanlı serileri takip etmektedir. Bu çalışma, 35 yıllık süreçte tarım topraklarının hangi amaçlarla tarım dışına çıkarıldığını ve zamana bağlı olarak alansal değişimin boyutunu göstermiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 17.05.2020

Kabul Tarihi : 23.10.2020

### Anahtar Kelimeler

Toprak bilgi sistemi

Ceyhan ovası

Alansal ve zamansal değişim

## Monitoring Of Land Use In The Ceyhan Plain By Using Soil Database

### ABSTRACT

Investigation of land use changes is important in terms of misplacing the agriculture lands especially for urbanization and also industrialization. Study was carried out in the South half of Ceyhan Plain (70941 ha) to define the temporal variations of settlements and its cropland and to analyze which soil series have been lost by misuse. Physical and chemical analytical data of mapping units were integrated into geographic information systems via ArcMap software. Using soil information system, thematic maps are created to show spatial distribution of important soil properties, taxonomic classes and physiographic units. It has been determined that the area of the residential land increased and the agricultural land within the study

### Research Article

### Article History

Received : 17.05.2020

Accepted : 23.10.2020

### Keywords

Soil Information System

Ceyhan pain

Spatial and temporal changes

area has been decreased in the period from 1980 to 2015. In order to update the soil map of 1983, 2015 satellite images of Ceyhan Plain have been used. Total area of agricultural lands during last 35 years have been decreased. Ceyhan District is completely located within the study area, thus, it is one of the important reason of the loss of agricultural land among the whole study area. There is a relation between increasing construction and industrialization and decreasing agricultural land. Soil database performed in this study showed that largest loss have been İslamoğlu series, while there were no changes Doruk, Hamidiye, Mustafabeyli ve Veysiye soil series. It is concluded that the soil data bases are very useful tools to determine location and coverage of any mapped soil properties and also monitoring land use changes after several years.

**Atıf İçin:** Turgut YŞ, Keleş B, Şenol S 2021. Toprak veritabanı kullanılarak Ceyhan ovası arazi kullanımında zamansal değişimlerin belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 622-631. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.737302.  
**To Cite:** Turgut YŞ, Keleş B, Şenol S 2021. Monitoring Of Land Use In The Ceyhan Plain By Using Soil Database. KSU J. Agric Nat. 24 (3): 622-631. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.737302

## GİRİŞ

İnsanoğlu, toprak ile tanıştığı ve toprağı tarımsal amaçlarla kullandığı dönemlerden bugüne kadar, toprakları gerek tarımsal gerekse tarım dışı olmak üzere değişik şekillerde değerlendirmiş ve onlara ekonomik kaygılarla çeşitlik kazandırmışlardır. Sanayi devriminden itibaren artan insan popülasyonunun ihtiyaçlarını karşılamakta güçlük çekmeye başlanması ve birim alandan daha yüksek verim alınabilmesi amacıyla topraklara geri dönüşü mümkün olmayan bir şekilde zarar verilmeye başlanmıştır (Özbek ve ark.,1981). Ekonomik anlamda yeni faaliyet alanlarının oluşturulması amaçlanırken, bir yandan da tarım dışı kullanım önemli bir sorun haline gelmiştir (Bayar ve Karabacak, 2017). İnsan faaliyetlerine bağlı olarak verimli tarım arazilerinin hızla sanayi ve yerleşim alanına dönüştürülmesi, ormanların tahribi ve uygun olmayan marjinal toprakların tarıma açılması, insanlığın ve doğanın geleceğini tehdit etmektedir (Sönmez, 2012).

Gelecek nesillerimizin emaneti ve güvencesi olması hususunda büyük önem taşıyan tarım arazileri günümüzde çeşitli sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır. Bunlar; tarım arazilerinin bilinçsiz kullanımından kaynaklanan ve artan nüfusun ihtiyaçlarına bağlı olarak, tarım arazilerinin yerleşim, sanayi vb. diğer uygun olmayan tarım dışı amaçlarla kullanılmasından kaynaklı sorunlardır. Verimli tarım arazilerinin sanayi ve yerleşim alanı olarak kullanıma açılması, orman alanlarının tarım arazisi olarak kullanılmak üzere tahrip edilmesi, yerleşim alanlarının zemin açısından uygun olmayan alanlar üzerinde gelişmesi gibi birçok problem ile karşı karşıya kalmaktadır (Karabulut ve ark., 2006). Bu bağlamda, ilgili sorunlarla mücadele etmek amacıyla, 03 Temmuz 2005 tarihinde “Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu” yürürlüğe girmiştir (Anonim, 2005). Söz konusu kanun, toprakların doğal ve yapay yollarla özelliklerinin kaybedilerek, tarımsal

potansiyelinin düşmesine veya tamamen tarım dışına çıkarılmasının önüne geçilmesi, bilimsel esaslara dayalı olarak uygun toprak yönetim-sınıflandırma ve arazi kullanım planları oluşturularak amaç dışı kullanımın önlenmesini amaçlamaktadır. Bu kanun, arazilerin uygun bir koruma ve yönetim planlaması ile sürdürülebilirliğini devam ettirebilmesine imkan tanımaktadır. Ancak, bu kanunda sözü edilen planlama çalışmalarında temel bazı sıkıntılar bulunmaktadır. Altlık olarak kullanılması zorunlu olan ve ilgili kanunda da ifade edilen “toprak veri tabanı ve haritaları” ülkemizde henüz tam olarak hazırlanamamıştır (Sönmez ve ark., 2007; Şenol, 2012). Tarıma elverişli toprakların amaç dışı ve bilinçsiz kullanımı her geçen gün artmakta ve bu durum ile ilgili farkındalık yaratılması amacıyla gerek yerleşim alanlarının gerekse de tarım arazilerinin ve çevresinin çeşitli dönemlerde zamansal ve mekansal değişimlerinin incelenerek arazi kullanımdan kaynaklı sorunların ve değişimlerin tespit edilmesi gerekmektedir. Dinamik bir yapıya sahip arazilerin haritalanması ve zamansal değişimlerinin incelenmesi ayrıntılı etüd çalışmaları yapılan alanlarda altlık harita olarak kullanılan uydu görüntülerinin yorumlanması ve toprak bilgi sistemi oluşturulması sayesinde mevcut arazi kullanım haritalarının yapılmasına yardımcı olacaktır (Şenol ve ark., 2010).

Bu nedenle, araştırmacılar uzaktan algılama verilerini ve coğrafi bilgi sistemlerini (CBS) kullanarak çeşitli çalışmalar yürütmüşler ve son yıllarda gelişen uydu görüntüleri kullanılarak arazide meydana gelen değişimleri izleyerek başarılı ve güvenilir sonuçlar elde etmişlerdir (Ateşoğlu, 2007). Kaya ve Toroğlu (2015), Kayseri ilinin şehirselleşmesini ve arazi kullanımında meydana gelen değişiklikleri belirlemek amacıyla çeşitli tarihlerde elde edilmiş uydu görüntülerini sınıflandırarak tarım arazilerindeki değişim trendini göstermişlerdir. Benzer şekilde; Adana şehrinin hızlı değişim potansiyeli dikkate alınarak, alansal gelişimi ve yakın çevresinde ki arazi

kullanım etkinliğinde meydana gelen değişiklikler 38 yıllık bir sürede çeşitli dönemlerde uydu görüntüleriyle izlenmiştir (Sönmez, 2012). Bir başka çalışmada Döker ve Gül (2019) tarafından 1985 ve 2019 yılları arasındaki şehirsiz büyüme ve arazi kullanım değişiminin izlenmesi amacıyla belirli zaman aralıklarında alınan Landsat TM uydu görüntüleri ile nesne tabanlı görüntü işleme teknikleri kullanılarak yapılmıştır. Demirel ve Şenol (2019) altlık kartografik materyal olarak Quickbird ve Spot-5 uydu görüntülerini kullanarak detaylı toprak etüt çalışmalarını gerçekleştirdikleri bir çalışmada, arazi değerlendirme ve arazi kullanım önerisine yönelik haritalar üreterek orman, yerleşim alanı ve tarım dışı kullanıma yönelik alanları belirlemişlerdir.

Bu çalışma, Adana ilinin doğusunda yer alan Ceyhan ilçe merkezi ve merkezin güneydoğusunda yer alan Ceyhan Ovası'nın 35 yıllık süreçte (1980-2015) arazi kullanımında alansal değişimlerinin tespit edilmesi ve tarım arazileri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Ceyhan Ovası toprak serileri ve fazları düzeyinde yapılmış olan detaylı toprak serileri ve fazlarını gösteren harita ve güncel uydu verileri kullanılarak bu süre zarfında tarım dışına çıkarılan alanlar tespit edilmiştir.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Çalışmada 1977-1981 yılları arasında yürütülen "Ceyhan Ovası Topraklarının Genesi, Önemli Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Sınıflandırılması Üzerinde Araştırmalar" isimli çalışmanın toprak etüt raporu ve haritaları (Özbek ve ark., 1981) altlık materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma alanını kapsayan 1/25.000 ölçekli (toprak haritalama birimlerinin sınırları, yerleşim yerleri, yollar, nehirler, dereler, höyükler vb.) 11 adet toprak harita paftası, haritalama birimlerinin sınırları, yerleşim alanlarının sınırları ve diğer çeşitli arazi tiplerinin alanlarını belirlemek amacıyla sayısallaştırma işlemlerinde kullanılmıştır. Çalışma alanı içerisinde; 28 farklı toprak serisine ait 642 adet haritalama birimi, 49 adet höyük, 63 adet yerleşim alanı, 2 adet taşlı kayalı arazi ve 2 adet nehir yatağı çakıl deposu bulunmaktadır. Bu alanlara ait lejant verileri; üst ve alt toprak tekstürleri ve yüzdesi, kireç içerikleri, pH, tuzluluk, organik madde, KDK gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerin yanı sıra, drenaj, derinlik, taşlılık erozyon, eğim gibi fizyografik ve topoğrafik özelliklere de yer verilmiştir.

Çalışmada coğrafi düzeltmeler ve sayısallaştırma işlemleri için ArcMap 10.5 ve Google Earth programlarından yararlanılmıştır. Arazi kullanımındaki değişikliklerin belirlenmesinde 2015 yılı Google Earth arşiv verileri kullanılmıştır.

### Çalışma alanı

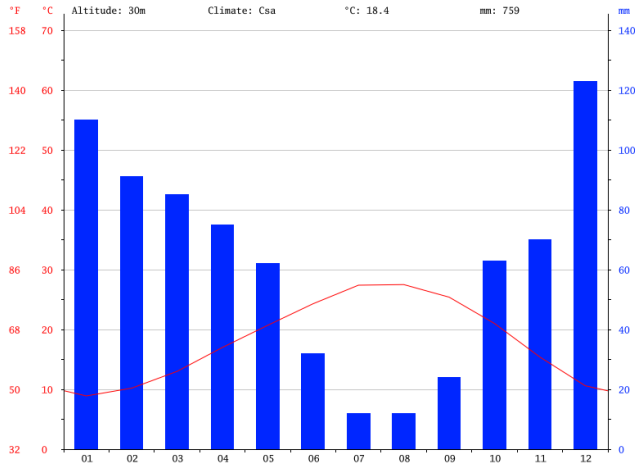
Çalışma alanı; Adana ili şehir merkezinin 40 km doğusunda bulunan ve Ceyhan ilçe sınırları içerisinde yer alan Ceyhan Ovası'nın sol sahil kesimini kapsamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu

Figure 1. Geographical location of the study area

Ceyhan Ovası, doğusunda Osmaniye-Cevdetiye (37° 04' 20" K, 36°, 14' 58" D), kuzeyinde Kadirli ve Kozan (37° 27' 03" K, 35°, 49' 01" D), batısında Misis (36° 57' 42" K, 35°, 47' 42" D) ve güneyinde Yumurtalık Körfezi (36° 46' 34" K, 35°, 47' 24" D) ile sınırlandırılmıştır. Ancak çalışma, Ceyhan Ovası'nın sol sahil kesimini kapsayan 72500 hektar (ha) alanda yürütülmüştür. Ceyhan Ovası bir taşkın ova özelliğine sahip olup, ovanın güney ve güneybatı kesimleri hariç genellikle düz-düze yakın arazilerden oluşmaktadır. Eğim en fazla %2-6'dır (Özbek ve ark.,1981). İklim özellikleri bakımından yazları sıcak ve kurak kışları ılıman ve yağışlı tipik Akdeniz ikliminin etkilerini gösterir. Adana ili için; 1929-2018 yılları arasında en yüksek sıcaklık 34.7°C ile Ağustos ve en düşük sıcaklık ise 5.2°C ile Ocak ayındadır. Ancak, Ceyhan'da kış sıcaklıkları Adana iline göre 1-2°C daha düşüktür. Söz konusu yıllara ait ölçüm periyotlarında, Adana ilinin ortalama yıllık yağış miktarı 647.5 mm dir (Anonim, 2019). Toprak nem rejimi Aquic olan lokal bölgelerin dışında tüm bölge Xeric nem rejimine sahiptir. Toprak sıcaklık rejimi ise Thermic'tir (Soil Survey Staff, 1975). Ceyhan ilçesine ait iklim verileri Şekil 2'de verilmiştir. Çalışma alanında Özbek ve ark. (1981) tarafından Soil Survey Staff (1975)'a göre tanımlanan 28 farklı toprak serisi sayısal ortamda haritalanmıştır (Çizelge1). İlçe merkezinin batısında yer alan Ceyhan Nehri ve bölgenin verimli toprakları ile iklimsel koşullar nedeniyle, Ceyhan Ovası'nda yıl içerisinde birden fazla tarımsal ürünün yetiştiriciliği yapılabilmektedir.



Şekil 2. Ceyhan ilçesi iklim verileri (Anonim,2019)  
Figure 2. Ceyhan district climate data (Anonymus, 2019)

Ceyhan Ovasında yetişen başlıca tarım ürünleri; buğday, mısır, pamuk, soya, yer fıstığı, turuncgiller, karpuz ve çeşitli sebzelerdir. Ceyhan Ovası'nda sosyo-ekonomik ve ekolojik koşullar nedeniyle pamuk üretimi zamanla azalarak yerini mısır ve soya gibi

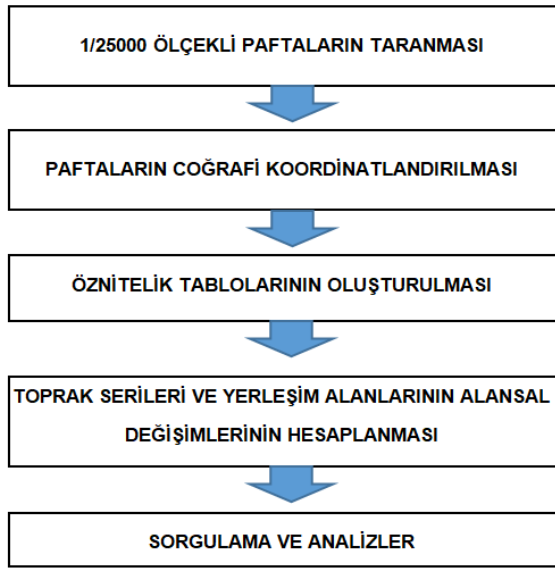
yüksek ürünlere bırakmıştır.

### Metod

Çalışma toprak haritalarının sayısallaştırması, öznelik tablolarının oluşturulması ve sorgulama-analiz olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Şekil 3). İlk olarak; çalışma alanının 1/25000 ölçekli toprak haritası taranarak, sayısallaştırma işlemi için hazır hale getirilmiştir. Ayrı ayrı paftalar halinde olan toprak haritalarının Dünya üzerindeki gerçek coğrafi konumlarına yerleştirilebilmesi, mekânsal doğruluğu ve sonrasında yapılan alansal hesaplamalar için her bir pafta ayrı ayrı konumlandırılmıştır. Daha sonra her bir haritalama biriminin sınırları tanımlanmış ve 28 farklı seriye ait 642 haritalama biriminin arazi karakteristikleri ve laboratuvar analiz sonuçlarına ilişkin bilgiler girilerek öznelik tabloları oluşturulmuştur. Toprak serilerinin ve yerleşim birimlerinin alanlarının hesaplanmasında sayısallaştırılmış haritalar üzerinden sorgulamalar yapılmıştır. Yerleşim alanlarının 1980 yılına ait sınırları sayısallaştırıldıktan sonra, bu alanlarının zamansal değişimlerinin belirlenebilmesi amacıyla

Çizelge 1. Çalışma alanında tanımlanan toprak serileri, fizyografik birimleri, toprak ordoları (Özbek ve ark.,1981)  
Table 1. Soil series, physiographic units, soil orodes defined in the study area (Özbek et al., 1981)

Toprak Serisi (Soil Series)	Fizyografik Birim (Physiographic Units)	Toprak Ordosu (Soil Order)
Ceyhan Mustafabeyli Mercin Erenler Azizli Doruk Kösreli Toprakkale Veysiye Hamidiye Tatarlı	Genç Alüviyal Nehir Teraslarında ve Koluviyal Etek Araziler Young Alluvial River Terraces and Colluvial Skirt Lands	Entisol
Burhanlı Lalegölü Adatepe Aslanpınarı Körkuyu Yaslıca Kurukandak Kırmıtlı Yarma	Delta Tabanı, Yüzlek Göl Tabanı ve Bajadalar Delta Base, Surface Lake Base and Bajadas	Vertisol
Çanlı Adalı Narlık Beşkuyu Üçtepeler İslamoğlu	Eski Nehir Terasları ve Bajadalar Old River Terraces and Bajadas	Inceptisol
Karaçay Çatalhöyük	Genç Nehir Terası ve Eski Nehir Yatağı Young River Terrace and Old River Bed	Mollisol
Toplam (Total)		69 899



Şekil 3. Akış diyagramı  
Figure 3. Flow diagram

2015 yılı Google Earth arşiv görüntüsü üzerinden güncel sınırlar belirlenip veri tabanına girilmiştir.

Çizelge 2. Toprak serilerinin alansal değişimi  
Table 2. Area change of soil series

Seri Adı (Soil Series)	Alan (Areas) (1981)(ha)	Alan (Areas) (2015)(ha)	Fark (Variation) (%)
Adalı	2264	2215	- 2.16
Adatepe	226	229	+1.33
Aslanpınarı	835	817	-2.16
Azizli	2007	1987	-1.00
Beşkuyu	3570	3481	-2.49
Burhanlı	8138	7973	-2.03
Ceyhan	11 060	10 927	-1.20
Çanlı	787	777	-1.27
Çatalhöyük	200	156	-22.00
Doruk	180	180	0
Erenler	878	868	-1.14
Hamidiye	284	284	0
İslamoğlu	6141	5612	-8.61
Karaçay	1566	1419	-9.39
Kırmıtlı	6607	6599	-0.12
Körkuyu	5290	5187	-1.95
Kösreli	8702	8620	-0.94
Kurukandak	289	261	-9.69
Lalegölü	1976	1954	-1.11
Mercin	821	817	-0.49
Mustafabeyli	132	132	0
Narlık	896	894	-0.22
Tatarlı	1344	1297	-3.50
Toprakkale	151	142	-5.96
Üçtepeler	479	468	-2.30
Veysiye	885	885	0
Yarma	1994	1938	-2.81
Yashca	1042	1036	-0.58
Serilerin Alanları(Series Areas)	68 744	67 155	-2.31

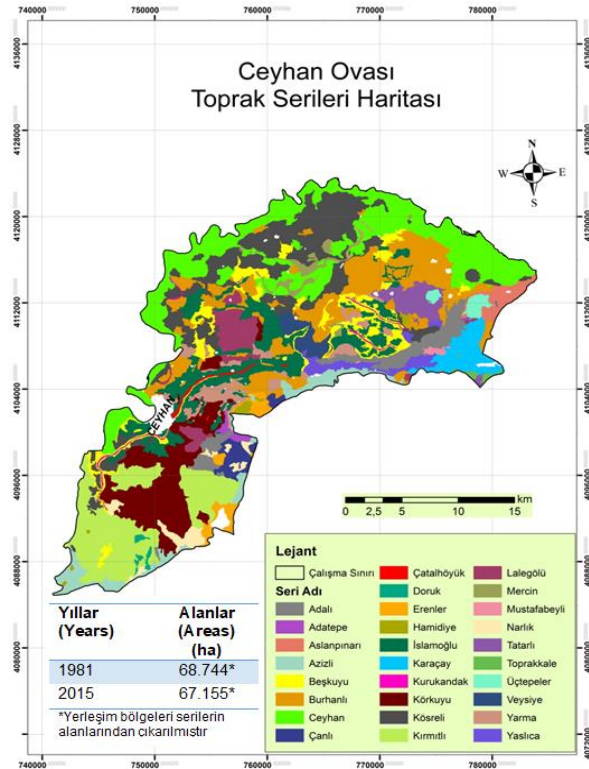
Yerleşim birimlerinin güncel alanları dikkate alınarak, toprak serilerindeki alansal değişimler belirlenmiştir. Toprak etüt raporundan yararlanılarak oluşturulan toprak bilgi sistemi verilerinden çeşitli analiz ve sorgulamalar yapılmıştır. Son olarak, toprak katmanının öznelik tablosunda yer alan bilgilerden toprak serilerinin ve önemli toprak özelliklerine ilişkin alansal ve konumsal dağılım haritaları hazırlanmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Toprak serilerinin alansal değişimi

Çalışma alanı içerisinde yer alan yerleşim birimlerinin ve toprak serilerinin 1980'den 2015'e kadar olan süreçte alansal ve zamansal değişimleri tespit edilmiştir. Vektörel çizimler üzerinden elde edilen toplam 28 adet toprak serisinin kapladıkları toplam alanları raster veriye dönüştürüldükten sonra hesaplanmıştır (Çizelge 2). Toprak serilerinin toplam alanı (yerleşim bölgeleri toprak serilerinden çıkarıldıktan sonra) 68744 ha'dan, 1589 ha azalış ile 67155 ha alana gerilemiş olup; tüm serilerin alansal değişimi içindeki kaybı %2,31 olarak bulunmuştur.

Yıllar içerisinde yerleşim birimlerinin alanında artış gözlenirken, toprak serilerinin alanlarında buna paralel olarak bir azalma meydana gelmiştir. Çatalhöyük serisi topraklarında 1980 yılından 2015 yılına kadar geçen sürede % 22 (44 ha) azalma tespit edilmiştir. Bu durumun en önemli sebebi, zaman içerisinde gelişen Ceyhan ilçe merkezinin Çatalhöyük serisi topraklarının üzerinde genişlemesidir. Zaman içerisinde en fazla alansal kayıp 529 ha ile İslamoğlu serisinde görülmektedir. Bunun yanı sıra Doruk, Hamidiye, Mustafabeyli ve Veysiye serilerinin alanlarında herhangi bir değişim tespit edilmemiştir. Ceyhan serisinin toplam alan içerisindeki yüzdesi %16.27 dir. Çalışma bölgesinde en fazla alan kaplayan Ceyhan serisi topraklarının bölgenin kuzeydoğusunda yoğun olarak bulunduğu görülmüştür ve Ceyhan Nehri kıyılarında ağırlıklı olarak genç nehir bankları üzerinde oluşmuş olan Ceyhan serisi topraklarının varlığı gözlemlenmiştir (Şekil 4). Serilerin çalışma sahası içindeki dağılımları incelendiğinde en fazla dağılım gösteren seri Ceyhan (10.927 ha) serisidir. Sırasıyla bu seriyi; “Kösreli (8620 ha),”Burhanlı (7973 ha), “Kırmıtlı (6599 ha),” “Körkuyu (5187 ha)” serileri takip etmektedir (2015 yılındaki alanlar dikkate alınmıştır).



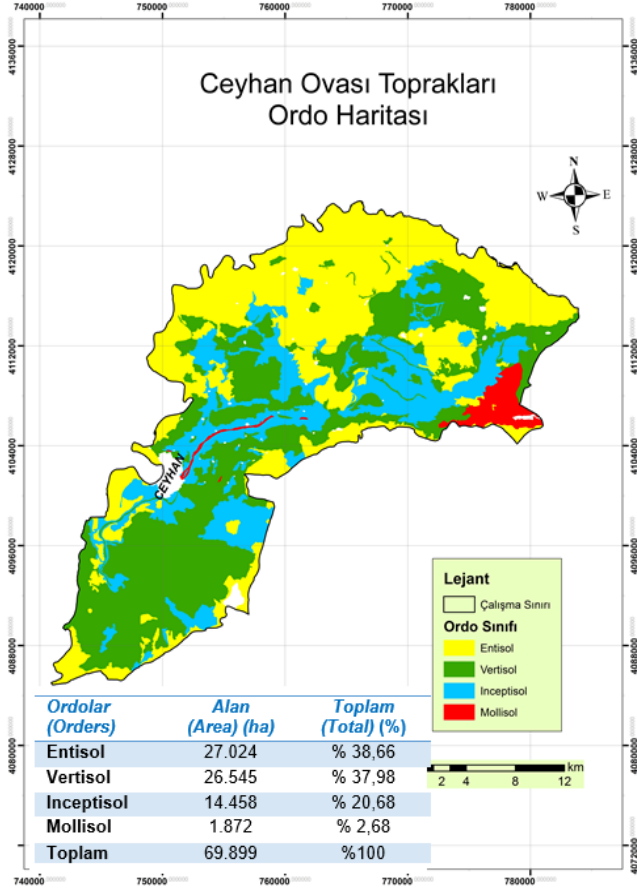
Şekil 4. Ceyhan Ovası Toprak Serileri Haritası  
Figure 4. Ceyhan Plain Soil Series Map

En fazla azalan serilerden ikisi İslamoğlu ve Çatalhöyük serileridir. İslamoğlu serisi toprakları iyi drenajlı, derin ve üst toprağı çok az kireçli topraklar

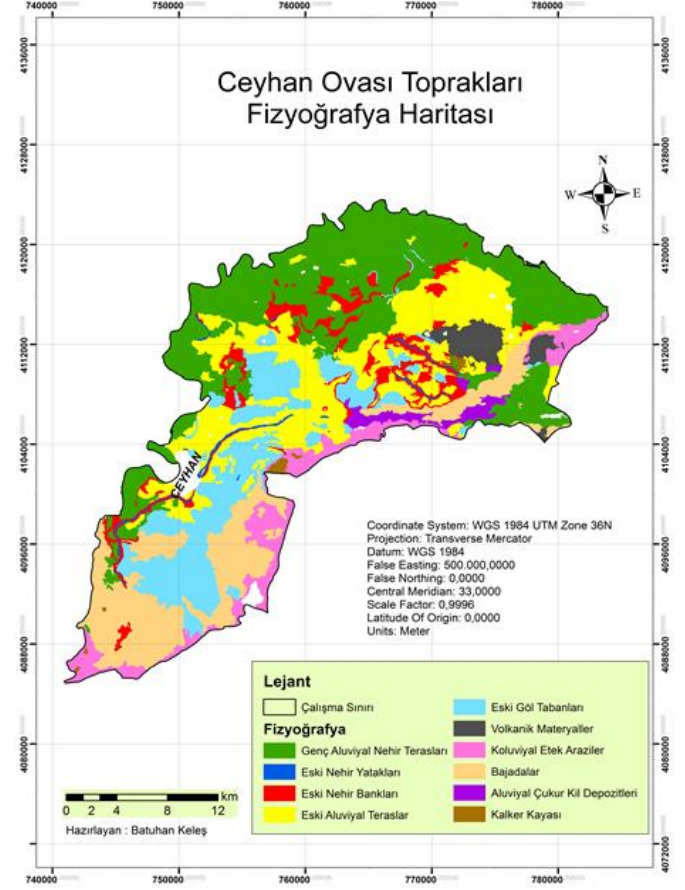
olduğundan tek yıllık kültür bitkileri ve pamuk yetiştirilmesinde hiçbir sorun göstermeyen topraklardır. Alt toprağında Calcic horizon bulunması ve kil içeriğinin fazla olması nedeniyle bitki köklenme derinliği sınırlandırıldığından derin köklü bahçe bitkileri için az elverişli topraklardır (Özbek ve ark., 1981). Özellikle, son 20 yılda pamuk üretiminin azalması, Çukurova ve Ceyhan Ovası topraklarında pamuk üretiminin pazar payının eskiye oranla çok fazla düşmesi nedeniyle, üreticiler narenciye gibi daha çok kar getiren ürünleri tercih etmeye başlamışlardır. Nitekim, 2008 ve 2016 yılları arasında patates, yonca ve mısır gibi tahıl ve diğer bitkisel ürünlerin üretimi yaklaşık olarak 275.000 dekar (da) azalmasına rağmen, turunçgil grubunun başını çektiği meyve, içecek ve baharat bitkileri ekilen alanlar yaklaşık olarak 10.000 dekar (da) artmıştır (TÜİK, 2017). Ceyhan ilçesi yakınlarında eski nehir yatağında 100-200 m genişliğinde yer alan Çatalhöyük serisi toprakları, tahıllar ve hafif tekstürlü toprak isteği olmayan yem bitkileri ve endüstri bitkileri için uygun topraklardır. İslamoğlu serisine benzer şekilde, drenaj yetersizliği köklenme derinliğini kısmen sınırlamaktadır. Bu nedenle, meyve ve bahçe bitkileri için çok uygun olmayan topraklardır. Buna karşılık bu seri toprakları, her türlü tarla tarımına uygun olan mutlak tarım arazileridir. Ceyhan ilçesi şehir merkezine yakın olması, yerleşim yerlerinin bu seri toprakları üzerinde gelişmesinde en etkili faktör olmuştur.

#### Çalışma alanının topraklarının ordoları ve fizyografik birimleri

Bu çalışmada, yerleşim alanlarının hangi seriler üzerinde genişlediği ve alansal değişiminin ne derece etkili olduğunun yanı sıra, ilgili alanların hangi toprak ordoları ve fizyografik birimler üzerinde bulunduğu da belirlenmiştir. Bu amaçla, toprak serilerinin dahil olduğu ordoları (Şekil 5) ve serilerin hangi fizyografik üniteler üzerinde bulunduğunu gösteren fizyografik birim haritaları üretilerek (Şekil 6), alansal dağılımları saptanmıştır (Çizelge 3). Çalışma alanında; Entisol, Vertisol, Inceptisol ve Mollisol olmak üzere dört ordo belirlenmiştir (Özbek ve ark., 1981). Çalışma alanının 27.024 ha'lık kısmı, çalışma alanında tanımlanan en yaygın ordo olma özelliğini taşıyan Entisoller olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanının, Ceyhan nehrinin genç alüviyal depozitleri üzerinde bulunması nedeniyle toprak oluşum işlemlerinin çok fazla etkisi altında kalmamış olması ve dolayısıyla iyi profil gelişimi göstermemesi, alanındaki Entisol ordosunun yaygın dağılımını açıklar niteliktedir. Bunu sırasıyla; Vertisoller (26.945 ha) ve Inceptisoller (14.458 ha) takip etmektedir.



Şekil 5. Ceyhan Ovası Topraklarının Ordo Haritası (1980).  
Figure 5. Ordo Map of Ceyhan Plain Soils (1980).



Şekil 6. Ceyhan Ovası Topraklarının Fizyografya Haritası  
Figure 6. Physiography Map of Ceyhan Plain Soils

Çizelge 3. Çalışma alanının fizyografik sınıfları, alansal ve oransal dağılımları

Table 3. Physiographic classes, spatial and proportional distributions of the study area

Fizyografik Sınıflar (Physiographic Classes)	Alan (Areas) (ha)	Toplam alan içerisindeki yüzdesi (Percentage in total area (%))
Genç Aluviyal Nehir Terasları	21 925	% 31.37
Eski Aluviyal Teraslar	14 501	% 20.75
Bajadalar	10 426	% 14.92
Eski Göl Tabanları	10 164	% 14.54
Koluviyal Etek Araziler	4617	% 6.61
Eski Nehir Bankları	4473	% 6.40
Volkanik Materyaller	1844	% 2.64
Aluviyal Çukur Kil Depozitleri	1174	% 1.68
Eski Nehir Yatakları	489	% 0.70
Kalker Kayası	284	% 0.39

Özbek ve ark. (1981), çalışma alanı topraklarının bir bölümünün (özellikle güneybatı kısmında), fazla kil içeren, yağışsız geçen yaz aylarında çatlayan ve yağış aldığında şişen özellikte olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum Vertisol toprakların oluşumunu ve dağılışını destekler niteliktedir. Mollisoller ise çalışma alanının güneydoğu'sunda lokal bir alanda tanımlanmıştır (1872 ha). Ceyhan şehir merkezi, eski nehir terasları ve bankları üzerinde yer alan Inceptisol ordosunun yaygın olarak bulunduğu bir bölgede kurulmuştur. Bu

nedenle zaman içerisinde en fazla değişim İslamoğlu serisinin içinde yer aldığı Inceptisol ordosunda görülmektedir. Fizyografik birimler açısından incelendiğinde; çalışma alanının büyük bir kısmı (21.925 ha) genç alüviyal nehir terasları üzerinde bulunmaktadır ve çalışma alanının kuzeydoğu'sunda yer almaktadır. Ceyhan şehir merkezinin de üzerinde bulunduğu eski nehir teraslar (14.501 ha) genç nehir teraslardan sonra en yaygın fizyografik birim olma özelliğini taşır.



### Yerleşim Birimleri ve Ceyhan İlçe Merkezinin Alansal Değişimleri

Bölgenin yıllar içerisinde gelişimine paralel olarak, yerleşim birimlerinin alansal artış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma alanı sınırları içerisinde 63 yerleşim birimi bulunmaktadır ve bunlardan 16 yerleşim biriminde hiçbir değişim görülmemiştir (Çizelge 4). Yerleşim birimleri 1980 yılında toplam olarak 1736 ha alan kaplarken, 35 yıl boyunca yaklaşık %93 artış ile 2015 yılında 3361 ha'ya ulaşmıştır. Ceyhan ilçe merkezinin kapladığı alan 1980 yılında 628 ha iken 2015 yılında 1622 ha olmuş ve bu oransal olarak yaklaşık %158'lik (994 ha) bir

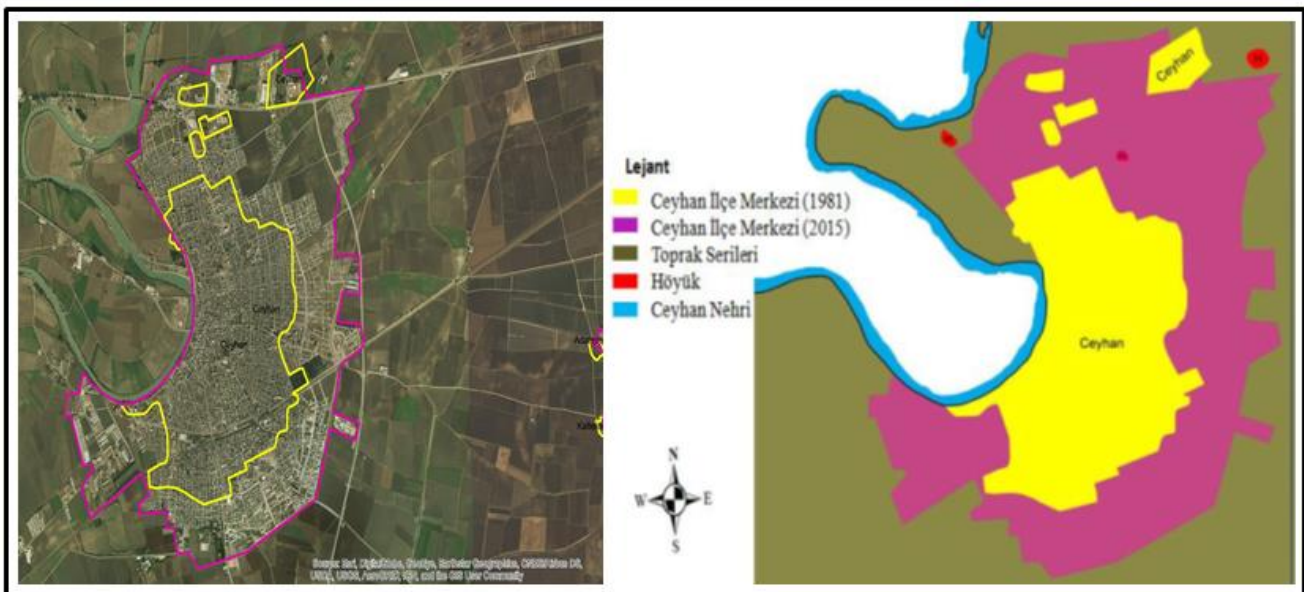
artışa karşılık gelmektedir. Bunun yanı sıra "Toprakkale", "Cevdetiye" ve "Doruk" yerleşim alanlarının zaman içerisinde sahip oldukları alanların daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, çalışma sahası içerisinde kalan ve sayısallaştırılan alanlardan yapılan hesaplamaların, özellikle Toprakkale yerleşim alanı üzerinde değişime etkisinin daha fazla olduğunu ve bu değişimi net olarak yansıtılmadığını göstermektedir. Yani daha net bir ifadeyle, söz konusu alanların bir bölümü çalışma alanları dışında kaldığı için alansal değişim sadece sayısallaştırma işlemi yapılan çalışma alanı dikkate alınarak yapılmış ve dışında kalan alanlar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çizelge 4. Yerleşim Yerlerinin Alansal Değişimleri (1980-2015)

Table 4. Spatial Changes of Settlements (1980-2015)

Yerleşim Yerleri (Settlements)	Alan (Areas) (1981) (ha)	Alan (Areas) (2015) (ha)	Değişim (Variation) (ha)
Aslanpınar Köyü	10	34	24
Azizli	9	14	5
Burhanlı	19	37	18
Cevdetiye	10	41	31
Ceyhan Şehir Merkezi	628	1622	994
Değirmendere	8	8	0
Dikilitaş	11	11	0
Doruk	7	22	15
Haliliye	32	66	34
Kale Mahallesi	18	47	29
Kırmıtlı	59	76	17
Kösreli	40	76	36
Maymunsuyu	19	60	41
Mustafabeyli	42	80	38
Tatarlı	12	32	20
Toprakkale	38	146	108
Toplam Alan *	1736	3361	1625

\*Tabloda yer verilmeyen diğer yerleşim alanları dahil edilmiştir.



Şekil 7. Yıllar İçerisinde Ceyhan İlçe Merkezinin Alansal Değişimi (1980-2015)

Figure 7. Spatial Change of Ceyhan District Center in the Years (1980-2015)

Ceyhan ilçe merkezinin 1980 ve 2015 yılı alansal değişimleri Şekil 7'de gösterilmektedir. Ceyhan ilçe merkezi sınırlarının 35 yıllık süreç içerisinde yaklaşık 994 ha arttığı ve etrafındaki mutlak tarım arazilerini işgal ettiği tespit edilmiştir. İlçe merkezindeki alansal artışa paralel şekilde tarım arazilerinin alanlarının da azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum tarım arazileri üzerindeki yapılaşma baskısını da ayrıca ortaya koymuştur. Büyüme potansiyelinde olan Ceyhan ilçe merkezi Ceyhan Ovası'nda tanımlanan toprak serilerine doğru önemli bir genişleme göstermektedir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada, 1980 ve 2015 yılları arasındaki alansal değişim belirlenmiştir. Vektörel çizimler üzerinden elde edilen toplam 28 adet toprak serisinin alanları raster veriye dönüştürüldükten sonra hesaplanmıştır. Zaman içerisinde alansal değişimin tespiti için yerleşim kesimlerinin içerisinde kalan toprak serilerinin alanları çıkarılarak hesaplamalar yapılmıştır. Toprak serilerinin toplam alanı (yerleşim bölgeleri toprak serilerinden çıkarıldıktan sonraki alan) 68744 ha'dan, 1589 ha azalış ile 67155 ha alana gerilemiştir. Bu duruma neden olan en büyük etken, zaman içerisinde büyüyen Ceyhan ilçe merkezinin etrafındaki mutlak tarım arazileri üzerinde genişlemesidir. Oluşturulan toprak bilgi sistemi, Ceyhan ovası topraklarının fiziksel, kimyasal ve morfolojik özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile entegre edilmesine olanak sağlamıştır. Örnek olarak çalışma alanında en fazla alan kaplayan Ceyhan serisi topraklarının daha çok ovanın kuzeydoğusunda yayılım gösterdiği ve Ceyhan nehrinin genç nehir bankları üzerinde oluşması nedeniyle ağırlıklı olarak Ceyhan nehir yatağına yakın alanlarda konumlandığı görsel ve sayısal olarak kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Toprak özelliklerinin sonuçlarının yanı sıra, ovada bulunan çeşitli yerleşim bölgelerinin alanlarının 35 yıllık süreçte 1625 hektar arttığı tespit edilmiştir. Bu alansal artışta "Ceyhan" (994 ha artış) ve "Toprakkale (108 ha artış)" yerleşim merkezlerinin ekonomik, tarımsal ve insan popülasyonu bakımından artışı, önemli ölçüde mevcut duruma etki eden faktörlerdir. Sürdürülebilir arazi yönetimi açısından bakıldığında bu yerleşim birimlerinin etrafındaki mutlak tarım arazilerine doğru büyümesinin önüne geçilmesi için geleceğe yönelik önlemlerin zaman geçirilmeden alınmasının zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

Toprak bilgi sistemi sayesinde, toprakların zamansal ve alansal değişimleri incelenerek, yerleşim alanları ve haritalandırılan toprak serilerinin güncel durumları ön plana çıkarılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri ile uyumlu bir şekilde kurulan söz konusu sistem, topraklara ait verilerin, tarım ve şehir

planlama uygulamalarında altlık olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Kurulan toprak bilgi sisteminin Ceyhan Ovası'nın sürdürülebilir tarımsal gelişimine katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Bu çalışma, 35 yıllık zaman aralığında tarım topraklarının hangi amaçlarla tarım dışına çıkarıldığını, tarımsal kullanımı sınırlayan temel sebepleri ve zaman faktörüne bağlı olarak alansal değişimin boyutunu göstermiştir. Gelecek çalışmalar, zamansal değişimin alansal değişime etkisinin yanı sıra, bölge için tarımsal ve çevresel öneme sahip toprakların daha kısa zaman aralıklarında detaylı olarak incelenmesini ve sonuçların sosyal, ekonomik ve çevresel yönden etkilerinin değerlendirilerek ilgili özel planlama kuruluşları ve devlet kurumlarıyla paylaşılmasını açısından büyük önem arz etmektedir. Toprak yönetim ve koruma planlamalarının hassas şekilde oluşturulması ve toprak koruma projeleri ile tarım arazilerinin korunması ve yeteneklerine uygun sınıflandırılan tarım topraklarının sürdürülebilirliği anlamında, arazi değerlendirme ve planlama çalışmaları ile sonraki süreçlerde ilçe merkezinin planlama ve tarımsal potansiyeli yüksek olan toprakların korunması amacıyla yapılacak çalışmalara yol gösterecektir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Anonim 2005. Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu, 19 Temmuz 2005 Tarihli Resmi Gazete. Sayı: 25880. Kanun No: 5403. Kabul Tarihi: 03.07.2005.
- Anonim 2017. Adana İli Sosyal ve Ekonomik Gelişim Raporu (TÜİK 2017 Verileri) [http://www.ceyhanto.org.tr/veriler/bilgi\\_bankasi/2017\\_sosyo\\_ekonomik\\_rapor](http://www.ceyhanto.org.tr/veriler/bilgi_bankasi/2017_sosyo_ekonomik_rapor).
- Anonim 2019. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İl ve İlçelerin İstatistikleri. [https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler\\_istatistik.aspx?m=ADANA](https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler_istatistik.aspx?m=ADANA)
- Ateşoğlu A, Tunay M, Topan H, Oruç M 2007. Uydu Görüntüleri Bilgi İçeriğinin Ormancılık Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi. Orman Kaynaklarının İşlevleri Kapsamında Darboğazları, Çözüm Önerileri ve Öncelikler 17-19 Ekim 2007, İstanbul.
- Bayar R, Karabacak K 2017. Ankara İli Arazi Örtüsü Değişimi (2000-2012). Coğrafi Bilimler Dergisi, 15 (1): 59-76. DOI: 10.1501/Cogbil\_0000000181

- Demirel B , Şenol S 2019. Hızlı Büyüme Potansiyeline Sahip Yerleşim Alanlarının Detaylı Toprak Etütleri ve Arazi Değerlendirmeleri: Mustafalar Köyü Örneği, Adana. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi , 29 (4) : 711-721.
- Döker MF, Gül A 2019. Adapazarı'nda Şehirsel Büyüme Süreci ve Arazi Kullanım Değişiminin İzlenmesi. Türk Coğrafya Dergisi (73): 6778. DOI:10.17211/tcd.616796
- Karabulut M, Küçükönder M, Gürbüz M, Sandal EK 2006. Kahramanmaraş Şehri ve Çevresinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak İncelenmesi. 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 13 – 16 Eylül 2006 : 1-8. İstanbul: Fatih Üniversitesi.
- Kaya Ö, Toroğlu E 2015. Monitoring Urban Development of Kayseri and Change Detection Analysis (Kayseri'nin Şehirsel Gelişiminin İzlenmesi Ve Değişim Analizi). Türk Coğrafya Dergisi (65): 87-96. 10.17211/Tcd.37722.
- Keleş B 2019. Ceyhan Ovası Toprak Bilgi Sisteminin Oluşturulması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 163 s.
- Özbek H, Dinç U, Güzel N, Kapur S, Şenol S, 1981. Ceyhan Ovası Topraklarının Genesisi, Önemli Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Sınıflandırılması Üzerinde Araştırmalar. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Subtropik Bölge Toprak-Bitki Besleme Araştırma Ünitesi, Proje No: Subtunit/6. Ankara Üniversitesi Matbaası, Adana, 174 sy.
- Soil Survey Staff, 1975. Soil Taxonomy. (Agriculture Handbook, 436). U.S. Government, Printing Office, Washington, D.C, 754 pp.
- Sönmez NK, Sarı M, Aksoy E 2019. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Sürdürülebilir Arazi Yönetimi ve Toprak Koruma Planının Oluşturulması: Antalya Altınova Örneği. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20 : 11-22.
- Sönmez M 2012. Adana Şehrinin Alansal Gelişimi ve Yakın Çevresinin Arazi Kullanımında Meydana Gelen Değişimler. Türk Coğrafya Dergisi, 57: 55-69.
- Şenol S, Aksoy E, Çullu MA, Bayramın İ, Kılıç Ş, Dingil M, Koca, YK 2010. Türkiye'de Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu Gereği Yapılması Zorunlu Toprak Etütleri ve Önemi. Ziraat Mühendisliği VII Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara, Türkiye.
- Şenol S 2012. Tarım Topraklarının Kullanımı ve Korunması. Küresel Krizin Eşiğinde Tarım Sempozyum. 11-15 Ocak 2012, ss.100-100, Ankara, Türkiye.

## Effects of Methyl Jasmonate and Modified Atmosphere Packaging on Physical and Mechanical Characteristics of Apricot Fruit During Cold Storage

Berrak ASLANTÜRK<sup>1\*</sup>, Ebubekir ALTUNTAŞ<sup>2</sup>, Burhan ÖZTÜRK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği, Adana, <sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat, <sup>3</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu

\*<https://orcid.org/0000-0002-9866-5435>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3835-1538>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-0867-3942>

✉: ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

### ABSTRACT

In this study, the effects of methyl jasmonate [MeJA (0.5 and 1.0 mmol L<sup>-1</sup>)] and modified atmosphere packaging (MAP) applications on the physical and mechanical properties of 'Precoce de Thyrinthe' apricot variety during cold storage were investigated. Fruit were stored at 0±0.5°C and 90±5% relative humidity for 20 days. Physical properties of apricot such as geometric mean diameter, sphericity, surface area, bulk and fruit densities; mechanical properties such as puncture-compression forces and friction coefficient were determined. It was observed that MeJA application did not produce a significant difference on the size characteristics of apricot compared to the harvest period. Regarding the storage time, decreases were observed in the change of compression force results obtained from the X-, Y- and Z- axes according to the increase in the storage time. Effect on the puncture force on three axes showed a lower tendency to decrease in MAP application than in the harvest period compared to the application without MAP. The coefficient of friction on laminate and galvanized sheet surfaces was lower than PVC, plywood and rubber surfaces.

### Research Article

#### Article History

Received : 17.05.2020

Accepted : 21.10.2020

#### Keywords

Geometric mean diameter

Bulk density

Compression and puncture test

Coefficient of friction

## Metil Jasmonat ve Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Soğukta Muhafaza Süresince Kayısı Meyvesinin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkileri

### ÖZET

Bu çalışmada, metil jasmonat (MeJA) için, 0.5 ve 1.0 mmol L<sup>-1</sup> dozları ile modifiye atmosfer paketleme (MAP) uygulamalarının soğukta muhafaza süresince 'Precoce de Thyrinthe' kayısı çeşidinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Meyveler, 0±0.5°C ve % 90±5 oransal nemde 20 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Kayısı meyvesinin fiziksel özellikleri olarak; geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, ağırlık, yığın hacim ağırlığı, meyve hacim ağırlığı, mekanik özellikleri olarak; delme ve sıkıştırma kuvvetleri ve sürtünme katsayısı incelenmiştir. MAP uygulamasının istatistiksel olarak uzunluk, genişlik ve kalınlık parametreleri üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur. MeJA uygulamasının kayısı meyvesinin boyut özellikleri üzerinde, hasat dönemine göre önemli bir farklılık meydana getirmediği görülmüştür. Depolama süresinin boyutsal parametreler üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Genel olarak, MAP uygulanan meyvelerde hasat dönemine göre yığın hacim ağırlığı değerlerindeki azalmanın daha az olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresiyle ilgili olarak depolama süresi artışına göre sıkıştırma testi sonucu X-, Y- ve Z- ekseninden elde edilen sıkıştırma kuvveti sonuçlarının değişiminde azalmalar gözlenmiştir. X-, Y- ve Z- eksenlerindeki delme kuvvetine etkisi MAP'siz uygulamaya göre, MAP'lı uygulamada, hasat dönemine göre daha düşük düzeyde bir azalma eğilimi göstermiştir. Laminant ve galvaniz sac yüzeylerindeki sürtünme katsayısının, PVC, kontrplak ve lastik yüzeylerine göre daha düşük değerler vermiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 17.05.2020

Kabul Tarihi : 21.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Geometrik ortalama çap,

Yığın hacim ağırlığı

Sıkıştırma ve delme testleri

Sürtünme katsayısı

**To Cite :** Aslantürk B., Altuntaş E., Öztürk, B., 2021. Effects of methyl jasmonate and modified atmosphere packaging on physical and mechanical characteristics of apricot fruit during cold storage. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 632-640. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.738997.

## INTRODUCTION

Having high  $\beta$ -carotene and lycopene activity, apricot may prevent heart diseases. It regulates digestive conditions such as constipation and diverticulitis and is an excellent food for anemia due to its rich and valuable fiber source and high iron content (Vardi et al., 2008). However, quality losses occur after harvest due to many factors. In order to reduce these losses, growth regulators are used as a tool (Karaman et al., 2013).

Plant growth regulators are natural or synthetic compounds capable of controlling multiple physiological events within the plant, which are natural or synthetic compounds that affect fruit yield and quality, ripening process and post-harvest storage and shelf life. One of these compounds is methyl jasmonate (Öztürk 2012; Karaman et al., 2013; Öztürk et al., 2014).

Methyl jasmonate (MeJA), is an inducer of plant defense, regulation of certain cellular events such as aging, fruit ripening and ethylene synthesis and an inhibitor in cellular development, such as seed germination, pollination, and root development (Rohwer and Erwin, 2008). In a research carried out on apricot fruit (Ezzat et al., 2017), MeJA has been observed to significantly delay fruit quality losses during storage and shelf life. There are also studies reporting that MeJA has a significant effect on post-harvest quality preservation in fruit species such as cherry, mango, guava and pomegranate (Gonzalez-Aguilar et al., 2003; Sayyari et al., 2011; Saracoglu et al., 2017).

Modified atmosphere packaging (MAP) is a post-harvest technology used to reduce fruit quality loss during cold storage. The fruit placed in the packaging breathe carbon dioxide and use the oxygen in the environment. In this process, respiration is suppressed due to decreased oxygen and increased carbon dioxide and losses are reduced. With the spread of this method, quality losses in fresh fruit and vegetables are reduced and market value increases (Ozturk et al., 2019).

During the period until the transportation of agricultural materials to the market after harvest and post-harvest technological processes; significant changes in physical and mechanical properties are observed. Physical, mechanical and chemical properties of agricultural materials may vary depending on species and varieties, aquaculture system, environmental conditions such as light and temperature, harvest time, storage conditions and cultural processes in development regulators (Shin et al., 2008).

In this study, it was aimed to determine the effect of MeJA and modified atmosphere packaging applications on some physical and mechanical properties of 'Prococe de Thyrinthe' apricot variety during cold storage.

## MATERIALS and METHODS

The material of the study consisted of fruit of 12 year-olds 'Precoce de Thyrinthe' cultivar grafted on wild apricot (*Prunus armeniaca* L.) grown in orchard of Malatya Apricot Research Institute in Turkey. Irrigation, fertilization, pruning and other cultural processes during the development of trees (weed, disease and pest control etc.) were regularly conducted.

The fruit were hand-harvested (19 June 2018) at a stage of uniform size and color, and the SSC content was approximately 11% and placed in 5 kg plastic box and transferred to post-harvest physiology laboratory.

The research was designed as a randomized plot with 3 replications according to factorial design. Fruit were first divided into 3 groups. The first group (1<sup>st</sup> group) fruit (control group) were immersed only in a distilled water solution containing solvent [Triton X- 100 (0.077%), Sigma-Aldrich, Germany]. The 2<sup>nd</sup> group fruit were immersed into 0.5 mmol L<sup>-1</sup> and 3<sup>rd</sup> group fruit into 1.0 mmol L<sup>-1</sup> MeJA (Sigma-Aldrich, Germany) solution for 1 minute. Then fruit were kept in the laboratory until the surface got dry. After that, the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> group fruit were separated into 2 and one of them was packaged in a [(code: 815-AT 10 / R), (patent no. 6190710), StePac, Xtend] modified atmosphere packaging of 65 cm height, 53 cm width, 5 kg capacity, designed especially for apricot fruit; and the other one was not exposed to any application. Each case represented a repetition and 1 kg of fruit was placed.

Finally, the fruit were pre-cooled with air cooling ( $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  ve  $90\pm 5\%$  relative humidity) for 24 hours, and then the packages were closed with clips, and at  $0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  and  $90\pm 5\%$  relative humidity stored for 20 days. In addition to fruit harvest, on the 5<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> days; physical properties such as geometric mean diameter, sphericity, surface area, mass, bulk and fruit densities, and mechanical properties such puncture and compressive forces and friction coefficient were determined.

All physical measurements were made on 30 fruit with 10 parallels per repetition. Fruit length, width and thickness were measured by digital caliper (Tronic, Turkey) with a precision of 0.01 mm. The fruit mass were measured with a digital scale (Radwag, Poland) with a sensitivity of 0.001 g. Geometric mean diameter

( $D_g$ ), sphericity ( $\phi$ ), surface area ( $S$ ) ve volume ( $V$ ); calculated with the following equations (Mohsenin, 1980).

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (1)$$

$$\Phi = (D_g/L) \cdot 100 \quad (2)$$

$$S = D_g^2 \cdot \pi \quad (3)$$

$$V = [(W/6) \cdot (LWT)] \quad (4)$$

$D_g$  = Geometric mean diameter (mm),  $\Phi$ : Sphericity (%),  $S$ : Surface area (mm<sup>2</sup>),  $V$ : Volume (mm<sup>3</sup>),  $L$ : Length (mm),  $W$ : Width (mm),  $T$ : Thickness (mm).

Bulk density was determined in kg m<sup>-3</sup> by taking into account the mass of the samples by filling the fruit samples into a ¼ liter hectolitre container by heaping from a certain height (Altuntaş and Yıldız, 2007). Liquid displacement method was used to determine fruit density. Pure water was added to the tare-grade cup and the liquid displacement value was determined in terms of fruit density, fruit mass and fruit volume values in kg m<sup>-3</sup> (Mohsenin, 1980).

For mechanical measurements (fruit compaction and perforation forces), a biological material tester was used. In the tests, compression and puncture tests were carried out on the fruit shell. The tester consists of 3 main components. These are fixed plates, moving plate and data acquisition unit, PC card and computer software. The movable plate is in the form of a circular table in compression tests, and in the form of a cylindrical needle in puncture tests (Yaldız, 2014). The biological material tester used in the study consists of a draw-off dynamometer with manual movement and digital display (Sundoo, SH-50, China), a digital draw-off dynamometer and a stand with measuring scale, fixed plate and a wired computer connection. Puncture and compression tests were performed. The reading values are given in N (Newtons). In the experiments, 11.1 mm steel cylindrical table with constant compression speed in compression tests and 1.2 mm steel needle in puncture tests were used with the biological material tester. The mechanical behavior of the fruit which were punctured and compacted in 3 different axes (X-, Y-, Z-) were determined by using biological material tester on apricot fruit (F) (Figure 1). Different surfaces (PVC, rubber, plywood, galvanized sheet, laminate) were used for the friction coefficient measurements of apricot fruit. For the friction measurement of fruit, the inclined table was used. The inclined table was moved with a screw arm to allow the movement of the fruit on the different friction surfaces and the inclination angle of the inclined table was used to determine the static friction coefficient when the first movement was performed (Yaldız, 2014).

For determination of moisture content of apricot fruit, the fruit were divided into two parts and kept in the oven at 105±1° C for 24 h to reach a constant mass and

moisture content (% wb) was determined according to wet base (Darıcı and Şen, 2012). The moisture content measurement value of apricot fruit harvested before the experiments was determined as 80.48% according to wet mass. Statistical analysis of the data obtained from all parameters was performed using the SPSS (V.13.0) statistical package program.

## RESULTS and DISCUSSION

### Dimensional Properties

There was no significant change in general in the dimensional properties of the fruit during cold storage. However, on day 5 measurements of storage, the length (L) value of the fruit stored in MAP and treated with MeJA was found to be significantly higher than the control fruit. When the overall means of MAP application were compared, it was found that the length, width and thickness values of fruit stored in MAP were significantly higher than those not stored in MAP (Table 1). Altuntas et al., (2012), reported that the length values of 'Fuji' apple fruit treated with MeJA before harvest were 62.56 mm to 62.52 mm; width values from 79.99 mm to 79.13 mm; the thickness values ranged from 75.45 mm to 75.56 mm. As a result of single and two applications of 0, 2000 and 4000 ppm doses 'Alar' application on 'Hasanbey' apricot cultivar 15 and 30 days after flowering, Bolat and Güleriyüz (1992), determined that 'Alar' application decreased fruit length from 53.00 mm to 49.02 mm, width values of 39.50 mm to 40.94 mm. Altuntas et al., (2013), reported that MeJA applications in plum fruit (control, 1120 mg L<sup>-1</sup> and 2240 mg L<sup>-1</sup>) showed that the length values decreased from 56.76 mm to 54.40 mm according to doses, and the thickness value was 46.00 mm to 44.96 mm decreased.

In this context, it can be stated that MeJA can affect the dimensional properties of the fruit. However, in our study, it was found that MeJA did not have a negative effect on dimensional properties of the fruit during storage and wasn't even different from control group in general. It is thought that the difference that occurred on the 5<sup>th</sup> day of storage may have occurred due to the loss of water in the fruit.

### Geometric mean diameter, sphericity and surface area

In Precoce de Thryinthe apricot cultivar, significant effect of MAP application on geometric mean diameter ( $D_g$ ), sphericity ( $\phi$ ) and surface area (SA) was observed. In particular, a significantly higher geometric diameter, sphericity and surface area were obtained (P <0.01) from the fruit stored in MAP. However, the effect of MeJA applications on all these properties during storage was generally found to be no different from control. At the end of the storage period (day 20), the effect of MeJA application was not significant for all properties (Table 2).

Table 1. Effects of MAP and MeJA applications, and storage times on size dimensions of ‘Precoco de Thyrinthe’ apricot fruits

*Çizelge 1. MAP ve MeJA uygulamaları ile muhafaza süresinin ‘Precoco de Thyrinthe’ kayısı meyvelerinin boyut özelliklerine etkileri*

Size dimension	MAP	MeJA application	Harvest	Storage period (days)				Mean	
				5	10	15	20		
L (mm)	With	Control	35.63±0.49	34.56±0.38b**	34.46±0.38 <sup>ns</sup>	34.01±0.43 <sup>ns</sup>	35.29±0.08 <sup>ns</sup>	34.45±0.25a**	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	35.63±0.49	35.25±0.27a	33.72±0.33 <sup>ns</sup>	33.12±0.18 <sup>ns</sup>	35.19±0.12 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	35.63±0.49	35.45±0.39a	33.71±0.25 <sup>ns</sup>	33.31±0.25 <sup>ns</sup>	35.36±0.47 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	35.63±0.49	35.04±0.44 <sup>ns</sup>	33.06±0.10 <sup>ns</sup>	32.10±0.22 <sup>ns</sup>	34.59±0.16 <sup>ns</sup>		33.77±0.39b
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	35.63±0.49	35.39±0.12 <sup>ns</sup>	32.83±0.07 <sup>ns</sup>	32.36±0.32 <sup>ns</sup>	35.16±0.30 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	35.63±0.49	35.27±0.13 <sup>ns</sup>	32.99±0.26 <sup>ns</sup>	31.95±0.26 <sup>ns</sup>	34.55±0.27 <sup>ns</sup>		
W (mm)	With	Control	34.86±0.21	33.80±0.32 <sup>ns</sup>	34.13±0.05 <sup>ns</sup>	34.54±0.21a**	34.43±0.36 <sup>ns</sup>	34.03±0.15a**	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	34.86±0.21	34.36±0.38 <sup>ns</sup>	33.91±0.41 <sup>ns</sup>	33.65±0.10b	34.24±0.03 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	34.86±0.21	34.02±0.23 <sup>ns</sup>	33.46±0.27 <sup>ns</sup>	32.71±0.07c	34.12±0.55 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	34.86±0.21	33.60±0.17b*	32.98±0.24 <sup>ns</sup>	32.19±0.16 <sup>ns</sup>	32.65±0.20 <sup>ns</sup>		32.84±0.25b
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	34.86±0.21	33.93±0.25ab	33.25±0.24 <sup>ns</sup>	31.69±0.22 <sup>ns</sup>	32.80±0.43 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	34.86±0.21	34.61±0.19a	31.98±0.70 <sup>ns</sup>	32.04±0.21 <sup>ns</sup>	32.31±0.28 <sup>ns</sup>		
T (mm)	With	Control	32.30±0.11	31.70±0.39 <sup>ns</sup>	32.07±0.02a*	32.12±0.16a**	30.12±1.15 <sup>ns</sup>	31.50±0.19a**	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	32.30±0.11	31.95±0.21 <sup>ns</sup>	31.44±0.14b	30.59±0.35b	32.05±0.09 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	32.30±0.11	31.89±0.27 <sup>ns</sup>	31.41±0.25b	30.85±0.20b	31.79±0.15 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	32.30±0.11	31.53±0.19 <sup>ns</sup>	31.16±0.15 <sup>ns</sup>	30.04±0.11a*	29.95±0.12b*		30.47±0.30b
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	32.30±0.11	31.80±0.26 <sup>ns</sup>	30.50±0.19 <sup>ns</sup>	29.65±0.57a	30.70±0.22a		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	32.30±0.11	32.18±0.06 <sup>ns</sup>	29.49±0.66 <sup>ns</sup>	28.61±0.48b	29.96±0.13b		

\*\*: $p < 0.01$ , \*: $p < 0.05$ , ns: not significant. The difference between the same letters in the same column is insignificant. Number following ± are standard errors

Table 2. Effects of MAP and MeJA applications and storage times on some geometric properties of ‘Precoco de Thyrinthe’ apricot fruits

*Çizelge 2. MAP ve MeJA uygulamaları ile muhafaza süresinin ‘Precoco de Thyrinthe’ kayısı meyvelerinin bazı geometrik özellikleri üzerine etkileri*

Geometric dimension	MAP	MeJA application	Harvest	Storage period (days)				Mean	
				5	10	15	20		
Dg (mm)	With	Control	28.26±0.1	27.41±0.30 <sup>ns</sup>	28.00±0.15 <sup>ns</sup>	28.18±0.30a**	27.19±0.60 <sup>ns</sup>	27.41±0.13a**	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	28.26±0.1	27.34±0.43 <sup>ns</sup>	27.50±1.41 <sup>ns</sup>	26.82±0.23b	27.72±0.16 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	28.26±0.1	27.36±0.34 <sup>ns</sup>	27.24±0.51 <sup>ns</sup>	26.55±0.15b	27.57±0.40 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	28.26±0.1	26.89±0.11b*	26.62±0.24a*	25.79±0.22 <sup>ns</sup>	25.87±0.22 <sup>ns</sup>		26.15±0.26b
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	28.26±0.1	27.21±0.28ab	26.51±0.19a	25.10±0.23 <sup>ns</sup>	26.22±0.37 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	28.26±0.1	27.82±0.05a	25.57±0.31b	24.64±0.47 <sup>ns</sup>	25.58±0.33 <sup>ns</sup>		
Φ (%)	With	Control	0.810±0.0	0.807±0.003 <sup>ns</sup>	0.808±0.006 <sup>ns</sup>	0.806±0.004 <sup>ns</sup>	0.808±0.010 <sup>ns</sup>	0.805±0.006a*	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.810±0.0	0.799±0.004 <sup>ns</sup>	0.807±0.032 <sup>ns</sup>	0.797±0.005 <sup>ns</sup>	0.805±0.004 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.810±0.0	0.806±0.005 <sup>ns</sup>	0.805±0.009 <sup>ns</sup>	0.870±0.007 <sup>ns</sup>	0.808±0.002 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	0.810±0.0	0.800±0.005 <sup>ns</sup>	0.807±0.001 <sup>ns</sup>	0.801±0.003 <sup>ns</sup>	0.794±0.003 <sup>ns</sup>		0.797±0.002b
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.810±0.0	0.801±0.002 <sup>ns</sup>	0.797±0.002 <sup>ns</sup>	0.794±0.006 <sup>ns</sup>	0.799±0.006 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.810±0.0	0.804±0.003 <sup>ns</sup>	0.789±0.028 <sup>ns</sup>	0.781±0.010 <sup>ns</sup>	0.793±0.003 <sup>ns</sup>		
SA (mm <sup>2</sup> )	With	Control	2513.6±35	2363.9±53.7 <sup>ns</sup>	2469.2±26.5 <sup>ns</sup>	2490.2±51.9 <sup>ns</sup>	2328.9±102.0 <sup>ns</sup>	2366.9±21.9a*	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	2513.6±35	2359.1±71.7 <sup>ns</sup>	2383.0±42.7 <sup>ns</sup>	2266.9±37.4 <sup>ns</sup>	2422.2±26.9 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	2513.6±35	2358.1±59.1 <sup>ns</sup>	2338.4±87.4 <sup>ns</sup>	2222.9±30.0 <sup>ns</sup>	2400.4±64.7 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	2513.6±35	2278.8±15.8b*	2230.7±40.0a*	2094.1±36.3 <sup>ns</sup>	2109.8±39.3 <sup>ns</sup>		2160.9±42.8b
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	2513.6±35	2338.7±48.7ab	2214.9±30.0a	1989.2±35.6 <sup>ns</sup>	2176.8±70.4 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	2513.6±35	2437.7±7.2a	2078.4±67.8b	1918.6±70.4 <sup>ns</sup>	2062.8±49.7 <sup>ns</sup>		

\*\*: $p < 0.01$ , \*: $p < 0.05$ , ns: not significant. The difference between the same letters in the same column is insignificant. Number following ± are standard errors.

Altuntas et al., (2012), explained that by applying MeJA control, 1120 mg L<sup>-1</sup>, 2240 mg L<sup>-1</sup> and 4480 mg

L<sup>-1</sup> in post-harvest period, the geometric mean diameter values were in the range of 71.36 mm to 69.97 mm in 'Fuji' apple cultivar; the sphericity value

according to the control application was ranging between 2.53 and 7.99% respectively; the surface area values increased initially due to increased doses of MeJA, then decreased and the values changed to 161.32 cm<sup>2</sup>, 168.16 cm<sup>2</sup> and 158.11 cm<sup>2</sup> through MeJA applications, respectively. In the literature, it has been observed that the geometric mean diameter values have decreased with MeJA applications, while the results obtained in the literature are similar to those obtained in the literature, it is seen that there is a decrease in the surface area values in general in terms of MeJA and therefore there is a difference compared to the literature findings.

### Volumetric properties

When the overall averages of MAP application were evaluated, the effect of MAP on mass (M, g) and volume (V, mm<sup>3</sup>) values of apricot fruit was found to be significant (P <0.01). However, the effect of MAP on bulk and fruit densities was insignificant. When the effect of MeJA applications was examined, it was observed that the values of the applications were generally at the same level as the control group. Looking at the data obtained in the last measurement period, it was seen that the volumetric properties of the MeJA treated fruit were similar to those of the control fruit (Table 3).

Table 3. Effects of MAP and MeJA application and storage time on volumetric properties of ‘Precoce de Thyrinthe’ apricot fruits

Çizelge 3. MAP ve MeJA uygulamaları ile muhafaza süresinin ‘Precoce de Thyrinthe’ kayısı meyvelerinin hacimsel özellikleri üzerine etkileri

Volumetric properties	MAP	MeJA application	Harvest	Storage period (days)				Mean
				5	10	15	20	
M (g)	With	Control	20.27±0.27	19.66±0.42 <sup>ns</sup>	19.85±0.34 <sup>ns</sup>	20.10±0.44 <sup>a*</sup>	19.86±0.42 <sup>ns</sup>	19.45±0.11 <sup>a**</sup>
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	20.27±0.27	19.12±0.57 <sup>ns</sup>	19.43±6.28 <sup>ns</sup>	19.03±0.28 <sup>b</sup>	19.65±0.26 <sup>ns</sup>	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	20.27±0.27	19.30±0.42 <sup>ns</sup>	19.20±0.78 <sup>ns</sup>	18.77±0.25 <sup>b</sup>	19.43±0.45 <sup>ns</sup>	
	Without	Control	20.27±0.27	18.56±0.12 <sup>ns</sup>	18.59±0.26 <sup>ns</sup>	17.93±0.31 <sup>ns</sup>	17.91±0.34 <sup>ns</sup>	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	20.27±0.27	18.90±0.31 <sup>ns</sup>	18.59±0.22 <sup>ns</sup>	17.54±0.11 <sup>ns</sup>	18.17±0.55 <sup>ns</sup>	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	20.27±0.27	19.58±0.07 <sup>ns</sup>	18.34±0.44 <sup>ns</sup>	16.64±0.53 <sup>ns</sup>	17.51±0.44 <sup>ns</sup>	
V (mm <sup>3</sup> )	With	Control	12007.8±260	10946.7±387.2 <sup>ns</sup>	11698.8±198.2 <sup>ns</sup>	11845.1±365.2 <sup>a**</sup>	10718.7±702.3 <sup>ns</sup>	10992.3±150.9 <sup>a**</sup>
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	12007.8±260	10953.0±483.8 <sup>ns</sup>	11094.3±590.3 <sup>ns</sup>	10320.8±240.6 <sup>b</sup>	11378.1±186.2 <sup>ns</sup>	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	12007.8±260	10914.1±418.5 <sup>ns</sup>	10795.1±609.6 <sup>ns</sup>	10005.4±227.1 <sup>b</sup>	11255.4±418.6 <sup>ns</sup>	
	Without	Control	12007.8±260	10382.1±89.3 <sup>b*</sup>	10032.0±268.4 <sup>ns</sup>	9133.6±237.8 <sup>ns</sup>	9243.4±275.3 <sup>ns</sup>	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	12007.8±260	10823.6±345.4 <sup>ab</sup>	9949.2±195.7 <sup>ns</sup>	8483.2±220.9 <sup>s</sup>	9775.0±543.2 <sup>ns</sup>	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	12007.8±260	11478.9±41.2 <sup>6a</sup>	9117.1±237.1 <sup>ns</sup>	8053.3±425.4 <sup>ns</sup>	8946.2±302.6 <sup>ns</sup>	
ρ <sub>b</sub> (kg m <sup>-3</sup> )	With	Control	489.92±11.4	466.7±5.74 <sup>ns</sup>	452.1±3.33 <sup>a*</sup>	444.0±2.58 <sup>ns</sup>	431.7±15.73 <sup>ns</sup>	441.7±3.13 <sup>ns</sup>
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	489.92±11.4	448.9±4.91 <sup>ns</sup>	432.6±5.08 <sup>b</sup>	435.3±1.91 <sup>ns</sup>	426.6±11.49 <sup>ns</sup>	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	489.92±11.4	445.9±6.08 <sup>ns</sup>	438.2±3.91 <sup>ab</sup>	442.1±6.41 <sup>ns</sup>	436.7±0.42 <sup>ns</sup>	
	Without	Control	489.92±11.4	458.4±2.33 <sup>ns</sup>	432.3±1.50 <sup>ns</sup>	427.4±28.64 <sup>ns</sup>	396.2±11.49 <sup>ns</sup>	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	489.92±11.4	471.4±1.58 <sup>ns</sup>	448.3±0.42 <sup>ns</sup>	438.9±4.91 <sup>ns</sup>	431.7±4.25 <sup>ns</sup>	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	489.92±11.4	445.4±8.74 <sup>ns</sup>	428.8±8.07 <sup>ns</sup>	420.1±6.83 <sup>ns</sup>	415.2±9.41 <sup>ns</sup>	
ρ <sub>f</sub> (kg m <sup>-3</sup> )	With	Control	1025.75±34.	778.0±6.96 <sup>**</sup>	1036.7±20.58 <sup>a*</sup>	938.3±15.84 <sup>b*</sup>	956.6±10.64 <sup>ns</sup>	953.1±20.13 <sup>ns</sup>
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	1025.75±34.	890.0±38.34 <sup>b</sup>	935.0±26.13 <sup>b</sup>	985.0±16.88 <sup>ab</sup>	934.6±13.68 <sup>ns</sup>	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	1025.75±34.	1031.7±10.76 <sup>a</sup>	972.5±26.01 <sup>ab</sup>	1008.9±15.48 <sup>a</sup>	970.0±18.24 <sup>ns</sup>	
	Without	Control	1025.75±34.	1011.3±22.94 <sup>ab*</sup>	965.0±11.07 <sup>ns</sup>	873.3±7.13 <sup>ns</sup>	995.4±18.43 <sup>ns</sup>	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	1025.75±34.	945.4±29.64 <sup>b</sup>	897.0±44.63 <sup>ns</sup>	965.6±38.22 <sup>ns</sup>	929.7±35.50 <sup>ns</sup>	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	1025.75±34.	1040.0±12.65 <sup>a</sup>	868.8±14.86 <sup>ns</sup>	925.6±16.74 <sup>ns</sup>	1000.7±23.34 <sup>ns</sup>	

\*\*:*p* < 0.01, \*: *p* < 0.05, ns: not significant. The difference between the same letters in the same column is insignificant. Number following ± are standard errors.

It was seen in our study that fruit mass and volume were better preserved in MAP treated fruit. However, the effect of MeJA applications was generally insignificant. In particular, the loss of water in fruit and the limitation of respirable products can be considered as the main reason for the losses in MAP application. Altuntas et al., (2013), stated that the effects of MeJA application on the mass value of plum fruit 0 (control), 1120 mg L<sup>-1</sup> and 2240 mg L<sup>-1</sup> were in the range of 70.86 g to 69.02 g. Again, in another study

Altuntas et al., (2012), stated that in ‘Fuji’ apple cultivar, MeJA control, 1120 mg L<sup>-1</sup>, 2240 mg L<sup>-1</sup> and 4480 mg L<sup>-1</sup> in post-harvest applications, fruit mass ranged between 196.53 g and 194.83 g fruit volume values were in the range of 192.93 cm<sup>3</sup> to 209.89 cm<sup>3</sup>; with the application of MeJA, there was a 5.33% decrease in bulk density with increasing doses; bulk and fruit densities for 1120 mg L<sup>-1</sup> and 4480 mg L<sup>-1</sup> doses of MeJA ranged between 383.65 kg m<sup>-3</sup> ile 364.22 kg m<sup>-3</sup>, 967.96 kg m<sup>-3</sup>, 954.63 kg m<sup>-3</sup> respectively.



It was seen in our study that fruit mass and volume were better preserved in MAP treated fruit. However, the effect of MeJA applications was generally insignificant. In particular, the loss of water in fruit and the limitation of respirable products can be considered as the main reason for the losses in MAP application. Altuntas et al., (2013), stated that the effects of MeJA application on the mass value of plum fruit 0 (control), 1120 mg L<sup>-1</sup> and 2240 mg L<sup>-1</sup> were in the range of 70.86 g to 69.02 g. Again, in another study Altuntas et al., (2012), stated that in ‘Fuji’ apple cultivar, MeJA control, 1120 mg L<sup>-1</sup>, 2240 mg L<sup>-1</sup> and 4480 mg L<sup>-1</sup> in post-harvest applications, fruit mass ranged between 196.53 g and 194.83 g fruit volume values were in the range of 192.93 cm<sup>3</sup> to 209.89 cm<sup>3</sup>; with the application of MeJA, there was a 5.33% decrease in bulk density with increasing doses; bulk

and fruit densities for 1120 mg L<sup>-1</sup> and 4480 mg L<sup>-1</sup> doses of MeJA ranged between 383.65 kg m<sup>-3</sup> ile 364.22 kg m<sup>-3</sup>, 967.96 kg m<sup>-3</sup>, 954.63 kg m<sup>-3</sup> respectively.

### Compression test

In the compression tests of apricot fruit; considering the general averages of MAP application, significant differences were found only for the compression test on the X-axis. In the X-axis compression test, the value of fruit in MAP was significantly higher (P <0.05) than those not stored in MAP. The effect of MAP on the other axes (Y- and Z-) was not significant. When the effect of MeJA was examined, it was seen that the values of the applications were similar to the values of the control fruit in general (Table 4).

Table 4. Effects of MAP, MeJA applications and storage times on compression force of ‘Precoce de Thyrinthe’ apricot fruits

Çizelge 4. MAP ve MeJA uygulamaları ile muhafaza sürelerinin ‘Precoce de Thyrinthe’ kayısı meyvelerinin sıkıştırma kuvveti değerleri üzerine etkileri

Loading axis	MAP	MeJA application	Harvest	Storage period (days)				Mean	
				5	10	15	20		
X	With	Control	2.31±0.12	1.49±0.05b**	1.38±0.09 <sup>ns</sup>	1.62±0.12 <sup>ns</sup>	1.41±0.08b*	1.54±0.06a*	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	2.31±0.12	1.72±0.12b	1.66±0.04 <sup>ns</sup>	1.49±0.02 <sup>ns</sup>	1.52±0.02a		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	2.31±0.12	2.21±0.09a	1.62±0.06 <sup>ns</sup>	1.47±0.06 <sup>ns</sup>	1.44±0.06a		
	Without	Control	2.31±0.12	1.46±0.18b**	1.37±0.08b*	1.55±0.11 <sup>ns</sup>	1.39±0.10 <sup>ns</sup>		1.49±0.06b
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	2.31±0.12	1.32±0.01b	1.63±0.07a	1.45±0.13 <sup>ns</sup>	1.44±0.05 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	2.31±0.12	2.06±0.13a	1.61±0.05ab	1.37±0.08 <sup>ns</sup>	1.26±0.10 <sup>ns</sup>		
Y	With	Control	2.63±0.18	1.49±0.04 <sup>ns</sup>	1.29±0.06 <sup>ns</sup>	1.39±0.04 <sup>ns</sup>	1.39±0.10 <sup>ns</sup>	1.37±0.03 <sup>ns</sup>	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	2.63±0.18	1.25±0.08 <sup>ns</sup>	1.40±0.03 <sup>ns</sup>	1.27±0.06 <sup>ns</sup>	1.35±0.03 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	2.63±0.18	1.45±0.10 <sup>ns</sup>	1.55±0.04 <sup>ns</sup>	1.35±0.06 <sup>ns</sup>	1.27±0.06 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	2.63±0.18	1.71±0.08a**	1.20±0.10 <sup>ns</sup>	1.46±0.01 <sup>ns</sup>	1.36±0.10 <sup>ns</sup>		1.36±0.04 <sup>ns</sup>
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	2.63±0.18	1.25±0.10 <sup>ns</sup>	1.38±0.05 <sup>ns</sup>	1.27±0.05 <sup>ns</sup>	1.32±0.10 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	2.63±0.18	1.43±0.06 <sup>ns</sup>	1.37±0.09 <sup>ns</sup>	1.26±0.11 <sup>ns</sup>	1.26±0.06 <sup>ns</sup>		
Z	With	Control	2.39±0.07	1.53±0.04a**	1.22±0.08 <sup>ns</sup>	1.39±0.08 <sup>ns</sup>	1.23±0.07 <sup>ns</sup>	1.33±0.03 <sup>ns</sup>	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	2.39±0.07	1.18±0.02b	1.32±0.04 <sup>ns</sup>	1.30±0.07 <sup>ns</sup>	1.42±0.06 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	2.39±0.07	1.32±0.07ab	1.40±0.05 <sup>ns</sup>	1.37±0.09 <sup>ns</sup>	1.24±0.04 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	2.39±0.07	1.76±0.06a**	1.16±0.04b**	1.35±0.05 <sup>ns</sup>	1.18±0.10 <sup>ns</sup>		1.31±0.05 <sup>ns</sup>
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	2.39±0.07	1.17±0.06b	1.31±0.10a	1.26±0.09 <sup>ns</sup>	1.42±0.03 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	2.39±0.07	1.17±0.03b	1.39±0.03a	1.12±0.09 <sup>ns</sup>	1.39±0.01 <sup>ns</sup>		

\*\*:*p* < 0.01, \*: *p* < 0.05, ns: not significant. The difference between the same letters in the same column is insignificant. Number following ± are standard errors.

Altuntas et al., (2013), found that the effect of pre-harvest MeJA applications on the compressive force values of plum fruit changed depending on the time of harvest and the effect of MeJA applications on the Y-axis was in the range of 140 N to 129.6 N. In our study, no significant effect of MeJA in compression tests was observed. Çalışır and Aydın (2004), reported that the breaking force values of the dried black mulberry fruit ranged from 4.5 to 3.0 N at 9-77.5% moisture level and that the breaking force values decreased as a result of the compression test.

### Puncture test

When the results of the puncture tests carried out in apricot fruit were examined, the puncture test values of MAP-treated fruit for all axes were found to be significantly higher than those not stored in MAP. In our study, the puncture test values of the fruit of MeJA applications were found to be similar to the control in all measurement periods (except 15<sup>th</sup> day measurements without MAP on Y- axis) (Table 5).

In the study, the reason why fruit stored in MAP give higher values in puncture test can be result of decrease of water loss in the fruit with MAP and as a result of this, cell wall structure’s getting more resistant.

Kalyoncu (2016), stated that the puncture force values of the *Prunus laurocerasus* fruit showed decreasing tendency in the puncture tests along the X-, Y- and Z-axis of different harvest periods. He also stated that

the decrease in force values was 12.90% for length (X-) axis, 46.43% for width (Y-) axis and 24.39% for thickness (Z-) axis depending on the ripening process from the 1<sup>st</sup> harvest period to the 3<sup>rd</sup> harvest period.

Table 5. Effects of MAP, MeJA and storage times on the puncture force of 'Precoce de Thyrinthe' apricot fruits  
*Çizelge 5. MAP ve MeJA uygulamaları ve muhafaza süresinin 'Precoce de Thyrinthe' kayısı meyvelerinin delme kuvveti üzerine etkileri*

Loading axis	MAP	MeJA application	Harvest	Storage period (days)				Mean	
				5	10	15	20		
X	With	Control	0.901±0.31	0.760±0.02 <sup>ns</sup>	0.575±0.08 <sup>ns</sup>	0.507±0.18 <sup>ns</sup>	0.427±0.06 <sup>ns</sup>	0.586±0.04a**	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.901±0.31	0.672±0.11 <sup>ns</sup>	0.644±0.04 <sup>ns</sup>	0.581±0.25 <sup>ns</sup>	0.395±0.001 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.901±0.31	0.866±0.10 <sup>ns</sup>	0.682±0.16 <sup>ns</sup>	0.560±0.16 <sup>ns</sup>	0.368±0.07 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	0.901±0.31	0.563±0.08 <sup>ns</sup>	0.479±0.18 <sup>ns</sup>	0.549±0.07 <sup>ns</sup>	0.406±0.10 <sup>ns</sup>		0.510±0.04b
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.901±0.31	0.440±0.04 <sup>ns</sup>	0.592±0.18 <sup>ns</sup>	0.581±0.07 <sup>ns</sup>	0.284±0.05 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.901±0.31	0.764±0.03 <sup>ns</sup>	0.649±0.05 <sup>ns</sup>	0.490±0.05 <sup>ns</sup>	0.334±0.04 <sup>ns</sup>		
Y	With	Control	0.741±0.32	0.402±0.01 <sup>ns</sup>	0.574±0.02 <sup>ns</sup>	0.566±0.05 <sup>ns</sup>	0.178±0.03 <sup>ns</sup>	0.434±0.04a**	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.741±0.32	0.565±0.09 <sup>ns</sup>	0.669±0.04 <sup>ns</sup>	0.439±0.13 <sup>ns</sup>	0.282±0.042 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.741±0.32	0.591±0.29 <sup>ns</sup>	0.510±0.19 <sup>ns</sup>	0.335±0.02 <sup>ns</sup>	0.277±0.02 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	0.741±0.32	0.358±0.14 <sup>ns</sup>	0.301±0.05b*	0.411±0.02a*	0.168±0.04 <sup>ns</sup>		0.356±0.04b
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.741±0.32	0.517±0.08 <sup>ns</sup>	0.613±0.05a	0.410±0.02b	0.103±0.04 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.741±0.32	0.456±0.01 <sup>ns</sup>	0.476±0.13a	0.272±0.02b	0.190±0.02 <sup>ns</sup>		
Z	With	Control	0.696±0.26	0.490±0.07 <sup>ns</sup>	0.522±0.14 <sup>ns</sup>	0.588±0.05 <sup>ns</sup>	0.373±0.02 <sup>ns</sup>	0.508±0.04a*	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.696±0.26	0.620±0.12 <sup>ns</sup>	0.654±0.02 <sup>ns</sup>	0.541±0.13 <sup>ns</sup>	0.338±0.09 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.696±0.26	0.692±0.14 <sup>ns</sup>	0.585±0.16 <sup>ns</sup>	0.400±0.04 <sup>ns</sup>	0.300±0.06 <sup>ns</sup>		
	Without	Control	0.696±0.26	0.364±0.35 <sup>ns</sup>	0.471±0.07 <sup>ns</sup>	0.512±0.04 <sup>ns</sup>	0.350±0.07 <sup>ns</sup>		0.433±0.04b
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.696±0.26	0.480±0.05 <sup>ns</sup>	0.561±0.07 <sup>ns</sup>	0.492±0.04 <sup>ns</sup>	0.212±0.03 <sup>ns</sup>		
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.696±0.26	0.562±0.06 <sup>ns</sup>	0.571±0.06 <sup>ns</sup>	0.367±0.02 <sup>ns</sup>	0.254±0.02 <sup>ns</sup>		

\*\*: $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$ , ns: not significant. The difference between the same letters in the same column is insignificant. Number following ± are standard errors.

### Coefficient of friction

When the general means of MAP applications were compared, it was found that the values of fruit stored in MAP were significantly higher only on PVC friction surface than those fruit without MAP. There was no difference between friction coefficient values of MAP applications on other surfaces. When the effect of MeJA applications in the last measurement period was examined, the friction coefficient of the fruit treated with MeJA in the non-MAP group on the PVC surface was found to be significantly lower than the control group. In contrast, galvanized sheet and plywood were higher than in the control group (Table 6).

In this study, as laminate and galvanized sheet surfaces are more smooth and slippery than PVC, plywood and rubber surfaces, it was observed that it gives lower coefficient of friction. Similar to this study, Öztürk (2012), stated that in the 'Braeburn' apple cultivar, the effect of AVG applications and harvest periods on the static coefficient of friction gave a lower coefficient of friction than the plywood and rubber surface on AVG applications (0, 100 and 300 mg L<sup>-1</sup>); Yıldız (2014), stated that as a result of applying three different doses of 0, 100, 200 aminoethoxyvinylglycine (AVG) in the 'Santa Rosa' plum fruit in three different harvest periods, the lowest coefficient of friction was

found on laminate and galvanized sheet surfaces.

### CONCLUSIONS

In this study, it has been determined that modified atmosphere packaging applications have a significant effect on the preservation of dimensional properties, geometrical properties and partially volumetric properties. However, it would be a more accurate approach to state that the applied regulatory MeJA does not have a significant effect on physico-mechanical properties in general. Growth regulators, including MeJA, are now widely used in agricultural production. Therefore, detailed research is needed to fully demonstrate the effect of growth regulators on physico-mechanical properties.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Scientific Research Unit of Tokat Gaziosmanpaşa University with project number 2017/103.

### Credit Authorship Contribution Statement

**Berrak Aslanturk:** Methodology, Formal analysis, Data curation.

**Ebubekir Altuntas:** Methodology, Formal analysis, Validation, Review and editing.

**Burhan Ozturk:** Methodology, Investigation, Conceptualization, Formal analysis, Writing-original draft, Visualization.

**Declaration of competing interest**

The authors declare that they have no conflict of interest.

Table 6. Effects of MAP and MeJA applications and storage times on friction coefficient values of 'Precoce de Thyrinthe' apricot fruits

*Çizelge 6. MAP ve MeJA uygulamaları ile muhafaza süresinin 'Precoce de Thyrinthe' kayısı meyvelerinin sürtünme katsayısı özellikleri üzerine etkileri*

Friction surface	MAP	MeJA application	Harvest	Storage period (days)				Mean
				5	10	15	20	
PVC	With	Control	0.426±0.007	0.404±0.007b**	0.540±0.014a**	0.550±0.004a**	0.372±0.013ns	0.424±0.020b**
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.426±0.007	0.412±0.003a	0.470±0.014b	0.361±0.006c	0.367±0.006ns	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.426±0.007	0.395±0.007b	0.437±0.003c	0.455±0.013b	0.336±0.006ns	
	Without	Control	0.426±0.007	0.408±0.006ns	0.518±0.017a**	0.563±0.003a**	0.447±0.023a**	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.426±0.007	0.416±0.010ns	0.420±0.011b	0.450±0.003c	0.367±0.003b	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.426±0.007	0.412±0.006ns	0.596±0.004a	0.503±0.007b	0.348±0.006b	
Plywood	With	Control	0.582±0.007	0.590±0.004ns	0.687±0.004a**	0.498±0.010b**	0.522±0.007ns	0.554±0.021ns
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.582±0.007	0.618±0.012ns	0.529±0.014c	0.413±0.050a	0.538±0.007ns	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.582±0.007	0.605±0.008ns	0.630±0.008b	0.514±0.021a	0.520±0.003ns	
	Without	Control	0.582±0.007	0.624±0.004a**	0.582±0.015b	0.550±0.007bc	0.538±0.007c	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.582±0.007	0.562±0.007a**	0.570±0.015a	0.404±0.033b	0.518±0.007a	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.582±0.007	0.567±0.004b**	0.695±0.016a	0.500±0.021b	0.536±0.003b	
Rubber	With	Control	0.612±0.016	0.531±0.014b**	0.700±0.029a**	0.667±0.008a**	0.529±0.007ns	0.573±0.021ns
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.612±0.016	0.481±0.014c	0.692±0.012a	0.568±0.007b	0.554±0.029ns	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.612±0.016	0.568±0.007a	0.510±0.014b	0.566±0.011b	0.520±0.021ns	
	Without	Control	0.612±0.016	0.538±0.021b**	0.615±0.012ns	0.647±0.008a**	0.536±0.010ns	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.612±0.016	0.492±0.020b	0.623±0.031ns	0.503±0.003c	0.542±0.007ns	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.612±0.016	0.604±0.020a	0.681±0.001ns	0.540±0.003b	0.545±0.004ns	
Laminate	With	Control	0.359±0.019	0.317±0.010b**	0.445±0.007a**	0.365±0.006ns	0.324±0.003b**	0.363±0.013ns
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.359±0.019	0.378±0.003a	0.395±0.006b	0.344±0.012ns	0.387±0.006a	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.359±0.019	0.334±0.003b	0.428±0.016a	0.358±0.003ns	0.290±0.018c	
	Without	Control	0.359±0.019	0.414±0.007ns	0.416±0.003ns	0.371±0.006a**	0.332±0.006ns	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.359±0.019	0.319±0.009ns	0.439±0.007ns	0.313±0.006b	0.328±0.003ns	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.359±0.019	0.335±0.003ns	0.396±0.013ns	0.354±0.006a	0.321±0.002ns	
Galvanized steel	With	Control	0.364±0.025	0.475±0.020a*	0.441±0.013ns	0.447±0.003a**	0.396±0.006b**	0.420±0.013ns
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.364±0.025	0.422±0.003b	0.445±0.010ns	0.330±0.030c	0.344±0.006b	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.364±0.025	0.455±0.013ab	0.439±0.013ns	0.393±0.003b	0.466±0.007a	
	Without	Control	0.364±0.025	0.379±0.010b**	0.462±0.007a*	0.453±0.003a**	0.338±0.012b**	
		0.5 mmol L <sup>-1</sup>	0.364±0.025	0.445±0.003a	0.441±0.003ab	0.252±0.012c	0.444±0.003a	
		1.0 mmol L <sup>-1</sup>	0.364±0.025	0.445±0.013ab	0.414±0.033b	0.399±0.006b	0.462±0.013a	

\*\*: $p < 0.01$ , \*: $p < 0.05$ , ns: not significant. The difference between the same letters in the same column is insignificant. Number following ± are standard errors.

**REFERENCES**

Altuntaş E, Yıldız M 2007. Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba* L.) grains. *Journal of Food Engineering* 78 (1): 174-183.

Altuntas E, Ozturk B, Ozkan Y, Yıldız K 2012. Physicomechanical properties and colour characteristics of apple as affected by methyl jasmonate treatments. *International Journal of Food Engineering* 8 (1): 19.

Altuntas E, Somuncu C, Ozturk B 2013. Mechanical behaviour of plum fruits as affected by pre-harvest methyl jasmonate applications. *Agricultural Engineering International. CIGR Journal* 15 (2): 266-274.

Bolat İ, Güleriyüz M 1992. The effects of application of Alar on growth and some fruit characteristics of apricot (cv. Hasanbey). *Atatürk University, Journal of Agricultural Faculty* 23 (2): 101-1120.

Çalışır S, Aydın C 2004. Some physico-mechanic properties of Cherry Laurel (*Prunus Lauracerasus L.*) fruit. *Journal of Food Engineering* 65: 145-150.

Darıcı S, Şen S 2012. Kivi meyvesinin kurutulmasında kurutma havası hızının kurumaya etkisinin incelenmesi. *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 13-16 Nisan 2011, İzmir.

- Ezzat A, Ammar A, Szabó Z, Nyéki J, Holb IJ 2017. Postharvest treatments with methyl jasmonate and salicylic acid for maintaining physico-chemical characteristics and sensory quality properties of apricot fruit during cold storage and shelf-life. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 67 (2): 159-166.
- Gonzalez-Aguilar GA, Buta JG, Wang CY 2003. Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain post harvest quality of papaya 'Sunrise'. *Postharv. Biol. Technol* 28: 361-370.
- Kalyoncu Hİ 2016. Effect of harvesting periods on the bio-technical properties of cherry laurel (*Prunus lauracerasus*) fruits, Gaziosmanpaşa University Graduate School of Naturel and Applied Science Department of Biosystems Engineering, Msc. Thesis, 83pp.
- Karaman S, Ozturk B, Genc N, Celik SM 2013. Effect of preharvest application of methyl jasmonate on fruit quality of plum (*Prunus salicina Lindell cv. "Fortune"*) at harvest and during cold storage. *Journal of Food Processing & Preservation* 37: 1049-1059.
- Mohsenin NN 1980. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers, 1. New York, USA.
- Öztürk B 2012. Effects of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop of 'jonagold' and methyl jasmonate (MeJA) on the fruit color of 'Braeburn' apples. Gaziosmanpaşa University Graduate School of Naturel and Applied Science Department of Horticulture, Tokat Gaziosman Paşa Universty Ph.D. Thesis, 126pp.
- Öztürk B, Özkan Y, Yildiz K 2014. Methyl jasmonate treatments influence bioactive compounds and red peel color development of Braeburn apple. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38 (5): 688-699.
- Ozturk B, Karakaya O, Yıldız K, Saracoglu O 2019. Effects of Aloe vera gel and MAP on bioactive compounds and quality attributes of cherry laurel fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae* 249: 31-37.
- Rohwer CL, Erwin J 2008. Horticultural applications of jasmonates. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 83 (3): 283-304.
- Saracoglu O, Ozturk B, Yildiz K, Kucuker E 2017. Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruit. *Scientia Horticulturae* 226: 19-23.
- Sayyari M, Castillo S, Valero D, Díaz-Mula HM, Serano M 2011. Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. *Postharvest Biology and Technology* 60: 136-142.
- Shin Y Ryu, JA, Liu RH, Nock JF, Watkins CB 2008. Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology* 49: 201-209.
- Vardi N, Parlakpınar H, Ozturk F, Ates B, Gul M, Cetin A, Otlu A 2008. Potent protective effect of apricot and  $\beta$ -carotene on methotrexate-induced intestinal oxidative damage in rats. *Food and Chemical Toxicology* 46 (9): 3015-3022.
- Yaldız M 2014. The effect of AVG treatments on the physical, mechanical and chemical properties harvested plum fruit at the different period. Gaziosmanpaşa University Graduate School of Naturel and Applied Science Department of Biosystems Engineering, Tokat Gaziosman Paşa Universty, Msc. Thesis, 84pp.

## Pre ve Post Embriyonik Dönemdeki Cıvcıvlerin Kalp Ventrikülleri ve Purkinje Hücrelerine Histokimyasal Bir Yaklaşım

Gamze TURGAY-İZZETOĞLU<sup>1\*</sup>, İnci TURAN-ÖZGAN<sup>2</sup>, Servet YALÇIN<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Zooloji Anabilim Dalı Bornova-İZMİR, <sup>3</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı Bornova-İZMİR

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9828-2402>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3622-2257>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-4194-0536>

\*E-posta: [gamze.turgay@ege.edu.tr](mailto:gamze.turgay@ege.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada embriyo ve cıvcıvlerde kalp ventrikül duvarı, iletim sistemi ve Purkinje hücreleri üzerine yumurta ağırlığı ve damızlıkların gelişim hızının etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla hızlı gelişen Ross 308 ve yavaş gelişen Hubbard JA genotipindeki damızlık sürülerinden elde edilen tavuk yumurtaları hafif (64±1g) ve ağır (72±1g) olarak iki gruba ayrılmıştır. Kuluçkanın 18. ve 21. günlerinde alınan kalp ventriküllerinin boyuna kesitlerine farklı histokimyasal boyalar uygulanarak, ventrikül duvarı, iletim sistemi ve Purkinje hücreleri incelenmiştir. Genotipin gelişim hızı ve yumurta ağırlığı, kalp ventriküllerinde histoloji açısından herhangi bir farklılığa yol açmamıştır. Ventrikül duvarlarında miyofibriller arası boşluk oluşumu ve kollajen-miyofibril yoğunluk farklılığı görülmüş, bu durumun embriyonik gelişimden kaynaklandığı düşünülmüştür. Histolojik bir çalışmada farklı histokimyasal boyaların kullanılması, organizmaların embriyonik gelişimlerinin takibinde farklı yapıların incelenmesine olanak sağlamaktadır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 07.07.2020

Kabul Tarihi : 15.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Cıvciv kalbi

Ventrikül duvarı

Purkinje hücreleri

Histokimya

## A Histochemical Approach to Cardiac Ventricles and Purkinje Cells of Chicks in Pre and Post Embryonic Periods

### ABSTRACT

The present study aimed to investigate the effect of egg weight and growth rate of breeders on heart ventricle wall, conduction system and Purkinje cells in embryos and chicks. For this purpose, chicken eggs obtained from fast-growing Ross 308 and slow-growing Hubbard JA broiler breeders were divided into two groups as light (64±1g) and heavy (72±1g) eggs. The ventricle wall, conduction system and Purkinje cells were examined by applying different histochemical dyes to the longitudinal sections of the heart ventricles taken on the 18th and 21st days of the incubation. Genotype growth rate and egg weight did not cause any difference in the histology of the heart ventricles. The formation of inter-miyofibrillar space and collagen-miyofibril density difference were observed in the ventricular walls, which was thought to be due to the embryonic development. The use of different histochemical dyes in a histological study allows the examination of different structures following the embryonic development of organisms.

### Research Article

#### Article History

Received : 07.07.2020

Accepted : 15.09.2020

#### Keywords

Chick heart

Ventricular wall

Purkinje cells

Histochemistry

**Atıf İçin:** Turgay İzzetoğlu G, Turan Özgan İ, Yalçın S 2021. Pre ve Post Embriyonik Dönemdeki Cıvcıvlerin Kalp Ventrikülleri ve Purkinje Hücrelerine Histokimyasal Bir Yaklaşım. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 641-649. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.763059>.

**To Cite:** Turgay İzzetoğlu G, Turan Özgan İ, Yalçın S 2021. A Histochemical Approach to Cardiac Ventricles and Purkinje Cells of Chicks in Pre and Post Embryonic Periods. KSU J. Agric Nat 24 (3): 641-649. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.763059>.

### GİRİŞ

Tavuklarda embriyonik gelişim sürecinde nörolasyondan önce mezoderm kısımlara ayrılarak notokorda (mediyo-dorsal mezoderm orijinli), somitler

(paraksiyal mezoderm orijinli) ve ürogenital sistem (intermediyer mezoderm orijinli) gibi yapılar oluşturulur. Geriye kalan lateral mezoderm ise ektoderm ile yakın ilişkili somatik mezoderm ve

endoderm ile ilişkili splanknik mezodermi meydana getirmek üzere iki tabakaya bölünür (Browder ve ark., 1991, Martinsen, 2005; Wesley, 2008; Özfiliz ve ark., 2010; Ünal, 2018). Splanknik mezoderm hücreleri endoderm boyunca göç ederek ince duvarlı tüpler oluşturur. Bu tüpler orta hatta birleşerek kalbin endokardiyumunu meydana getirir. Splanknik mezodermin geri kalan kısmı ise ileride miyokardla birlikte endokardı sarar. Kalp gelişimi anterio-posterior salınımlıdır ve bu yüzden ikili kalp tüpleri önce önde ve daha sonra sıralı olarak arka tarafta birleşirler (Browder ve ark., 1991, Gourdie ve ark., 2003; Martinsen, 2005; Wesley, 2008). Kan, kalbin ileride atriumu oluşturacak olan posterior ucuna akar ve gelişmekte olan aortik kemerler aracılığıyla ventriküle pompalanır (Browder ve ark., 1991; Wittig ve Münsterberg, 2016 ve 2019).

Embriyonun gelişimini 46 evrede tamamladığını belirleyen ve aynı zamanda kalp gelişiminin karmaşık olaylarını aşama gösteren Hamburger ve Hamilton, kalbin 14. evrede (50-53. saatler) atmaya başladığını tespit etmişlerdir (Hamburger ve Hamilton, 1951; Martinsen, 2005; Wittig ve Münsterberg, 2019). Dört günlük embriyoda, kalp lümenini çeviren endokardiyum hala tek hücre katmanı halindedir. Epimiyokardiyum ise iç ve dış olmak üzere iki bölgeye ayrılmıştır. İç bölüm miyokardiyum, dış bölüm ise epikardiyum olarak adlandırılır. Miyokardiyum önemli derecede kalınlaşmış ve hücreleri, kalp kası hücrelerinin gelişim özelliklerini göstermeye başlayıp uzamışlardır. Epikardiyum hücreleri kalbi örten bağ dokusu ve epiteliyi oluşturmak üzere yassılaşırlar (Tabakoğlu-Oğuz, 2001; Martinsen, 2005). Epikardiyum, miyokardiyumu sarar ve sonra epiteliyal-mezenşimal geçiş sürecinde epikardiyum türevi hücreleri oluşturur. Bu hücreler miyokarda göç eder ve ventriküler kompakt miyokardın indüksiyonunda ve Purkinje liflerinin farklılaşmasında önemli bir rol oynarlar (Martinsen, 2005; Groot ve ark., 2010). Yetişkin kalbi beş günlük inkübasyon ile oluşur. Endokardiyumdan ayrılan endokardiyal yastık hücreleri olarak bilinen ve bir grup hücrenin önemli şekilde artışı sonucu kalbin içini bölmelere ayıran septumlar oluşur (Browder ve ark., 1991; Martinsen, 2005).

Kalbin sağ ve sol atriyoventriküler (AV) kapakçıkları anatomik özelliklerinin yanı sıra iletim sistemiyle de yakından ilişkilidirler (Lu ve ark., 1993a). İletim sistemi; bir sinüs düğümü, AV düğüm, His demeti, sol ve sağ demet dallarına ek olarak, AV Purkinje halkası ve özel bir orta demet dalından oluşmaktadır (Martinsen, 2005; Dzialowski ve Crossley, 2015; van Eif ve ark., 2018). Sinoatriyal düğüm, sağ sinoatriyal kapağın alt kısmının tabanına yakındır. AV düğüm, triküspit kapağın hemen üstündedir. His demeti bu düğümün anterior ve inferior kenarından interventriküler septuma doğru iner ve daha sonra

sağa, sol ve orta dallara bölünür. Ortadaki demet, posteriordan aortun köküne doğru döner. AV Purkinje halkası proksimal AV düğümünden oluştuktan hemen sonra sağdaki AV kapağı çevreler ve orta demet ile birleşerek sekiz şeklinde bir şekil oluşturur (Lu ve ark., 1993b, Mikawa ve Hurtado, 2007; Fitzgerald ve Beaufrère, 2016).

Gelişim sırasında miyokardiyal kitle hızlı bir artış sürecine girer. Bu süre boyunca, miyokardiyal hipoksiyi engellemek için miyokardın farklı bölümleri olan trabeküller oluşur. Bu trabeküller aynı zamanda primordiyal iletim sistemi ağının bir parçasıdır (Sedmera ve ark., 2004). Trabeküller hızlı büyür ve embriyonik kalbin ilkel iletim sistemini oluşturur (De Jong ve ark., 1992). Düzenli kalp atışı özel bir kalp pili ve iletken hücre ağına bağlıdır. Bu kardiyak yapılar sinir benzeri özellikler gösterirler. Çok sayıda faktör, trabeküler miyositlerin iletim fenotipine doğru farklılaşmasına katkıda bulunur (Gourdie ve ark., 1998; Sedmera ve ark., 2004).

Tavuklarda kalp iletim sistemi P hücresi (kalbin atışını düzenleyici hücre), T hücresi (geçiş hücresi), Purkinje benzeri hücre ve Purkinje hücresi olmak üzere dört tip miyosit içerir. (1) P hücreleri; nispeten büyük bir nükleusa ve seyrek miyofibrillere sahip küçük ve yuvarlaktır. AV düğüm ve sinoatriyal (SA) düğümde bulunurlar. (2) T hücreleri; kalp kası hücrelerine göre çok daha küçüktür ve daha az mikrofibril içermektedir. Yapıları biraz kalp kası hücreleri biraz da Purkinje hücreleriyle benzerlik göstermektedir. İmpulsları P hücrelerinden kalp kası hücrelerine aktarmaktadır. Çok sayıda T hücresi P hücreleriyle beraber, gevşek lifli bağ dokusu kılıfıyla çevrelenmiş SA düğümü oluşturmaktadır. (3) Purkinje benzeri hücreler; tipik bir Purkinje hücresini andırır, ancak daha küçük ve daha koyu görünür. (4) Purkinje hücreleri; az sayıda miyofibrille sahip, iri hücrelerdir. Boyutları kalp kası hücrelerinin beş katına kadar ulaşabilmektedir. Bu sayede elektriksel impulsları çok daha hızlı iletebilirler. His demetinde, sağ ve sol demet dallarında ve periarteriyel ve subendokardiyal Purkinje ağına bulunurlar (Davies, 1930; Lu ve ark., 1993b; Strunk ve Wilson, 2003; Dzialowski ve Crossley, 2015). Bütün bu hücrelerin arasında ise bağ dokusu elemanlarından kollajen ve elastik lifler bulunmaktadır (James 1964; Tükmenoğlu ve ark., 2017).

Etlik civciv üretiminde kullanılan hızlı ve yavaş gelişen genotiplerin büyüme dönemlerinde gelişme hızı ve metabolik hızları farklıdır (Uçar ve ark., 2018; Sarıca ve ark., 2016; Sarıca ve Yamak, 2010). Bu genotiplerin embriyonik dönemde kalp ventrikülleri ve Purkinje hücrelerinin gelişime ilişkin bilgiye literatürde rastlanmamıştır. Ayrıca, embriyo gelişimini etkileyen en önemli etmenlerden biri yumurta ağırlığıdır (Yıldırım, 2005; Yalçın ve ark., 2013). Bu çalışmada hızlı ve yavaş gelişen damızlık

tavuklardan elde edilen, hafif ve ağır olarak sınıflandırılmış yumurtalarda gelişen embriyoların, kalp ventrikül duvarı, iletim sistemi ve Purkinje hücreleri karşılaştırılarak histokimyasal bakımdan yapılarının gösterilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Civciv Kalplerinin Eldesi

Çalışmada kullanılan tavuk yumurtaları hızlı gelişen Ross 308 ve yavaş gelişen Hubbard JA olmak üzere iki farklı genotipindeki damızlık sürülerinden elde edilmiş ve hafif (64±1g) ve ağır (72±1g) olarak iki gruba ayrılmıştır.

Kuluçkalama, standart koşullarda, giriş bölümünde 37.7°C sıcaklık ve %56 nem, çıkış bölümünde 37.5°C sıcaklık ve %65 nem altında yapılmıştır.

Her grup için tekrar sayısı 5 olacak şekilde gelişmelerinin 18. gününde kuluçkalama makinesinden alınıp, kabuğu kırılarak dışarıya çıkarılan embriyolar ve 21. günde gelişmelerini normal olarak tamamlayıp yumurtadan kendiliğinden çıkan civcivler servikal dislokasyon yöntemiyle öldürüldükten sonra ventral tarafları kesilerek kas tabakasının altından iç organlara ulaşılmıştır. Her iki güne ait, iç organlarına ulaşılan hayvanlardan çalışma materyali olan kalpler disekte edilip, fosfat tamponunda yıkanarak temizlenmiştir.

### Histoloji-Histokimya

Her gruba ait örnekler Bouin fiksatifinde 24 saat süreyle tespit edilmiştir. Doku takibi aşamalarından sonra tüm gruplardan mikrotomda 5'er µ kalınlığında kesitler alınmıştır. Farklı kesitlere, Mayer Hematoksilen, Heidenhain'ın Demirli Hematoksilen'i, Pollak'ın hızlı boyası, Mallory ve Gomori histokimyasal boyaları ayrı ayrı uygulanmıştır (Humason, 1962; Presnell ve Schreiberman, 1997; Öber, 2009). Kuruyan preparatlar Zeiss Axio Scope A1 marka mikroskopta incelenme sonrasında ZEN görüntü analiz yazılımı kullanılarak fotoğraflanmıştır.

Çalışma Ege Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (2015-011).

## BULGULAR

Embriyonal gelişimin 18.gününde kalp ventrikül duvarındaki kas fibrillerinin genel yapısıyla ilgili olarak deneme grupları arasında gözle görülür bir farklılık belirlemediği (Şekil 1). Kuluçkadan çıkışta 18. güne kıyasla kas fibril demetleri arasındaki bağ dokusunun fazlaştığı saptanmıştır (Şekil 1). Hızlı gelişen genotipin hafif ve ağır yumurtalarından çıkan civcivlerde bağ doku farklılığı gözlenmemiştir. Yavaş gelişenlerde ise yumurta ağırlığı bağ doku miktarını etkilemiş ve hafif yumurtalardan çıkan civcivlerde ağır yumurtadan çıkanlara göre bağ doku miktarında azalma saptanmıştır. (Şekil 1).

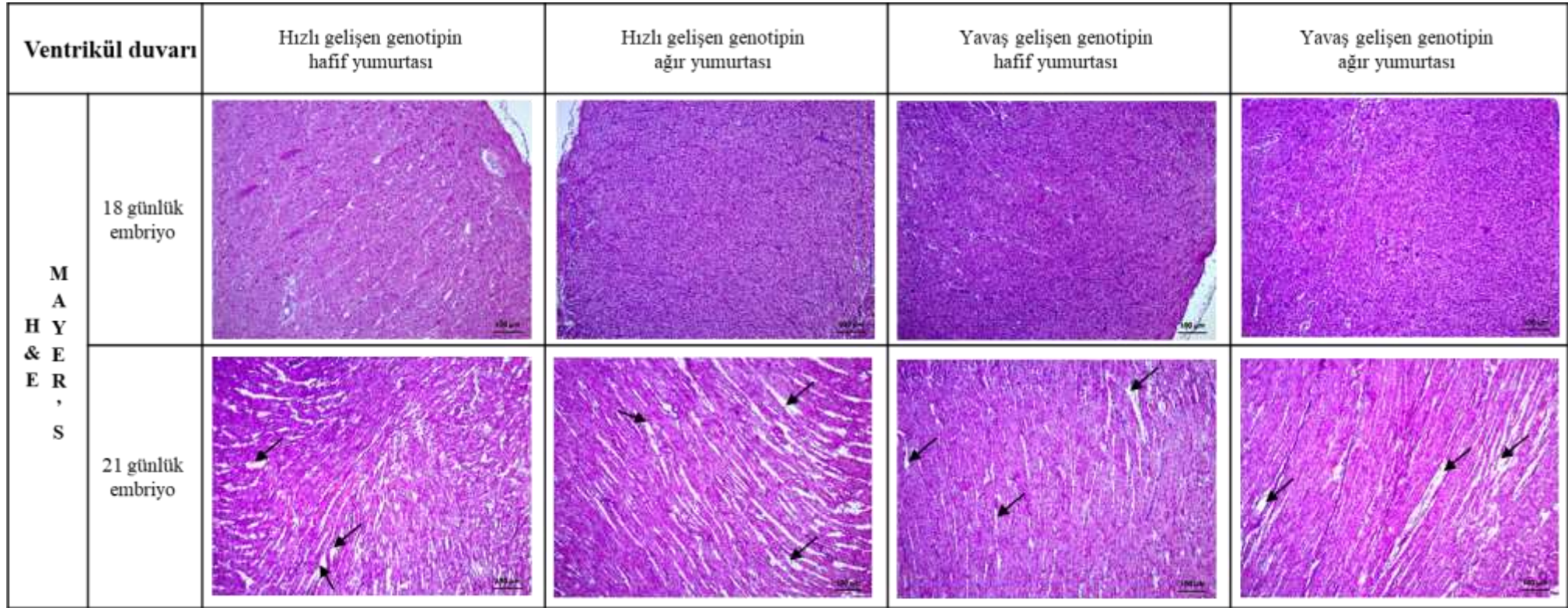
Mayer'in Hematoksilen-Eozin ile boyamada 18 ve 21 günlük kalp kasına ait fibril demetlerin görünümünde bir fark gözlenmemiştir (Şekil 1). Buna karşılık, Gomori, Pollak's ve Mallory ile verdikleri reaksiyonlara bağlı olarak kalp kası fibril demetlerinin, 18 günlük embriyo kesitlerinde mavi-yeşilken, 21 günlük civciv kesitlerinde kırmızı tonlarında olduğu görülmüştür (Şekil 2, 3). Bu fark, 21 günlük civciv kalplerinde kollajenin azalarak yerini kasılabilir miyofibrillere bıraktığını göstermektedir (Şekil 2, 3). Şekil 3'te Mallory ile boyanan kesitler detaylı olarak incelendiğinde, 18 günlük embriyo kalplerinde kollajenin yerini 21 günlük civciv kalplerinde kas dokununun bir elemanı olan kasılabilir miyofibrillere bıraktığı renk farkının yanında histolojik açıdan kollajen ve miyofibril ayrımı da gösterilerek desteklenmiştir.

Çalışmada deneme grupları Purkinje hücre yapıları histokimyasal bakımdan karşılaştırılarak incelenmiş ancak herhangi bir belirgin farka rastlanılmamıştır (Şekil 4). Purkinje hücrelerinin deneme gruplarının hepsinde hangi konumda olursa olsun (subendokardiyal, periarteriyal veya ventrikül duvarı içinde) uygulanan histolojik ve histokimyasal boyaların tamamında, nukleuslarının kardiyomiyosit nukleuslarına göre nispeten daha büyük ve yuvarlak, sitoplazmalarının kas fibrilleri açısından fakir olduğu ve bu sebeple daha açık renge boyandığı ayrı ayrı belirlenmiştir (Şekil 4).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Tavuk embriyosu gelişiminin çok erken dönemlerinde, kalp kapakçığı oluşumu sırasında, tip II kollajen bol miktarda üretilmektedir. Tip II kollajenin yanı sıra bazı diğer fibriller (Tip I, Tip III, Tip V) kollajenler 18. evrede (3 gün) mezenseyal yastık hücrelerinde bulunmaktadır. 23. evrede (4 gün) alfa I kollajen AV kapakçıklarda bulunmaktadır. Kollajen I ve III subepikardiyumda, miyokard çevreleyen bağ dokusu kılıfında kalbin elastikliğini ve yapısal ve fonksiyonel bütünlüğünü sağlamada kritik bir rol oynamaktadır. Gelişim ilerledikçe, alfa I kollajen transkriptlerinin nispi bolluğu 22-45. evreler (3,5-19. günler) sırasında azalmaktadır (Swidersky ve ark., 1994).

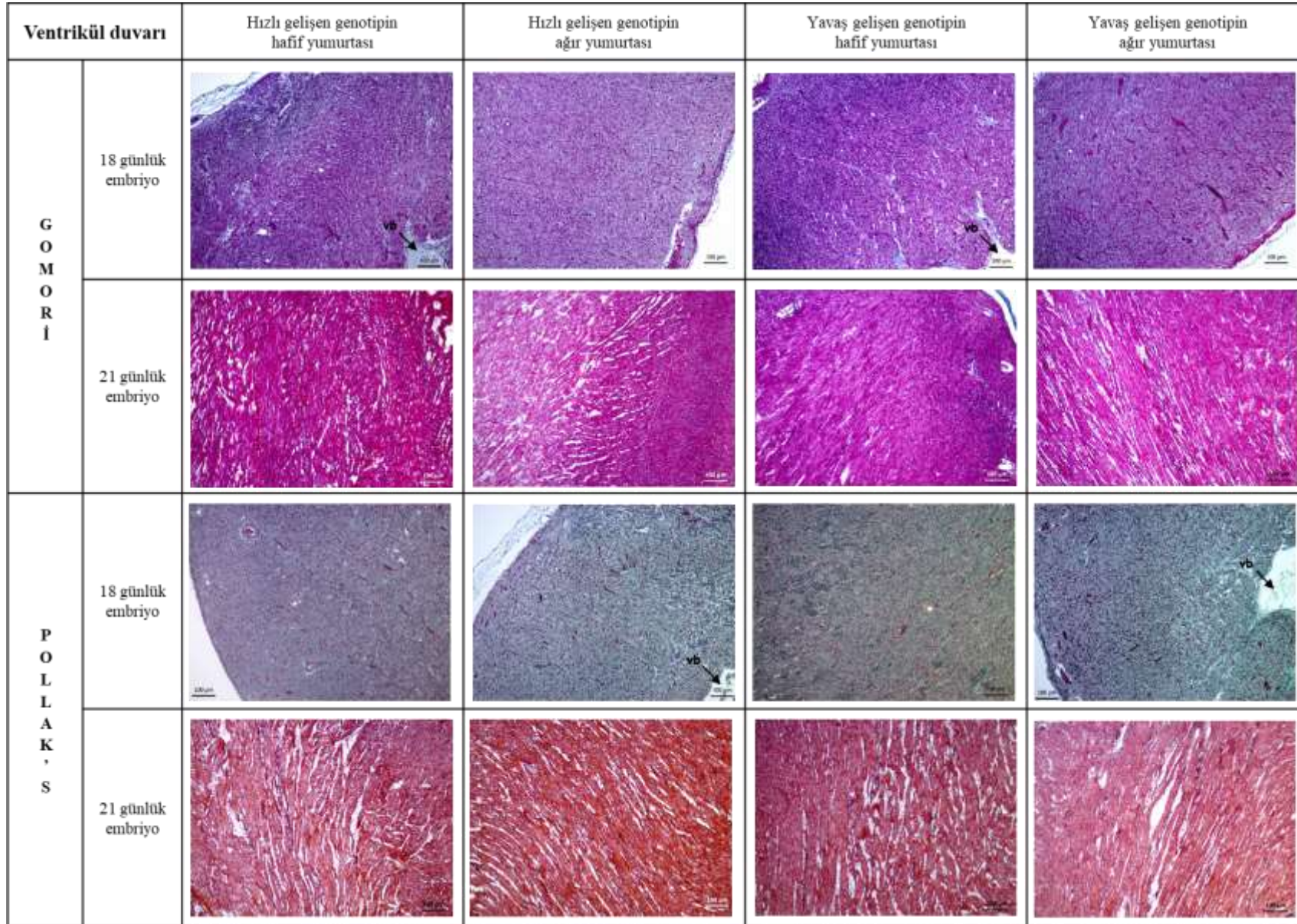
Humason (1962) ile Presnell ve Schreiberman (1997)'a göre, Gomori ve Pollak's boyaları kollajeni mavi-yeşile, kas dokusunu ise kırmızıya boyarken, Mallory boyası kas dokuyu portakal renginden kırmızıya kadar değişen renklerde, kollajeni ise koyu mavi renge boyamaktadır (Humason, 1962; Presnell ve Schreiberman, 1997). Bu çalışmada da 18 günlük embriyo kalp kesitlerinin mavi-yeşil renkte, 21 günlük civciv kalp kesitlerinin kırmızı renkte boyanması, Swidersky ve ark. (1994) ile Humason (1962), Presnell ve Schreiberman (1997)'ın bulgularına benzer şekilde, gelişim ilerledikçe kollajenin azaldığını destekler



Şekil 1. Tavuk embriyosunda kalp ventrikül duvarı, oklar; kas fibrilleri arasındaki bağ dokusu.

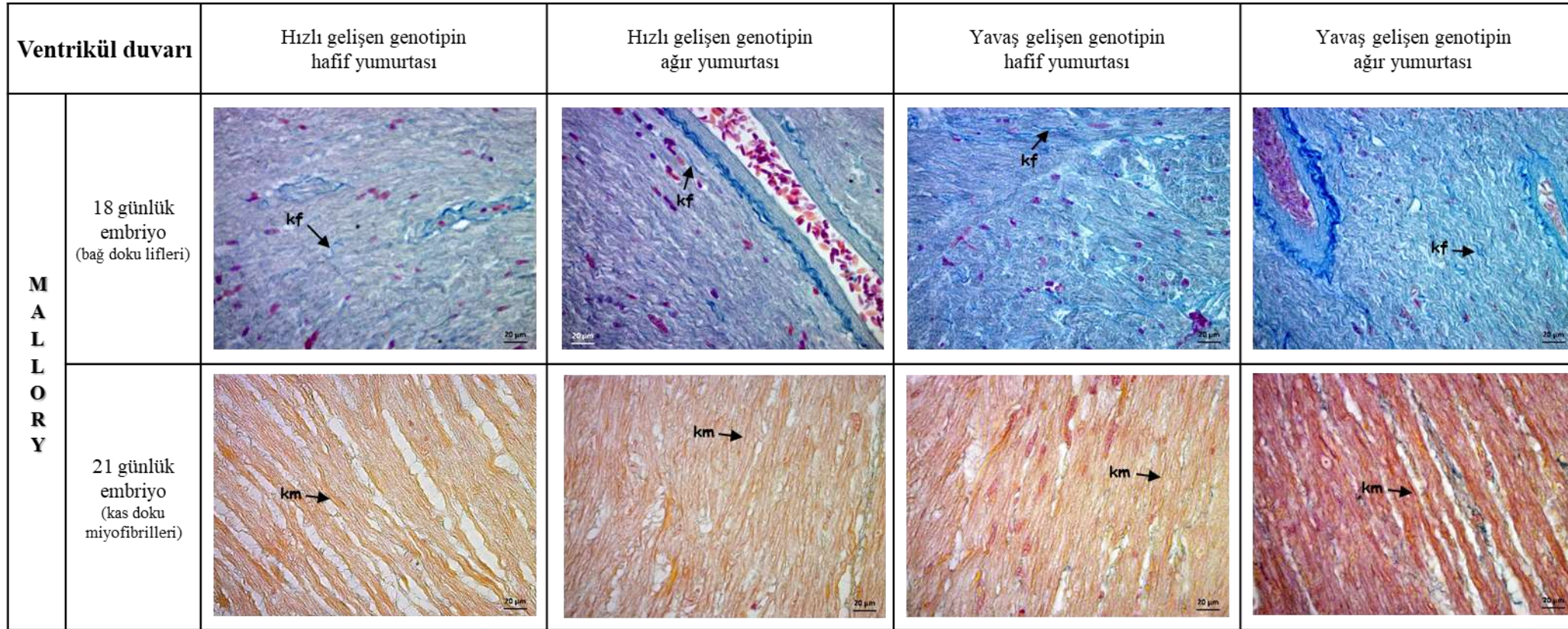
Figure 1. Heart ventricular wall in chicken embryo, arrows; connective tissue between muscle fibers.



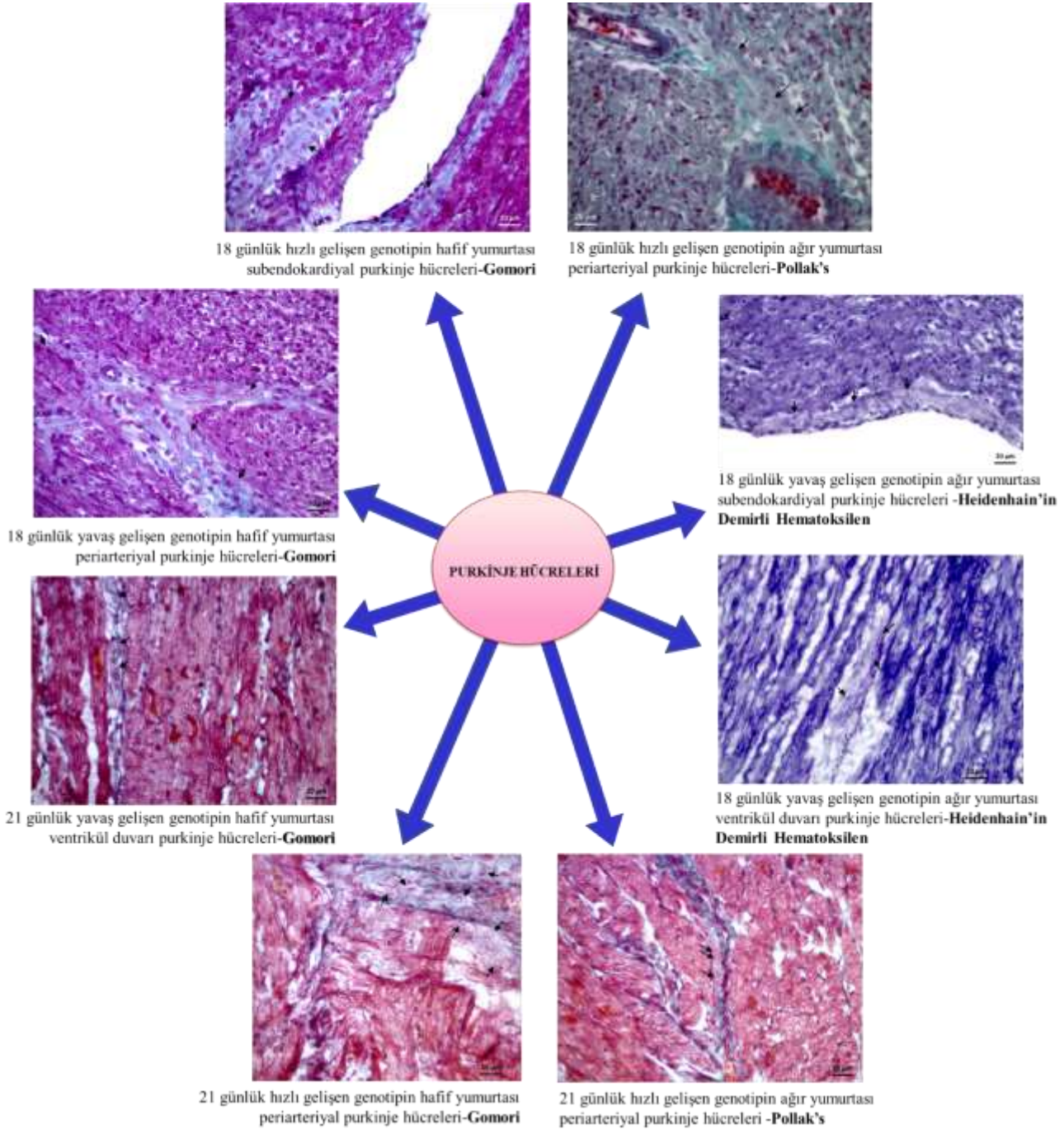


Şekil 2. Embriyonik kalp ventrikül duvarındaki kollajen ve kas miyofibril yoğunlukları, vb; ventrikül boşluğu.

Figure 2. Collagen and muscle myofibril concentrations in the embryonic heart ventricular wall, vb; ventricular cavity.



Şekil 3. Embriyonik kalp ventrikül duvarındaki kollajen fibriller ve kas miyofibrilleri, kf; kollajen fibril, km; kas miyofibrili  
*Figure 3. Collagen fibrils and muscle myofibrils in the wall of the embryonic heart ventricle, kf; collagen fibril, km; muscle myofibril.*



Şekil 4. Embriyonik kalp ventrikül duvarındaki Purkinje hücreleri (oklar).  
Figure 4. Purkinje cells in the embryonic heart ventricular wall (arrows).

niteliktedir. Mavi-yeşilden kırmızıya dönen histolojik boyanma farkından anlaşıldığı üzere, 21 günlük embriyo kalplerinde azalan kollajen yerini kasılabilir miyofibrillere bırakmaktadır (Swidersy ve ark., 1994). Çalışmada Purkinje hücrelerinin nukleuslarının kardiyomiyosit nukleuslarından daha büyük ve yuvarlak olduğu, sitoplazmalarının kas fibrilleri açısından fakir olduğu ve bu sebeple daha açık renge boyandığı görülmüştür. Kalp ventrikül kası içinde bulunan iletim sistemine ait Purkinje hücrelerinin, kalp kası hücrelerinden daha az miyofibril içerdiği,

nukleuslarının kalp kası hücrelerine göre nispeten daha büyük ve yuvarlak olduğu daha önce yapılan çalışmalarda da gösterilmiştir (Ideker ve ark., 2009). Çalışma bulguları, kalp bağ doku gelişiminin yumurta ağırlığından etkilenebileceğini, bu etkinin yavaş gelişen genotiplerde önemli olduğunu, hızlı gelişenlerde ise 64-72 gram ağırlığı arasındaki yumurtanın kalp kasında bağ doku gelişimini etkilemediğini göstermektedir. Bu bulgu kanatlı bilimi için yeni olup, kesin yargıya varmak için daha fazla çalışmaya gereksinim vardır. Ventrikül duvarındaki

miyofibriller arası boşluk oluşumu ve kollajen - miyofibril yoğunluk farklılığı, 3 günlük bir embriyonik gelişimden kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Browder LW, Erickson CA, Jeffery WR 1991. *Developmental Biology*, 3rd. edition, Philadelphia: Saunders College Publishing, ISBN 0-03-013514-1, 754 pp.
- Davies F 1930. The Conducting System of the Bird's Heart, *J Anat.* 64(Pt 2): 129-146.
- De Jong, F, Ophhof T, Wilde AA, Janse MJ, Charles R, Lamers WH, Moorman AF 1992. Persisting Zones of Slow Impulse Conduction in Developing Chicken Hearts. *Circ Res* 71(2): 240–250.
- Dzialowski EM, Crossley DA 2015. The Cardiovascular System, Chapter 11, 193-283pp, *Sturkie's Avian Physiology*, 6th edition, Ed. Scanes CG, Elsevier Inc., ISBN 978-0-12-407160-5, 1056 pp.
- Fitzgerald BC, Beaufrère H 2016. *Cardiology*, Chapter 6, 252-328pp, *Current Therapy in Avian Medicine and Surgery*, 1st edition, Ed. Speer BL, Elsevier Inc., ISBN 978-1-4557-4671-2, 928 pp.
- Gourdie RG, Wei Y, Kim D, Klatt SC, Mikawa T 1998. Endothelin-Induced Conversion of Embryonic Heart Muscle Cells into Impulse-Conducting Purkinje Fibers. *PNAS* 95(12): 6815-6818.
- Gourdie RG, Harris BS, Bond J, Justus C, Hewett KW, O'Brien TX., Thompson RP, Sedmera D 2003. Development of the Cardiac Pacemaking and Conduction System. *Birth Defects Research (Part C)* 69: 46–57.
- Groot ACG-d, Winter EM, Poelmann RE 2010. Epicardium-Derived Cells (EPDCs) in Development, Cardiac Disease and Repair of Ischemia. *J Cell Mol Med* 14(5): 1056-1060.
- Hamburger V, Hamilton HL 1951. A Series of Normal Stages in The Development of The Chick Embryo. *J Morphol* 88(1): 49-92.
- Humason GL 1962. *Animal Tissue Techniques*. WH Freeman and Company, San Francisco, 61-17383, 468 pp.
- Ideker RE, Kong W, Pogwizd S 2009. Purkinje Fibers and Arrhythmias. *Pacing Clin Electrophysiol* 32(3): 283-285.
- James TN 1964. Anatomy of the A-V node of the dog. *The Anatomical Record.* 148: 15-27.
- Lu Y, James TN, Bootsma M, Terasaki F 1993a. Histological Organization of The Right and Left Atrioventricular Valves of The Chicken Heart and Their Relationship to The Atrioventricular Purkinje Ring and The Middle Bundle Branch. *Anat Rec* 235(1): 74-86.
- Lu Y, James TN, Yamamoto S, Terasaki F 1993b. Cardiac Conduction System in The Chicken: Gross Anatomy Plus Light and Electron Microscopy. *Anat Rec* 236(3): 493-510.
- Martinsen BJ 2005. Reference Guide to the Stages of Chick Heart Embryology. *Developmental Dynamics* 233: 1217–1237.
- Mikawa T, Hurtado R 2007. Development of the Cardiac Conduction System, *Seminars in Cell & Developmental Biology* 18: 90–100.
- Öber A 2009. *Zoolojide Laboratuvar Teknikleri*. 3. baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, ISBN: 978-975-483-824-4, 209 sy.
- Özfiliz N, Erdost H, Zık B 2010. *Veteriner Embriyoloji*, 4. Baskı, Ed. Özer A, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, ISBN: 978-9944-77-205-1, 272 sy.
- Presnell JK, Schreibman MP 1997. *Humason's Animal Tissue Techniques*. 5th edition. The Johns Hopkins University Press Ltd, London ISBN: 0-8018-5401, 572 pp.
- Sarıca M, Yamak US 2010. Yavaş Gelişen Etlik Piliçlerin Özellikleri ve Geliştirilmesi, *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 2010,25(1): 61-67.
- Sarıca M, Ceyhan V, Yamak US, Uçar A, Boz MA 2016. Yavaş Gelişen Sentetik Etlik Piliç Genotipleri ile Ticari Etlik Piliçlerin Büyüme, Karkas Özellikleri ve Bazı Ekonomik Parametreler Bakımından Karşılaştırılması, *Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences*, 22: 20-31.
- Sedmera D, Reckova M, Bigelow MR, Dealmeida A, Stanley CP, Mikawa T, Gourdie RG, Thompson RP 2004. Developmental Transitions in Electrical Activation Patterns in Chick Embryonic Heart. *The Anatomical Record* 280A(2): 1001–1009.
- Strunk A, Wilson GH 2003. Avian cardiology. *Vet Clin Exot Anim* 6: 1–28.
- Swiderski RE, Daniels KJ, Jensen KL, Solursh M 1994. Type II Collagen is Transiently Expressed During Avian Cardiac Valve Morphogenesis. *Dev Dyn* 200(4): 294-304.
- Tabakoğlu-Oğuz A 2001. *Hayvan Embriyolojisi*, 2. Baskı, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, İstanbul, ISBN: 9754041571, 266 sy.
- Türkmenoğlu İ, Çevik-Demirkan A, Akosman MS, Akalan MA, Özdemir V 2017. Manda Kalbindeki Sinir Düğümlerinin Makroanatomik, Subgross ve Stereolojik İncelenmesi, *Kocatepe Vet J*, 10(4): 241-246.
- Uçar A, Türkoğlu M, Sarıca M 2018. Etlik Piliç ve Ebeveynlerinin Gelişimi, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1): 73-77.
- Ünal G 2018. *Hayvan Embriyolojisi*, 3. baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, ISBN: 978-605-320-859-4, 136 sy.

- Van Eif VWW, Devalla HD, Boink GJJ, Christoffels VM 2018. Transcriptional Regulation of The Cardiac Conduction System, Cardiac Development doi: 10.1038/s41569-018-0031-y
- Wesley J 2008. Embryology: Life in Twenty-one Days. [https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=extension\\_curall](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=extension_curall)
- Wittig JG, Münsterberg A 2016. The Early Stages of Heart Development: Insights from Chicken Embryos. *J Cardiovasc Dev Dis* 3(12): 1-15.
- Wittig JG, Münsterberg A 2019. The Chicken as a Model Organism to Study. *Cold Spring Harb Perspect Biol* doi: 10.1101/cshperspect.a037218
- Yalçın S, Turgay-İzzetoğlu G., Aktaş A, 2013. Effects of Breeder Age and Egg Weight on Morphological Changes in The Small Intestine of Chicks During the Hatch Window, *British Poultry Science*, 54(6): 810–817.
- Yıldırım İ 2005. Broiler Kuluçkalık Yumurta Ağırlığı ve Ebeveyn Sürü Yaşının Embriyo Gelişimi ve Kuluçka Sonuçlarına Etkileri, *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 19 (37): 87-91.

## Contribution to The Knowledge of Carabodid Oribatid Mites (Acari, Oribatida, Carabodidae) of Turkey, With Ecological And Zoogeographical Remarks

Ayşe TOLUK<sup>1</sup>, Nusret AYYILDIZ<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Erciyes University, 38039 Kayseri, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-1787-505X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5602-1033>

✉: [nayildiz@erciyes.edu.tr](mailto:nayildiz@erciyes.edu.tr)

### ABSTRACT

Seven oribatid mites of the family Carabodidae Koch, 1837 namely, *Austrocarabodes (s.str.) ensifer* (Sellnick, 1931), *A. (s.str.) foliaceisetus foliaceisetus* Krivolutsky, 1971, *Carabodes (s.str.) labyrinthicus* (Michael, 1879), *C. (s.str.) pirinensis* Kunts, 1961, *C. (s.str.) rugosior* Berlese, 1916, *C. (Flexa) djaparidzae* Murvanidze and Weigmann, 2007 and *C. (Flexa) dubius* Kulijev, 1968 were given with their scanning electron microscope images from Turkey. Apart from *A. (s.str.) ensifer*, other six taxa are new records for the oribatid fauna of Turkey. The taxa were also evaluated in terms of ecological and zoogeographical. An identification key for Turkish carabodid genera and species is also provided.

### Research Article

#### Article History

Received : 04.05.2020

Accepted : 02.10.2020

#### Keywords

Carabodid mites  
Ecology  
Distribution  
Taxonomy  
Turkey

## Türkiye'nin Carabodid Oribatid Akarları (Acari, Oribatida, Carabodidae) Bilgisine Ekolojik ve Zoocoğrafik Açıklamalar İle Katkı

### ÖZET

Carabodidae Koch, 1837 familyasından yedi oribatid akar, isim olarak, *Austrocarabodes (s.str.) ensifer* (Sellnick, 1931), *A. (s.str.) foliaceisetus foliaceisetus* Krivolutsky, 1971, *Carabodes (s.str.) labyrinthicus* (Michael, 1879), *C. (s.str.) pirinensis* Kunts, 1961, *C. (s.str.) rugosior* Berlese, 1916, *C. (Flexa) djaparidzae* Murvanidze ve Weigmann, 2007 ve *C. (Flexa) dubius* Kulijev, 1968 Türkiye'den tarama elektron mikroskopu görüntüleri ile birlikte verilir. *A. (s.str.) ensifer* (Sellnick, 1931) dışındaki diğer altı tür Türkiye oribatid faunası için yeni kayıttır. Taksonlar aynı zamanda ekolojik ve zoocoğrafi bakımından da değerlendirilir. Ayrıca Türkiye carabodid cins ve türleri için de bir teşhis anahtarı verilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 04.05.2020

Kabul Tarihi : 02.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Carabodid akarlar  
Ekoloji  
Dağılım  
Taksonomi  
Türkiye

**To Cite :** Toluk A, Ayyıldız N 2021. Contribution to The Knowledge of Carabodid Oribatid Mites (Acari, Oribatida, Carabodidae) of Turkey, With Ecological And Zoogeographical Remarks. KSU J. Agric Nat 24 (3): 650-662. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.731745>.

### INTRODUCTION

Oribatid mites constitute one of the most important groups of organisms in taxonomic, ecological and zoogeographical aspects due to their presence in almost all kinds of habitats and biogeographic regions, high adaptability, slow movement, strong interaction with microenvironments and their roles in soil structure and decomposition process (Gergócs and Hufnagel 2009, Schuppenhauer *et al.* 2019). Since the 1980's, Ayyıldız and his collaborators have made a significant contributions to the knowledge of the oribatid mite fauna of Turkey (Ayyıldız 1989, Ayyıldız and Luxton 1989a, 1989b, 1990, Baran and Ayyıldız 2008, Toluk *et al.* 2008, Toluk and Ayyıldız 2009a, 2009b, 2011; Baran *et al.* 2009, 2012, Ayyıldız *et al.* 2016, Toluk 2016, Susyal *et al.* 2018, Ay and Ayyıldız 2019a, 2019b). So far, the number of known species

and subspecies of oribatid mites in Turkey is 245 (Baran *et al.* 2018). The family Carabodidae which is the subject of the present study, is one of the largest families in the oribatid mites with 33 genera after the families Oppiidae (132 genera) and Microzetidae (45 genera) (Subías 2004). A limited number of studies are available on this group and so far, only three taxa (*viz.* *Austrocarabodes (A.) ensifer* (Sellnick, 1931), *Carabodes (Flexa) intermedius* Willmann, 1951 and *Carabodes (Klapperiches) pulcher pulcher* (Bernini, 1976) belonging to the genera *Austrocarabodes* and *Carabodes* have been known from Turkey (Ayyıldız 1988, Per and Ayyıldız 2005, Yalçın *et al.* 2013).

The present study on carabodid mites constitute a new addition to the taxonomic, ecological and zoogeographical investigations on oribatid mites in Turkey.

## MATERIALS and METHODS

The material used in this study was obtained from samples previously collected by the authors and kept in the collection, in the context of the determination of Turkish oribatid mite fauna. More detailed information was given in the material examined of each taxon in Results section. They were extracted using a Berlese funnel apparatus, and preserved in 70% ethanol. The specimens were sorted from the samples under a stereomicroscope and mounted on slides in modified Hoyer's medium. Body length was measured in lateral view, from the tip of the rostrum to the posterior edge of the ventral plate. Notogastral width refers to the maximum width in dorsal aspect. Photographs were taken by the Scanning Electron Microscope (SEM). The terminology used in this paper follows Norton and Behan-Pelletier (2009). We prepared the species distribution map by using Website (<http://encarta.softwaresea.com/Windows-software-download/encarta-maps>). The specimens examined were deposited in the Acarological Collection of the Zoological Museum of Erciyes University, Kayseri, Turkey.

## RESULTS

### Family Carabodidae Koch, 1843

Key to the known genera and subgenera of the family Carabodidae from Turkey

1. Ten pairs of notogastral setae ..... 2  
*Carabodes* Koch, 1835..... 2  
 - Fourteen pairs of notogastral setae .....  
*Austrocarabodes* Hammer, 1966
2. Epimeral setal formula: 1-1-3-3, Interlamellar setae originating in interlamellar region ..... *C. (Klapperiches) Mahunka*, 1979  
 - Epimeral setal formula: 3-1-3-3 or 2-1-3-3. Interlamellar setae originating on the surface of lamellae ..... 3
3. Setae *c*<sub>2</sub> long, directed forwards, all other notogastral setae short, phylliform. Lyrifissure *iad* situated in adanal position .....  
*C. (Flexa) Kulijev*, 1977  
 - Setae *c*<sub>2</sub> directed outwards or backwards, never forwards. Lyrifissure *iad* absent or originating far from anal aperture . (*Carabodes*) C. L. Koch, 1835  
 Key to the known species and subspecies of the family Carabodidae from Turkey  
 1- Fourteen pairs of notogastral setae .....2  
 -Ten pairs of notogastral setae .....3  
 2- Sensillus fusiform, notogaster surface covered with a reticulated pattern formed by a varying number of rounds, small tubercles *Austrocarabodes (Austrocarabodes) ensifer*  
 - Sensillus setiform, notogastral surface covered by well-developed round tubercles .....  
*A. (A.) foliaceisetus foliaceisetus*  
 3- Setae *c*<sub>2</sub> normal ..... 4

- Setae *c*<sub>2</sub> very long, directed forward .....7
- 4- Setae *in* originating in interlamellar region ... *C. (Klapperiches) pulcher pulcher*  
 -Setae *in* on the surface of lamellae .....5
- 5- Interlamellar region with two protuberances ..... *C. (Carabodes) rugosior*  
 - Interlamellar region with ridges ..... 6
- 6- Setae *in* long; notogastral surface with areolae and pustules ..... *C. (C.) pirinensis*  
 - Setae *in* short; notogastral sculpture with joint tubercles ..... *C. (C.) labyrinthicus*
- 7- Notogastral setae phylliform ..... 8  
 - Notogastral setae lanceolate ..... *C. (Flexa) intermedius*
- 8- Interlamellar region covered by irregular ridges ..... *C. (F.) djaparidzae*  
 -Interlamellar region with several short longitudinal grooves in two rows.. *C. (F.) dubius*

### Genus *Austrocarabodes* Hammer, 1966

#### *Austrocarabodes (Austrocarabodes) ensifer* (Sellnick, 1931)

*Measurements:* Body length: 464-520, body width: 240-288 µm (n=10).

*Diagnosis (Figure 1):* Lamellae without cuspis. All dorsal setae phylliform. Lamellar setae inserted on distal lateral surface of lamellae; interlamellar setae originating close to inner margin of lamellae. Prodorsum with irregular polygonous areas. Sensillus head gradually thickened and rounded distally. Dorsosejugal furrow straight; Notogaster surface covered with a reticulated pattern formed by a varying number of rounds, small chitinized tubercles; fourteen pairs of phylliform notogastral setae; the humeral region rounded and without triangular tubercle. Ventral surface with well-developed net-pattern. Epimeral setal formula: 3-1-2-3. Genito-anal setal formula: 4-1-2-3. Adanal setae *ad*<sub>1</sub> and *ad*<sub>2</sub> phylliform, setae *ad*<sub>3</sub> smooth.

*Material examined:* Turkey, Mersin, Erdemli, 36°40'104"N, 034°16'524"E, 432 m a.s.l., 17. V.2014, soil and litter from mixed forest, 18 exs (two of them were used for scanning electron microscopy).

*Distribution in Turkey:* Erzurum and Mersin provinces (Figure 2) (Ayyıldız 1988). Mersin province given in the present study constitutes a second locality record after Erzurum province for the species in Turkey.

#### *Austrocarabodes (Austrocarabodes) foliaceisetus foliaceisetus* Krivolutsky, 1971

*Measurements:* Body length: 600-632, body width: 312-318 µm (n=10).

*Diagnosis (Figure 3):* Prodorsum surface covered by irregular ridges. All dorsal setae phylliform. Lamellar

setae inserted on distal lateral surface of lamellae; interlamellar setae originating close to inner margin of lamellae. Sensillus long, its distal part slightly granulated. Notogastral surface covered by well-developed round tubercles. The humeral region with

triangular tubercle. Fourteen pairs of phylliform and dentate notogastral setae. Dorsosejugal furrow nearly straight. Ventral surface covered by net-pattern. All adanal setae phylliform and dentate. Epimeral setal formula: 3-1-3-3. Genito-anal setal formula: 4-1-2-3.

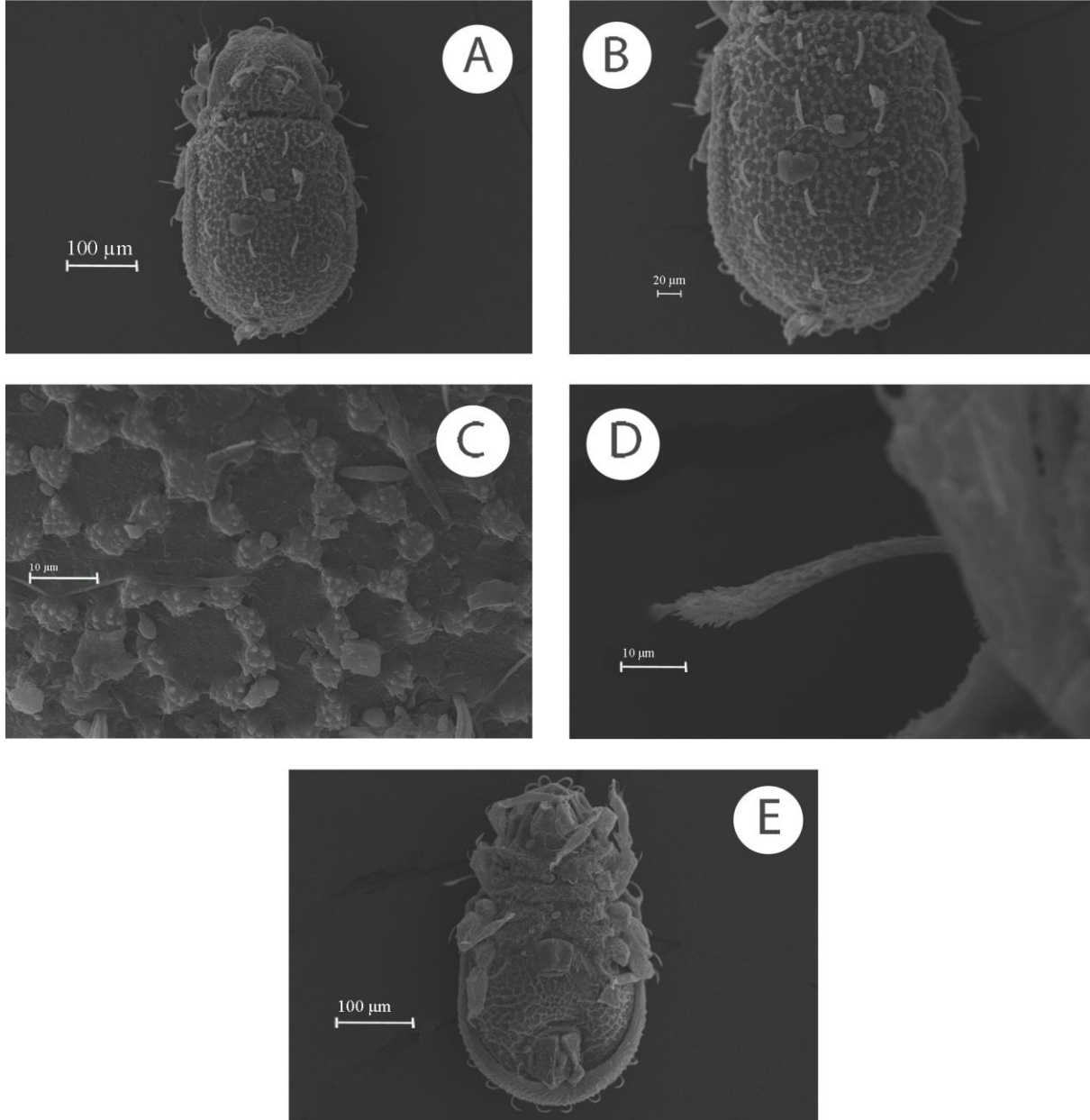


Figure 1. *Austrocarabodes (Austrocarabodes) ensifer* (Sellnick, 1931). A - dorsal view; B – notogaster; C - pattern in central part of notogaster; D – sensillus; E - ventral view.

Şekil 1. *Austrocarabodes (Austrocarabodes) ensifer* (Sellnick, 1931). A – sırttan görünüş; B – notogaster; C – notogasterin orta bölgesi deseni; D – sensillus; E – karından görünüş.

**Material examined:** Turkey, Aksaray, Ihlara Valley, 38°15'30"N, 34°17'46"E, 1212 m a.s.l., 1.V.2017, litter and soil, 14 exs (one of them was used for scanning electron microscopy).

**Distribution in Turkey:** Aksaray province (Figure 2). It constitutes the first locality record for the species in Turkey.

**Genus Carabodes C. L. Koch, 1835**

***Carabodes (Carabodes) labyrinthicus* (Michael, 1879)**

**Measurements:** Body length: 464-608, body width: 264-368 µm (n=10).





Figure 2. General map of Turkey showing locations of sampled populations.  $\Delta$ - *Austrocarabodes (A.) ensifer*,  $\blacktriangle$ - *A. (A.) foliaceisetus foliaceisetus*,  $\circ$ - *Carabodes (C.) labyrinthicus*,  $\star$ - *C. (C.) pirinensis*,  $\square$ - *C. (Flexa) djaparidzae*,  $\star$ - *C. (C.) rugosior*,  $\bullet$ - *C. (Flexa) dubius*.

Şekil 2. Örneklenen populasyonların lokalitelerini gösteren genel Türkiye haritası.  $\Delta$ - *Austrocarabodes (A.) ensifer*,  $\blacktriangle$ - *A. (A.) foliaceisetus foliaceisetus*,  $\circ$ - *Carabodes (C.) labyrinthicus*,  $\star$ - *C. (C.) pirinensis*,  $\square$ - *C. (Flexa) djaparidzae*,  $\star$ - *C. (C.) rugosior*,  $\bullet$ - *C. (Flexa) dubius*.

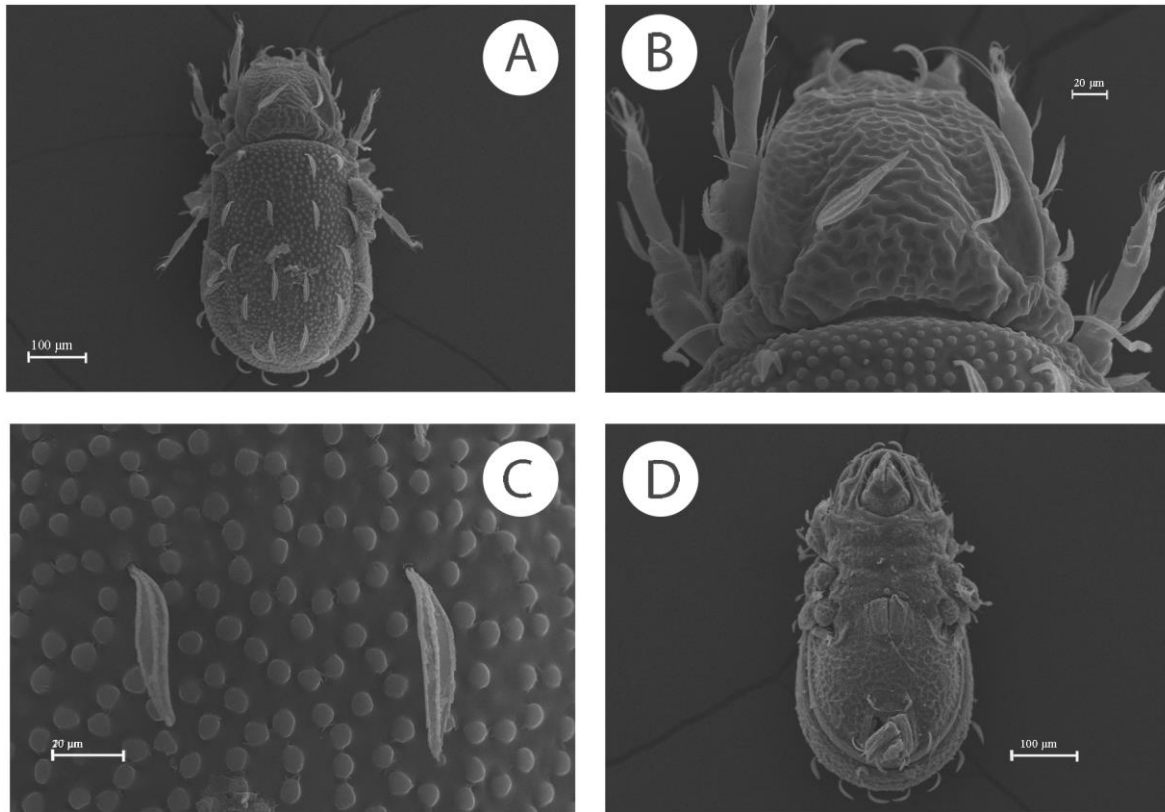


Figure 3. *Austrocarabodes (Austrocarabodes) foliaceisetus foliaceisetus* Krivolutsky, 1971. A - dorsal view; B - prodorsum; C - pattern in central part of notogaster and the setae *da*; D - ventral view.

Şekil 3. *Austrocarabodes (Austrocarabodes) foliaceisetus foliaceisetus* Krivolutsky, 1971. A - sırttan görünüş; B - prodorsum; C - notogasterin orta bölgesi deseni ve *da* kılı; D - karından görünüş.

**Diagnosis (Figure 4):** Rostral, lamellar and interlamellar setae setiform. Interlamellar region converging, with irregular ridges. Sensillus short clavate, directed laterally. Dorsosejugal furrow absent. Notogastral sculpture with joint tubercles. Ten pairs of baciliform notogastral setae. Setae  $c_2$  in lateral position. Epimeral setal formula: 3-1-2-3. Genito-anal setal formula: 4-1-2-3.

**Material examined:** Turkey, Bolu, Gölcük lake side, 40°39'37"N, 31°37'38"E, 1218 m a.s.l., 10.V.2008, soil and litter from mixed forest, 52 exs (one of them were prepared for scanning electron microscopy).

**Distribution in Turkey:** Bolu province (Figure 2). It constitutes the first locality record for the species in Turkey.

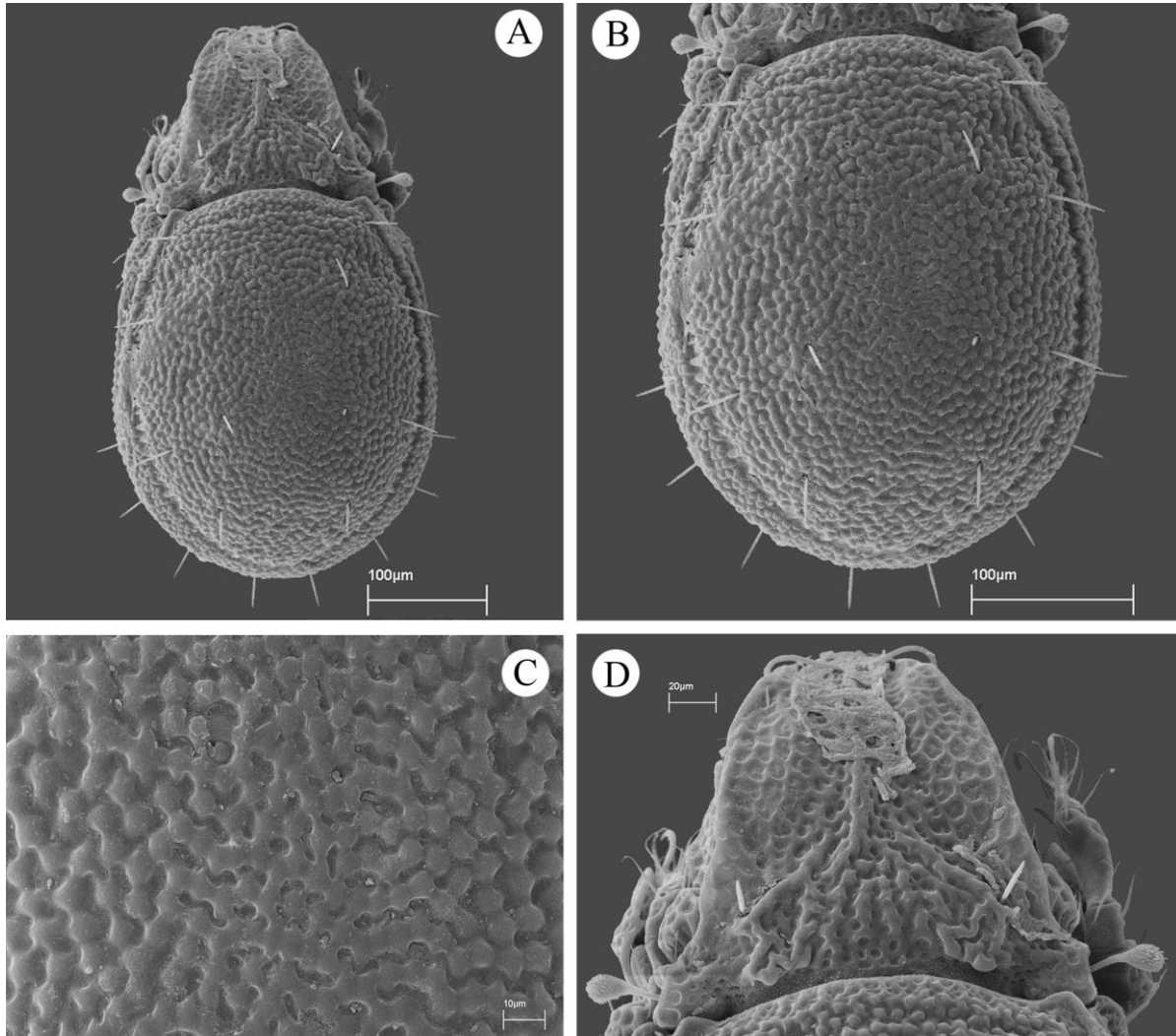


Figure 4. *Carabodes (Carabodes) labyrinthicus* (Michael, 1879). A - dorsal view; B – notogaster; C - notogastral pattern; D - prodorsum.

Şekil 4. *Carabodes (Carabodes) labyrinthicus* (Michael, 1879). A – sırttan görünüşü; B – notogaster; C – notogaster deseni; D - prodorsum.

#### ***Carabodes (Carabodes) pirinensis* Kunst, 1961**

**Measurements:** Body length: 504-560, body width: 272-320 µm (n=10).

**Diagnosis (Figure 5):** Interlamellar setae long, strong, slightly curved inside, inserted on the middle of the lamellae. Sensillus with a finger-shaped head. The interlamellar region separated from the rostrum by a transverse hump with eight- ten longitudinally running furrows. A semicircular chitin plate with two teeth on the basis of the prodorsum present.

Dorsosejugal furrow wide. Notogastral cerotegument sculpture with net-pattern; notogastral surface areolae and pustulate. Notogaster with one pair of prominent humeral processes. Ten pairs of phylliform notogastral setae (except setae  $ps_{1-3}$  and  $r_3$  . Epimeral setal formula: 3-1-2-3. Genito-anal setal formula: 4-1-2-3.

**Material examined:** Turkey, Bolu, Gölcük lake side, , , 40°39'37"N, 31°37'38"E, 1218 m a.s.l., 10.V.2008, soil and litter from mixed forest, 32 exs (one of them were prepared for scanning electron microscopy).

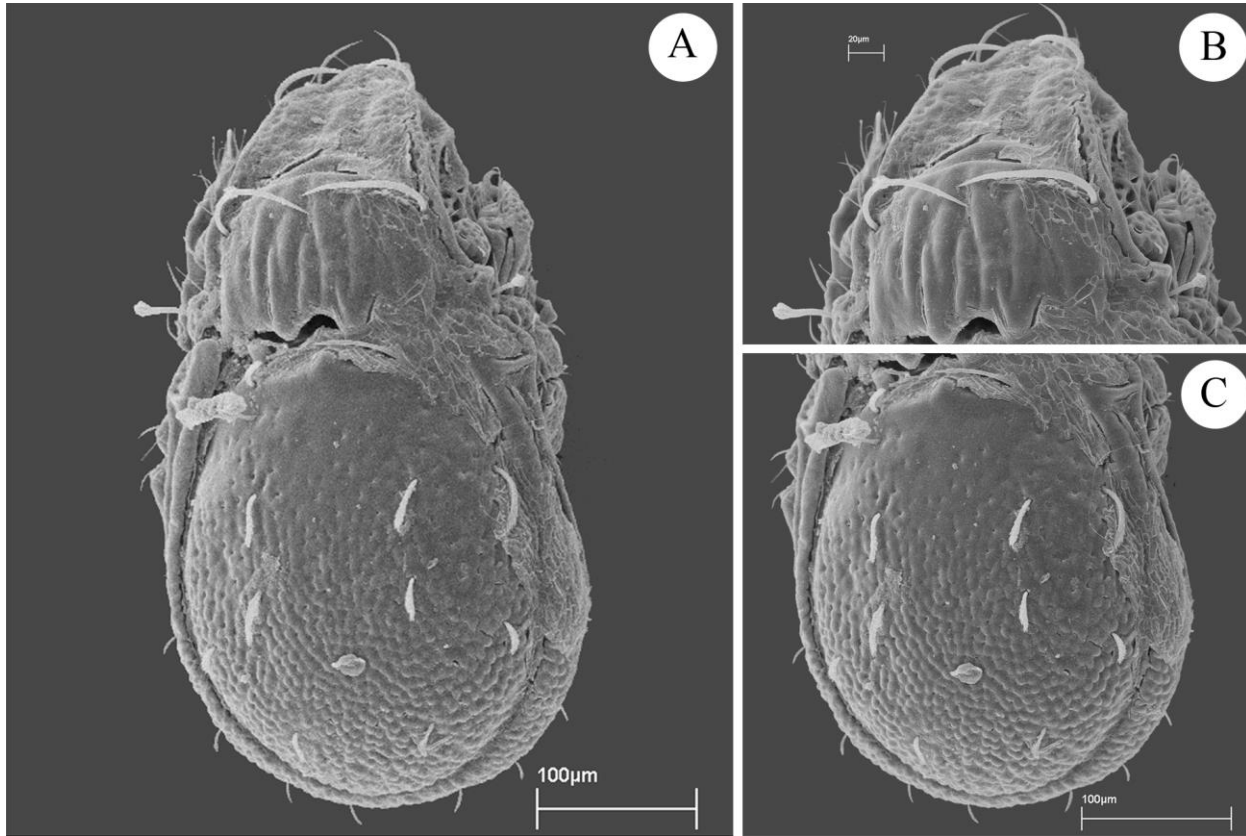


Figure 5. *Carabodes (Carabodes) pirinensis* Kunst, 1961. A - dorsal view; B – prodorsum; C - notogastral pattern.  
Şekil 5. *Carabodes (Carabodes) pirinensis* Kunst, 1961. A – sırttan görünüşü; B – prodorsum; C – notogaster deseni.

**Distribution in Turkey:** Bolu province (Figure 2). It constitutes the first locality record for the species in Turkey.

#### *Carabodes (Carabodes) rugosior* Berlese, 1916

**Measurements:** Body length: 480-496, body width: 288-304 µm (n=3).

**Diagnosis (Figure 6):** Rostral setae smooth, curved inside. Setae *in* and *le* short and setiform. Sensillus slender, ciliate distally divided into finger shaped and widened. Dorsosejugal furrow absent. Interlamellar region with two protuberances. Notogastral sculpture with a strong longitudinal mid-ridge, next to it irregular narrower longitudinal and transverse ridges. Ten pairs of short and setiform notogastral setae. Setae *c*<sub>2</sub> inserted near humeral region. Epimeral setal formula: 3-1-2-3. Genito-anal setal formula: 4-1-2-3.

**Material examined:** Turkey, Bolu, Gölcük lake side, 40°39'37"N, 31°37'38"E, 1218 m a.s.l., 10.V.2008, soil and litter from mixed forest, 4 exs (one of them were mounted on aluminum stubs and gold-coated for scanning electron microscopy).

**Distribution in Turkey:** Bolu province (Figure 2). It constitutes the first locality record for the species in Turkey.

#### *Carabodes (Flexa) djaparidzae* Murvanidze and Weigmann, 2007

**Measurements:** Body length: 496-544, body width: 288-320 µm (n=7).

**Diagnosis (Figure 7):** Prodorsum surface covered by irregular ridges. Rostral and lamellar setae smooth, curved inside. Interlamellar setae long, slightly granulated, positioned on the lamellae and curved inside. Sensillus distally split into fingers. Notogaster reticulate pattern represented by generally rounded cells. Ten pairs of notogastral setae present; setae *c*<sub>2</sub> long, erect, directed forward, other setae phylliform. Dorsosejugal furrow nearly broad. Epimeral setal formula: 3-1-3-3. Genito-anal setal formula: 4-1-2-3.

**Material examined:** Turkey, Artvin, Yusufeli, Çevreli village, , 40°46'07"N, 41° 27'37"E, 1149 m a.s.l., 17.VIII.1993, litter and soil underlying *Pinus* sp. in a mixed forest, 8 exs (one of them were prepared for scanning electron microscopy).

**Distribution in Turkey:** Artvin province (Figure 2). It constitutes the first locality record for the species in Turkey.

#### *Carabodes (Flexa) dubius* Kulijev, 1968

**Measurements:** Body length: 396, body width: 225 µm (n=1).

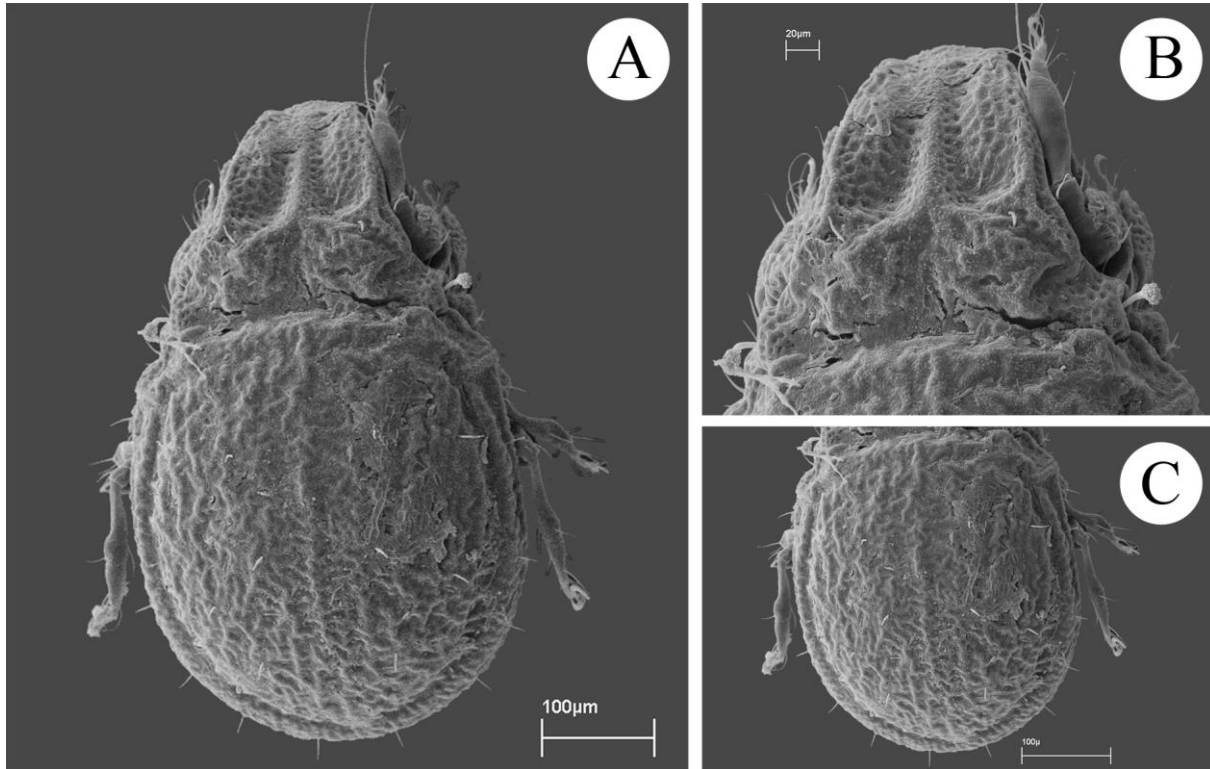


Figure 6. *Carabodes (Carabodes) rugosior* Berlese, 1916. A - dorsal view; B – prodorsum; C - notogastral pattern.  
Şekil 6. *Carabodes (Carabodes) rugosior* Berlese, 1916. A – sırttan görünüşü; B – prodorsum; C – notogaster deseni.

**Diagnosis (Figure 8):** Prodorsal cerotegument with net-like pattern anteriorly. Lamellar setae curved inside, with ciliate. Interlamellar setae long, strong, slightly curved inside. Sensillus with a finger-shaped head. Interlamellar region with several short longitudinal grooves in two rows. Dorsosejugal furrow wide. Setae  $c_2$  bacilliform long, strong, erect, directed forward. Notogastral sculpture with areolae and pustulate. Ten pairs of notogastral setae narrow phylliform, barbed throughout length, inserted submarginally. Setae p- and r- series smaller than the others Epimeral setal formula: 3-1-2-3. Genito-anal setal formula: 4-1-2-3.

**Material examined:** Turkey, Bolu Province, Gölcük lake side, , 40°39'37"N, 31°37'38"E, 1218 m a.s.l., 10.V.2008, soil and litter from mixed forest, 1 ex (one specimen prepared for scanning electron microscopy).

**Distribution in Turkey:** Bolu province (Figure 2). It constitutes the first locality record for the species in Turkey.

## DISCUSSION

The results obtained for each taxon are discussed from the taxonomic, ecological and zoogeographical view, below.

*Austrocarabodes (Austrocarabodes) ensifer* (Sellnick, 1931)

**Taxonomical remarks and comparison:** *Austrocarabodes (Austrocarabodes) ensifer* was

described by Sellnick (1931) from Greece (Ionian Islands). This species can be distinguished from congeners by the presence of prodorsum with irregular polygonous pattern; sensillus with setulae and rounded in the distal part; rounded humeral processes; reticulate notogastral pattern formed by a varying number of round, small chitinized tubercles; phylliform notogastral setae and adanal setae ( $ad_1$  and  $ad_2$ ); net-like pattern in ventral side (Sellnick 1931, Pérez-Íñigo 1971, 1997, Ayyıldız 1988, Murvanidze and Weigmann 2007). The known body size for this species is in the range of 525-550/ 288-340 µm (Sellnick 1931, Pérez-Íñigo 1971, 1997, Bulanova-Zakhvatkina 1975, Ayyıldız 1988). The dimensions of the Turkish specimens (464-520 x 240 -288 µm) are smaller than the previously given. Humeral processes in the Turkish specimens are rounded and without tubercles, which are in concordance with the description of Bulanova-Zakhvatkina (1975) and Ayyıldız (1988) but the chitinized triangular tubercles have been shown in illustrations and descriptions by Pérez-Íñigo (1971, 1997), Mahunka (1986) and Murvanidze and Weigmann (2007). In terms of the other morphological features, the Turkish specimens are in conformity with the descriptions given by the various authors (Sellnick 1931, Pérez-Íñigo 1971, 1997, Bulanova-Zakhvatkina 1975, Mahunka 1986, Ayyıldız 1988, Murvanidze and Weigmann 2007).

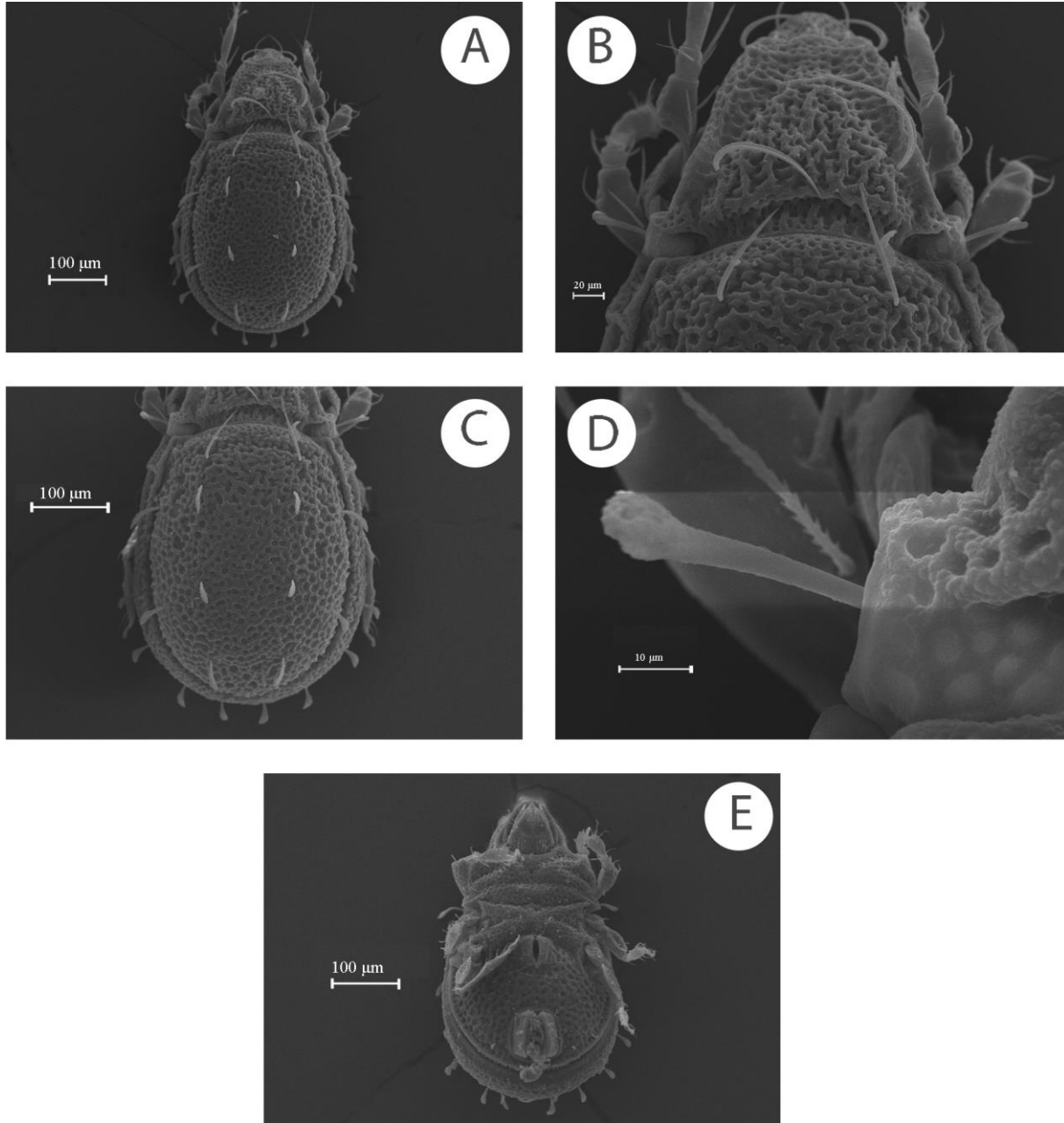


Figure 7. *Carabodes (Flexa) djaparidzae* Murvanidze and Weigmann, 2007. A - dorsal view; B – prodorsum; C - notogastral pattern; D – sensillus; E - ventral view.

Şekil 7. *Carabodes (Flexa) djaparidzae* Murvanidze ve Weigmann, 2007. A – sırttan görünüş; B – prodorsum; C – notogaster deseni; D – sensillus; E – karından görünüş.

**Distribution and Ecology:** This species is presently from Southern Palearctic (Mediterranean and Central-Western Asia) (Subías 2004). It is distributed in Greece, Spain, Portugal, Russia (Lower Volga, Pamir), Georgia and Turkey (Sellnick 1931, Bulanova-Zakhvatkina 1975, Barjadze and Murvanidze 2016). It was previously reported by Ayyıldız (1988) in Turkey. This species has been found in semi-desert soil of the Lower Volga region of Russia (Bulanova-Zakhvatkina 1975). Ayyıldız (1988) reported that it was collected from the fruit garden, arid soils and pine woods. According to Pérez-Íñigo (1997), this species is

typical of the Mediterranean scrubland and has almost always been found near the coast. Specimens belonging to this species have been extracted from artificial arid woodland and mixed forest in Georgia (Barjadze and Murvanidze 2016). Murvanidze and Mumladze (2016) reported that this species lives in forest soils. We found this species in soil and litter collected from a mixed forest. The occurrence analysis of *Austrocarabodes (Austrocarabodes) ensifer* shows that its preferred substrate types as soil and litter.

A. (*A. foliaceisetus foliaceisetus* Krivolutzky, 1971

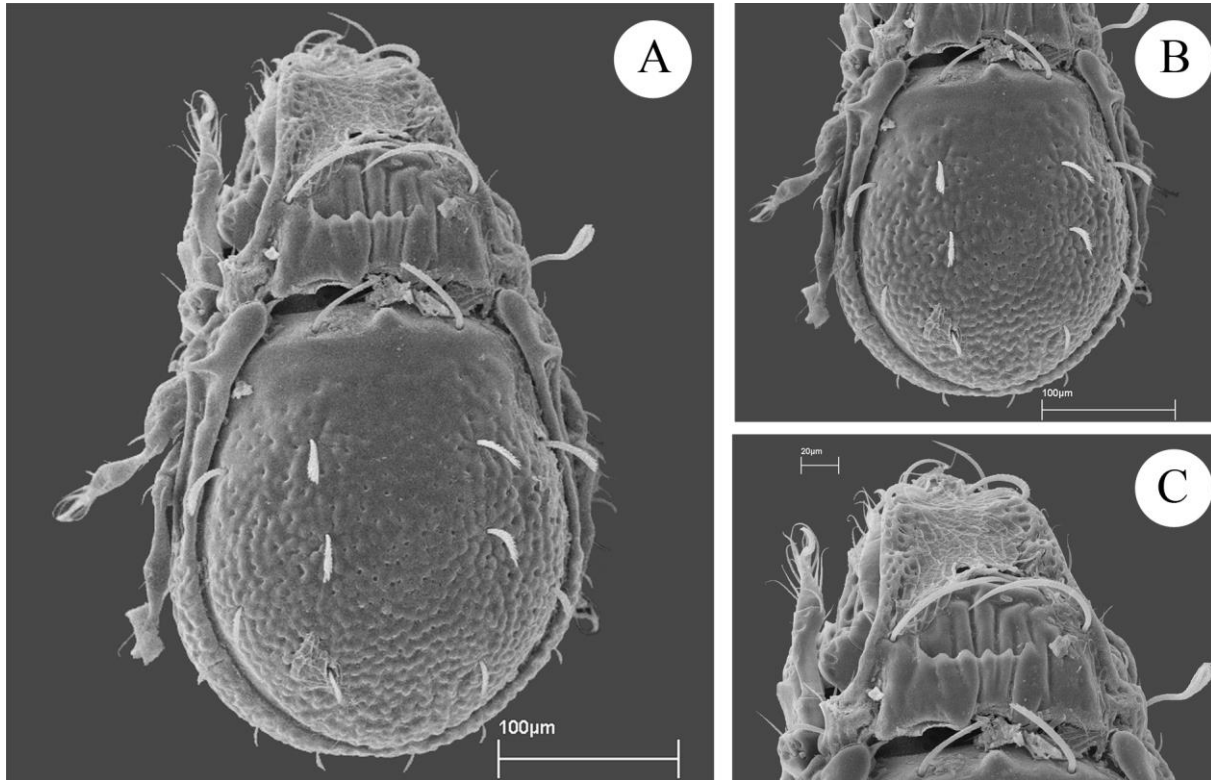


Figure 8. *Carabodes (Flexa) dubius* Kulijev, 1968. A - dorsal view; B – notogaster; C - prodorsum.  
Şekil 8. *Carabodes (Flexa) dubius* Kulijev, 1968. A – sırttan görünüşü; B – notogaster; C - prodorsum.

**Taxonomical remarks and comparison:** A. (*A. foliaceisetus foliaceisetus* Krivolutzky, 1971 was firstly described from Eastern Kirgizia. This subspecies can be distinguished from congeners by the presence of prodorsum with irregular ridge pattern; rounded humeral processes with triangular tubercles; notogastral pattern formed by round tubercles; phylliform notogastral and adanal setae (*ad<sub>1</sub> ad<sub>2</sub> ad<sub>3</sub>*); net-like pattern in ventral side (Krivolutzky 1971, Murvanidze and Mumladze 2016).

The body size in the original description of this subspecies is 602/324 µm (Krivolutzky 1971). The dimensions of the Turkish specimens (600-632 x 312 - 318 µm) are in conformity with the Kirgizia nominal subspecies. Humeral processes in the Turkish specimens are rounded and with tubercles, but the chitinized triangular tubercles have not been shown in the original illustration and description given by Krivolutzky (1971). Apart from this difference, in terms of the other morphological features, the Turkish specimens are in conformity with the original description (Krivolutzky, 1971).

**Distribution and Ecology:** This sub-species is presently known from Southern Palearctic (Eastern Mediterranean and Central-Western Asia) (Subías 2004). This sub-species was recorded also in Iran (Rahgozar *et al.* 2019). Turkey is the third locality record outside its type locality (Kirgizia) and Iran.

Krivolutzky (1971) reported that this species was found in the mountains of Central Asia but did not provide any information about the type of substrate. This subspecies was found in the apple orchards in Iran (Rahgozar *et al.* 2019). We found in litter and soil in a dry valley. Literature data show that it preferred different habitat types as alpine, valley and orchards.

***Carabodes (Carabodes) labyrinthicus* (Michael, 1879)**

**Taxonomical remarks and comparison:** This species can be distinguished from congeners by the presence of clavate sensillus; notogastral pattern with joint tubercles; bacilliform apically pointed notogastral setae (Weigmann 2006, Murvanidze 2008). The body length for the species is given as 430-580 µm by Weigmann (2006) and Murvanidze (2008). In this regard, the Turkish specimens (464-608x 264-368 µm) are in the range of the dimensions of the known specimens. The Turkish specimens closely resemble all the features given by Weigmann (2006) and Murvanidze (2008) for this species. This is the first record from Turkey.

**Distribution and Ecology:** This species is presently known from Holarctic region and Mexico (Subías 2004). It is a new record for Turkey fauna. *C. (C.) labyrinthicus* is found in the arboreal fruiting bodies of the fungus *Daldinia concentrica*; the canopy of beech, oak, larch and spruce in a mixed temperate forest; the feathers of birds; the anthill; forest soils, moss, litter,

tree bark and canopy (Hingley 1971, Wunderle 1992, Krivolutzky and Lebedeva 2004, Sobek *et al.* 2008, Mahunka and Mahunka-Papp 2009, Murvanidze and Mumladze 2016). Schneider (2005) placed it in the phycophage/fungivore feeding category. According to Schatz (2016), it is a euryoecious species, also arboricolous, muscicolous and silvicolous. Also, this species is found in arctic tundra of Alaska and northern Canada (Reeves and Behan-Pelletier 1998). According to Weigmann (2006) it lives in acidic, differently moist forest soils; in moss cushions and tree barks. Subías (1977) confirms his preference for mosses on rocks. Rajska (1968) considers it as a kind of forest residence. It prefers acidic soil and medium humidity (Pérez-Íñigo 1997).

It is known from the literature to be preferred inhabitants of saxicolous or arboricolous mosses and lichens (Materna 2000). We found it in soil and litter from mixed forest. Literature data show that it is tolerant to a wide range of environmental conditions and widely distributed.

*C. (C.) pirinensis* Kunts, 1961

*Taxonomical remarks and comparison:* This species can be distinguished from congeners by the presence of the interlamellar region separated from the rostrum by a transverse hump with eight- ten longitudinally running furrows; a semicircular chitin plate with two teeth on the basis of the prodorsum; long, strong, smooth, slightly curved inside interlamellar setae, inserted on the middle of the lamellae (Kunst 1961). The body dimension for the type specimens is in the range of 570-604 x 330-370 (Kunst 1961). The Turkish specimens (504-560 x 272-320 µm) are smaller than the dimensions of the type specimens. The notogastral setae  $ps_{1-3}$  and  $r_3$  in the Turkish specimens are bacilliform with dentate, but all notogastral setae have been shown as phylliform in the original illustration and description given by Kunts (1961). Apart from this difference, in terms of the other morphological features, the Turkish specimens are in conformity with the original description (Kunst 1961). This is the first record from Turkey.

*Distribution and Ecology:* *Carabodes (Carabodes) pirinensis* was described by Kunst (1961) from Bulgaria. He found this species in dry litter layer of forest. We found it in soil and litter from mixed forest. Turkey is first locality record outside its type locality (Bulgaria). In terms of ecology it can be considered a typical inhabitant of forest litter and soil.

*C. (C.) rugosior* Berlese, 1916

*Taxonomical remarks and comparison:* This species can be distinguished from congeners by the presence of prodorsum with two protuberances in posterior part; notogastral sculpture with a strong longitudinal mid-ridge, next to it irregular narrower longitudinal and transverse ridges; ten pairs of short and setiform

notogastral setae (Reeves and Behan-Pelletier 1998, Weigmann 2006, Murvanidze 2008). The body length for the species is given as 520-650 µm (Weigmann 2006, Murvanidze 2008). The Turkish specimens (480-496 x 288-304 µm) are smaller than the dimensions of the known specimens (Reeves and Behan-Pelletier 1998, Weigmann 2006, Murvanidze 2008). The Turkish specimens closely resemble all the features given by Weigmann (2006) and Murvanidze (2008) for this species. This is the first record from Turkey.

*Distribution and Ecology:* Holarctic (Palearctic and northern Nearctic) (Reeves and Behan-Pelletier 1998, Subías 2004, Murvanidze 2008, Mahunka and Mahunka Papp 2009, Kagainis 2010, Hågvar *et al.* 2014). Weigmann (2006) found it in forest litter and on tree stumps. Murvanidze and Mumladze (2016) reported this species from forest soils. In Latvia, this species is found from coniferous forest soil (Kagainis 2010, Hågvar *et al.* 2014). According to Schatz (2016), it is a silvicolous species. We found this species in soil and litter from mixed forest. In terms of ecology it can be considered a typical inhabitant of forest litter and soil.

*C. (Flexa) djaparidzae* Murvanidze and Weigmann, 2007,

*Taxonomical remarks and comparison:* This species was described by Murvanidze and Weigmann (2007) from Georgia. It can be distinguished from congeners by the presence of reticulate notogastral pattern represented by generally rounded cells; long, curved inside interlamellar setae; sensillus with distally finger-shaped head; phylliform notogastral (except setae  $c_2$  long and erect) and adanal setae (setae  $ad_1$  and  $ad_2$ ). The body length and width for the species is given as 510 and 260 µm, respectively (Murvanidze and Weigmann 2007). In this regard, the dimensions of the type specimen are in the range of the dimensions of the Turkish specimens (496-544 x 288-320 µm). Murvanidze and Weigmann (2007) stated that notogaster has flower shaped pattern formed by bright foveolae surrounded by chitinized tubercles. Their drawings match the images that we observed in SEM. However, it does not look like a flower-shaped pattern. This can be due to difference in SEM and the light microscopic examination. In general, the Turkish specimens are in conformity with the original description given by Murvanidze and Weigmann (2007). This is the first record from Turkey.

*Distribution and Ecology:* Caucasus (Subías 2004). *Carabodes (Flexa) djaparidzae* Murvanidze and Weigmann, 2007 was firstly described from Georgia. Up to now this species was known only from the type locality. Turkey is second locality record. This species was found in soil of a *Carpinus* forest; moss in *Populus tremula-Pinus* forest; understory with different grasses in Georgia. We found this species in litter and soil underlying *Pinus* sp. in a mixed forest. From the

available data, it is understood that this species prefers forest floor.

*C. (Flexa) dubius* Kulijev, 1968

**Taxonomical remarks and comparison:** This species was described by Kulijev (1968) from Azerbaijan. It can be distinguished from congeners by the presence of interlamellar region with several short longitudinal grooves in two rows; setae  $c_2$  bacilliform long, strong, erect, directed forward; nine pairs of notogastral setae narrow phylliform, barbed throughout length, inserted submarginally. The body length for the species is given as 420-517  $\mu\text{m}$  by Murvanidze, (2008), 422-474 by Kulijev (1977). The Turkish specimens (396 x 225  $\mu\text{m}$ ) are smaller than the dimensions of the known specimens. The Turkish specimens closely resemble all the features given by Kulijev (1977) and Murvanidze (2008) for this species. This is the first record from Turkey.

**Distribution and Ecology:** *Carabodes (Flexa) dubius* is distributed in Caucasus (Azerbaijan and Georgia) (Subías 2004, Murvanidze 2008). It collected from moss on rock wall of a canyon and in mountain forest soils (Murvanidze and Mumladze 2016). We found it in soil and litter from mixed forest.

## CONCLUSION

The present study added six new records of the genus *Carabodes* to the oribatid fauna of Turkey. For *Carabodes (Carabodes) pirinensis* Kunst, 1961 and *Carabodes (Flexa) djaparidzae* Murvanidze and Weigmann, 2007 Turkey are the first locality record outside their type localities Bulgaria and Georgia, respectively. The taxa identified in this study have a Palearctic distribution. They are specifically distributed in the European and Mediterranean sub-regions of the Palearctic region. This is consistent with the fact that Turkey is located on cross section of the Boreal, Euro-Siberian, Irano-Turan and Mediterranean elements. In general, the species of Carabodidae prefer more or less humid forest habitats and are rare in non-humid environments.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Some of the data in this study were presented as poster in 8<sup>th</sup> Symposium of the European Association of Acarologists under the title of "New records of the genus *Carabodes* (Acari, Oribatida, Carabodidae) from Turkey". We are grateful to Dr. M. Murvanidze (Tbilisi, Georgia), for their valuable comments. We would also like to thank Erciyes University's Nanotechnology Research and Implementation Center and Technology Research and Implementation Center for their assistance in SEM imaging.

## Researchers Contribution Rate Declaration Summary

The authors declare that they have contributed equally

to the article.

## Conflicts of Interest Statement

None of the authors had any financial or personal relationships with other individuals or organizations that might inappropriately influence their work during the submission process.

## REFERENCES

- Ay Y, Ayyıldız N 2019a. Investigations on Oppioid Oribatid Mites of Amanos Mountains (Turkey). Plant Protection Bulletin, 59(3): 15-23.
- Ay Y, Ayyıldız N 2019b. New Locality Records of Oppioid Oribatid Mites (Acari, Oribatida, Oppioidea) from the Amanos Mountains (Turkey). KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 22(6): 905-915.
- Ayyıldız N 1988. Systematic Investigations on the Oribatid Mites (Acari: Oribatida) of the Erzurum Plain. II. Higher Oribatids. Doğa- Turkish Journal of Zoology, 12(2): 131-144.
- Ayyıldız N 1989. Mites of the Family Oppiidae (Acari, Oribatida) from Turkey. Journal of Natural History, 23(6): 1373-1379.
- Ayyıldız N, Luxton M 1989a. New and Unrecorded Oribatid Mites (Acari) from Turkey. Zoologischer Anzeiger, 222(5/6): 294-300.
- Ayyıldız N, Luxton M 1989b. Epimerellidae (Acari, Oribatida) A New Mite Family. Journal of Natural History, 23(6): 1381-1386.
- Ayyıldız N, Luxton M 1990. The Genus *Cosmochthonius* Berlese, 1910 (Oribatida, Cosmochthoniidae). Acarologia, 31(3): 279-284.
- Ayyıldız N, Subías LS, Baran Ş 2016. Review of the Family Perlohmanniidae (Acari: Oribatida) with Description of a New Species from Turkey. Biologia, 71(3): 323-327.
- Baran Ş, Ayyıldız N 2008. Contribution to the Quadropiidae (Acari, Oribatida) Fauna of Turkey. Turkish Journal of Zoology, 32(2): 131-135.
- Baran Ş, Ayyıldız N, Kence A 2012. Two New Species and a New Record of Oppioid Mites (Acari: Oribatida) from Turkey. Pakistan Journal of Zoology, 44(3): 777-785.
- Baran Ş, Bezci T, Ayyıldız N 2018. Supplementary Checklist of Oribatid Mites (Acari) from Turkey. Munis Entomology and Zoology, 13(1): 91-97.
- Baran S, Toluk A, Ayyıldız N 2009. Mites of the Genus *Quadropia* Jacot, 1939 (Acari: Oribatida: Quadropiidae) from Turkey, with Zoogeographical Remarks. Entomological News, 120(3): 240-252.
- Barjadze S, Murvanidze M 2016. New Records of Springtails (Collembola: Entomobryomorpha) and Oribatid Mites (Acari: Oribatida) in Georgia. Turkish Journal of Zoology, 40(1): 117-119.
- Bulanova-Zakhvatkina EM 1975. Nadsemeistvo Carabodoidea Dubinin, 1954. (Opredelitel' Obitayushchikh v Pochve Kleshchey: Sarcopiformes, Istadel'stwo Nauka, Moscow: Eds.



- Ghilarov MS, Krivolutzky DA) 184-190.
- Demirsoy A 1999. Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası "Hayvan Coğrafyası". Üçüncü Baskı. Meteksan AŞ, Ankara, pp. 965.
- Gergócs V, Hufnagel L 2009. Application of Oribatid Mites as Indicators (Review). *Applied Ecology and Environmental Research*, 7(1): 79–98.
- Hågvar S, Amundsen T, Økland B 2014. Mites of the Genus *Carabodes* (Acari, Oribatida) in Norwegian Coniferous Forests: Occurrence in Different Soils, Vegetation Types and Polypore Hosts. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29(7): 629-638.
- Hingley MR 1971. The Ascomycete Fungus, *Daldinia concentrica* as a Habitat for Animals. *Journal of Animal Ecology*, 40(1): 17-32.
- Kagainis U 2010. *Carabodes rugosior* Berlese, 1916 and *C. subarcticus* Trägårdh, 1902 – New Species of Oribatid Mites (Acari: Oribatida: Carabodidae) for Fauna of Latvia, with Brief Discussion of Their Microscoping. *Latvijas Entomologs*, 48: 115–117.
- Krivolutzky DA 1971. Some New Oribatoid Mites from Eastern Kirgisia. *Zoologicheskii Zhurnal*, 50(6): 939-942.
- Krivolutzky DA, Lebedeva NV 2004. Oribatid Mites (Oribatei, Acariformes) in Bird Feathers: Non-Passerines. *Acta Zoologica Lituanica*, 14: 26-47.
- Kulijev KA 1977. *Flexa* Kulijev nov. gen. Typovoi *Carabodes dubius* Kulijev, 1968 Semeistvo Carabodidae C. L. Koch, 1837. *Doklady Akademii Nauk Azerbaijan SSR*, 33: 64–67.
- Kunst M 1961. Bulgarische Oribatiden IV. (Acari: Oribatei). *Acta Universitatis Carolinae – Biologia*, 8: 151–183.
- Mahunka S 1986. A Survey of the Family Carabodidae C.L. Koch, 1836 (Acari: Oribatida). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 32: 73–135.
- Mahunka S, Mahunka-Papp L 2009. Oribatids from Switzerland X (Acari: Oribatida: Carabodidae) (Acarologica Genavensia C). *Contributions to Natural History*, 12: 931-949.
- Materna J 2000. Oribatid Communities (Acari: Oribatida) Inhabiting Saxicolous Mosses and Lichens in the Krkonoše Mts. (Czech Republic). *Pedobiologia*, 44: 40-62.
- Murvanidze M 2008. Checklist and Key to Species of *Carabodes* (Acari, Oribatida, Carabodidae) of the Caucasian Region with Description of a New Species. *Acarina*, 16(2): 177-186.
- Murvanidze M, Mumladze L 2016. Annotated Checklist of Georgian Oribatid Mites. *Zootaxa*, 4089(1): 1-81.
- Murvanidze M, Weigmann G 2007. New Carabodidae of Georgia. *Tijdschrift voor Entomologie*, 150: 193–200.
- Norton RA, Behan-Pelletier VM 2009. Suborder Oribatida. (A Manual of Acarology. 3rd ed. Texas Tech University Press, Texas: Eds. Krantz GW, Walter DE) 430–564.
- Per S, Ayyıldız N 2005. Erciyes Dağının (Kayseri) Epifitik Oribatid Akarları Üzerine Sistematik Araştırmalar- II. Çankaya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, *Journal of Arts and Sciences*, 3: 95-106.
- Pérez-Iñigo C 1971. Acaros Oribatidos de Suelos de Espana peninsular e Islas Baleares (Acari, Oribatei). Parte 3. *Eos, Revista Española de Entomología*, 46: 263–350.
- Pérez-Iñigo C 1997. Acari, Oribatei, Gymnonota I. (Fauna Ibérica, vol. 9. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid: Eds. Ramos MA et al.) pp. 374.
- Rahgozar M, Irani-Nejad KH, Zargaran MR, Saboori A 2019. Biodiversity and Species Richness of Oribatid Mites (Acari: Oribatida) in Orchards of East Azerbaijan Province, Iran. *Persian Journal of Acarology*, 8(2): 147-159.
- Rajski A 1968. Autecological-Zoogeographical Analysis of Moss Mites (Acari, Oribatei) on the Basis of Fauna in the Poznan Environs. Part II. *Fragmenta Faunistica*, 14(12): 277–405.
- Reeves RM, Behan-Pelletier V 1998. The Genus *Carabodes* (Acari: Oribatida: Carabodidae) of North America, with Descriptions of New Western Species. *Canadian Journal of Zoology*, 76: 1898-1921.
- Schatz H 2016. Oribatid Mites (Acari, Oribatida) from the Biodiversity Days in South Tyrol (Prov. Bolzano, Italy). *Gredleriana*, 16: 113-132.
- Schneider K 2005. Feeding Biology and Diversity of Oribatid Mites (Oribatida, Acari). Technical University, Darmstadt, PhD Thesis, pp. 115.
- Schuppenhauer MM, Lehmitz R, Xylander WER 2019. Slow-Moving Soil Organisms on a Water Highway: Aquatic Dispersal and Survival Potential of Oribatida and Collembola in Running Water. *Movement Ecology*, 7: 20.
- Sellnick M 1931. Acari, In: Beier M. *Zoologische Forschungsreise nach den Jonischen Inseln und dem Peloponnes*. XVI. Acari. *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse*, 140: 693–776.
- Sobek S, Kampichler C, Weigmann G 2008. Oribatid Mites (Acari: Oribatida) in the Canopy of a Central European Mixed Forest: Species Richness and Species Similarity Between Tree Species and Habitat Types. (Canopy Arthropod Research in Europe, Nuremberg, Bioform entomology: Eds. Floren A, Schmidl J) 339-354.
- Subías LS 1977. Taxonomía y Ecología de los Oribátidos Saxícolas y Arborícolas de la Sierra de Guadarrama (Acarida, Oribatida). Universidad Complutense de Madrid, Spain, PhD Thesis, pp. 379.
- Subías LS 2004. Listado Sistemático, Sinonímico y

- Biogeográfico de los Ácaros Oribátidos (Acariformes, Oribatida) del Mundo (1758–2002) (excepto fósiles), 14<sup>a</sup> actualización. Graellsia, 60 (núm. extr.): 3–305.
- Susyal B, Ayyıldız N, Baran Ş 2018. A New Species of *Eupterotegaeus* (Acari, Oribatida, Compactozetidae) from Turkey. Entomological News, 128 (1): 65-71.
- Toluk A 2016. A New Species of the Genus *Rhinoppia* (Acari, Oribatida, Oppiidae) from Turkey. Acarologia, 56(1): 91-98.
- Toluk A, Ayyıldız N 2009a. Two New Species of the Genus *Quadroppia* (Acari: Oribatida: Quadroppiidae) from Turkey. Biologia, 64(5): 930–936.
- Toluk A, Ayyıldız N 2009b. Three New Species of Oppiidae from Turkey (Acari: Oribatida). Zootaxa, 1988: 33-47.
- Toluk A, Ayyıldız N 2011. Contributions to the Turkish Oribatid Fauna (Acari, Oribatida) from Bolu Province. Turkish Journal of Zoology, 35(1): 63-70.
- Toluk A, Ayyıldız N, Baran S 2008. Two New Species of *Epimerella* Kulijev, 1967 (Acari, Oribatida, Epimerellidae) from Turkey. Journal of Natural History, 42(39-40): 2537-2546.

## Bolu İlinde Sığır Besiciliği ve Besiye Alınan Sığırlarda Bazı Vücut Ölçülerinin Belirlenmesi

Onur ŞAHİN

Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş  
<https://orcid.org/0000-0002-3801-3881>  
✉: o.sahin@alparslan.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, Bolu ilindeki sığır besi işletmelerinde besicilik faaliyetinin yapısal durumu ve besiye alınmış sığırların bazı vücut özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın materyalini sığır besisi yapılan 9 işletmede farklı genotip, cinsiyet ve yaş grubundan besiye alınan 339 baş besi sığırı oluşturmuştur. İşletmelerde besi faaliyetine ait bilgilerin toplanmasına ek olarak sığırlar üzerinde cidago yüksekliği ve göğüs çevresi ölçülmüştür. İşletmeler, besideki hayvan sayısına göre 1-50 baş, 51 baş ve üzeri olarak gruplandırılmıştır. Bu gruplardaki hayvan sayıları ve genel ortalama bahsedildikleri sıra ile; 19.0 baş, 75 baş ve 37.7 baştır. Çalışmada besi başlangıcı ve besi sonu yaşları sırasıyla;  $9.7 \pm 2.23$  yaş ve  $25.6 \pm 3.57$  yaş olarak hesaplanmıştır. Ortalama besi süresi ise  $15.9 \pm 5.21$  ay olarak tespit edilmiştir. Siyah Alaca melezleri, Esmer melezleri, Simental melezleri ve yerli ırklar için 9-12 aylık yaş ortalama canlı ağırlık sırasıyla;  $233.9 \pm 15.25$  kg,  $252.7 \pm 24.33$  kg,  $236.1 \pm 22.05$  kg,  $127.3 \pm 19.69$  kg olarak tahmin edilmiştir. Aynı ırklar için 18-22 aylık yaş döneminde ortalama canlı ağırlık, aynı sıra ile;  $432.3 \pm 42.31$  kg,  $420.5 \pm 22.19$  kg,  $440.4 \pm 37.10$  kg,  $212.5 \pm 20.31$  kg olarak tahmin edilmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 08.06.2020  
Kabul Tarihi : 10.09.2020

### Anahtar Kelimeler

Sığır  
Besi  
Canlı ağırlık  
Cidago yüksekliği  
Göğüs çevresi

## The Structure of Beef Production and Determination of Some Body Measurements in Fattened Cattle in Bolu Province

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the structural status of the fattening activity and some body measurements of cattle in cattle fattening farms in Bolu province. The material of the research consisted of 339 head cattle of all breed, age and both sexes that fattening in 9 fattening farms. In addition to collection information about fattening activity in farms, withers height and chest circumference were measured on cattle. Farms were grouped as 1-50 heads, 51+ heads and above based on the number of animals. General averages for the number of animals in the groups were 19.0 heads, 75 heads and 37.7 heads. In the study, beginning of fattening and ending fattening ages were  $9.7 \pm 2.23$  years and  $25.6 \pm 3.57$  years, respectively. The average fattening period was determined as  $15.9 \pm 5.21$  months. The average live weights of 9-12 months age for Black and White crossbreds, Brown Swiss crossbreds, Simmental crossbred and domestic breeds were estimated as  $233.9 \pm 15.25$  kg,  $252.7 \pm 24.33$  kg,  $236.1 \pm 22.05$  kg,  $127.3 \pm 19.69$  kg, respectively. The average live weights for 18-22 months age for the same breeds, was estimated as  $432.3 \pm 42.31$  kg,  $420.5 \pm 22.19$  kg,  $440.4 \pm 37.10$  kg,  $212.5 \pm 20.31$  kg, respectively.

### Research Article

### Article History

Received : 08.06.2020  
Accepted : 10.09.2020

### Keywords

Cattle  
Fattening  
Live weight  
Withers height  
Chest circumference

**Atıf İçin:** Şahin O 2021. Bolu ilinde Sığır Besiciliği ve Besiye Alınan Sığırlarda Bazı Vücut Ölçülerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 663-670. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.749055>

**To Cite:** Şahin O 2021. The Structure of Beef Production and Determination of Some Body Measurements in Fattened Cattle in Bolu Province. KSU J. Agric Nat 24 (3): 663-670. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.749055>

### GİRİŞ

Dünya'da hayvansal protein üretiminin ürünlere göre

dağılımı açısından süt ve etin payları sırasıyla %47 ve %27'dir. Bu ürünleri sırasıyla, su ürünleri ve yumurta

izlemektedir. Dünya’da ve Türkiye’de kişi başına günlük ortalama hayvansal protein üretimi ise sırasıyla: 32.1 gr ve 36,3 gr’dır. (Anonim, 2013a).

Türkiye’de hayvansal protein üretimi içerisinde sütün ve etin payları sırasıyla; %51 ve %37’dir. Bu ürünleri sırasıyla yumurta (%7) ve su ürünleri (%5) izlemektedir. Türkiye’de kişi başına düşen yıllık kırmızı et (sığır, manda, koyun, keçi), tavuk eti, yumurta ve balık eti tüketimi sırasıyla; 16.3 kg, 18.8 kg ve 6.1 kg’dır (Anonim, 2013b).

Toplam süt üretiminin yaklaşık %90.8’i ve kırmızı et üretiminin %89.5’i sığırlardan elde edilmektedir (Anonim, 2019). Bu değerler, hayvansal üretim politikalarında sığır yetiştiriciliğinin ağırlıkta olduğunu ortaya koymaktadır.

Gerek süt ve gerekse et üretimi açısından sığırın önemli bir kaynak durumunda olması, Türkiye’de hayvan başına verimin yükseltilmesine yönelik çalışmaların sığır popülasyonu üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur.

Türkiye’de yetiştirilmekte olan sığır, koyun, keçi sayıları 2013 yılından sonra artış göstermiştir. Bu çerçevede sığır sayısı 2013-2019 yılları arasında 3.3 milyon baş artarak yaklaşık 17.7 milyon baş’a ulaşmıştır (Anonim, 2019a).

Türkiye’deki toplam sığır, koyun, keçi ve manda sayıları sırasıyla; 17.688.139 baş, 37.276.050 baş, 11.205.429 baş ve 184.192 baş’tır. Bolu ilinde ise sığır, koyun, keçi ve manda varlığı sırasıyla; 135.300 baş, 102.150 baş, 28.431 baş ve 1.694 baş’tır. Bolu ilinin sahip olduğu sığır, koyun, keçi ve manda varlığının Türkiye’deki toplam hayvan varlığı içerisindeki payları sırasıyla; %0.76, %0.91, %0.25 ve %0.92 olarak hesaplanmıştır. Sığır varlığı içerisinde kültür ırklarının payı ise Türkiye ve Bolu ili için sırasıyla; %83.30 ve %60.54’dür. Kültür ırkı sığır varlığını, kültür ırkı melezleri (Türkiye ve Bolu ili için sırasıyla; %12.80 ve %33.20) ve yerli ırklar (Türkiye ve Bolu ili için sırasıyla; %3.80 ve %6.26) takip etmektedir. Toplam çiğ süt üretimi Türkiye ve Bolu ili için yine sırasıyla; 22.960.379 ton ve 1.706.216 ton’dur (Anonim 2019a, Anonim 2019b).

Çalışma alanı olarak seçilen Bolu ili topraklarının kapladığı alan 8.323 km<sup>2</sup> olup, Türkiye yüzölçümünün %1.06’sını teşkil etmektedir. Bolu ilinin %56’sını dağlar ve %8’ini ise ovalar oluşturmaktadır. Merkez ilçe haricinde 8 İlçesi, 4 beldesi ve 511 köyü vardır. Bolu ili, Türkiye’nin Batı Karadeniz Bölgesinde, 30° 32’ ve 32° 36’ doğu boylamları, 40° 06’ ve 41° 01’ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Bolu ilinin batısında; Sakarya ve Düzce, güneybatısında; Bilecik ve Eskişehir, güneyinde; Ankara, doğusunda; Çankırı ve Karabük, kuzeyinde; Zonguldak illeri vardır. Genel olarak Bolu ili, Batı Karadeniz ve Karadeniz iklim tiplerine sahiptir. Bunun yanında güneybatı bölümlerinde Marmara ve İç Anadolu iklim tipleri de

görülmemektedir. Son 52 yıllık verilere göre ortalama günlük güneşlenme süresi 5 saat 49 dakika, yıllık yağış 536 mm ve yıllık ortalama yağışlı geçen gün sayısı ise 137 gündür (Anonim 2019c).

Hayvansal üretimin arttırılmasına yönelik uygulanan ulusal ve bölgesel politikaların başarısı, hayvansal üretimin sosyal, ekonomik, kültürel ve teknik yönleriyle incelenmesi ve envanterin sağlıklı bir şekilde ortaya konulmasını amaçlayan araştırmalar ile mümkündür. Bu çalışmada da, Bolu ilinde sığır besiciliği konusunda faaliyet gösteren özel işletmelerin incelenmesi suretiyle, il’de sığır besisi konusunda mevcut durumun tespit edilmesi ve besiyeye alınan sığırlarda bazı vücut özelliklerinin (cidago yüksekliği, göğüs çevresi, canlı ağırlık) belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Araştırmanın materyalini, Bolu ilinde 2 ilçeye bağlı 4 köyde faaliyet gösteren 9 adet sığır besi işletmesi ve bu işletmelerde besiyeye alınmış olan çeşitli genotip, yaş ve cinsiyetteki toplam 329 baş besi sığırını oluşturmuştur.

### Metot

Belirlenen işletmelerde öncelikli olarak, besi faaliyetine yönelik bilgilerin toplanması maksadıyla işletme sahipleri ile yüz yüze anket ve görüşme yöntemi kullanılmıştır (Boyar ve Yumak 1999). Çalışma kapsamında besinin farklı dönemlerinde olan işletmelerde besi periyodunun başında ve besi periyodunun sonunda hayvanlara yedirilen kaba ve yoğun yem miktarları ile ilgili bilgiler de toplanmıştır. Ayrıca işletmelerde besiyeye alınan 339 baş sığırın yaş ve cinsiyeti tespit edilerek, hayvanların vücut ölçüleri (cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve canlı ağırlık) belirlenmiştir. Kültür ırkı ve melezlerinin canlı ağırlıklarının tahmin edilmesinde doğrudan ölçme şeridi üzerindeki kilogram değer esas alınmıştır. Yerli ırklarda ise canlı ağırlık tahmininde ölçme şeridinde santimetre ölçüsü esas alınarak daha önce yerli ırklar üzerinde yapılan bir çalışma sonucunda elde edilen regresyon eşitliği kullanılmıştır (Thieme 1983).

$$(CA= 22.91 - 0.964 * GÇ + 0.0151 * (GÇ)^2)$$

*Bu eşitlikte; CA: Canlı Ağırlık, GÇ: Okunan göğüs çevresi ölçüsü (cm)*

Sığır besi işletmeleri, besideki hayvan sayısına göre, 1-50 baş ve 51 baş ve üzeri sığır kapasitesi olmak üzere iki işletme büyüklük grubuna ayrılmıştır (Kıral 1993, Uzal ve Uğurlu 2006).

### Örnekleme Yöntemi:

Araştırma başlangıcında, işletme ve hayvan varlığına ilişkin sağlıklı ve güncel veri olmaması nedeniyle hızlı kırsal değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Hızlı

Kırsal Değerlendirme (HKD); informal tarım sorveyi, hızlı keşif, informal metot, keşif sorveyi, bilgi değerlendirmesi, hızlı değerlendirme programı, katılımcı kırsal değerlendirme gibi birçok şekilde adlandırılmıştır (Beebe 1995). Yöntem çerçevesinde, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü yetkilileriyle görüşülerek sığır besiciliğinin yoğun yapıldığı Bolu Merkez ve Gerede ilçeleri belirlenmiştir. Merkez ve Gerede Tarım ve Orman İlçe Müdürlükleri yetkilileri ile yapılan görüşmeler neticesinde ise yalnızca sığır besiciliği konusunda faaliyet gösteren 9 adet özel besi işletmesi tespit edilmiştir.

### İstatistik Analizler

İstatistiki analizler, besi işletmelerinin faaliyetlerinin değerlendirilmesi ile ırk ve cinsiyet grupları itibariyle tanımlayıcı istatistiklerin belirlenmesinden oluşmuştur. Verilerin hazırlanmasında Excel paket programı kullanılmış olup, Minitab (Anonim 1997) programı yardımıyla anket sonuçlarına ait frekansların yanı sıra besideki sığırların ırk ve cinsiyet grupları itibariyle cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve canlı ağırlığa ait tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart hata, minimum ve maksimum) hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Besideki sığırların ırk ve sığır tipi itibariyle dağılımları

Table 1. Distribution of cattle in fattening by breeds

İrk / Tip Grubu	Sığır Sayısı (baş) (Cattle Number (head))	Oran (%) (Rate (%))	
Yerli Irklar (Native Breeds) (%36.6)	Yerli Kara (Native Black Cattle)	49	14.4
	Doğu Anadolu Kırmızısı (East Anatolian Red)	43	12.7
	Yerli Güney Sarısı (Native Southern Yellow Cattle)	26	7.7
	Boz Step (Turkish Grey Steppe)	6	1.8
Kültür ve Kültür Melezleri (Culture Breeds and Culture Crossbreeds) (%63.4)	Siyah Alaca (Black and White)	9	2.6
	Siyah Alaca melezleri (Black and White Crossbreed)	40	11.8
	Esmer (Brown Swiss)	6	1.8
	Esmer melezleri (Brown Swiss Crossbreeds)	81	23.9
	Simental (Simmental)	40	11.8
	Simental Melezi (Simmental Crossbreeds)	35	10.3
	Jersey Melezi (Jersey Crossbreeds)	4	1.2
<b>Alt Toplam (Total)</b>	<b>339</b>	<b>100.0</b>	
Sığır Tipi (Cattle Type)	Tosun (Steer)	238	70.0
	Kısır İnek (Infertile Cow)	68	20.0
	Düve (Heifer)	33	10.0
	<b>Alt Toplam (Total)</b>	<b>339</b>	<b>100.0</b>

Bu çalışmada, besiye alınmış olan sığırların %63.4'ünü kültür ırkı ve melezleri ve %36.6'sını lokal veya yerli ırklar oluşturmuştur. Irklar itibariyle besideki sığırlar içerisinde ilk sırayı Esmer melezleri (%23.9) almıştır. Bu ırkı sırasıyla; Yerli Kara ırkı (%14.4), Doğu Anadolu Kırmızısı ırkı (%12.7), Siyah Alaca melezleri (%11.8), Simental (%11.8) ve Simental melezleri (%10.3) izlemiştir.

İşletmelerde besiye alınmış olan sığırlar tosun, kısır inek ve düvelerden oluşmaktadır. Tosun, kısır inek ve

### BULGULAR ve TARTIŞMA

İşletme büyüklük grupları itibariyle, işletmelerin 6'sı 1-50 baş sığıra sahip işletmelerden, 3'ü ise 51 ve daha fazla sayıda sığıra işletmeleri oluşmuştur. Bu çalışmada elde edilen değer, Akman ve Yener (1989), Türkiye'de besi işletmesi varlığı ve kapasiteleri konusunda yapmış oldukları çalışmada, 100 baş'ın altında sığıra sahip işletmeler için buldukları değerden (%96) düşük, Kıral (1993) tarafından Ankara ilinde besi işletmeleri üzerinde yürüttüğü çalışmada 1-50 baş kapasite için bildirmiş olduğu değerden yüksek ve 51-100 baş sığır kapasitesi için bildirdiği değerden düşük bulunmuştur. Uzal ve Uğurlu (2006), Konya ilindeki besi işletmelerinin yapısal analizi konusunda yaptıkları çalışmada, kapalı ve bağlı sisteme sahip 1-50 baş işletme büyüklük grubu için bildirmiş oldukları değer, bu çalışmada elde edilen değerden düşük bulunmasına karşılık 51 baş ve üzeri sığır kapasitesi için bildirdikleri değer, bu çalışmada tespit edilen değere yaklaşık bulunmuştur.

Bu çalışmada besiye alınmış olan sığırların ırk ve sığır tipi itibariyle dağılımları Çizelge 1'de verilmiştir.

düvelerine oranları ise sırasıyla; %70, %20 ve %10 olarak hesaplanmıştır.

Ağır ve Akbay'ın (2017), çalışmalarında besideki sığırlardan inek için (%18.0), düve için (%8.26) ve tosun için (%29.47) bildirdikleri bu çalışmada elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada, besi işletmelerinde besiye alınan ortalama sığır sayıları 1-50 baş, 51+ baş ve işletmelerin geneli için sırasıyla; 19.0 baş, 75 baş ve 37.7 baş olarak tespit edilmiştir.

İşletmeler geneli için tespit edilen ortalama sığır sayısı (37.7 baş), Uzal ve Uğurlu (2006) tarafından Konya ilinde yapılan sığır besiciliği için bildirilen değerden (70 baş) düşük, Aydın ve Sakarya (2012) tarafından Kars ve Erzurum illerinde yürütülen çalışmada besideki ortalama hayvan sayısı için bildirdikleri değerden (31.8 baş) yüksek bulunmuştur.

Çalışmaya konu olan besi işletmelerinde uygulanan besi süresine ilişkin bilgiler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çalışmada ele alınan işletmelerin geneli için besi süresinin 10 ay ila 24 ay arasında değiştiği tespit edilmiş olup, ortalama besi süresi ise 15.9 ay olarak

belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çelik ve Sarıözkan’ın (2017), Kırşehir ili Merkez ilçesinde sığır besiciliği için bildirdikleri besi süresi (241.1 gün) ve Gezginç ve Günlü (2020) tarafından yürütülen çalışma için bildirilen 303.16 günlük süre ile Budağ ve Keçeci (2013) tarafından Van ilinde yürütülen çalışmada işletmelerin %76’sı için bildirilen 120 günlük besi süresi, bu çalışmada işletmeler geneli için elde edilen ortalama besi süresinden (15,9 ay) düşük bulunmuştur.

Çalışmada ele alınan işletmelerde besi başı ve besi sonunda hayvanlara yedirilen kaba ve yoğun yem miktarları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2. Besi süresi ile ilgili bilgiler

Table 2. Information on the fattening period

	1-50 Baş ( <i>head<sup>1</sup></i> ) (N=6)			51+ Baş ( <i>head<sup>1</sup></i> ) (N=3)			Genel ( <i>Total</i> ) (N=9)		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min	Max	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min	Max	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min	Max
Besi süresi (ay) ( <i>Fattening period</i> ( <i>months</i> ))	16.5± 5.79	10	24	14.7 ±4.62	12	20	15.9±5.21	10	24

Çizelge 3. Besi periyodunda hayvanlara verilen kaba veya yoğun yem miktarları (kg baş<sup>-1</sup>)

Table 3. The amount of roughage or mixed feeds given to animals during the fattening period (kg head<sup>-1</sup>)

	Günlük Kaba Yem Miktarı ( <i>Amount of roughage per animal per day</i> )				Günlük Yoğun Yem Miktarı ( <i>Amount of mixed feed per animal per day</i> )					
		Besi Başlangıcı ( <i>At the beginning</i> <i>of the fattening period</i> )		Besi Sonu ( <i>At end of the</i> <i>fattening period</i> )		Besi Başlangıcı ( <i>At the beginning</i> <i>of the fattening period</i> )		Besi Sonu ( <i>At end of the</i> <i>fattening period</i> )		
		$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min	Max	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min	Max	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Min	Max
1-50 Baş (N=6)	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	10.0 ± 0.00	10	10	3.7 ± 1.33	2.5	6	4.7 ± 1.89	2.5	7.5
51+ Baş (N=3)	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	9.0 ± 5.29	5	15	8.0 ± 3.61	5	12	3.3 ± 1.54	2	7
Genel (N=9)	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	9.3 ± 4.35	5	15	8.5 ± 3.11	5	12	3.5 ± 1.31	2	7.5

(kg baş<sup>-1</sup>): Hayvan başına yedirilen günlük kaba veya yoğun yem miktarı

(kg head<sup>-1</sup>): The amount of roughage or mixed feeds per animal per day

Besi başı ve besi sonunda sığırlara yedirilen kaba yem miktarı 1-50 baş işletme grubunda aynı miktarda (10.0 kg) kalırken, 51 ve daha fazla sayıda sığıra sahip işletme grubunda besi başlangıcında yedirilen kaba yem miktarının (9.0 kg) besi sonu dönemde bir miktar azaltıldığı (8.0 kg) tespit edilmiştir. Diğer taraftan besi başlangıç dönemi ve besinin son döneminde yedirilen yoğun miktarları, 1-50 baş kapasiteli işletme grubunda sırasıyla; 3.7 kg ve 4.7 kg, 51 ve daha fazla sayıda sığır besleyen işletme grubunda ise yine sırasıyla; 3.3 kg ve 4.8 kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3’de verilen değerlerden hareketle, işletmeler geneli için besinin başlangıç döneminde, yem rasyonundaki kaba yem ve yoğun yem oranları

sırasıyla; %72.7 ve %27.3, besinin son döneminde ise, yem rasyonundaki kaba yem ve yoğun yem oranları sırasıyla; %64.4 ve %35.6 olarak hesaplanmıştır.

Budağ ve Keçeci (2013) tarafından Van ilinde yürütülen çalışmada, işletme grupları itibariyle besi başlangıç dönemindeki kaba yem oranı %30 ila %50, yoğun yem oranı ise %50 ila %70 arasında değiştiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada besi sonu dönemde ise kaba yem oranı % 20 ila %40, yoğun yem oranı ise %60 ila %80 arasında değişmiştir. Ele alınan işletme grupları itibariyle besi başlangıç ve besinin son dönemlerinde yem rasyonundaki kaba yem oranları, bu çalışmada elde edilen değerden düşük bulunurken, her iki dönemde de yem rasyonundaki yoğun yem oranı için elde edilen değerler bu çalışmada elde edilen

değerden yüksek bulunmuştur.

İrk ve yaş grupları itibarıyla erkek sığırlara ait vücut ölçüleri ve tahmini canlı ağırlık sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Besideki 9-12 aylık yaştaki Siyah Alaca ırkı, Siyah Alaca ırkı melezleri, Esmer ırkı melezleri, Simental ırkı melezleri ve yerli ırklar için ortalama canlı ağırlıklar sırasıyla; 257.5 kg, 233.9 kg, 252.7 kg, 236.1 kg ve 127.3 kg olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 4).

Başpınar (1991) tarafından Siyah Alaca ırkı x Yerli Kara ırkı melezleri üzerinde yürütüldüğü araştırmada, besi başlangıç dönemi canlı ağırlığı için elde ettiği değer (260.6 kg), bu araştırmada Siyah Alaca melezleri için elde edilen değerden yüksek bulunmuştur.

Nazlıgül (1995) tarafından Esmer ırkı x Doğu Anadolu Kırmızısı ırkı melezleri üzerinde yürütüldüğü araştırmada, besi başlangıç dönemi canlılığı ağırlığı için elde ettiği değer (186.4 kg), bu araştırmada Esmer ırkı melezleri için elde edilen değerden düşük bulunmuştur.

Koç ve Akman (2003) tarafından ithal edilen Siyah Alaca ırkı tosunlarda yürütülen besi denemesinde, besi başlangıç canlı ağırlığı bakımından hafif ve ağır gruplar için elde ettikleri değerler (246.4 kg ve 387.4 kg), bu araştırmada Siyah Alaca için elde edilen değerden yüksek bulunmuştur.

Özdoğan (2007) tarafından Aydın ilinde yürütülen çalışmada, besi başlangıç döneminde ortalama canlı ağırlıklar bakımından Siyah Alaca ırkı için (258.0 kg) elde ettiği değer, bu araştırmada elde edilen değere yaklaşık bulunmuştur.

Gözener ve Sayılı'nın (2014) Tokat ili Turhal ilçesinde yürüttükleri çalışmada, besi başlangıç ağırlığı açısından melez ırklar için (94.4 kg) ve yerli ırklar için (94.4 kg) elde ettikleri değerler, bu araştırmada tespit edilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada, 9-12 aylık yaş aralığındaki Siyah Alaca melezleri için tespit edilen değer (233.9 kg), Başpınar'ın (1991) bildirdiği değerden (260.6 kg) yüksek olması, ilgili araştırmadaki sığırların daha erken yaşta (7-8 ay) besiye alınmış olmalarından, yine bu çalışmada, Siyah Alaca ırkı için tespit edilen değerinin (257.5 kg), Koç ve Akman'ın (2003) aynı ırka mensup ağır ve hafif gruplar için ölçtükleri değerlerden (246.4 kg ve 387.4 kg) düşük bulunması, söz konusu araştırmadaki sığırların daha geç yaşta (12-18 ay) besiye alınmalarından, diğer taraftan Özdoğan'ın (2007) Siyah Alaca ırkı için bildirdiği değer (258.0 kg) bu çalışmadaki değere yakın olması ise benzer yaş aralığında (8-10 ay) besiye alınmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Besideki 18-22 aylık yaştaki sığırlarda Siyah Alaca ırkı, Siyah Alaca ırkı melezleri, Esmer ırkı melezleri, Simental ırkı melezleri ve yerli ırklar için ortalama canlı ağırlıklar sırasıyla; 460.3 kg, 432.3 kg, 420.5 kg,

440.4 kg ve 212.5 kg olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 4).

Başpınar (1991) tarafından Siyah Alaca ırkı x Yerli Kara ırkı melezleri üzerinde yürütüldüğü araştırmada, besinin son dönem canlı ağırlığı için elde ettiği değer (506.4 kg), bu araştırmada Siyah Alaca ırkı melezleri için elde edilen değerden (432.3 kg) yüksek bulunmuştur.

Nazlıgül (1995) tarafından Esmer ırkı x Doğu Anadolu Kırmızısı melezleri üzerinde yürütüldüğü araştırmada, besinin son döneminde ölçülen ortalama canlılığı ağırlığı (366.4 kg), bu araştırmada Esmer ırkı melezleri için elde edilen değerden (420.5 kg) düşük bulunmuştur.

Koç ve Akman (2003) tarafından ithal edilen Siyah Alaca ırkı tosunlarda yürütülen besi denemesinde besi sonu canlı ağırlığı bakımından hafif grup için elde ettiği değer (399.6 kg), bu araştırmada Siyah Alaca ırkı için elde edilen değerden (460.3 kg) düşük, ağır grup için elde ettikleri değer (507.3 kg) ise yüksek bulunmuştur.

Özdoğan (2007) tarafından Aydın ilinde yürütülen çalışmada, besinin son dönemi olan 6. ayında ortalama canlı ağırlıklar bakımından Siyah Alaca ırkı için (502.36 kg) ve Esmer ırkı için (518.48 kg) elde ettiği değerler, bu araştırmada aynı ırklar için elde edilen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Gözener ve Sayılı'nın (2014) Tokat ili Turhal ilçesinde yürüttükleri çalışmada, ortalama besi sonu canlı ağırlığı açısından melez ırklar (267.3 kg) ve yerli ırklar (216.2 kg) için elde ettikleri değerler ile ortalama besi süresi açısından melez ırklar (165.0 gün) ve yerli ırklar (139.4 gün) için tespit edilen değerler, bu araştırmada tespit edilen değerlerden (15.9 ay) düşük bulunmuştur.

Besideki 24 aylık yaştan büyük erkek sığırlarda ortalama cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve tahmini canlı ağırlık sırasıyla, 133.9 cm, 189.7 cm ve 558.5 kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Besideki kısır ineklere ait vücut ölçüm ve tahmini canlı ağırlık sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. Besideki kısır ineklerde ortalama cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve tahmini canlı ağırlık sırasıyla, 128.1 cm, 179.4 cm ve 467.8 kg olarak hesaplanmıştır.

Kısır inekler ve 24 aylık yaştan büyük erkek sığırlarda ortalama canlı ağırlıklar sırasıyla; 467.8 kg ve 558.5 kg olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 5).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bolu ilinde sığır besiciliği yapan özel işletmelerde yürütülen bu çalışmanın neticesinde; besi için ırk tercihi bakımından, besi performansının iyi olması nedeniyle kültür ırkı ve kültür ırkı melezlerinin (%63.4), cinsiyet bakımından besi performansı ve canlı ağırlık kilogram satış fiyatının yüksek olması nedeni

Çizelge 4. Irk ve yaş grupları itibariyle erkek sığırların vücut ölçüleri ve canlı ağırlıklarına ait bilgiler  
 Table 4. Information on body measurements and live weights of male cattle by breed and age groups

Yaş (Age)		9-12 ay (Months)			18-22 ay (Months)			>24 ay (Months)			
Irk (Breed)		Cidago Yüksekliği (cm) (Withers Height)	Göğüs Çevresi (cm) (Chest Circumference)	Canlı Ağırlık (kg) (Live weight)	Cidago Yüksekliği (cm) (Withers Height)	Göğüs Çevresi (cm) (Chest Circumference)	Canlı Ağırlık (kg) (Live weight)	Cidago Yüksekliği (cm) (Withers Height)	Göğüs Çevresi (cm) (Chest Circumference)	Canlı Ağırlık (kg) (Live weight)	Ağırlık (kg) (Live weight)
Siyah Alaca (Black and White)	N	43	43	43	18	18	18	10	10	10	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	114.8 ± 4.36	147.3 ± 4.05	257.5 ± 15.25	132.2 ± 4.53	178.3 ± 5.84	460.3 ± 45.20	133.9 ± 3.74	189.7 ± 4.94	558.5 ± 44.81	
	Min	109	140	193	122	170	400	125	183	495	
	Max	119	152	233	139	188	540	138	199	640	
Siyah Alaca melezleri (Black and White Crossb.)	N	51	51	51	65	65	65				
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	115.3 ± 6.85	138.4 ± 8.37	233.9 ± 20.29	128.2 ± 5.78	174.4 ± 5.68	432.3 ± 42.31				
	Min	105	115	173	110	165	365				
Esmer Melezleri (Brown Swiss Crossb.)	N	25	25	25	25	25	25				
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	118.8 ± 4.55	133.7 ± 2.37	252.7 ± 24.33	125.6 ± 6.27	172.8 ± 3.25	420.5 ± 22.19				
	Min	113	114	209	114	167	384				
Simental Melezleri (Simmental Crossb.)	N	28	28	28	13	13	13				
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	109.0 ± 8.75	140.8 ± 5.28	236.1 ± 22.05	123.1 ± 1.88	175.7 ± 5.03	440.4 ± 37.10				
	Min	108	135	277	104	170	400				
Yerli ırklar (Native breeds)	N	10	10	10	23	23	23				
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	107.9 ± 9.18	120.6 ± 8.61	127.3 ± 19.69	111.9 ± 10.88	148.3 ± 6.29	212.5 ± 20.31				
	Min	94	102	82	99	140	184				
	Max	116	130	153	127	154	234				



Çizelge 5. Besideki kısır ineklere ait vücut ölçüleri ve canlı ağırlık ile ilgili bilgiler

Table 5. Information on body size and body live weight of infertile cows.

İrk (Breeds)	N	Cidago Yüksekliği (cm) (Withers Height)			Göğüs Çevresi (cm) (Chest Circumference)			Canlı Ağırlık (kg) (Live weight)		
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Min	Max	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Min	Max	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Min	Max
Siyah Alaca (Black and White)	18	128.1± 4.53	120	136	179.4± 4.39	171	184	467.8± 31.08	408	503

ile erkek sığırların (%70) daha fazla tercih edilmektedir. İl'de yaygın olarak yetiştirilmekte olan Esmer ırkı ve melezleri (%25.7), Simental ve melezleri (%22.1) ve Siyah Alaca ve melezlerinin (%14.4) beside daha çok tercih edildiği belirlenmiştir. Ayrıca sığırların besiye başlama yaşlarının benzer çalışmaların çoğunluğunda 7-10 ay arasında değiştiği dikkate alındığında, bu çalışmada sığırların besiye başlama yaşlarının (9-12 ay) nispeten biraz yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Buna ek olarak işletmelerde uygulanan besi süresinin nispeten benzer çalışmalara göre daha uzun (15.9 ay) olması ve yedirilen kaba yem oranının besi dönemi boyunca (besi başlangıcı ve besi sonunda sırasıyla, %72.7 ve %64.4 ) yüksek, yoğun yeme oranının (besi başlangıcı ve besi sonunda sırasıyla, %27.3 ve %35.6) düşük tutulduğu görülmüştür. Benzer araştırmalarda besi döneminde yedirilen yem rasyonundaki kaba yem oranının %20-50 ve yoğun yem oranının %50-80 arasında değiştiği düşünüldüğünde, bu çalışmada ırklar itibarıyla elde edilen besi sonu canlı ağırlıkların diğer çalışmalara nispetle düşük olması, besi dönemi boyunca yedirilen yem rasyonundaki kaba yem/yoğun yem oranından kaynaklandığı düşünülmektedir. Besi süresinin çok uzun tutulması da yapılan besicilik faaliyetini ekonomik olmaktan çıkarmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulguların ışığında, besi için canlı hayvan materyali seçimi, uygun barınak koşullarının sağlanması, besi süresi boyunca besleme tekniği ve ekonomik besiciliğin yanı sıra besi sığırlarında koruyucu hekimlik konularında besicilerin mesleki bilgi ve becerilerinin artırılmasına yönelik kursların düzenlenmesi ve yayım çalışmalarının yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Ankara ve İstanbul gibi büyükşehirlere coğrafik konumu itibarıyla yakın olan Bolu ili, pazar imkânları açısından önemli bir avantaja sahip durumdadır. İl'de sığır besiciliğinin gelişmesi, kasaplık canlı hayvan ve karkas et arzının artmasına ve İl'in ekonomisine katkı sağlaması beklenmektedir.

## TEŞEKKÜR

Saha çalışmalarına vermiş oldukları desteklerden dolayı Tarım ve Orman Bakanlığı ve Bolu İl Tarım ve Orman Müdürlüğüne teşekkür ederim. Bu çalışmanın

kaynağı, 095668 tez numarası ile YÖK Tez Merkezine kayıtlı "Bolu ilinde sığır yetiştiriciliğinin yapısı" başlıklı doktora tez çalışmasıdır.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Araştırmanın tasarlanması, veri toplama, kaynak araştırması ve makalenin yazımı makale yazarı tarafından yapılmıştır.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Ağır HB, Akbay C 2017. Adana İlinde Sözleşmeli ve Sözleşmesiz Besi Sığırcılığı İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, 34 (3):139-147.
- Akman N, Yener SM 1989. Crossbreeding for Beef Production in Turkey. Tarım Alanında Türk ve Alman Üniversiteleri İşbirliğinin Bilimsel Sonuçları. 26-30 September 1989 İzmir.
- Anonim 2013a. Dünya'da Hayvansal Protein Üretimini Hayvansal Ürünlere Göre Dağılımı. <http://www.fao.org/faostat/en/#compare> & <http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?iso3=TUR> (Erişim tarihi: 21.03.2020).
- Anonim 2013b. Türkiye'de Kişi Başına Hayvansal Ürünler Tüketimi. <http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?iso3=TUR> (Erişim tarihi: 21.03.2020).
- Anonim 2019a. Hayvansal Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu. (Erişim tarihi: 30.06.2020).
- Anonim 2019b. Hayvansal üretim istatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, Kocaeli Bölge Müdürlüğü.
- Anonim 2019c. Bolu İli Hakkında Genel Bilgiler, Bolu Belediyesi resmi web sitesi. <https://www.bolu.bel.tr/bolu/> (Erişim tarihi: 27.06.2020).
- Aydın E Sakarya E 2012. Kars ve Erzurum İlleri Entansif Sığır Besi İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Kafkas üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 18 (6): 997-1005.
- Başpınar H 1991. Holştayn x Yerli Kara F1 Melezi Erkek Danaların Yarı Acık Ahır Koşullarında Besi

- Performansı ve Karkas Özellikleri. Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg. 31 (3-4): 1-8.
- Beebe J 1995. Basic Concepts and Techniques of Rapid Appraisal. Human organization, 54 (1): 42-51.
- Boyar S, Yumak H 1999. Isparta ve Burdur İlleri Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Kaba ve Karma Yem Mekanizasyon Düzeyi, Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi 10(1): 11-18.
- Budağ C, Keçeci Ş 2013. Van'da Büyükbaş Hayvan Besilerinde Kullanılan Yemler ve Besi Şekillerine İlişkin Bir Anket Çalışması. Van Yüzüncü yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 18(1-2): 48-61.
- Çelik Ç, Sarıözkan S, 2017. Kırşehir İli Merkez İlçesinde Sığır Besi Yapan İşletmelerin Ekonomik Analizi, Harran Üniv Vet Fak Derg 6 (1): 38-45.
- Gezginç Ö, Günlü A 2020. Konya İli Kadınhanı ve Sarayönü İlçelerinde İthal ve Yurt İçinden Temin Edilen Hayvanlarla Sığır Besi Yapan İşletmelerin Ekonomik Analizi. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 17(1): 1-9.
- Gözener B, Sayılı M 2014. Tokat İli Turhal İlçesinde Sığır Besinde Üretim Maliyeti ve Canlı Ağırlık Artışına Etki Eden Faktörler. Ankara Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi 21: 288-289.
- Kıral T 1993. Ankara ilinde T. Şeker Fabrikaları A.Ş. Besi Bölge Şefliği Tarafından Desteklenen Sığır Besi İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Ankara Üniversitesi Yayınları: 1289.
- Koç A, Akman N 2003. Farklı Ağırlıkta Besiye Alınan İthal Edilmiş Siyah-Alaca Tosunların Besi Gücü ve Karkas Özellikleri. Hayvansal Üretim 44(1): 26-36.
- Microsoft Soft., 1997. Microsoft Office 97Microsoft Corporation, USA.
- Nazlıgül A 1995. Esmer X Doğu Anadolu Kırmızısı Melezi (F1) Tosunların Yarı Açık Ahır Şartlarında Besi Performansları. Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg. 35 (3-3): 16-25.
- Özdoğan M 2007. Aydın İli Yaz Mevsimi Koşullarında Esmer ve Siyah Alaca Sığırların Bazı Besi Performansı Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Hayvansal Üretim 48(2): 1-6.
- Thieme, O 1983. Aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetic\_der Georg-August-Universität Göttingen.
- Uzal S, Uğurlu N 2006. Konya İli Besi Sığırı İşletmelerinin Yapısal Analizi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20 (40): 131-139.

## Effects of *Lactobacillus Buchneri* Inoculation and Fresh Whey Addition on Alfalfa Silage Quality and Fermentation Properties

Maghsoud BESHARATI<sup>1\*</sup>, Valiollah PALANGI<sup>2</sup>, Mojtaba NEKOO<sup>3</sup>, Tugay AYAŞAN<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup>University of Tabriz, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Animal Science, 51666, Tabriz, Iran, <sup>2</sup>Department of Animal Science, Agricultural Faculty, Ataturk University, 25240, Erzurum, Turkey, <sup>4</sup>Osmaniye Korkut Ata University, Kadirli Academy of Applied Sciences, Osmaniye, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-5233-6425>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6470-2608>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-9290-2578>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-7397-6483>

✉: m\_besharati@hotmail.com

### ABSTRACT

This study was aimed to determine the effects of different levels of fresh whey and *Lactobacillus buchneri* inoculation on the nutrient properties and aerobic stability of alfalfa silage. Experiment was conducted with 8 treatments and 3 replicates for 90 days. Treatments included wilted alfalfa (control), wilted alfalfa + bacterial inoculant (AB), wilted alfalfa +30 g whey/kg (AW1), wilted alfalfa + 30 g whey + bacterial inoculant (AW1B), wilted alfalfa + 60 g whey per kg (AW2), wilted alfalfa + 60 g whey per kg + bacterial inoculant (AW2B), wilted alfalfa + 90 g whey per kg (AW3) and wilted alfalfa + 90 g whey + bacterial inoculant (AW3B). Results showed that, the pH values of treatments were found less than 4.86 but the control pH was higher in comparison with other treatments (P<0.05). The addition of fresh whey and complementary bacterial supplement to alfalfa caused a significant increase in total fatty acids. There was no significant difference between neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) in all treatments compared to control group. The least resistance to erosion was related to wilted alfalfa + bacterial additive (AB), and the highest amount was related to wilted alfalfa + 60 g whey (AW2: P<0.05). The results showed that fresh whey and bacterial inoculation with the fermentable carbohydrates leads to rapid reduction of pH, limiting the proliferation of yeasts, increased aerobic stability and improved silage quality.

### Research Article

#### Article History

Received : 04.08.2020  
Accepted : 16.09.2020

#### Keywords

Alfalfa silage  
Fresh whey  
*Lactobacillus buchneri*  
Aerobic stability  
Silage quality

## *Lactobacillus Buchneri* Aşılması ve Taze Peynir Altı Suyu İlavesinin Yonca Silajı Kalitesi ile Fermantasyon Özellikleri Üzerine Etkileri

### ÖZET

Bu çalışmada, farklı seviyelerde taze peynir altı suyu ve *Lactobacillus buchneri* aşılmasının yonca silajının besin özellikleri ve aerobik stabilite üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme, 90 gün boyunca 8 muamele ve 3 tekerrür ile gerçekleştirilmiştir. Denemede şu gruplar oluşturulmuştur: Pörsütülmüş yonca (kontrol), Pörsütülmüş yonca + bakteri aşılması (AB), Pörsütülmüş yonca +30 g taze peynir altı suyu / kg (SYP), Pörsütülmüş yonca + 30 g taze peynir altı suyu + bakteri aşılması (SYP1B), Pörsütülmüş yonca + 60 g/kg taze peynir altı suyu (SYP2), Pörsütülmüş yonca + 60 g/kg peynir altı suyu + bakteri aşılması (SYP2B), Pörsütülmüş yonca + 90 g/kg peynir altı suyu (SYP3) ve Pörsütülmüş yonca + 90 g taze peynir altı suyu + bakteri aşılması (SYP3B). Araştırma sonunda, muamelelerin pH değerlerinin 4.86'nın altında olduğu, ancak kontrol pH'ının diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır (P<0.05). Yoncaya taze peynir altı suyu ve bakteri kültürü eklenmesinin, toplam yağ asitlerinin ortadan kaldırılmasında önemli bir artışa yol açtığı görülmüştür (P<0.05). Tüm muamelelerde kontrol grubuna göre nötr deterjan lif (NDF) ve asit deterjan lif (ADF) bakımından önemli bir fark bulunmamıştır. Erozyona karşı en az

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 04.08.2020  
Kabul Tarihi : 16.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Yonca silajı  
Peynir altı suyu  
*Lactobacillus buchneri*  
Aerobik kararlılık  
Silaj kalitesi

direnç solmuş yonca + bakteri aşılması ile; en yüksek miktar ise solmuş yonca + 60 g peynir altı suyu olan grupta saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Araştırma sonucunda, mayalanabilir karbonhidratlarla taze peynir altı suyu ve bakteri aşılmasının, pH'ların hızlı bir şekilde azalmasına, mayaların çoğalmasına, artan aerobik stabilitenin ve silaj kalitesinin artmasına neden olduğu sonucuna varılmıştır.

**To Cite :** Besharati, M., Palangi, V., Nekoo M., Ayaşan, T. 2021. Effects of *Lactobacillus Buchneri* Inoculation and Fresh Whey Addition on Alfalfa Silage Quality and Fermentation Properties. *KSU J. Agric Nat* 24 (3): 671-678. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.777031>.

## INTRODUCTION

Ensiling is a momentous procedure in tropical regions to make good use of components with the highest nutritive value (Besharati et al., 2020a; He et al., 2020; Ren et al., 2020;). Alfalfa is viewed as a forage with high nutritive value, low water soluble carbohydrates, high buffering capacity and highly degradable crude protein (NRC, 2001; Schmidt et al., 2009; Jiang et al., 2020; Palangi et al., 2020). McDonald et al. (1991) investigated that, quickly reduction of silage pH, causes to decrease on clostridia growth, minimize the proteolysis and heterolytic fermentation, and silage palatability could worsen. Therefore, to solve this problems, the methods of adding sugar substances (such as fermentative sugars, molasses, whey, juice waste), or cultivating alfalfa with wheat (such as barley, corn, cluster corn, silage of a mixture of pulp or beet leaves, or corn with alfalfa), use fermented supplements (such as organic acids, fibrolytic enzyme or minerals) were recommended (Besharati et al., 2020b; Besharati et al., 2020c; Calabro et al., 2020; Rinne et al., 2020;).

According to Daniels et al. (1983), whey is a cheap by-product obtained from cheese production enterprises; straw and bran are added to silage. De Lurdes et al. (1998) reported that dehydrated whey and molasses are used as additives to support fish by-products (Ventura-Canseco et al., 2012). Cheese whey is a valuable source of lactose so it could be used as a silage additive (El-Shewy, 2016; Yüksel et al., 2019; Mariotti et al., 2020).

Exposure of silage to the air at the time of feeding causes erosion of the silage, yeasts that are able to metabolize lactic acid; are the first cause of corruption with increases the pH (Kleinschmit and Kung, 2000), which is also a stimulant for the growth of other harmful microorganisms in the silage (Besharati et al., 2017; Mariotti et al., 2020), ultimately reduces livestock production due to feed depreciation or poisoning. The use of *Lactobacillus buchneri* has been reported to improve the aerobic stability of silage (Kleinschmit and Kung, 2000). *Lactobacillus buchneri*, by converting lactic acid to acetic acid, increased the resistance of silage to aerobic erosion (Besharati et al., 2017; Schumcher et al., 2019).

According to the latest statistics, in Iran about

2,000,000 tons of fresh whey is produced annually, which is containing approximately 227,000 tons of dry matter. The use of this material in livestock feeding, will solve the environmental problems, and on the other hand, it will be economically useful by reducing the price of feeds that needed for livestock. Therefore, fresh whey can be used as valuable waste and also, because of the good source of fermentable carbohydrates (lactose), which can be used to ensiling alfalfa in order that increases the quality.

The hypothesis of this study was that in bacterial inoculation with the fermentable carbohydrates causes to improve the silage quality. The purpose of this experiment was to investigate the effects of adding *Lactobacillus buchneri* and fresh whey to alfalfa silage on the chemical characteristics and fermentation properties.

## MATERIALS and METHODS

The experiment was conducted in the Arasbaran area in West-North of Iran. The alfalfa was produced during the second cut growing season in June 2016 at the Ahar town (39°05'10" latitude N. 47°33'10" longitude E) in East Azarbaijan Province. Second crop alfalfa was collected and wilted for 24 h at comfortable ambient temperature. The wilted samples were cut into pieces to achieve approximately 2 cm theoretical length of cut. The fresh whey was also prepared from Factory in Tabriz and used as needed in experimental treatments.

Experimental treatments were Wilted Alfalfa (without additives, control), Wilted Alfalfa + bacterial inoculant (AB), Wilted Alfalfa +30 g whey/kg (AW1), Wilted Alfalfa + 30 g whey + bacterial inoculant (AW1B), Wilted Alfalfa + 60 g whey per kg (AW2), Wilted Alfalfa + 60 g whey per Kg + bacterial inoculant (AW2B), Wilted Alfalfa + 90 g whey per kg (AW3) and Wilted Alfalfa + 90 g whey + bacterial inoculant (AW3B). Bacterial additive used at level of  $3 \times 10^8$  cfu per g of alfalfa wet weight. Bacterial additive, after dissolved in water, sprayed onto the treatments and for control only water was sprayed. Treatments were ensiled in laboratory mini silos (triplicate) for 90 d at ambient temperature (15 to 18 °C) in a room.

At the opening time, about 100 g from the top of each silo were throw away and the content of each silo were

thoroughly mixed, and samples were randomly obtained for chemical analysis. For extraction of silage juice, 10 g of silage were homogenized with 100 ml of distilled water (22 °C) for 3 times (each time 30s) and strained through double layers of cheesecloth. The pH of silage was forthwith ascertained using pH-meter. Dry matter (DM) of silage samples were determined after being oven-dried for 72 h at 60 °C. After drying process, the samples were milled through a 1 mm screen using a Wiley mill. Organic matter (OM) was determined by incinerating it at 550°C for 5 h. The crude protein (CP) (1030 Micro Kjeltac Auto Analyzer, method 984.13; AOAC 2000), NDF and ADF (Van Soest et al., 1991) were analyzed by using the above methods. Concentration of total volatile fatty acids (VFA) of silages were measured according to the method of Filya (2003).

Aerobic stability was determined on all treatments. About 55 g of each replicate was placed in container

Çizelge 1. Silolamadan önceki taze peynir altı suyu ile mikrobiyal katkılı solmuş yonca silajının kimyasal kompozisyonu

Table 1. Chemical composition of wilted alfalfa silage with whey and microbial additive before ensiling

Item	DM	pH	NDF (% of DM)	ADF (% of DM)	CP (% of DM)
Wilted Alfalfa	25.63±0.45	7.01±0.11	41.25±0.37	33.12±0.24	16.00±0.16

DM: dry matter, NDF: neutral detergent fibre, ADF: acid detergent fibre, CP: crude protein.

Table 2 shows the effect of additives on chemical properties and their interaction in alfalfa silage. According to the reported results, the amount of dry matter in the bacterial inoculant treatments decreased significantly compared to the control (P<0.05), and fresh whey treatments in the treatment of 30 g fresh whey had a significant increase compared to the control treatment (P <0.05), but in the treatment of 60 g of water. The fresh whey was significantly less than the control treatment, and a significant increase was observed in the treatment of 90 g of fresh whey.

The amount of ash content in bacterial inoculant silages increased significantly compared to control, but compared to fresh whey treatments, 30, 60 and 90 g of fresh whey treatments were observed unreasonably. The amount of NDF, ADF and EE in bacterial inoculated treatments and fresh whey treatments at 30, 60 and 90 g levels were not significantly different from that of control (P>0.05). There was no significant difference in pH value in bacterial inoculant treatments, but in fresh whey treatments, the lowest amount of pH was observed for 90 g fresh cheeses and the highest amount was observed for control treatment. Also, 30 and 90 g fresh whey treatments were significantly reduced in terms of pH value compared to control (P<0.05).

The amount of ammonia nitrogen in bacterial inoculated treatments was increased significantly, but in fresh whey treatments at 30, 60 and 90 g, was decreased significantly compared to control. The total

and a type T thermocouple with approximately 5 cm into them. A double layer of sterile cheesecloth was placed over each container to prevent drying and contamination but allow penetration of air. Silage's temperature and ambient one were recorded manually every two hours until heating occurred. Aerobic stability was defined as the number of hours the silage remained stable before rising more than 2 °C above ambient temperature (Ranjit and Kung, 2000).

Data were analyzed as factorial arrangement of treatments in a completely randomized design (SAS, 2018) and treatment means were compared by the Duncan Multiple Range Test (P< 0.05).

## RESULT and DISCUSSION

Characteristics and chemical composition of alfalfa and fresh whey with bacterial additive on silage are summarized throughly in Table.

amount of total volatile fatty acids in the bacterial inoculant treatments increased significantly compared to the control, but in fresh whey treatments with 30 and 60 g were unreasonable, but in treatment containing 90 g fresh whey significant decrease was observed (Table 2).

The effect of fresh whey and bacterial inoculation on the nutritional value of alfalfa molded silage is given in Table 3. The results of this experiment showed that adding a carbohydrate source such as fresh whey to alfalfa silage reduced the pH of the silage compared to the control (P<0.05).

The results of this experiment were consistent with the results of other researchers (Asadi et al., 2004; Touqir et al., 2007; Hashemzadeh et al., 2011). The data of this experiment corresponded to the experimental data used for different levels of whey to alfalfa silage (grams per kilogram of dry matter) (Repetto et al., 2011). Other researchers reported the use of fresh whey in reducing the pH of feed materials from the beginning of the period. Bacterial additive also significantly decreased pH compared to control (P<0.05). In the experiment (Asadi et al. 2004), the effect of *Lactobacillus plantarum* additive on millet forage was studied and the results showed that the pH decreased in the treatment containing bacterial additive.

In experiment of Adesogan et al. (2004), the effect of bactericidal supplementation of *Pseudococcus pentoseto* (10<sup>5</sup>) and *Lactobacillus buccaneer* (4 × 10<sup>5</sup>) on Bermuda fodder was used. The pH of the whole

Table 2. The chemical composition of wilted alfalfa, fresh whey and bacterial inoculant silage after 90 d (DM% basis)  
 Çizelge 2. 90 günden sonraki taze peynir altı suyu ve bakteri inokulasyonlu solmuş yoncanın kimyasal kompozisyonu (%KM bazında)

Nutrients <sup>1</sup>	Bacterial Inoculation			fresh whey (g/kg fresh alfalfa weight)					P value		
	0	3×10 <sup>8</sup> cfu	SEM	0	30	60	90	SEM	Bacterial Inoculation	Fresh Whey	Interaction F×BI
DM	25.01 <sup>a</sup> ±0.34	23.97 <sup>b</sup> ±0.45	0.28	24.51 <sup>b</sup> ±0.44	25.56 <sup>a</sup> ±0.35	24.25 <sup>b</sup> ±0.51	23.65 <sup>c</sup> ±0.53	0.56	<.0001	<.0001	0.0813
Ash	10.66 <sup>b</sup> ±0.12	11.7 <sup>a</sup> ±0.17	0.48	10.91±0.66	11.08±0.54	11.58±0.71	11.16±0.58	0.96	0.0076	0.5700	0.3820
NDF	42.81±0.75	43.45±0.88	0.58	43.65±0.87	42.71±0.76	43.5±0.64	42.66±0.66	1.16	0.1449	0.2409	0.0585
ADF	34.25±0.66	34.1±0.63	0.50	34.81±0.45	33.88±0.48	34.06±0.50	33.93±0.51	1.00	0.6785	0.2534	<.0001
EE	12.93±0.21	13.36±0.45	0.42	13.23±0.89	13.35±0.87	13.08±0.84	12.93±0.88	0.84	0.1600	0.7694	0.0308
CP	14.2 <sup>a</sup> ±0.05	14.03 <sup>b</sup> ±0.07	0.011	13.83 <sup>b</sup> ±0.09	14.44 <sup>a</sup> ±0.08	13.75 <sup>b</sup> ±0.08	14.43 <sup>a</sup> ±0.09	0.02	0.0069	<.0001	<.0001
pH	4.72±0.04	4.75±0.04	0.053	5.01 <sup>a</sup> ±0.11	4.70 <sup>b</sup> ±0.09	4.68 <sup>b</sup> ±0.09	4.56 <sup>c</sup> ±0.12	0.10	0.3777	<.0001	0.0011
N-NH <sub>3</sub>	67.66 <sup>b</sup> ±0.54	72.16 <sup>a</sup> ±0.48	1.54	89.00 <sup>a</sup> ±1.08	76.33 <sup>b</sup> ±0.96	58.83 <sup>c</sup> ±0.84	55.50 <sup>d</sup> ±0.90	3.08	0.0008	<.0001	0.0003
VFA	11.08 <sup>b</sup> ±0.53	15.08 <sup>a</sup> ±0.60	0.59	14.33 <sup>a</sup> ±0.82	13.33 <sup>a</sup> ±0.78	13.33 <sup>a</sup> ±0.71	11.33 <sup>b</sup> ±0.78	1.18	<.0001	0.0009	0.0007

<sup>1</sup>DM=Dry matter, NDF= Insoluble fiber in neutral detergent, ADF= Insoluble fiber in acid detergent, EE= Ether extract, CP= Crude protein; SEM: Standard error of means  
 a-c Differences between the averages indicated by different letters in the same line are important.

Table 3. The chemical composition of wilted alfalfa with whey and bacterial inoculant silage after 90 d (DM% basis)  
 Çizelge 3. 90 günden sonraki taze peynir altı suyu ve bakteri aşılamalı solmuş yoncanın kimyasal kompozisyonu (%KM bazında)

Nutrients	Silage treatment								SEM	P value
	CON	AB	AW1	AWB1	AW2	AWB2	AW3	AWB3		
DM	25.41±0.33	23.60±0.54	26.16±0.32	24.95±	24.67±0.87	23.83±0.95	23.79±0.74	23.51±0.80	0.28	0.072
pH	5.16 <sup>a</sup> ±0.05	4.86 <sup>b</sup> ±0.04	4.61 <sup>de</sup> ±0.04	4.80 <sup>bc</sup> ±0.07	4.63 <sup>ced</sup> ±0.07	4.73 <sup>bed</sup> ±0.04	4.49 <sup>e</sup> ±0.07	4.63 <sup>ced</sup> ±0.01	0.05	0.001
TVFA	12.00 <sup>c</sup> ±0.39	16.66 <sup>a</sup> ±0.50	12.66 <sup>b</sup> ±0.46	14.00 <sup>b</sup> ±0.44	9.66 <sup>c</sup> ±0.65	17.00 <sup>a</sup> ±0.77	10.00 <sup>c</sup> ±0.41	12.66 <sup>b</sup> ±0.40	0.59	0.001
NDF	44.30 <sup>ab</sup> ±0.79	43.00 <sup>ab</sup> ±0.55	42.06 <sup>c</sup> ±0.22	43.36 <sup>ab</sup> ±0.54	42.46 <sup>b</sup> ±0.11	44.53 <sup>a</sup> ±0.30	42.43 <sup>b</sup> ±0.15	42.90 <sup>ab</sup> ±0.40	0.58	0.050
ADF	34.56 <sup>ab</sup> ±0.50	35.06 <sup>a</sup> ±0.50	35.70 <sup>a</sup> ±0.56	32.06 <sup>c</sup> ±0.66	32.56 <sup>c</sup> ±0.45	35.56 <sup>a</sup> ±0.70	34.16 <sup>a</sup> ±0.69	33.7 <sup>b</sup> ±0.45	0.50	0.001
CP	13.81 <sup>b</sup> ±0.13	13.82 <sup>b</sup> ±0.16	15.40 <sup>a</sup> ±0.10	13.50 <sup>c</sup> ±0.20	14.25 <sup>b</sup> ±0.16	13.81 <sup>b</sup> ±0.14	14.53 <sup>b</sup> ±0.14	15.47 <sup>a</sup> ±0.10	0.10	0.001

CON: Wilted Alfalfa (Without additives). AB: Wilted Alfalfa + bacterial cfu 3×10<sup>8</sup>g. AW1: Wilted Alfalfa +30 g/ kg wet weight whey. AWB1: Wilted Alfalfa + 30 gr of whey + bacterial 3×10<sup>8</sup> g cfu. AW2: Wilted Alfalfa + 60 grams of whey kg wet weight. AWB2: Wilted Alfalfa + 60 g whey +bacterial 3×10<sup>8</sup> g cfu. AW3: Wilted Alfalfa + 90 g whey kg wet weight. AWB3 Wilted Alfalfa + 90 g whey + bacterial 3×10<sup>8</sup> g cfu. SEM: standard error of means  
 Within a row, means followed by different letters differ (P< 0.05).

fermentation period was significantly lower in the bacterial inoculated treatment. In experiment of Nadeau et al. (2006), the effect of bacterial supplementation of *Lactobacillus plantarum* and *Pseudococcus cerevisiae* on alfalfa and arched grass with DM of 22 and 32% was observed that the bacterial additive in alfalfa containing cellulose caused a slight decrease but also a meaning it was in pH, but this was not observed in arched grass forage. Other studies have reported similar results (Curtis, 1996; Whiter and Kung, 2001; Nishino et al., 2004; Touqir et al., 2007; Hashemzadeh et al., 2011). In general, the reason for pH reduction in comparison with control treatment is the high soluble carbohydrate in other treatments and the availability of a higher nutrient for dominating the population of bacteria producing lactic acid and production of lactic acid.

The amount of dry matter was not affected by the bacterial inoculation ( $P>0.05$ ). Other studies also reported similar results with this study (Driehuis et al., 2001; Filya, 2003; Kung et al., 2003; Filya et al., 2007; Hashemzadeh et al., 2014).

According to Table 3, total volatile fatty acids in AB and AWB2 treatments increased significantly compared to control ( $P<0.05$ ). In the experiment (Hashemzadeh et al. 2011), adding molasses as carbohydrates to alfalfa fodder increased total fatty acids relative to treatment was monitored. The addition of fresh whey with bacterial inoculation with lower levels of fresh whey cheese (AW1, AWB1) and higher levels (AW3, AWB3) was not significantly different, but significantly increased compared to the two treatments (AW2, AW3).

The results of this experiment were consistent with the results of other researchers (McAllister et al., 1998; Baytok et al., 2005; Kleinschmit et al., 2006). In an experiment with 14 types of bacterial inoculant on forage hay in China, all additives increased esophageal fatty acids (Filya et al., 2007). This increase in the total amount of volatile fatty acids can be attributed to the high population of lactic acid bacteria and the availability of carbohydrate source for the production of lactic acid and acetic acid in experimental treatments relative to the control treatment. Adding fresh whey with bacterial inoculant to alfalfa fodder resulted in a small increase in the amount of NDF, which was not statistically different ( $P>0.05$ ) (Table 3). This slight increase in NDF levels can be attributed to higher acetic acid production due to higher soluble carbohydrates in the treatment. The bacterial inoculant in all four levels with fresh whey with different levels did not change the NDF compared to the control.

In addition, AWB2 had significant increase with other treatments. Many studies also reported similar results to the current test results (Gordon et al., 1999; Ranjit

and Kung, 2000; Kung and Ranjit, 2001; Kızılsimşek et al., 2007; Hashemzadeh et al., 2014). A study was conducted to investigate 14 different types of bacterial inoculant on first-line hay fodder, in the 6 additive increases in NDF, 5 additives unchanged and 3 additives reductions in NDF levels (Filya et al., 2007). There was no significant difference between ADF and AW1, AW3, AWB2 and AB treatments. However, ADF levels in AWB1, AW2 and AWB3 treatments were significantly decreased in control silage ( $P<0.05$ ) (Table 3).

In the study of the effect of *L. bouchneri* inoculation on corn silage, *L. bouchneri* reduced ADF at low levels of consumption (Ranjit and Kung, 2000). In another study, the same authors of the *L. bouchneri* inoculation at each of three levels reduced the ADF number in 100 days of barley, with a low level of *L. bouchneri* consumption at 5% level. Adding fresh whey and bacterial inoculant to alfalfa forage, in the amount of crude protein in alfalfa treatment with 30 g fresh whey (AW1) and in alfalfa treatments with 90 g fresh cheese and bacterial inoculation (AWB3), a significant increase compared to control ( $P<0.05$ ). The rest of the treatments were not significantly different from each other (Table 3). The results of this experiment were perfectly consistent with the results of Takasi (1996) and Nkosi and Meeske (2010) which all of these studies reported adding fresh whey to the amount of crude protein. Adding 30 g of fresh whey and bacterial inoculant (AWB1) haylage reduced the amount of crude protein compared to control ( $P>0.05$ ). Repetto et al. (2011) was reported that the effect of adding fresh whey on alfalfa fodder has a decrease in crude protein content with a rise in fresh whey.

Adding fresh whey to different levels of alfalfa silage reduced aerobic stability compared to control and other experimental treatments (Figure 1). The main reasons for accelerating the occurrence of aerobic agglomeration can be due to high levels of soluble carbohydrates and probably lactic acid and the absence of volatile fatty acids (Adesogan et al., 2004).

The level of aerobic stability in treatments (AWB3 and AW1, AW2, AWB2) increased significantly compared to control and AB treatment ( $P<0.05$ ). The least resistance to corrosion was related to AB treatment and the highest amount was related to AW2 treatment (30 hours and 120 hours, respectively, in the vicinity of the air). The other main reason causing aerobic silage is the low amount of dry matter. Lindgren (1999) reported that the use of *L. buchneri* supplementation in silage materials improved the acetic acid and increased the aerobic stability during silo storage. Injes et al. (2001) examined three different experiments of the *L. buchneri* additive alone and in combination with *L. plantarum* on grass forage in the 90 and 180 days, and reported that experimental treatments were improved aerobic stability of silage.

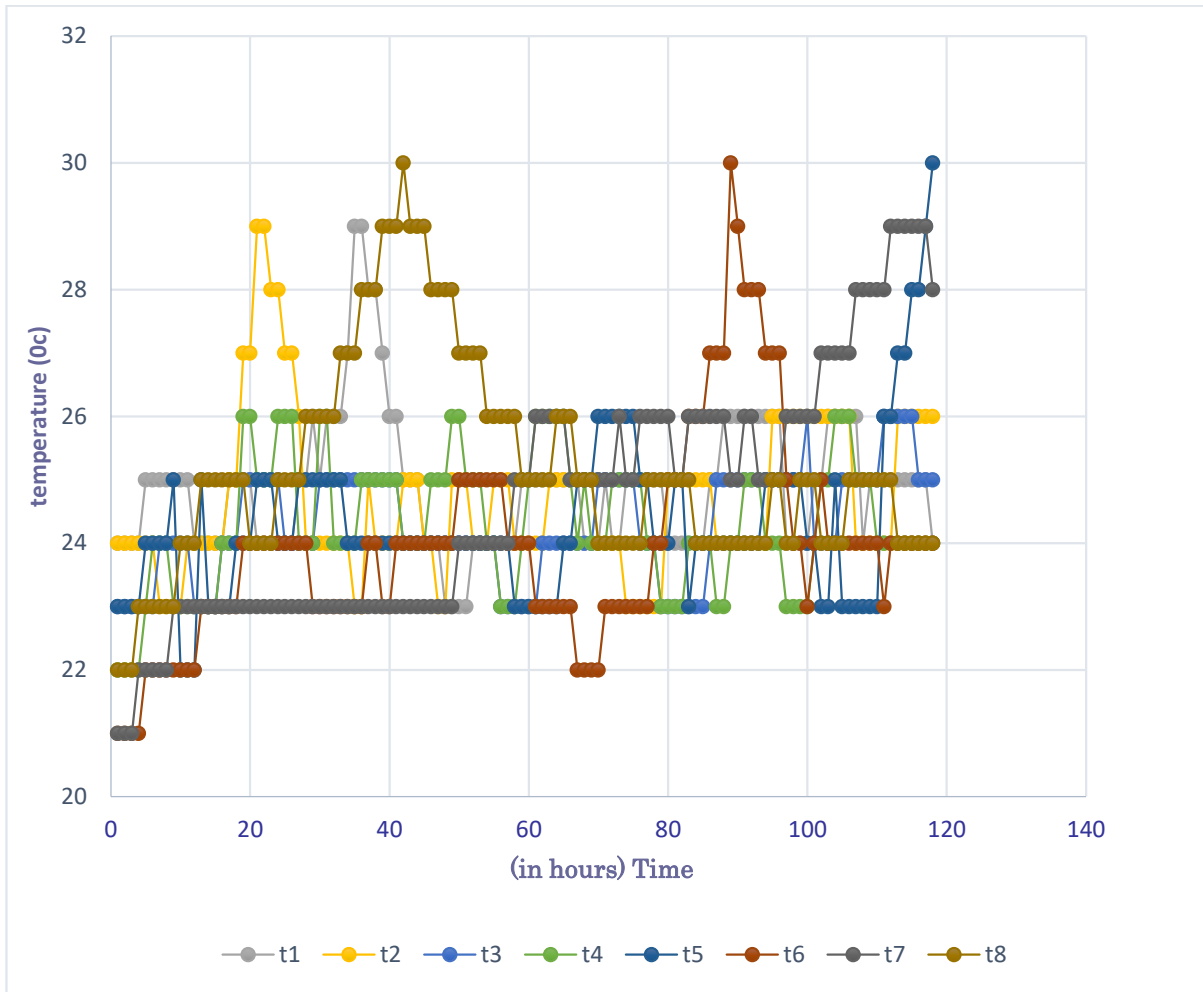


Figure 1. Effect of fresh whey and bacterial inoculation on aerobic stability

*Şekil 1. Taze peynir altı suyu ve bakteri aşılamaının aerobik stabilite üzerine etkisi*

T1 : Wilted Alfalfa (Without additives). T2: Wilted Alfalfa + bacterial cfu  $3 \times 10^8$  g. t3: Wilted Alfalfa +30 g/ kg wet weight whey. T4: Wilted Alfalfa + 30 gr of whey + bacterial  $3 \times 10^8$  g cfu. T5: Wilted Alfalfa + 60 grams of whey kg wet weight. T6: Wilted Alfalfa + 60 g whey +bacterial  $3 \times 10^8$  g cfu. T7: Wilted Alfalfa + 90 g whey kg wet weight. T8: Wilted Alfalfa + 90 g whey + bacterial  $3 \times 10^8$  g cfu.

Within a row, means followed by different letters differ ( $P < 0.05$ ).

In the experiment of Filya (2003), the effect of *L. Buchneri* alone and in combination with *L. plantarum* on wheat, corn and sorghum was evaluated. In all treatments, improvement of aerobic stability was reported. Pahlow and Zimmer (1985) found that bacterial inoculant leads to improve aerobic stability of forage silage.

Improving the stability of these silages to a special energy detoxification system, yeasts are attributed to the excessive concentration of organic acids inside the cell. Kautz (1998) reported that, *L. Buchneri* was used to produce lactic acid and acetic acid, which reduced the yeast and improved the aerobic stability step from 26 hours to 400 hours in silages. In general, the effect of *L. Buchneri* on the improvement of aerobic stability can be explained by increasing the amount of acetic

acid produced by bacteria, as well as reducing the amount of carbohydrate remaining solution and lactic acid and lower ammonia nitrogen accumulation.

### CONCLUSION

The addition of fresh whey to alfalfa fodder resulted in a decrease in the final pH of the silage and an increase in total volatile fatty acids, insoluble fiber in acid detergent and, on the other hand, decreased the aerobic stability in control silage. The bacterial inoculation also improved the fermentation parameters and increased the overall quality of the silage. With regard to the above results, it can generally be concluded that the bacterial inoculation and whey alone and together produced a better fermentation quality and the use of a carbohydrate



source such as whey as sources of bacterial populations. Bacterial inoculations are essential for the preparation of high-quality silage from alfalfa, due to the deficiencies of this valuable plant.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

### REFERENCES

- Adesogan AT, Krueger N, Salawu MB, Dean DB, Staples CR 2004. The influence of treatment with dual purpose bacterial inoculants or soluble carbohydrates on the fermentation and aerobic stability of bermuda grass. *Journal of Dairy Science* 87: 3407-3416.
- Asadi al-Mutati A, Alikhani M, Ghorbani GH, Sami AH 2004. Effect of different additives on the quality of millet silage fermentation under laboratory conditions. *Journal of Agricultural Science and Technology* 3: 149-161.
- Baytok E, Aksu T, Karsli MA, Muruz H 2005. The effects of formic acid, molasses and inoculant as silage additives on corn silage composition and ruminal fermentation characteristics in sheep. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29: 469-474.
- Besharati M, Palangi V, Niazifar M, Nemati Z 2020a. Comparison study of flaxseed, cinnamon and lemon seed essential oils additives on quality and fermentation characteristics of lucerne silage. *Acta Agriculturae Slovenica* 115(2): 455-462.
- Besharati M, Palangi V, Moaddab M, Nemati Z, Pliego A B, Salem A Z 2020b. Influence of cinnamon essential oil and monensin on ruminal biogas kinetics of waste pomegranate seeds as a biofriendly agriculture environment. *Waste and Biomass Valorization*, <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01167-2>
- Besharati M, Karımı M, Taghizadeh A, Nemati Z, Kaygısız A 2020c. Improve quality of alfalfa silage ensiled with orange pulp and bacterial additive. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 23(6): 1669-1677. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.673623
- Calabro PS, Fazzino F, Sidari R, Zema DA 2020. Optimization of orange peel waste ensiling for sustainable anaerobic digestion. *Renewable Energy* 154: 849-862.
- Curtis JL 1996. Effect of variety on the forage yield, ensiling characteristics, and nutritive value of alfalfa, and effects of cutting, stage of maturity and silage additives on the preservation and nutritive value of alfalfa silage. A dissertation. Kansas State University. Department of Animal Science and Industry College of Agriculture.
- Daniels LB, Smith LJ, Stallcup OT, Rakesa JM 1983. Nutritive value of ensiled broiler litter for cattle. *Animal Feed Science and Technology* 8 (1): 19-24.
- De Lurdes M, Dapkevicius E, Batista I, Nout MJR, Rombouts FM, Houben JH 1998. Lipid and protein changes during the ensilage of blue whiting (*Micromesistius poutassou* Risso) by acid and biological methods. *Food Chemistry* 63: 97-102.
- Driehuis F, Oude Elferink S, Van Wijkelaar PG 2001. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. *Grass and Forage Science* 56: 330-343.
- Filya I 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *Journal of Dairy Science* 86: 3575-3581.
- Filya I, Muck RE, Contreras-Govea FE 2007. Inoculant effects on alfalfa silage: fermentation products and nutritive value. *Journal of Dairy Science* 90: 5108-5114.
- Gordon FJ, Dawson LER, Ferris CP, Steen RWJ, Kilpatrick DJ 1999. The influence of wilting and forage additive type on the energy utilization of grass silage by growing cattle. *Animal Feed Science and Technology* 79: 15-27.
- Hashemzadeh-Cigari F, Khorvash M, Ghorbani GR, Ghasemi E, Taghizadeh A, Kargar S, Yang WZ 2014. Interactive effects of molasses by homofermentative and heterofermentative inoculants on fermentation quality, nitrogen fractionation, nutritive value and aerobic stability of wilted alfalfa (*Medicago sativa* L.) silage. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 98: 290-299.
- Hashemzadeh-Cigari F, Khorvash M, Ghorbani GR, Taghizadeh A 2011. The effects of wilting, molasses and inoculants on the fermentation quality and nutritive value of lucerne silage. *South African Society Animal Science* 41: 377-388.
- He L, Wang CH, Xing Y, Zhou W, Pian R, Chen X, Zhang Q 2020. Ensiling characteristics, proteolysis and bacterial community of high moisture corn stalk and stylo silage prepared with *Bauhinia variegata* flower. *Bioresource Technology* 296: 122336.
- Jiang D, Li B, Zheng M, Niu D, Zuo S, Xu CH 2020. Effects of *Pediococcus pentosaceus* on fermentation, aerobic stability and microbial communities during ensiling and aerobic spoilage of total mixed ration silage containing alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Grassland Science* 66: 215-224. . <https://doi.org/10.1111/grs.12272>
- Kautz WP 1998. Advances in inoculants silage. Technical services, Milwaukee.
- Kizilsimsek M, Schmidt RJ, Kung Jr L 2007. Effects of a mixture of lactic acid bacteria applied as a freeze-

- dried or fresh culture on the fermentation of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science* 90: 5698-5705.
- Kleinschmit DH, Kung Jr L 2006. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. *Journal of Dairy Science* 89: 4005-4013.
- Kung Jr L, Ranjit NK 2001. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *Journal of Dairy Science* 84: 1149-1155.
- Lindgren S 1999. Can HACCP principles be applied for silage safety? In: *Proceeding of International Silage Conference 66*: 51-66. Sweden.
- Mariotti M, Fratini F, Cerri D, Andreuccetti V, Giglio R, Angeletti FGS, Turchi B 2020. Use of fresh scotta whey as an additive for alfalfa silage. *Agronomy Journal* 10: 365.
- McAllister TA, Feniuk R, Mir Z, Mir P, Selinger LB, Cheng KJ 1998. Inoculants for alfalfa silage: Effects on aerobic stability, digestibility and the growth performance of feedlot steers. *Livestock Production Science* 53: 171-181.
- McDonald P, Henderson AR, Heren SJE 1991. *The biochemistry of silage*. 2nd ed. Chalcombe Publ: Bucks, UK.
- Nadeau EMG, Buxton DR, Russell JR, Allison MJ, Young JW 2006. Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effect on silage composition of orchard grass and alfalfa. *Journal of Dairy Science* 83: 1487-1502.
- Nishino N, Wada H, Yoshida M, Shiota H 2004. Microbial counts, fermentation products, and aerobic stability of whole crop corn and a total mixed ration ensiled with and without inoculation of *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus buchneri*. *Journal of Dairy Science* 87: 2563-2570.
- Nkosi BD, Meeske R 2010. Effects of whey and molasses as silage additives on potato hash silage quality and growth performance of lambs. *Journal of Dairy Science* 40: 229-237.
- NRC 2001. *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (7th ed.). National Academy Press, Washington D.C., USA.
- Palangi V, Macit M, Bayat AR 2020. Comparison of mathematical models describing disappearance curves from the in sacco technique for incubating lucerne hay cuts in the rumen. *South African Journal of Animal Science* 50(5): 719-725.
- Pahlow G, Zimmer E 1985. *Proceedings of the 15th International Grassland Congress, Kyoto*. 877-897.
- Ranjit NK, Kung Jr L 2000. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science* 83: 526-535.
- Ren H, Feng Y, Pei J, Li J, Wang Z, Fu SH, Zheng Y, Li Z, Peng Z 2020. Effects of *Lactobacillus plantarum* additive and temperature on the ensiling quality and microbial community dynamics of cauliflower leaf silages. *Bioresource Technology* 307: 123238.
- Repetto JL, Echarri V, Aguerre M, Cajarville C 2011. Use of fresh cheese whey as an additive for lucerne silages: Effects on chemical composition, conservation quality and ruminal degradation of cell walls. *Animal Feed Science and Technology* 170: 160-164.
- Rinne M, Winquist E, Pihlajaniemi V, Niemi P, Seppälä A, Siika-Aho M 2020. Fibrolytic enzyme treatment prior to ensiling increased press-juice and crude protein yield from grass silage. *Bioresource Technology* 299:122572.
- SAS 2018. *Statistical Analysis Systems*. Version 9.4 SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Schmidt RJ, Hu W, Mills JA, Kung JL 2009. The development of lactic acid bacteria and *Lactobacillus buchneri* and their effects on the fermentation of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science* 92(10): 5005-5010.
- Schumcher LL, Viégas J, Pereira SN, Tonin TJ, Rocha LT, Bermudes R, Carpes RP 2019. Effect of the additives milk whey, *Lactobacillus casei* and *L. Acidophilus* on the quality of sorghum silage. *Boletim De Indústria Animal Nova Odessa* 76: 1-8.
- Takasi M 1996. Use of fresh whey in the enrichment of wheat straw with urea. Final report of Kerman Natural Resources and Animal Resources Research Center. Animal Research Division.
- Touqir NA, Ajmal Khan M, Sarwar M, Nisa M, Lee WS, Lee HJ, Kim HS 2007. Influence of varying dry matter and molasses levels on berseem and lucerne silage characteristics and their in-situ digestion kinetics in nili buffalo bulls. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 20(6): 887-893.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583.
- Whiter AG, Kung L 2001. The effect of a dry or liquid application of *Lactobacillus plantarum* MTD1 on the fermentation of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science* 84: 2195-2202.
- Yüksel M, Yüksel AK, Ürüsan H 2019. Peynir altı suyunun çeşitli özellikleri ve kullanım olanakları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 22(3): 114-125.



## Siyah Alaca Sığırlarda Zaman Serileri ile Farklı Laktasyon Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması

Emine ÇETİN TEKE<sup>1</sup>, Hikmet ORHAN<sup>2\*</sup>

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Antalya, Turkey, <sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0542-7065>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8389-1069>

✉: hikmetorhan@sdu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı Siyah Alaca süt sığırlarında mevcut süt verimi kayıtlarından yararlanarak ileriki dönem süt veriminin daha az hataya sahip uygun modellerle tahmin edilmesi ve “Laktasyon eğrisi tahmininde kullanılacak olan Zaman serileri metodu, klasik metotlardan daha güvenilir sonuçlar vermekte midir?” sorusuna yanıt aramak amaçlanmıştır. Bu amaçla laktasyon eğrisi tahmininde Brody, Wood, Cobby & Le Du ve zaman serisi modelleri kullanılmıştır. Araştırma materyali 2009-2011 yıllarında Burdur ilinde yürütülmüş projeden derlenen 80 adet siyah alaca ineğe ait 305 günlük 4 laktasyon kaydından elde edilen verilerden sağlanmıştır. Laktasyon eğrisi modellerinde zaman serisi metodu Wood modeline göre süt verimini gerçek verim değerlerine daha yakın tahmin etmiştir. Bütün laktasyonlarda zaman serisi model artıkları arasında birinci dereceden ardışık bir ilişki olmadığı, artıklarının rasgele dağıldığı, modelin artıklarının birbirinden bağımsız ve homojen olduğu ve modelin süt verimi tahminine uygun olduğu görülmüştür. Zaman serisi metodunun laktasyon eğrisi modellemede kullanılan geleneksel yöntemlere iyi bir alternatif olduğu söylenebilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihesini

Geliş Tarihi : 27.07.2020

Kabul Tarihi : 01.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Süt sığırcılığı

Wood

ARIMA

Zaman serileri

Matematiksel model

## Comparison of Time Series with Different Lactation Curve Models in Holstein Cattle

### ABSTRACT

The aim of this study was to estimate the future milk yield with suitable models sustaining fewer errors by using the existing milk yield records in Holstein dairy cattle and to find the answer for the question of "does the Time series method used in the estimation of the lactation curve give more reliable results than the classical methods?" For this purpose, Brody, Wood, Cobby & Le Du and time series models were used for estimating the lactation curve. The research data was obtained from 4 lactation records of 305 days of 80 black dairy cattle compiled from the project conducted in Burdur province between 2009-2011. In the model of lactation curves, the time series method predicted that the milk yield was closer to the actual yield values than the gamma model. In all lactations, it was seen that there were no consecutive relations among the time series model residues, that the residues were randomly distributed, the residues of the model were independent and homogenous, and that the model was suitable for milk production. It can be concluded that the time series method was a good alternative to the traditional methods used in modeling of lactation curve.

### Research Article

#### Article History

Received : 27.07.2020

Accepted : 01.10.2020

#### Keywords

Dairy cattle

Wood

ARIMA

Time series

Mathematical model

**To Cite:** Çetin Teke E, Orhan H 2021. Siyah Alaca Sığırlarda Zaman Serileri ile Farklı Laktasyon Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 679-688. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.774674>.

**To Cite:** Çetin Teke E, Orhan H 2021. Comparison of Time Series with Different Lactation Curve Models in Holstein Cattle. KSU J. Agric Nat 24 (3): 679-688. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.774674>.

### GİRİŞ

Süt sığırcılığı, süt ve süt ürünleri üretimini ve besi materyalini sağladığından pek çok ülke tarafından

önemli görülen bir üretim alanıdır. Türkiye’de büyük baş hayvancılığın bir bölümünü süt sığırcılığı oluşturur (Murat ve Sakarya 2012). Ülkemizde süt

sığırcılığının bir bölümünü oluşturan kültür ırkının büyük bir kısmı sütçü özelliğiyle bilinen Siyah-Alaca ırktan oluşmaktadır. Siyah-Alaca ırkı simental, esmer ve jersey ırkları takip etmektedir (Anonim 2017).

Genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle şekillenen, buzağılama ile başlayıp kuruya çıkma ile son bulan süt verimindeki değişiklikler laktasyon eğrisi (Lactation curve) olarak tanımlanmaktadır (Orhan ve Kaygısız 2002). Süt hayvanları için ortalama 305 gün olarak belirlenen laktasyon süresi bakım ve beslenmeye bağlı olarak değişebilir (Keskin ve Tozluca 2004). Laktasyon eğrisi, süt işletmelerinde süt üretiminin ekonomisi üzerinde etkisi olan besleme, çiftleşme, ıslah ve itlaf gibi kararları almak için yetiştiriciler için değerli bir araç olabilir. Kontrol günü kayıtlarına dayalı laktasyon eğrisinin incelenmesi, eksik gözlem değerleri ve süt veriminin tahmin edilmesinde yardımcıdır. Laktasyon eğrilerinin şekli matematiksel model eşitliklerindeki katsayıları ile tanımlanabilir. Bu katsayılar istenen şekillere sahip laktasyonların seçimi için önemlidir. Sürdürülebilir süt üretimi için laktasyon eğrisinin buzağılamadan zirveye süt veriminde hızlı bir artış ve ardından zirveden yavaş bir düşüş göstermesi istenir (Teke ve ark. 2020).

Gelişmiş ülkelerdeki hayvansal üretimle yarışabilmek, ülkemizdeki bireylerin süt ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla süt verimi yüksek hayvanların seçilebilmesi için hayvanların süt verimlerini tahmin etmeyi sağlayan modellerin oluşturulması önemlidir. Bu çalışmada süt veriminin daha sonraki dönemlerde nasıl olabileceğini tahmin etmek için klasik metotlar (Brody, Wood, Cobby ve Le Du) alternatif olarak Zaman serileri metodu

kullanılarak, elde edilen sonuçlar karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Siyah Alaca süt sığırlarının laktasyon eğrisinin tahmininde kullanılacak olan Zaman serileri metodu, klasik metotlardan daha güvenilir sonuçlar vermekte midir? Sorusunun cevabı araştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOD

Çalışmada, Burdur ilinde 2009-2011 yıllarında yürütülmüş, TÜBİTAK 1090336 nolu projeden derlenmiş günlük sağım kayıtlarının kaydedildiği kısmi veriler kullanılmıştır. Veriler 80 adet Siyah alaca sığırın 1-4 laktasyon kayıtlarından oluşmaktadır. Her bir laktasyon kaydında 305 günlük süt verimleri kullanılmıştır. Daha uzun sağım süresine sahip olan hayvanların 305 günden sonraki kayıtları dâhil edilmemiştir. Modellerin oluşturulmasında sığırların günlük süt verimleri bağımlı değişken, kontrol günü bağımsız değişken olarak alınmıştır.

## Matematiksel Fonksiyonlar

Doğrusal olmayan klasik bir eğri, laktasyon süresinin temsili grafiğidir. Araştırmacılar süt verim verileri ile matematiksel fonksiyonların eşleşmesiyle; laktasyon eğrisinin tanımlanabileceği ve bazı önemli performans özelliklerine ilişkin tahminler elde edileceğini bildirmişlerdir (France ve Kebreab 2008, Teke ve ark. 2020). Araştırmada kullanılan modeller ve fonksiyonlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Zaman serisi analizi, laktasyon eğrilerini modellemek ve geleceği tahmin etmek için kullanılan başka bir yöntemdir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan modeller

Table 1. Models used in the research

Metodoloji (Methodology)	Modeller (Models)	Denklem (Equation)*
(Brody ve ark. 1924)	M1 (Exponential decline function)	$Y_t = ae^{-bt} - ae^{-ct} + \varepsilon_t$
(Wood 1967)	M2 (Incomplete gamma function)	$Y_t = at^b e^{-ct} + \varepsilon_t$
(Cobby ve Le Du 1978)	M3 (Linear decline function)	$Y_t = \alpha - bt - ae^{-ct}$

\* $Y_t$ :Günlük süt verimi; t: t. kontrol günü;  $\varepsilon_t$ :hata (artık); a,b,c: regresyon katsayıları

## Zaman Serileri

Zaman serileri, tahmin edilecek verinin geçmiş değerleri veya beklenmedik değişmelerin mevcut ve geçmiş değerlerinin bileşimidir (Yıldız 2009). Bir zaman serisi analizi yapmadan önce, serinin zaman içinde durağan olup olmadığını incelemek gerekir (Göktaş 2005). Durağanlık, bir sürecin olasılık yapısının zaman içindeki değişmezliği anlamına gelir. (Kadılar 2005). Durağan bir serinin beklenen değeri ve varyansı sabit, kovaryansı zamandan bağımsız gecikme sayısına bağlı olmalıdır. Durağanlık koşulları; Ortalama;  $E(Y_t) = \mu$ , varyans;  $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$ , kovaryans;  $\gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)] = \sigma^2$  (Bozkurt 2013).

Zaman serisi analizini uygulamak için, seri durağan olmalı ve tahmin modeli hata terimleri beyaz gürültü özelliğini sağlamalıdır. Zaman serisi analizinde durağanlığı test etmek için, otokorelasyon fonksiyonu (ACF), kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) ve birim kök testi (ADF) sonuçları incelenir. Beyaz gürültü serisinin tüm gecikmelerinde otokorelasyon ya da kısmi otokorelasyon değerleri önemsizdir (Kadılar 2005, Akdi 2010). Seri  $\varepsilon_t \approx iid(0, \sigma^2)$  dağılımına sahip ise beyaz gürültü (white noise),  $\varepsilon_t \approx iid(0, \sigma^2)$  sahip değilse rassal yürüyüş serisidir. Durağan olmayan stokastik süreçlerin modellenmesi için serinin durağan olması gereklidir. Bunun yüzden durağanlığı

sağlamak için serinin gereken miktarda farkı alınmalıdır. Farkı alınarak durağanlaştırılan seriler ARIMA modelleriyle gösterilmektedir (Wade ve ark. 1993, Göktaş 2005).

### Otoregresif entegre hareketli ortalama süreci (ARIMA)

ARMA(p,q) genel denklemi (Eşitlik 1),  $\nabla$ ; fark alma operatörü ve  $Y_t$  yerine  $Y_t$ 'nin d. mertebeden farkı alınmış seri yazılırsa,  $W_t = \nabla^d Y_t$  şeklinde ARIMA denkleminde (Eşitlik 2) ulaşılır. ARIMA (p,d,q) modeli; d. dereceden farkı alınmış p. dereceden AR ve q. dereceden MA modelinin kombinasyonu olarak tanımlanır. ARMA (p, q);

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i}$$

ARIMA(p,d,q) genel denklemi,

$$W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} + \phi_2 W_{t-2} + \dots + \phi_p W_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

Burada  $W_t, W_{t-1}, W_{t-2}, \dots, W_{t-p}$  değerleri

$Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$  gözlem değerlerinin farkı alınmış hali ve  $\delta$  fark derecesidir (Çağlar 2007, Duru 2007, Sevürtekin ve Nargeleçekenler 2010). Belirlenen modelin uygunluğunu test etmek için Box-Ljung Q testi,  $Q = T(T+2) \sum_{i=1}^k \frac{r_i^2}{T-i} \sim \chi_{k-p-q}^2$  Box ve Ljung tarafından tavsiye edilir. Burada, T; gözlem sayısı, k; otokorelasyon katsayısı, p. dereceden AR ve q. dereceden MA derecesidir.. Box-Ljung istatistiği,  $\chi^2$  tablo değeri ile karşılaştırılır.  $Q > \chi_{1-\alpha, (k-p-q)}^2$  ise

$H_0: r_k = 0$  hipotezi reddedilir. Yani hata terimleri

$\varepsilon_t \approx iid(0, \sigma^2)$  dağılımına sahip olmaz ve rassal yürüyüş serisidir (Box ve ark. 2015). Üzerinde çalışılan Laktasyon eğrisi verilerini modellemek için varsayılan matematiksel fonksiyonlar arasından veriye en iyi uyum sağlayanın belirlenebilmesi yada bu varsayılan fonksiyonların veriyi modelleme performanslarını karşılaştırmak için literatürde birçok kriter kullanılmaktadır. Bunlar arasında en yaygın olanları; Belirleme katsayısı ( $R^2$ ), düzeltilmiş belirleme katsayısı ( $R_{adj}^2$ ), hata kareler ortalaması (Mean square error (MSE)), ortalama mutlak yüzdelik hata (Mean absolute percent error (MAPE)), ortalama mutlak hata (Mean absolute deviation (MAE-MAD)), Akaike bilgi kriteri, bayes bilgi kriteri, Durbin Watson katsayısı, quotient (Q), korelasyon (r) ve Wald-Wolfowitz run testidir (Wei 2006, Teke ve ark. 2020). Bu çalışmada laktasyon eğrilerini en iyi modelleyen

matematiksel modeli ve veriyi zaman serileri yardımıyla modellendikten sonra tahmin edilen modellerin doğruluğunu belirlemek ve yöntemleri karşılaştırmak için,  $R^2$ ;  $\sum_{t=1}^n (Y_t - \tilde{Y}_t)^2 / \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y}_t)^2$ ,

$$\text{MAPE}; \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \tilde{Y}_t|}{Y_t}}{n} 100, \text{RMSE}; \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \tilde{Y}_t)^2}$$

$$\text{Watson}; \frac{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2} \quad (0 < d < 4), \text{BIC}; \ln \left[ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \tilde{Y}_t)^2 \right] + \frac{k}{n} \ln n$$

kriterleri kullanılmıştır. Burada  $\tilde{Y}_t$ ; tahmin değerleri,  $\bar{Y}_t$ ; ortalama değerler,  $Y_t$ ; t. Zamandaki gözlem değeri n; örnek büyüklüğü, n ve p; parametre sayısıdır (Schwarz 1978, Neter ve ark. 1990).

### İstatistiksel Analizler

Her laktasyon için; klasik modellemede SAS programında NLMIXED prosedürü kullanılarak modelleme yapılmış ve parametreler tahmin edilmiştir (SAS 2002). Zaman serileri analizlerinde SPSS 21.0 ve E-views paket programı kullanılmıştır (SPSS 2013).

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Zaman serileri ve klasik modellerle 80 Holstein sığıra ait dört laktasyon dönemi kontrol günü süt verimleri analiz edilmiştir. Her bir laktasyonda en uygun model belirlenirken, en yüksek r,  $R^2$ , ve en düşük AIC, BIC, RMSE ve MPE değerleri dikkate alınmıştır. Klasik model olarak; üç parametrelili Brody, Wood, Cobby Le Du modelleri incelenmiştir. Laktasyon sırasına göre modellerin tahmin parametreleri ve karşılaştırma kriterleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Elde edilen sonuçlarda, 1-4 laktasyonda Wood modeli süt verimini en yüksek belirleme katsayısı ile açıklamaktadır. Wood'un geliştirdiği gamma fonksiyonu daha az sapma ile süt verimini tahmin eder. Tahmin modeli ve hataların dağılım grafikleri Şekil 1a-1d'de verilmiştir. Gamma fonksiyonu tahmin denklemleri;

1. laktasyon;  $Y_t = 13.781t^{0.175}e^{-0.002t} + \varepsilon_t$
2. laktasyon;  $Y_t = 20.3t^{0.13}e^{-0.003t} + \varepsilon_t$
3. laktasyon;  $Y_t = 19.176t^{0.174}e^{-0.004t} + \varepsilon_t$
4. laktasyon;  $Y_t = 17.539t^{0.182}e^{-0.004t} + \varepsilon_t$

Rekik ve ark. (2003), Keskin ve Boztepe (2011), Ural ve Koskan (2014) çalışmalarında Siyah Alaca sığırlarda Wood modelinin süt verim tahmininde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Torhizi ve ark. (2019) ve Castillo-Gallegos (2018) Siyah alaca sığırlarda Wood modelini kullanarak süt verimini daha yüksek  $R^2$  ile modellemişlerdir. Bangar ve Verma (2017) Duque ve ark. (2018) Brody, Wood ve Cobby Le De modellerini kullandığı çalışmasından daha az hata ile modelleme yapılmıştır.

1-4 laktasyon eğrisinde trend gözlenmiştir. Laktasyon

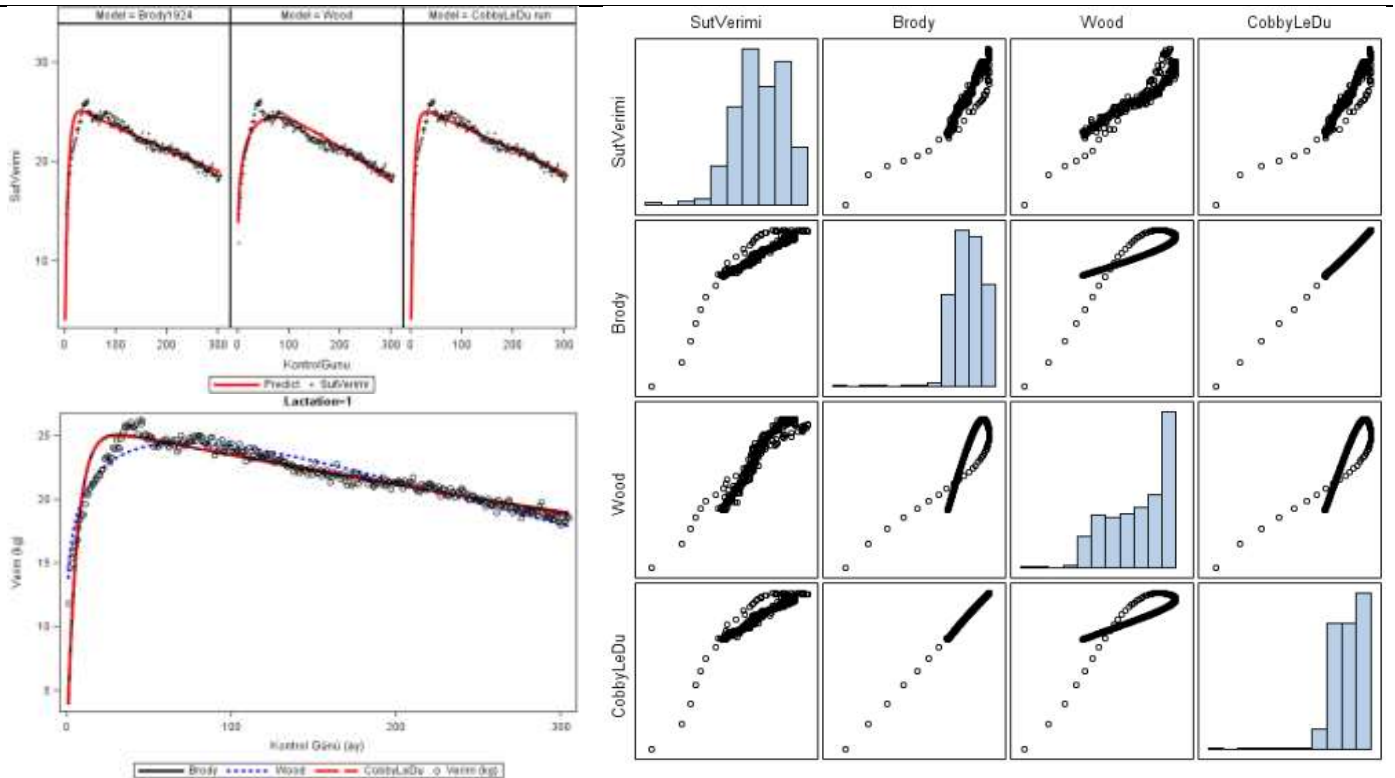
serilerinde 16 gecikme için hesaplanan otokorelasyon katsayıları  $\pm 0.1123$  güven aralığı dışındadır. Yüksek otokorelasyon katsayıları daha yüksek gecikmelerde trend yapısındaki gibi zaman içerisinde yavaş azalan bir yapı göstermiştir. Bu azalış daha sonraki

gecikmelerde korelasyon katsayıları anlamsız olana kadar devam etmiştir. Süt verimi serilerinin durağan olmadığı ile ilgili kesin karar vermek için serinin birim kök içerip içermediği ADF-Augmented Dickey Fuller testi ile incelenmiştir.

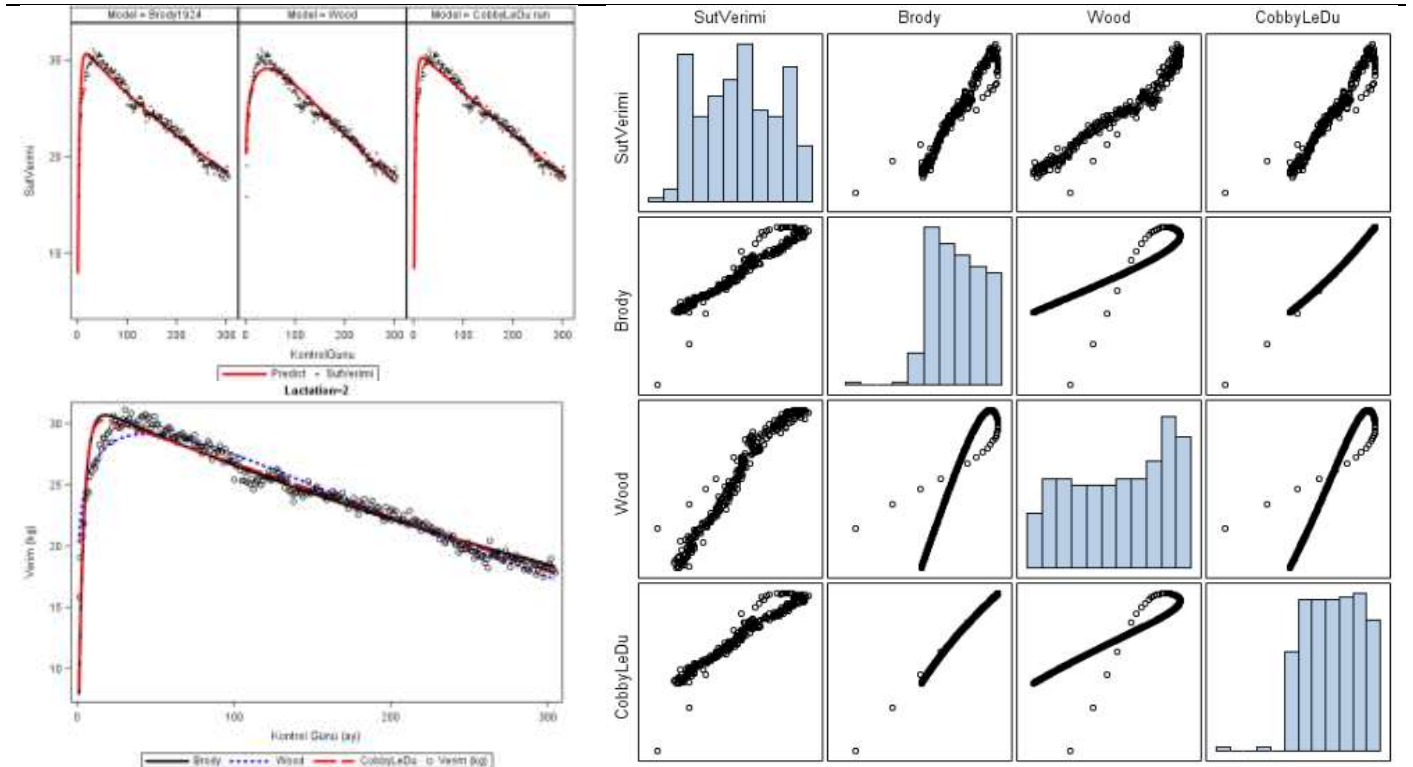
Çizelge 2. Her bir Laktasyon için Model tahmin parametreleri ve karşılaştırma kriterleri

Table 2. Model estimation parameters and comparison criteria for each Lactation

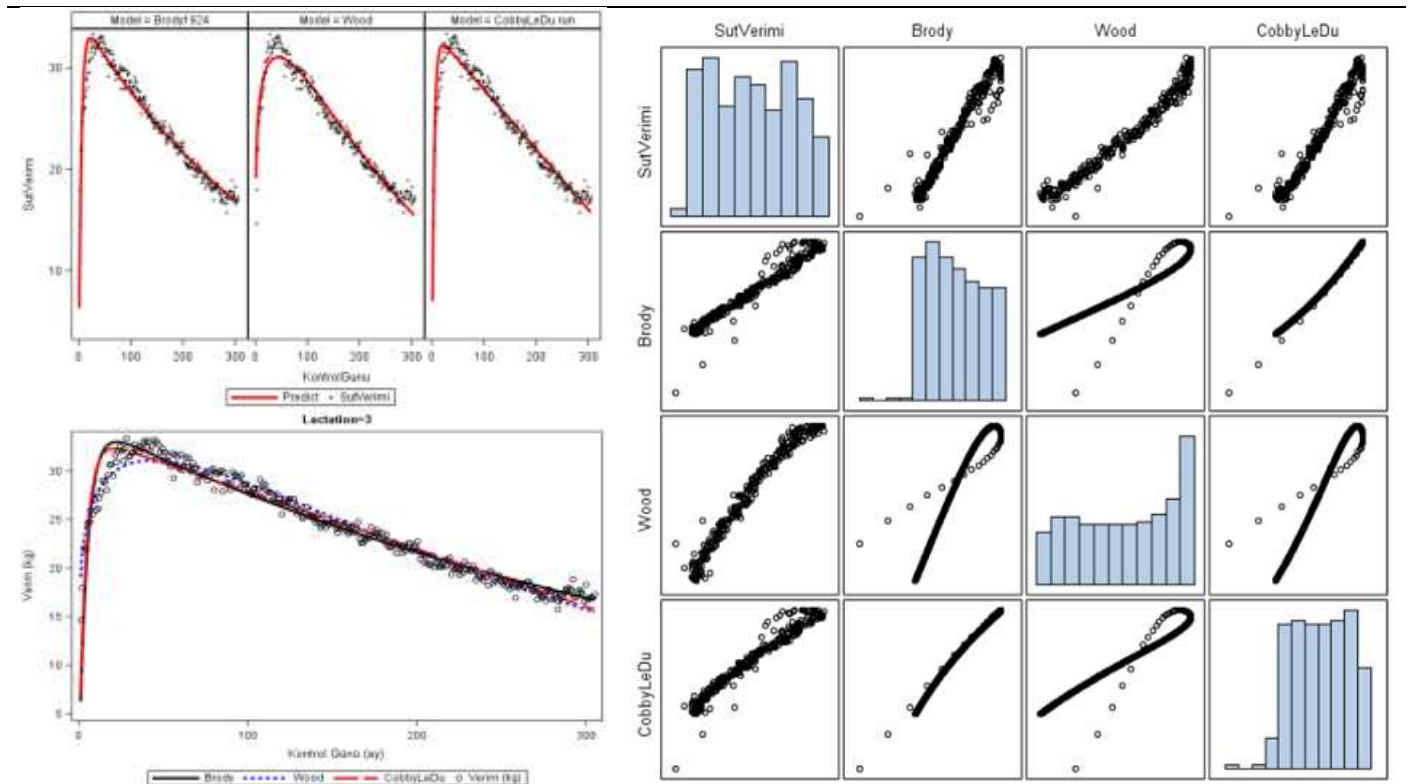
Par.	Laktasyon (Lactation)	1			2			3			4		
		Model	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2
a	Estimate	26.07	13.78	25.84	31.88	20.30	31.16	35.29	19.18	33.79	33.67	17.54	32.10
	t value	163.76	63.14	185.51	213.87	70.69	264.86	165.74	60.863	216.21	126.18	43.19	158.29
	Pr >  t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
b	Estimate	0.001	0.175	0.023	0.002	0.130	0.044	0.002	0.174	0.059	0.002	0.182	0.056
	t value	29.85	37.94	31.01	61.83	30.60	67.79	62.96	35.06	69.28	48.43	26.12	50.46
	Pr >  t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
c	Estimate	0.163	0.002	0.168	0.286	0.003	0.314	0.199	0.004	0.233	0.164	0.004	0.192
	t value	21.71	49.47	22.19	21.35	59.76	22.08	21.76	67.09	21.49	19.07	48.04	17.69
	Pr >  t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Karşılaştırma Kriterleri (Comparison Criteria)	r	0.916	0.951	0.92	0.968	0.977	0.971	0.971	0.982	0.973	0.953	0.965	0.952
	S <sup>2</sup> e	1.02	0.49	0.98	0.96	0.67	0.85	1.52	0.91	1.39	2.16	1.56	2.20
	AIC	878.3	656.2	866	860.6	752.5	822.7	1000	844.7	973.3	1109	1010	1113.2
	BIC	893.2	671.1	880.9	875.5	767.4	837.6	1015.3	859.6	988.2	1123.9	1024.9	1128.8
	myh	2.78	2.45	2.65	2.61	2.49	2.42	3.32	3.12	3.38	4.29	4.43	4.60
	mh	0.56	0.53	0.54	0.62	0.60	0.58	0.79	0.73	0.79	0.97	1.00	1.04
	ME	-0.05	0.00	-0.05	-0.02	-0.00	-0.02	-0.04	-0.01	-0.04	-0.06	-0.01	-0.05
	MPE	-0.33	0.11	-0.33	-0.05	0.05	-0.08	-0.09	-0.01	-0.13	-0.18	0.06	-0.14
	RMSE	1.01	0.70	0.99	0.98	0.82	0.92	1.23	0.95	1.18	1.47	1.25	1.48
	R <sup>2</sup>	0.84	0.92	0.85	0.94	0.96	0.95	0.94	0.97	0.95	0.90	0.93	0.90
R <sup>2</sup> adj	0.84	0.92	0.84	0.94	0.96	0.95	0.94	0.97	0.95	0.90	0.93	0.90	



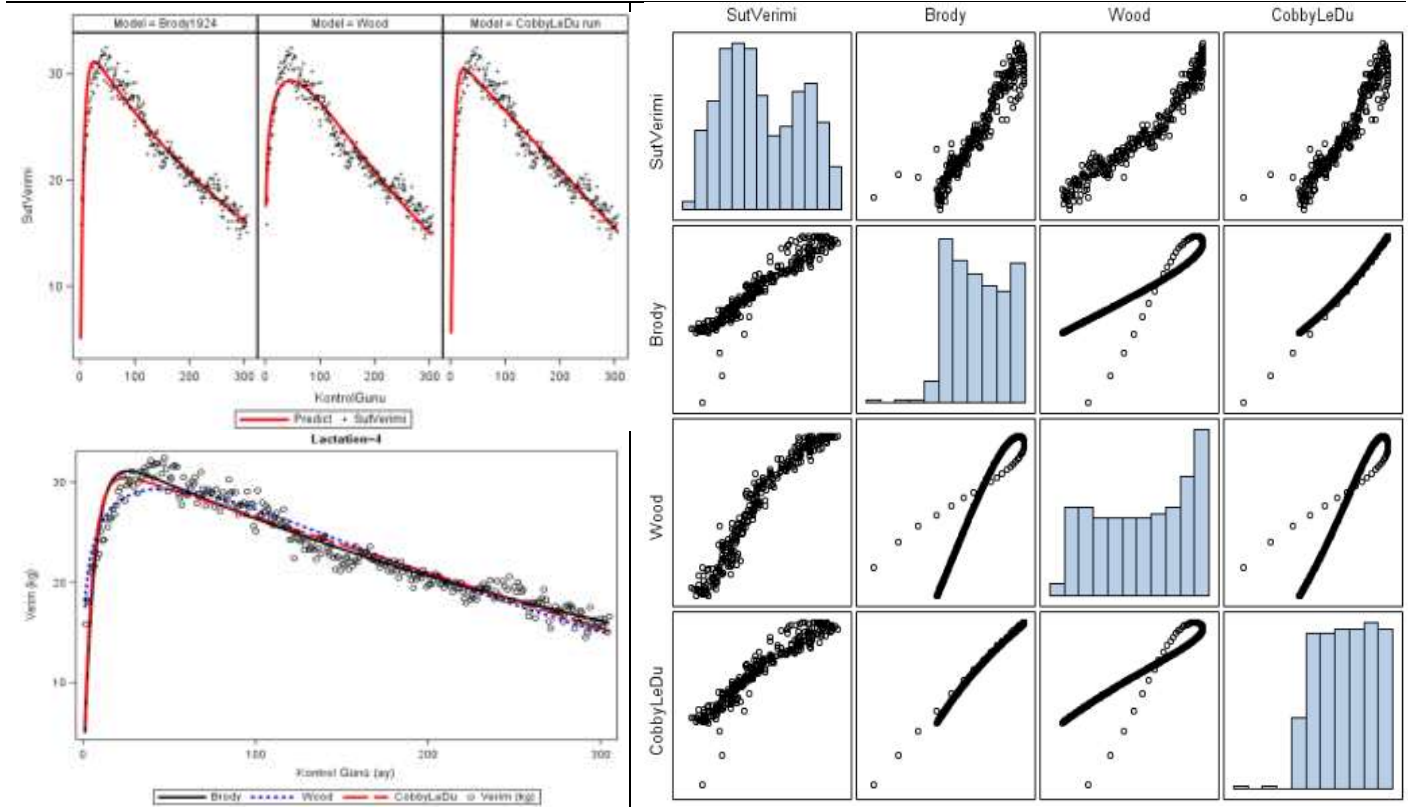
Şekil 1a. 1. laktasyonda tahmin modeli ve hataların dağılım grafikleri  
 Figure 1a. Forecast model and scatter plots of errors in 1. lactation



Şekil 1b. 2. laktasyonda tahmin modeli ve hataların dağılım grafikleri  
*Figure 1b. Forecast model and scatter plots of errors in 2. lactation*



Şekil 1c. 3. laktasyonda tahmin modeli ve hataların dağılım grafikleri  
*Figure 1c. Forecast model and scatter plots of errors in 3. lactation*



Şekil 1d. 4. laktasyonda tahmin modeli ve hataların dağılım grafikleri  
Figure 1d. Forecast model and scatter plots of errors in 4. lactation

ADF sonuçları ( $\tau^* = -0.015017$ ), ( $\tau^* = 1.4355$ ), ( $\tau^* = 0.214923$ ), ( $\tau^* = -0.04697$ ), ( $\tau^* = -0.645117$ ) %1, %5 ve %10 değerlerinden büyük ve  $p > 0.05$  olduğundan seriler birim köklü yani durağan değildir. Bu sebeple seriye birinci dereceden fark işlemi uygulanarak seri trendden arındırılıp durağan hale getirilmiştir. ACF, PACF ve ADF sonuçları farkı alınmış serilerin durağan olduğunu göstermektedir. ARIMA modelleri için  $d=1$  için ACF ve PACF grafikleri Şekil 2'de verilmiştir. İki gecikmeye kadar denenen ARIMA modelleri içinden süt verimi tahmini için en uygun modeller Çizelge 3'te belirtilmiştir.

Box-Ljung Q test değerleri tüm laktasyonlar için rastgele dağılım göstermektedir ( $p > 0.05$ ). ARIMA modelleri sırasıyla % 97.58, % 98.52, % 98.57, % 96.88, % 93.14 süt verimini açıklamaktadır. ARIMA modelleri tahmin parametrelerinin önemi ve geçerliliği incelendiğinde; Kolmogorov-Smirnov değeri ( $p = 0.200$ ) kalıntıların normal dağılıma sahip olduğu ve Run (Swed-Eisenhart) test istatistiği model artıklarının bağımsız ve homojen olduğu görülmektedir. Model artıklarının ACF ve PACF değerleri, artıklar güven sınırları içinde olduğundan beyaz gürültü serisine sahiptir. 305 gözlemlili ve 1 bağımsız değişkenli laktasyon serilerinde Durbin Watson değeri  $\rho = 0$  bölgesinde olup otokorelasyon problemi yoktur. Yani artıklar arasında birinci dereceden ardışık bir ilişki olmadığı söylenebilir. Laktasyon sırasına göre model artıklarının ACF ve PACF grafikleri ve model tahmin

grafikleri şekil 2'de verilmiştir. ARIMA model denklemleri:

1. laktasyon için ARIMA (1,1,2) model,

$$\nabla Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

$$\nabla Y_t = -0.002 + 0.994 Y_{t-1} + \varepsilon_t + 1.353 \varepsilon_{t-1} - 0.426 \varepsilon_{t-2}$$

2. laktasyon için ARIMA (2,1,0) model,

$$\nabla Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

$$\nabla Y_t = -0.032 - 0.471 Y_{t-1} - 0.232 Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

3. laktasyon için ARIMA (1,1,2) model,

$$\nabla Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

$$\nabla Y_t = -0.028 - 0.897 Y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.469 \varepsilon_{t-1} + 0.429 \varepsilon_{t-2}$$

4. laktasyon için ARIMA (1,1,2) model,

$$\nabla Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

$$\nabla Y_t = -0.023 - 0.974 Y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.427 \varepsilon_{t-1} + 0.567 \varepsilon_{t-2}$$

Siyah Alaca ırkı sığırlarda ARIMA modelinin gamma fonksiyonuna göre her bir laktasyon için kontrol günü süt verimleri tahmininde etkilidir. Benzer sonuçları Siyah Alaca sığırlarda Deluyker ve ark. (1990) ve Wade ve ark. (1993), bulmuşlardır. Macciotta ve ark. (2000), Sarda koyunlarında da ARIMA'nın, laktasyon eğrisinin tanımlanması ve her bir laktasyon dönemi içerisindeki aylık kontrol günü süt verimleri tahmininde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Macciotta ve ark. (2002), İtalyan Simmental ırkı sığırlarda ARMA'nın laktasyon verimi öngörüsünde daha karmaşık modellere kıyasla önemli sonuçlar verdiği ve



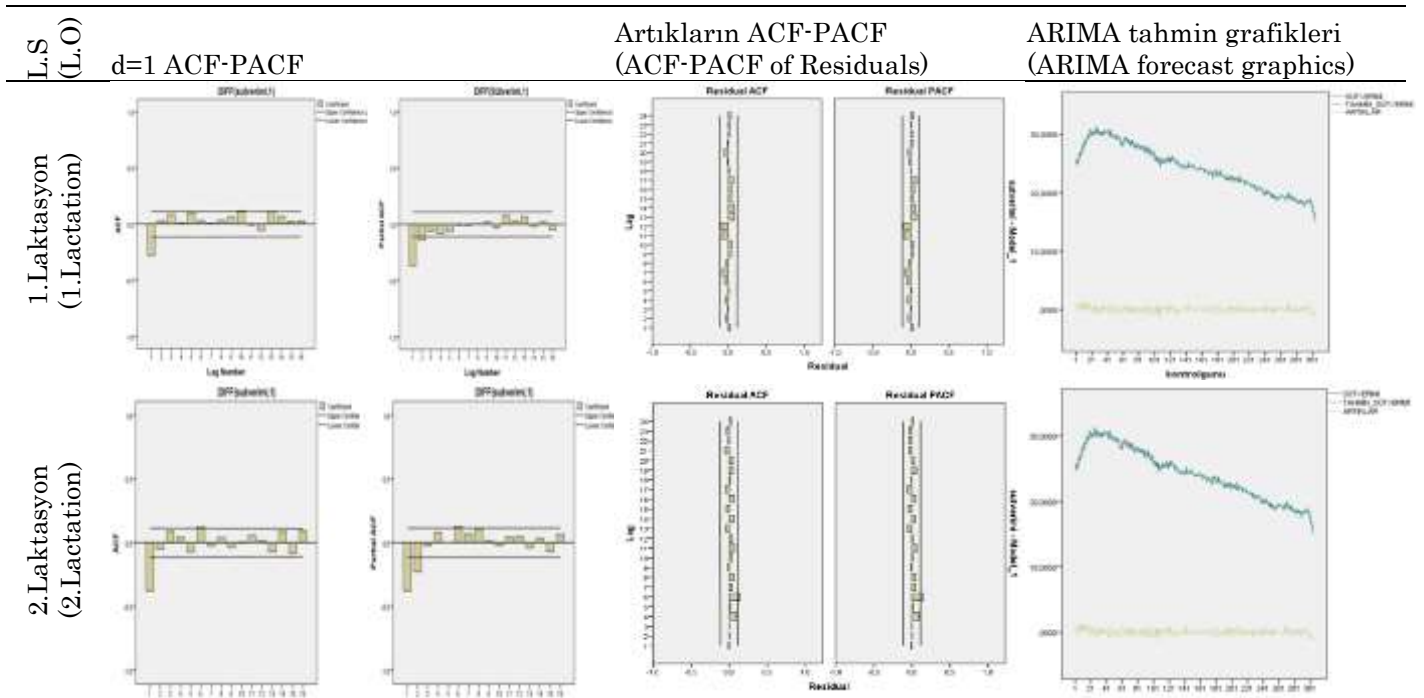
oldukça kolay uygulandığını bildirmişlerdir. Sankar ve Prabakaran (2012) ve Chaudhari ve Tingre (2013), süt

üretimini modellemişler ve benzer şekilde en uygun modeli ARIMA model olarak bildirmişlerdir.

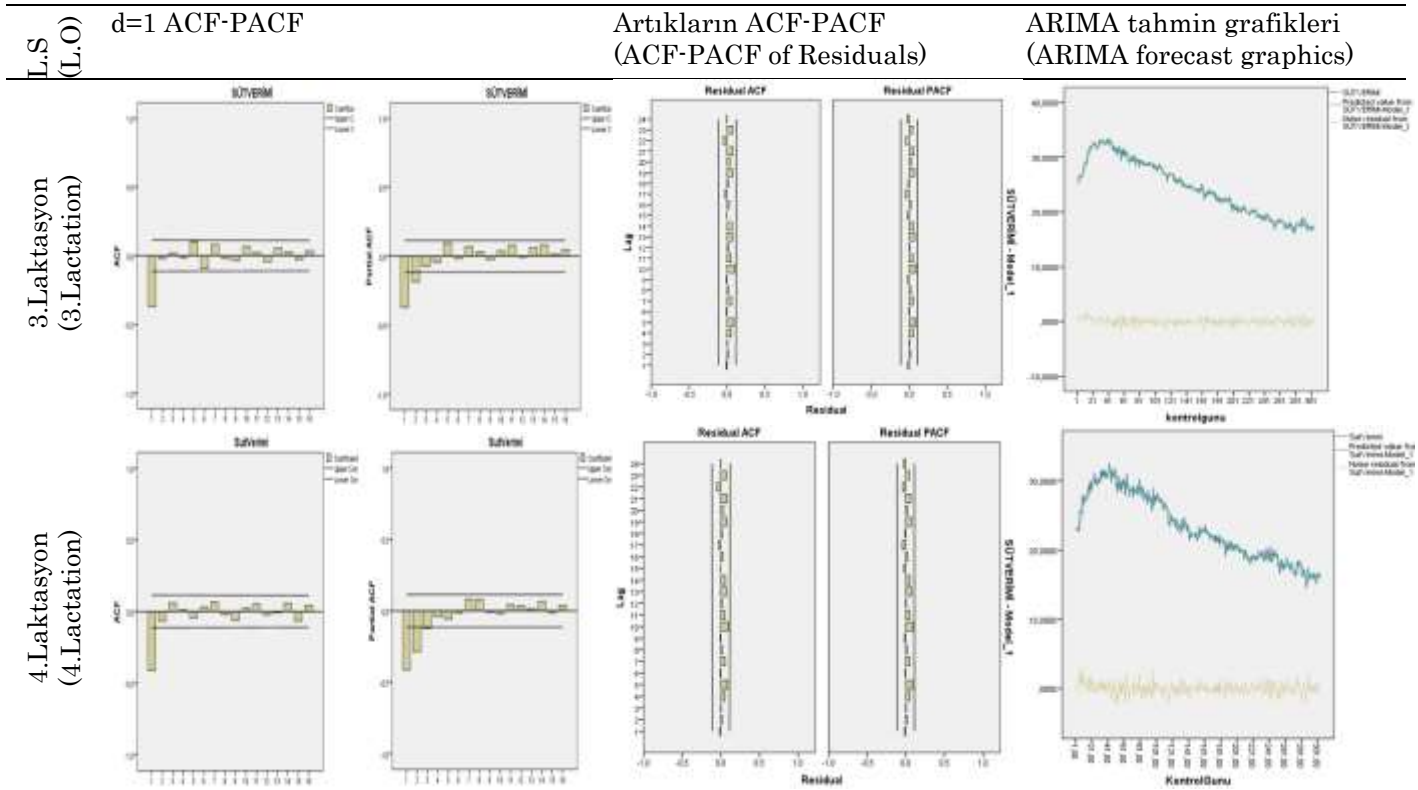
Çizelge 3. Zaman serilerinde tahmin parametreleri ve karşılaştırma kriterleri  
 Table 3. Estimation parameters and comparison criteria in time series

Laktasyon (Lactation)	1	2	3	4
Model	ARIMA (1,1,2)	ARIMA (2,1,0)	ARIMA (1,1,2)	ARIMA (1,1,2)
Kesme (intercept)	-0.002	-0.032	-0.028	-0.023
P	0.807	0.047	0.155	0.269
$\phi_1$	0.994	-0.471	-0.897	-0.974
P	0.000	0.000	0.000	0.000
$\theta_1$	1.353		-0.469	-0.427
P	0.000		0.001	0.000
$\phi_2$		-0.232		
P		0.000		
$\theta_2$	-0.426		0.429	0.567
P	0.000		0.000	0.000
R <sup>2</sup>	0.9758	0.9852	0.9857	0.9688
R <sup>2</sup> <sub>adj</sub>	0.9757	0.9851	0.9857	0.9688
Ljung-Box Q(sig.)	16.551	18.105	12.125	14.339
MAPE	1.233	1.634	2.060	2.956
RMSE	0.338	0.389	0.613	0.846
BIC	-2.093	-1.414	-0.945	-0.259
Kolmogrov-Smirnov (p)	0.200	0.200	0.200	0.200
Run (Swed-Eisenhart)(p)	0.909	0.730	0.414	0.301
DW (1.779 < DW < 2.221)	1.975	1.979	1.923	2.023
r	0.998	0.993	0.993	0.984

R<sup>2</sup>: Belirleme katsayısı; RMSE: Hata kareler ortalamasının karekökü;  
 MAPE: Ortalama mutlak hata oranı; r: Korelasyon katsayısı; DW: Durbin Watson



Şekil 2. ARIMA model grafikleri ve artıkların ACF-PACF grafikleri  
 Figure 2. ARIMA model graphics and ACF-PACF graphics of residuals



Şekil 2. ARIMA model grafikleri ve artıkların ACF-PACF grafikleri  
 Figure 2. ARIMA model graphics and ACF-PACF graphics of residuals

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Laktasyon eğrileri modellenmesi değerlendirildiğinde; Brody, Wood ve Cobby Le De'nun geliştirdiği laktasyon eğrisi modellerinden gamma fonksiyonu tüm laktasyonlarda kontrol günü süt verimini en az sapma, en yüksek korelasyon ve belirleme katsayısı ile açıklamıştır. Birinci laktasyon için; gamma fonksiyonu kontrol günü süt verimini %92 oranında açıklarken zaman serileri yöntemi kontrol günü süt verimini %97.57 oranında açıklamaktadır. İkinci laktasyon için; süt verimini gamma fonksiyonu %96 oranında, ARIMA(2,1,0) modeli %98.5 oranında açıklamaktadır. ARIMA(2,1,0) modeli artıkları normal dağılıma sahipken ( $p>0,05$ ) Gamma model artıkları normal dağılıma sahip değildir ( $p<0,05$ ). Korelasyon katsayısı gamma fonksiyonu için 0.968 iken ARIMA(2,1,0) modeli için 0.993'tür. Üçüncü laktasyon için; süt verimini gamma fonksiyonu %97 oranında, ARIMA(1,1,2) modeli %98.6 oranında açıklamaktadır. Gamma ve ARIMA(1,1,2) model artıkları normal dağılmaktadır ( $p>0,05$ ). Korelasyon katsayısı gamma fonksiyonu için 0.971 iken ARIMA(1,1,2) modeli için 0.993'tür. Dördüncü laktasyon için; süt verimini gamma fonksiyonu %93 oranında açıklarken ARIMA(1,1,2) %96.9 oranında açıklamaktadır. Gamma ve ARIMA(1,1,2) modeli artıkları normal dağılmaktadır ( $p>0,05$ ). Korelasyon katsayısı gamma fonksiyonu için 0.965 iken ARIMA(1,1,2) modeli için 0.984'tür. Tüm laktasyon dönemleri için; MAPE, RMSE, BIC değerleri gamma fonksiyonunda zaman

serilerine göre daha yüksek çıkmıştır. ARIMA model artıklarının otokorelasyon grafiğinden beyaz gürültü serisi olduğu ve Box-Ljung testine göre modellerin uygun model olduğu görülmüştür. DW değeri gamma fonksiyonlarında pozitif otokorelasyon bölgesinde iken ARIMA modellerinde  $\rho=0$  bölgesinde olup model artıkları rasgele dağılmaktadır.

Laktasyon eğrisi modellenmesinde zaman serisi yöntemi kullanılarak hayvanın mevcut süt verim kayıtlarından ileriki dönemde vereceği süt miktarı ve laktasyon eğrisinin şekli gerçek süt verim değerlerine daha yakın tahmin edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Siyah Alaca sığırlarının laktasyon eğrisi tahmininde kullanılacak uygun tahmin modelleri ile süt verimini artırmaya yönelik ıslah programları, süt üretim işletmelerinin kârının artmasını sağlayacaktır. Ülkemizdeki çok sayıda süt üretim işletmelerini ve artan kâr payını göz önüne aldığımızda, doğrusal olmayan yapıya uygun tahmin modellerinin ulusal ekonomiye, toplumsal refaha ve aynı zamanda literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu sebeple zaman serisi yöntemi süt verimi yüksek ırklarda veya koyun, keçi, manda gibi farklı hayvanların süt verim modellenmesinde kullanılabilir. Ayrıca ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan hayvanların et verimi; hayvan ve yumurta sayılarını modellemek için kullanılabilir. Kısaca birçok hayvan türünden elde edilecek ürünlerin modellenmesinde zaman serisi yönteminin kullanışlı olacağı önerilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma SDÜ Fen Bilimleri Zootekni Anabilim dalında yürütülen doktora tez çalışmasından kısmen özetlenmiştir. Tez çalışması 2211-C yurtiçi öncelikli alanlar doktora burs programı ile TÜBİTAK'tan maddi destek almıştır.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Akdi Y 2010. Zaman Serileri Analizi (Birim Kökler ve Kointegrasyon). Gazi Kitabevi, 2. Baskı, Ankara, 393 sy.
- Anonim 2017 Hayvancılık Sektör Raporu, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, <https://www.tigem.gov.tr/> (Erişim tarihi :10.11. 2018)
- Bangar YC, Verma MR 2017. Non-linear Modelling to Describe Lactation Curve in Gir Crossbred Cows. *Journal of Animal Science and Technology* 59(3): 1-7.
- Box GE, Jenkins GM, Reinsel GC, Ljung GM 2015. *Time Series Analysis: Forecasting And Control*. John Wiley Sons, 5th Edition, Hoboken, 712 pp.
- Bozkurt H 2013. Zaman Serileri Analizi. Ekin Kitabevi Yayınları, İstanbul, 261 sy.
- Brody S, Turner CW, Ragsdale AC 1924. The Relation Between The Initial Rise and The Subsequent Decline of Milk Secretion Following Parturition. *The Journal of General Physiology* 6(5): 541.
- Castillo-Gallegos E 2018. Characterization of The Lactation Curve of F1 Holstein-Zebu Cows. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5(14): 335-343.
- Chaudhari D, Tingre A 2013. Forecasting of Milk Production in India: An Application of ARIMA Model. *Indian J Dairy Science* 66: 72-78.
- Cobby J, Le Du Y 1978. On Fitting Curves to Lactation Data. *Animal Science*, 26(2): 127-133.
- Çağlar T 2007. Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemler ve Fens Teli Üretimi Yapan Bir İşletmede Uygulanması. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 117 sy.
- Deluyker H, Shumway R, Wecker W, Azari A, Weaver L 1990. Modeling Daily Milk Yield in Holstein Cows Using Time Series Analysis. *Journal of Dairy Science* 73(2): 539-548.
- Duque NP, Casellas J, Quijano JH, Casals R, Such X 2018. Fitting Lactation Curves in a Colombian Holstein Herd Using Nonlinear Models. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 71(2): 8459-8468.
- Duru Ö 2007. Zaman Serileri Analizinde ARIMA Modelleri ve Bir Uygulama. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 103 sy.
- France J, Kebreab E 2008. *Mathematical Modelling in Animal Nutrition*. CAB International, Oxfordshire Cambridge, UK, 640 sy.
- Göktaş Ö 2005. Teorik ve Uygulamalı Zaman Serileri Analizi. Beşir Kitabevi, İstanbul, 161 sy.
- Kadılar C 2005. SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş. Ankara, 299 sy.
- Keskin I, Boztepe S 2011. Siyah Alaca Sığırlarda Kısmi Süt Verimlerinden Yararlanılarak 305 Günlük Süt Veriminin Tahmini. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 8(1): 1-7.
- Keskin İ, Tozluca A 2004. Süt Sığırlarında Laktasyon Eğrilerinin Farklı Matematik Modellerle Belirlenmesi Ve Kontrol Aralığının Tespiti. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi* 18(34): 11-19.
- Macciotta NPP, Cappio-Borlino A, Pulina G 2000. Time Series Autoregressive Integrated Moving Average Modeling of Test-Day Milk Yields of Dairy Ewes. *Journal of Dairy Science* 83(5): 1094-1103.
- Macciotta NPP, Vicario D, Pulina G, Cappio-Borlino A 2002. Test Day and Lactation Yield Predictions in Italian Simmental Cows by ARMA Methods. *Journal of Dairy Science* 85(11): 3107-3114.
- Murat H, Sakarya E 2012. Orta Anadolu Bölgesi Damızlık Sığır Yetiştirici Birliklerine Bağlı Süt Sığırcılık İşletmelerinin Ekonomik Analizi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi* 83(1): 5-14.
- Neter J, Wasserman W, Kutner MH 1990. *Applied Linear Statistical Models*. Homewood, 3rd ed. IL: Irwin, 673 pp.
- Orhan H, Kaygısız A 2002. Siyah Alaca Sığırlarda Farklı Laktasyon Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim* 43(1): 94-99.
- Rekik B, Gara AB, Hamouda MB, Hammami H 2003. Fitting Lactation Curves of Dairy Cattle in Different Types Of Herds in Tunisia. *Livestock Production Science* 83: 309-315.
- Sankar T, Prabakaran R 2012. Forecasting Milk Production in Tamilnadu. *International Multidisciplinary Research Journal* 2(10): 10-15.
- SAS (2002) SAS Institute. In:9.1 ed. for Windows. SAS/STAT user's guide. Cary, NC, USA.
- Schwarz G 1978. Estimating The Dimension of a Model. *The Annals of Statistics* 6: 461-464.
- Sevürtekin M, Nargeleçekenler M 2010. *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi Eviews Uygulamalı*. Nobel Yayınları, 3. Baskı, Ankara, 592 sy.
- SPSS 2013. IBM SPSS Statistics 21.0 for Windows. Armonk, NY.
- Teke EÇ, Firat MZ, Yardibi F 2020. A Comprehensive Review of Lactation Curves in Dairy Cattle.

- (Visional Studies in Agricultural and Aquatic Science, Akademisyen Kitabevi, TURKEY: Ed. Yücel B, Tolon MT) 19-41.
- Torhizi ME, Mashhadi MH, Farhangfar H 2019. Different Aspects of Lactation Persistency in Dairy Cows. *Indian Journal of Animal Sciences* 89(6): 607-614.
- Ural DA, Koskan O 2014. The Estimation of Lactation Curve Parameters From Test Day Milk Yield in Holstein-Friesian Cows in Bozdogan Province in Turkey. *Res J Agric Environ Manag* 3(2): 145-150.
- Wade K, Quaas R, Van Vleck LD 1993. Estimation of The Parameters Involved in a First-Order Autoregressive Process For Contemporary Groups. *Journal of Dairy Science* 76(10): 3033-3040.
- Wei WWS 2006. *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*. Addison Wesley Publishing Company.
- Wood P 1967. Algebraic Model of The Lactation Curve in Cattle. *Nature* 216(5111): 164-165.
- Yıldız D 2009. *Zaman Serileri Analizi Ve Yapay Sinir Ağları İle Tahmin: Yabancı Portföy Yatırımları Üzerine Uygulama*. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 216 sy.