



ZİRAAT FAKÜLTESİ
Faculty of Agriculture

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Atatürk University
Journal of Agricultural Faculty

ISSN 1300-9036
E-ISSN 2651-5016

Yıl: 2021

Cilt: 52

Sayı: 1

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi - Erzurum
Ocak – 2021

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Önder ÇALMAŞUR
Dekan / Dean
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi/
Atatürk University, Agricultural Faculty

Baş Editör / Editor in Chief

Prof. Dr. Göksel TOZLU
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü /
Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Plant Protection

Editörler Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Bülent ÇETİN	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Food Engineering
Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Field Crops
Prof. Dr. Saliha ÇORUH	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Plant Protection
Prof. Dr. Serdar BİLEN	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition
Doç. Dr. Cihat YILDIZ	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Müh. Bölümü Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering
Doç. Dr. Melek EKİNCİ	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture
Doç. Dr. Murat AYDIN	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Biotechnology
Doç. Dr. Nuray DEMİR	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Economics
Doç. Dr. Selda ÖRS	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Structures and Irrigation
Doç. Dr. Sinan KOPUZLU	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Animal Science

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Attila HEGEDÜS	Szent Istvan Üniversitesi, MACARİSTAN
Prof. Dr. Fikretin ŞAHİN	Yeditepe Üniversitesi, TÜRKİYE
Prof. Dr. Seyyed ABOLGHASEM MOHAMMADI	Tebriz Üniversitesi, İRAN
Dr. Giuseppe FABRIZIO TURRISI	Catania Üniversitesi, İTALYA
Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ	Atatürk Üniversitesi, TÜRKİYE
Dr. Donald L. SUAREZ	USDA-ARS Lab. ABD
Prof. Dr. Maria DATTENA	AGRIS, İTALYA
Prof. Dr. Sougata BARDHAN	Missouri Üniversitesi, ABD
Dr. Marcin KADEJ	Wroclaw Üniversitesi, POLONYA
Prof. Dr. Atilla DURSUN	Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, KIRGIZİSTAN
Doç. Dr. Celeste WELTY	Ohio State Üniversitesi, ABD

Dizgi / Typesetting

Nevrettin SÜRMELİ

Yazışma Adresi / Correspondence Address

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Yayın
Koordinatörlüğü,
25240 Erzurum – TÜRKİYE

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty
Publication Coordinator,
25240 Erzurum – TURKEY

e-mail: auzfdeditor@atauni.edu.tr

ZİRAAT FAKÜLTESİ
Faculty of Agriculture



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi yılda üç sayı olarak yayınlanan, süreli, açık erişim, uluslararası ve hakemli bilimsel bir dergidir.

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty is a periodical, open access, international and peer-reviewed scientific journal published three times a year.

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi aşağıda sıralanan veri tabanlarında indekslenmektedir.

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty are indexed in the databases listed below.

TÜBİTAK TR DİZİN / ULAKBİM (Yaşam Bilimleri)

CAB Abstracts, CABI Full Text

Clarivate Analytics-Zoological Record

INDEX COPERNICUS (ICV 2019: 70.78)

EBSCO

Crossref

SOBIAD

ASOS

BASE (Bielefeld Academic Search Engine)

DRJI (Directory of Research Journal Indexing)

Scilit

Google Scholar

I2OR

Worldcat

Dimensions

COSMOS

SIS (Scientific Indexing Services)

OAIJ (Open Academic Journals Index)

MIAR (Information Matrix for the Analysis of Journals)

ESJI (Eurasian Scientific Journal Index)

Academic Resource Index (ResearchBib)

SJIF (Scientific Journal Impact Factor)

(SJIF 2017: 6.506; 2018: 7.063; 2019: 7.986; 2020: 7.986; 2021: 8.4)

ZİRAAT FAKÜLTESİ
Faculty of Agriculture





ZİRAAT FAKÜLTESİ

Faculty of Agriculture

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

52 (1) Nolu Sayıya İnceleme ve Değerlendirme Yönünden Bilimsel Katkıda Bulunanlar
(Scientific Advisory Board)*

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (AÜZFD), bu sayıda yer alan makalelere sağladıkları değerli katkılardan dolayı hakemlere teşekkür eder.

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty (AUZFD) would like to thank the referees for their valuable contribution to the articles in this issue.

Prof. Dr. Deniz EKİNCİ	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun
Prof. Dr. Gülcan AVCI	Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Afyonkarahisar
Prof. Dr. Hakan GEREN	Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir
Prof. Dr. Hayri COŞKUN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Bolu
Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Isparta
Prof. Dr. İhsan BAKIRCI	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum
Prof. Dr. İsmail KARACA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Isparta
Prof. Dr. Levent EFİL	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Çanakkale
Prof. Dr. Melehat AVCI BİRSİN	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara
Prof. Dr. Sait ENGİNDENİZ	Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir
Prof. Dr. Şaban YILMAZ	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Hatay
Prof. Dr. Tülay ÖZCAN	Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa
Prof. Dr. Zeki ACAR	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun
Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana
Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Çanakkale
Doç. Dr. Fatih ÖNER	Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ordu
Doç. Dr. Halil DEMİR	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Antalya
Doç. Dr. İsmail ÜLGER	Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi, Kayseri
Doç. Dr. Nimet KARA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Isparta
Doç. Dr. Oktay ERDOĞAN	Pamukkale Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Denizli
Doç. Dr. Seher ARSLAN	Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Denizli
Doç. Dr. Selin Muradiye AKÇAY	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Aydın
Dr. Öğr. Üyesi Ayla ARSLANER	Bayburt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Bayburt
Dr. Öğr. Üyesi Duygu BUDAK	Aksaray Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Aksaray
Dr. Öğr. Üyesi Görkem ÖRÜK	Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Siirt
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Tevfik GÜLTAŞ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilecik
Dr. Öğr. Üyesi Mithat DİREK	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya
Dr. Öğr. Üyesi Sadiye Ayşe ÇELİK	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya
Dr. Öğr. Üyesi Selda BULCA	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Aydın

*İsimler unvanlara göre alfabetik olarak sıralanmıştır.



Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES		Sayfa No/ Page Number
Fatih RENÇBER* Şerafettin ÇELİK	Farklı Ambalaj Materyalinde Olgunlaştırılan Muş Tulum Peynirinin Bazı Karakteristik Özellikleri Some Characteristic Properties of Muş Tulum Cheese Ripened in Different Packing Materials	1-10
Bilal KESKİN* Süleyman TEMEL Selma ÇAKMAKÇI Ramazan TOSUN	Bazı Horoz İbiği (<i>Amaranthus</i> spp.) Çeşitlerinin Kurak ve Sulu Şartlardaki Tohum Verimleri ve Verim Unsurları Üzerine Araştırma Research on Seed Yield and Yield Components of Some <i>Amaranthus</i> spp. Varieties in Rainfed and Irrigation Conditions	11-19
Mehmet Kerim GÜLLAP* Mustafa TAN Sedat SEVEROĞLU Abdullah YAZICI	Karabuğday (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)'da Hasat Zamanının Ot ve Tohum Verimi İle Bazı Özelliklere Etkileri The Effects of Harvest Stage on Hay and Seed Yields and Some Properties in Buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)	20-26
Köksal KARADAŞ* Fatih GÜLER	Domates Üreten İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri: Iğdır İli Örneği Socio-Economic Characteristics of Farms Producing Tomatoes: The Case of Iğdır Province	27-35
Sinan KARTAL* Fırat ARSLAN Hasan DEĞİRMENÇİ	Sulama Şebekelerinde Bakım Performansının Değerlendirilmesi: Yozgat İli Örneği Assessment of Maintenance Performance in Water User Associations: A Case Study of Yozgat Province	36-45
Recep KOTAN Elif TOZLU* Adem GÜNEŞ Fatih DADAŞOĞLU	Elma Fidan Yetiştiriciliğinde <i>Bacillus subtilis</i> İçerikli Bir Mikrobiyal Gübrenin Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi Investigation of Possibilities of Using <i>Bacillus subtilis</i> Microbial Fertilizer in Apple Sapling Growing	46-55
Meltem AVAN* Yakup Zekai KATIRCIOĞLU	Şeker Pancarlarından Elde Edilen <i>Rhizoctonia</i> spp. İzolatlarının Hif Birleşme Reaksiyonları ve Klasik Yollarla Anastomosis Grup Temini Hyphae Fusion Reactions and Determination of Anastomosis Group by Classical Ways of <i>Rhizoctonia</i> spp. Isolates Obtained from Sugar Beets	56-66
Ali ÖZTÜRK* Ahmet BÜYÜKGÖZ	Trabzon İline Ait Bazı Yerel Mısır Popülasyonlarının Agronomik Performansları Agronomic Performance of Some Maize Landraces Collected from Trabzon Province	67-80
Gökhan ERARSLAN* Recep KOTAN	Patates Böceği (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say.)'nin Biyolojik Mücadele İmkanlarının Araştırılması Investigation of Biological Control Possibilities of Potato Beetle (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say.)	81-89
Mustafa ŞENGÜL* Bayram ÜRKEK Zeynep GÜRBÜZ KAÇAN Tuba ERKAYA KOTAN Halil İbrahim AKGÜL	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt Fabrikasına Gelen Çiğ Sütlerin Kalitesinin Belirlenmesi Determination of Quality of Raw Milk Collected from Atatürk University Agriculture Faculty Pilot Dairy Plant	90-97
DERLEME / REVIEW		
Semra ÇİÇEK* Serpil TURHAN Sevda IŞIK	Application of Selenium Nanoparticles Diets in Ruminants Selenyum Nanopartikül Diyetlerinin Ruminantlarda Uygulamaları	98-107
Şeyma YILDIZ Semra TURAN*	Timokinon, Timol ve Karvakrolün Antioksidan Aktiviteleri ve Lipit Oksidasyonunu Önleme Kapasiteleri Antioxidant Activities and Lipid Peroxidation Inhibition Capacities of Thymoquinone, Thmol and Carvacrol	108-118

*Sorumlu yazar



Farklı Ambalaj Materyalinde Olgunlaştırılan Muş Tulum Peynirinin Bazı Karakteristik Özellikleri*

Fatih RENÇBER^{1,**,a} Şerafettin ÇELİK^{2,b}

¹Muş Alpaslan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Muş, Türkiye

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

**Sorumlu yazar e-mail: f.rencber@alparslan.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.712037

Geliş Tarihi (Received): 31.03.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 10.11.2020 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: Bu çalışmada, iki farklı ambalaj materyalinde (oğlak derisi ve plastik bidon) olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin bazı karakteristik özelliklerinin tespit edilmesi ve gıda güvenliği açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 3 farklı süt işletmesinde deri tulum ile plastik bidonlara basılmış peynir örnekleri 6 ± 2 °C'de 4 ay süre ile olgunlaştırılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmede, ambalaj materyali bakımından tulum peynirinin bileşim, biyokimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri arasında çok önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda, plastik bidonda olgunlaştırılan tulum peynirine oranla, deri tulumda olgunlaştırılan peynirde KM, yağ, protein, kül, tuz ve KM'de tuz değerleri ile koliform grubu, *E. coli* ve koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısının daha yüksek, pH ve lipoliz düzeyi ile maya-küf sayısının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, farklı ambalajlarda olgunlaştırılmış Muş tulum peynirinin ilgili tebliğ ve yönetmelik ile uygunluk arz ettiği, tüketici sağlığı ve gıda güvenliği bakımından peynirin olgunlaştırılmasında deri tulumun güvenli bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Muş tulum peyniri, Bileşim, Biyokimyasal özellikler, Mikrobiyolojik özellikler, Gıda güvenliği

Some Characteristic Properties of Muş Tulum Cheese Ripened in Different Packing Materials

ABSTRACT: In this study, composition, some biochemical and microbiological properties of Muş tulum cheese ripened in different packaging materials (goat skin bag and plastic bottle) were examined and evaluated for food safety. For this purpose, cheese samples stored in plastic bottle and goat skin bag in three different dairy plants were ripened at 6 ± 2 °C for 4 months. Statistically significant differences were obtained in composition, biochemical and microbiological parameters of the cheese with regard to packing materials. In this context the dry matter, fat, protein, ash, salt, salt in dry matter contents and coliform bacteria, *E. coli*, coagulase (+) *Staphylococcus* counts were higher in the cheese samples ripened in goat skin bag; whereas pH, lipolysis level, yeast-fungi counts were lower. Consequently, the cheese ripened in different packages complies with the relevant communiqué and regulation. In addition, goat skin bag as packing material can be used safely for cheese ripening, consumer health and food safety.

Keywords: Muş tulum cheese, Composition, Biochemical properties, Microbiological properties, Food safety

GİRİŞ

Türkiye'de farklı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklere sahip çok sayıda geleneksel peynir çeşidi üretilmektedir. Bu peynirler, çoğunlukla küçük ölçekli süt işletmelerinde, basit araç ve gereçler kullanılarak ustaların bilgi ve becerileri ile üretilmektedir. Bu durum, farklı kalitede peynir üretimine neden olmaktadır (Karaibrahimoğlu ve Üçüncü, 1988). Türkiye'de Tulum peyniri, Beyaz ve Kaşar

peynirinden sonra en fazla üretilen geleneksel bir peynir çeşididir.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğinde Tulum peyniri, peynir mayası kullanılarak elde edilen teleminin fermantasyonunu takiben ufalanıp tuzlanması, daha sonra uygun bir ambalaj malzemesine veya deri tulumlara sıkıca basılarak üretilen ve olgunlaştırıldıktan sonra piyasaya arz

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Rençber, F., Çelik, Ş., 2021. Farklı Ambalaj Materyalinde Olgunlaştırılan Muş Tulum Peynirinin Bazı Karakteristik Özellikleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 1-10. doi: 10.17097/ataunizfd.712037

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1240-8228> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5605-5735>

* Bu makale Fatih RENÇBER'in Yüksek Lisans Tezi'nden üretilmiştir.



edilen, çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren peynir' olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2015).

Tulum peyniri, ön olgunlaştırma sonrası taze peynir oğlak/kuzu derisinden yapılan deri tulum basılmakta ve soğuk şartlarda (obruk, mağara, mahzen veya soğuk hava depoları) 3-6 ay süre ile olgunlaştırılarak üretilmektedir (Kurt vd., 1991; Tekinşen ve Uçar, 2007). Ambalaj malzemesi olarak oksijen ve nem geçirgenliği daha iyi olmasından dolayı, genellikle bir yaşımı doldurmamış kuzu/oğlak derisi tercih edilmektedir (Kurt vd., 1991; Tekinşen ve Uçar, 2007).

Son yıllarda yasal zorunluluktan dolayı Tulum peynirinin ambalajlanmasında, yaygın bir şekilde plastik bidonlar kullanılmaktadır. Ancak, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nin 2015 yılında yayınlanması ile Tulum peynirinin ambalajlanmasında, deri tulum kullanımına yasal izin verilmiştir. Anılan bu tebliğde, 'peynirinin ambalajlanması amacıyla kullanılan deri tulumların her türlü zoonoz enfeksiyonlardan arı olması, peynire ağır metal ve yabancı madde bulaşmasına neden olmaması, temiz ve kuru olma' zorunluluğu getirilmiştir (Anonim, 2015).

Geleneksel tulum peynirleri, kuru ve salamurada olgunlaştırılan peynir olmak üzere iki ana grup altında toplanabilir. Erzincan Tulum peyniri, Çimi tulum peyniri, Divle Tulum peyniri ve Kargı tulum peyniri en yaygın olarak bilinen kuru tulum peynirleri, İzmir tulum peyniri ise salamura tulum peyniri olarak bilinmektedir. Geleneksel Muş tulum peyniri, Muş ilinin yüksek rakımlı yaylalarında ilkbahar aylarında çoğunlukla çiğ koyun sütünden üretilen bir kuru tulum peynir çeşididir.

Türkiye'de önemli bir zenginlik kaynağı olarak değerlendirilmesi gereken tulum peynir çeşitlerinin karakteristik özelliklerinin tespit edilmesi, üretim prosesinin standardize/optimize edilerek endüstriyel üretime kazandırılması, sektördeki istihdamın artmasına, peynirin üretildiği bölge başta olmak üzere ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, ambalaj materyali olarak deri tulum ve plastik bidon kullanılarak farklı işletmelerde üretilen geleneksel Muş tulum peynirinin bileşimi ile bazı karakteristik, biyokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği bağlamında peynirin kalitesi ile tüketici sağlığı açısından güvenilirliği irdelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada, Muş ilinde Tulum peynirinin üretildiği 3 farklı süt işletmesinden, Mayıs ayında 1 hafta aralıklarla her bir işletmeden toplam 3'er defa peynir örneği alınmıştır. Bu bağlamda, işletme şartlarında peynir ustaları tarafından deri tulum (3 kg) ile plastik bidonlara (1 kg) basılan peynir örnekleri,

6±2 °C'de (geleneksel muhafaza sıcaklığı) 4 ay süre ile olgunlaştırılmıştır. Peynirin ambalajlanmasında 1 yaşımı doldurmamış oğlak tulumu kullanılmıştır.

Metot

Peynir üretimi

Süt işletmelerinde peynir üretim aşamaları yerinde takip edilerek kayıt altına alınmıştır. Bu bağlamda, tam yağlı çiğ koyun sütü, kaba bir şekilde süzildikten sonra şirden mayası ile 28-34 °C'de yaklaşık 2.5 saat içinde pıhtı kesilecek şekilde mayalanmaktadır. Pıhtı kesildikten sonra, peyniraltı suyu uzaklaştırılmakta ve geriye kalan teleme 2.5-3 kg kapasiteli parzın adıyla bilinen üçgen süzme bezlerine alınmakta, baskı uygulanmadan 5-6 saat süreyle süzülme bırakılmaktadır. Daha sonra, teleme küçük parçalar halinde doğranmakta ve torbalara aktarılmaktadır. Bu aşamada, 1-4 gün süreyle baskı uygulanarak kitlede kalan peyniraltı suyu uzaklaştırılmaktadır.

Baskı sonrası taze peynir, bulgur boyutu büyüklüğünde parçalanmakta, % 2-3 oranında tuz ilave edilerek iyice karıştırılmakta ve bez torbalara doldurulmaktadır. Torbalar üst üste istiflenerek 5-6 gün süreyle ikinci kez baskı uygulanmaktadır. Bu aşamada, torbaların üzerinde ıslak bir bez bulundurularak peynir dış yüzeyinin kuruyup sararması önlenmektedir. Daha sonra, taze peynir teknelere boşaltılmakta, parçalanmakta son tuz ayarlaması yapılmaktadır. Böylece, ön olgunlaşması tamamlanan taze peynir, deri tulum (oğlak derisi) veya plastik bidona sıkıca doldurulmaktadır. Peynir, doğal mahzen veya soğuk hava depolarında 3-6 ay süreyle depolanarak olgunlaştırılmaktadır.

Peynirde yapılan analizler

Muş tulum peynirinde bileşim, biyokimyasal ve mikrobiyolojik analizleri için, her bir işletmeye (A, B ve C) ait peynir örneklerinden yaklaşık 250 g örnek alınmıştır. Öncelikle, mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

Bileşim analizleri

Peynir örneklerinde, kurumadde (KM) (FIL-IDF, 1982), yağ (Anonim, 2006), protein (FIL-IDF, 1993), kül (Kurt vd., 1996) ve tuz (Kurt vd., 1996) tayinleri yapılmıştır. Peynirde KM'de yağ ve KM'de tuz oranları, sırasıyla yağ ve tuz oranının KM oranına bölünmesi sonucu elde edilen rakam % olarak ifade edilmiştir.

Biyokimyasal analizler

Peynir örneklerinde titrasyon asitliği (Kurt vd., 1996), pH (Bianco et al., 1972), pH4.6'da çözünen azot (ÇA) (Gripon et al., 1975; FIL-IDF, 1993), triklorasetik asitte çözünen azot (TCA-ÇA) (Gripon et al., 1975; FIL-IDF, 1993) ve lipoliz (Coşkun, 1995)

analizleri yapılmıştır. Azot fraksiyonları için elde edilen tüm filtratlar analize edilene kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Mikrobiyolojik analizler

Olgun Muş tulum peyniri örneklerinde, laktik asit bakterileri ile istenmeyen kontaminantların (koliform grubu bakteriler, *E. coli*, koagülaz (+) *Staphylococcus* ve maya-küf) varlığı ve yükleri ile ilgili çalışmalar, çiğ süttten üretilen peynirlerin tüketim öncesi 4 ay süreyle soğukta olgunlaştırma zorunluluğundan dolayı (Anonim, 2015), depolama periyodunun 3. ve 4. aylarında yapılmıştır.

Örnek hazırlama: Peynir örneği (10g), ilk dilüsyon hazırlamak için içinde 90 mL steril %2 (w/v) sodyum sitrat bulunan (yaklaşık 45 °C) steril Stomacher torbasına aktarılmış ve Stomacher cihazı yardımıyla homojenize edilmiştir. Daha sonra steril peptonlu su kullanılarak seri dilüsyonlar hazırlanmış ve spesifik besiyerlerine ekim yapılarak laktik asit bakteri sayısı ile istenmeyen kontaminantların varlığı ve yükleri tespit edilmiştir.

Laktik asit bakteri sayımı: Laktik asit bakterilerinin sayımı için, MRS ve M17 agar (37 °C'de 48 saat) besiyerine dökme plak yöntemiyle ekim yapılmış ve anaerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır (Caridi, 2003; Gerasi et al., 2003).

İstenmeyen kontaminantların varlığı ve sayımı

Koliform grubu bakteri sayımı: Koliform grubu bakteri sayımı için dökme plak yöntemiyle VRBA besiyerine ekim yapılmış ve 35 °C'de 24 saat inkübasyon sonrası kırmızı renkli koloniler sayılmıştır (Speck, 1976).

***E. coli* sayımı:** *E. coli* varlığı ve sayımı için, dökme plak yöntemiyle TBX agar (Oxoid CM945) besiyerine ekim yapılmış ve 44 °C'de 18 saat inkübasyon sonrası yeşil renkli koloniler sayılmıştır (Vural vd., 2010).

Koagülaz (+) *Staphylococcus* sayımı: Koagülaz (+) *Staphylococcus* tespiti için, 25 g peynir örneği 225 mL steril sodyum sitrat içinde Stomacher yardımıyla homojenize edilmiş, Baird Parker (BP) Agar (Oxoid CM 0275, egg yolk tellurite suppl. SR 0054) besiyerine

yüzeğe yayma yöntemiyle ekim yapılmış ve 35-37 °C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası petrilerdeki atipik ve tipik koloniler sayılarak doğrulama işlemine geçilmiştir. Tipik koloniler, siyah veya gri renkte, etrafı zonlu, parlak ve dış bükey; atipik koloniler ise, dar beyaz kenarlı/kenarsız parlak siyah koloniler, parlak alan yok veya güçlkle görülmektedir. Seçilmiş olan her bir koloni (5 tipik ve 5 atipik) yüzeyi steril iğne öze ile alınarak beyin-kalp infüzyonu sıvı besiyeri tüpüne aktarılmış ve 35-37 °C'de 24±2 saat süre ile inkübe edildikten sonra, 0.1 mL steril hemoliz tüplerine (0.3 mL tavşan plazması) aktarılmış ve 35°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Tüpler, eğik tutularak inkübasyonun 4-6 saati arasında plazmanın pıhtılaşp pıhtılaşmadığı incelenmiştir. Testin negatif olması durumunda inkübasyonun 24. saatinde inceleme tekrarlanmıştır. Negatif kontrol olarak, 0.3 mL tavşan plazmasına 0.1 mL steril beyin-kalp infüzyonu ilave edilmiş ve inkübasyona terk edilmiştir. Testin doğruluğu kontrol plazmada pıhtılaşmanın olmaması ile teyit edilmiştir (ISO, 2001).

Maya-küf sayımı: Maya-küf sayımı için, dökme plak yöntemi ile PDA besiyerine (%10'luk tartarik asit ile pH 3.5'e ayarlanmış) ekim yapılmış ve 20 °C'de 5 gün inkübasyon sonunda oluşan maya-küf kolonileri sayılmıştır (Speck, 1976).

İstatistiksel analizler

Çalışmadan elde edilen veriler, çift yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Yıldız ve Bircan, 1994). Mikrobiyolojik parametrelere ait veriler ise logaritmik transformasyona (logkob/g) tabi tutulduktan sonra varyans analizi yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı süt işletmelerinden alınan ambalajlanmış taze Muş tulum peynirinin depolama öncesi bileşim ve bazı biyokimyasal özelliklerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Taze Muş tulum peynirinin bileşimi (%) ve bazı biyokimyasal özelliklerine ait ortalama değerler
Table 1. Average value of some biochemical properties and composition(%) of fresh Muş tulum cheese

Parametre / Parameter	Süt işletmeleri / Dairy plants		
	A	B	C
KM / DM	59.50	58.30	61.40
Yağ / Fat	32.50	32.20	33.80
KM'de yağ / Fat in DM	54.62	55.23	54.96
Protein / Protein	22.55	20.58	23.23
Kül / Ash	4.07	5.32	4.11
Tuz / Salt	3.09	4.21	3.54
KM'de tuz / Salt in DM	5.19	7.22	5.77
pH / pH	4.91	4.82	4.93
TA (SH) / TA (SH)	0.143	0.171	0.139

TA: Titrasyon asitliği, TA: Titratable acidity

Muş Tulum Peynirinin (Olgun) Bileşimi

Farklı süt işletmelerinde üretilen ve farklı ambalaj materyalinde olgunlaştırılan Muş tulum

peynirinin (olgun) bileşim parametrelerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Muş tulum peynirinin (olgun) bileşim parametrelerine ilişkin ortalama değerler (%) ve oluşan gruplar
Table 2. The groups formed and average values (%) of the composition al parameters of Muş tulum cheese

Varyasyon kaynağı Source of variation	KM Drymatter	Yağ Fat	KM'de yağ Fat in DM	Protein Protein	Kül Ash	Tuz Salt	KM'de tuz Salt in DM
İşletme Dairy	A	63.67±0.37 ^b	33.75±0.25 ^b	53.18 ±0.43	24.94±0.38 ^a	4.51±0.17 ^b	3.54±0.17 ^b
	B	64.31±0.37 ^{ab}	34.33±0.25 ^b	53.54±0.43	23.28±0.38 ^b	6.15±0.17 ^a	5.14±0.17 ^a
	C	65.36±0.37 ^a	35.41±0.25 ^a	54.31±0.43	24.96±0.38 ^a	4.55±0.17 ^b	3.45±0.17 ^b
Ambalaj Packing	PB/PB	60.05±0.30 ^b	33.38±0.20 ^b	55.60±0.35 ^a	22.39±0.31 ^b	3.77±0.14 ^b	2.96±0.14 ^b
	DT/GSB	68.84±0.30 ^a	35.61±0.20 ^a	51.76±0.35 ^b	26.41±0.31 ^a	6.38±0.14 ^a	5.12±0.14 ^a
							7.43±0.18 ^a

KM: Kurumadde; PB: Plastik bidon; DT: Deri tulum; DM: Drymatter; PB: Plasticbottle; GSB: Goat skin bottle

Aynı grup içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık P<0.05/P<0.01 düzeyinde önemlidir.

The difference between the means indicated by different letters in the same group is important at a level of P<0.05/P<0.01.

Farklı 3 işletmeye ait olgun Muş tulum peynirlerinin ortalama KM oranları arasında önemli düzeyde (P<0.05) farklılık tespit edilmiştir. Ambalaj materyali açısından, deri tulumda olgunlaştırılan peynirin ortalama KM oranı, plastik ambalajda olgunlaştırılan peynire oranla daha yüksek (P<0.01) bulunmuştur (Çizelge 2). Bu durum, deri tulumda ambalajlanan peynirde olgunlaşma periyodu boyunca gerçekleşen su kaybından kaynaklanmıştır. Tulum peyniri standardına göre, tulum peynirinde KM oranının en az % 60 (Anonim, 2006), Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğinde ise tulum peynirinde KM oranının en az %55 (Anonim, 2015) olması gerektiği bildirilmiştir. Deri tulum ile plastik bidonda olgunlaştırılan tulum peynirinin ilgili tebliğ ve standart ile uygunluk arz ettiği görülmektedir.

Plastik bidonda olgunlaştırılan olgun Muş tulum peynirinin ortalama KM oranı, Bitlis tulum peyniri için bildirilen değerle (%59.349) uyumlu (Sancak vd., 2018), ancak birçok araştırmacının (Tarakçı vd., 2005; Karagözlü vd., 2009; Morul ve İşleyici, 2012; Kara ve Akkaya, 2015; Tomar ve Akarca, 2019) farklı tulum peynirleri için bildirdikleri değerlerden yüksek, Kargı tulum peynirinde bildirilen değerden (%65.34) düşük (Dinkçi vd., 2012) bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama KM oranı ise, Afyon tulum peynirinde bildirilen ortalama

KM oranından (%59.88) yüksek (Tomar ve Akarca, 2019), Divle Tulum peynirinde bildirilen oran ile uyumlu (Keleş, 1995) olduğu tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada ise, keçi sütünden farklı pıhtılaştırma yöntemleri ile üretilen tulum peynirlerinin ortalama KM oranları %43.43-50.93 arasında değişmiştir (Demirtaş ve Coşkun, 2018).

Farklı işletmelere ait tulum peynirinin ortalama yağ oranları ile deri tulumda olgunlaştırılan peynirin yağ oranı, plastik bidonda olgunlaştırılan peynire oranla daha yüksek (P<0.01) bulunmuştur (Çizelge 2). Benzer şekilde, deri tulumda olgunlaştırılan tulum peynirinin yağ oranının, plastik bidonda olgunlaştırılan peynire oranla, daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Tomar ve Akarca, 2019). Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama yağ oranı, Bitlis tulum peynirinde bildirilen değerle (%31.23) uyumlu (Sancak vd., 2018), keçi sütünden üretilen Çimi tulum peynirinde bildirilen değerden (%30.01) yüksek (Karagözlü vd., 2009) bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama yağ oranı ise, inek ve keçi sütlerinden üretilen Afyon tulum peyniri için bildirilen değerlerden (%32.20-32.54) yüksek bulunmuştur (Tomar ve Akarca, 2019). Yağ oranı, farklı pıhtılaştırma yöntemleri kullanılarak keçi sütünden üretilen tulum peynirinde %19.53-22.41 (Demirtaş ve

Coşkun, 2018), Divle Tulum peyniri (Morul ve İşleyici, 2012) ile Kargı tulum peynirinde (Dinkçi vd., 2012) %23.46-20.53 aralığında, Erzincan Tulum peynirinde (Ceylan vd., 2007) ise ortalama %30 olarak bildirilmiştir.

KM'de yağ oranı, peynir kalitesi ve beslenme değeri açısından önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Farklı işletmelere ait Muş tulum peynirinin ortalama KM'de yağ oranları %53.18-54.31 arasında değişmiştir. Ayrıca, plastik bidonda olgunlaştırılan peynirin KM'de yağ oranı, deri tulumda olgunlaştırılan peynire oranla daha yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 2). Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama KM'de yağ oranı, Tomar ve Akarca (2019), tarafından keçi sütünden üretilen Afyon tulum peyniri için bildirilen değerle (%53.98) uyumlu, Kara ve Akkaya (2015), tarafından Afyon tulum peynirinde bildirilen değer (%47.83) ile Sancak vd. (2018), tarafından Bitlis tulum peynirinde bildirilen değerden (%52.53) yüksek bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama KM'de yağ oranı ise, inek sütünden üretilen ve deri tulumda olgunlaştırılan tulum peynirinde belirledikleri değerden (%51.09) yüksek (Güven ve Konar, 1994), Afyon tulum peynirinde bildirdikleri değerden (%53.75) düşük (Tomar ve Akarca, 2019) çıkmıştır. Diğer taraftan Kargı tulum peynirinde ortalama KM'de yağ oranı %31.37 (Dinkçi vd., 2012), Divle Tulum peynirinde %41.5 (Morul ve İşleyici, 2012), keçi sütünden üretilen Çimi tulum peynirinde ise bu oran ortalama %38.57 (Karagözlü vd., 2009) olarak bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise, keçi sütünden üretilen tulum peynirinde KM'de yağ oranı %44.00-44.96 aralığında tespit edilmiştir (Demirtaş ve Coşkun, 2018).

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği bağlamında, KM'de yağ oranı bakımından 3 farklı işletmeden alınan ve 2 farklı ambalaj materyalinde olgunlaştırılan Muş tulum peyniri, 'tam yağlı peynir' sınıfında yer almaktadır (Anonim, 2015).

Farklı işletmelerde üretilen Muş tulum peynirinin ortalama protein oranları %23.28-24.96 arasında değişmiş ve bu oran deri tulumda olgunlaştırılan peynirde önemli düzeyde ($P<0.01$) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2). Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama protein oranı, Kargı tulum peynirinde bildirilen değerden (%21.37) yüksek (Dinkçi vd., 2012), Divle Tulum peyniri için bildirilen değerden (%25.90) düşük bulunmuştur (Morul ve İşleyici, 2012). Deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama protein oranı ise, Güven ve Konar (1994), tarafından tulum peyniri için bildirilen değerden yüksek, Keleş (1995) tarafından tulum peyniri için bildirilen değerden düşük bulunmuştur. Ortalama protein oranı, Bitlis tulum peynirinde %22.64 (Sancak vd., 2018), keçi sütünden yapılan Çimi tulum peynirinde %22.27

(Karagözlü vd., 2009), Afyon tulum peynirinde %22.48 (Kara ve Akkaya, 2015), Kargı tulum peynirinde ise %21.37 (Dinkçi vd., 2012) olarak bildirilmiştir. Peynir örneklerinde protein oranları arasındaki farklılığın, peynire işlenen sütün türü ve bileşiminin farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Peynir matriksinde tuz, mikrobiyal gelişme ve enzimatik aktivitenin kontrolü ile peynirde nem içeriğinin azaltılması, tat-aroma gelişimi ve tekstürü etkilemektedir (Pappas et al., 1996; Guinee, 2004). Farklı işletmelere ait Muş tulum peynirinin ortalama tuz oranları arasındaki farklılık $P<0.01$ düzeyinde çok önemli bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan peynirin tuz oranı, plastik bidonda olgunlaştırılan peynire oranla daha yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 2). Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama tuz oranı, Keleş ve Atasever (1996), tarafından Divle Tulum peynirinde bildirilen değerle uyumlu, tulum peynirinde birçok araştırmacı (Karagözlü vd., 2009; Dinkçi vd., 2012; Morul ve İşleyici, 2012; Kara ve Akkaya, 2015; Sancak vd., 2018) tarafından bildirilen değerlerden daha düşük bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama tuz oranı ise, Divle Tulum peynirinde bildirilen değerden (%3.68) yüksek bulunmuştur (Keleş, 1995).

Farklı işletmelere ait Muş tulum peynirinin ortalama KM'de tuz oranları arasındaki farklılık $P<0.01$ düzeyinde çok önemli bulunmuş ve bu oran %5.19-7.91 arasında değişmiştir. Deri tulumda olgunlaştırılan peynirde ortalama KM'de tuz oranı, plastik bidonda olgunlaştırılan peynirlere oranla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2). Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama KM'de tuz oranı, Dinkçi vd. (2012) tarafından Kargı tulum peyniri için bildirilen değerle uyumlu, birçok araştırmacı (Karagözlü vd., 2009; Morul ve İşleyici, 2012; Sancak vd., 2018) tarafından farklı tulum peynirleri için bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğinde tulum peynirinin en fazla %5 KM'de tuz içerebileceği bildirilmiştir (Anonim, 2015). Bu bağlamda, plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin KM'de tuz oranı bakımından anılan tebliğe uygunluk arz ettiği, ancak deri tulumda olgunlaştırılan peynirin ise tebliğde bildirilen değerden daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Muş tulum peynirinin bazı biyokimyasal özellikleri

Farklı işletmelerde üretilen ve farklı ambalajlarda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin bazı biyokimyasal parametrelerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 3'te verilmiştir.

Titrasyon asitliği

Farklı işletmelere ait Muş tulum peynirinin ortalama titrasyon asitliği arasındaki farklılık $P<0.01$ düzeyinde çok önemli bulunmuş ve bu değer %0.18-0.20 LA arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Tulum peyniri standardına göre, tulum peynirinde titre edilebilir asitlik oranının en çok %3 LA olabileceği bildirilmiştir (Anonim, 2006). Buna göre, Muş tulum

peyniri titrasyon asitliği açısından ilgili standart ile uygunluk arz ettiği görülmektedir.

Farklı ambalajlarda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama titrasyon asitliği, Afyon tulum peyniri (Kara ve Akkaya, 2015), Divle Tulum peyniri (Morul ve İşleyici, 2012) ve keçi sütünden üretilen Çimi tulum peyniri için bildirilen değerlerden düşük (Karagözlü vd., 2009) bulunmuştur.

Çizelge 3. Muş tulum peynirinin bazı biyokimyasal parametrelerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar
Table 3. The groups formed and average value of some biochemical parameters of Muş tulum cheese

Varyasyon kaynağı Source of variation	Titrasyon asitliği Titretable acidity (%LA)	pH pH	Lipoliz düzeyi (mg KOH/g-yağ) Lipolysis level(mg KOH/g-fat)	TCA-ÇA (%) TCA-SN (%)	pH4.6-ÇA (%) pH 4.6-SN (%)
İşletme Dairy	A	0.18±0.01 ^b	5.10±0.06 ^b	6.31±0.10 ^a	0.11±0.01 ^a
	B	0.20±0.01 ^a	4.90±0.06 ^c	4.00±0.10 ^c	0.07±0.01 ^b
	C	0.20±0.01 ^a	5.34±0.06 ^a	4.80±0.10 ^b	0.08±0.01 ^b
Ambalaj Packing	PB/PB	0.20±0.01	5.20±0.05 ^a	5.30±0.08 ^a	0.07±0.01
	DT/GSB	0.20±0.01	5.00±0.05 ^b	4.80±0.08 ^b	0.09±0.01

PB: Plastik bidon; DT: Deri tulum; PB: Plasticbottle, GSB: Goat skin bottle

Aynı grup içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık $P<0.05/P<0.01$ düzeyinde önemlidir.

The difference between the means indicated by different letters in the same group is important at a level of $P<0.05/P<0.01$.

pH

Farklı işletmelere ait ve kontrollü şartlarda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama pH değerleri çok önemli düzeyde ($P<0.01$) farklılık göstermiş ve bu değer 4.90-5.34 arasında değişmiştir. Ayrıca, deri tulumda olgunlaştırılan peynirin pH değeri, plastik bidonda olgunlaştırılan peynire oranla daha düşük ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 3).

Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama pH değeri, Karagözlü vd. (2009)'nın inek sütünden üretilen Çimi tulum peynirinde bildirdiği değerle uyumlu, Tomar ve Akarca (2019)'nın farklı sütlerden üretilen ve değişik ambalajda olgunlaştırılan Afyon tulum peynirinde (pH4.24-4.86) bildirdikleri değerden yüksek, Morul ve İşleyici (2012)'nin Divle Tulum peyniri için bildirdikleri değerden (pH.5.42) düşük bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama pH değeri ise, Tomar ve Akarca (2019)'nın Afyon tulum peynirinde bildirdikleri değerle uyumlu, Güven ve Konar (1994)'ın deri tulumda olgunlaştırılan Tulum peynirinde tespit ettikleri değerden yüksek, Keleş (1995)'in Divle Tulum peynirinde bildirdiği değerden ise düşük bulunmuştur.

Peynirin asitliği, peynire işlenen sütün mikroorganizma yükü, pıhtının pH değeri, tuzlama işlemi, olgunlaştırma sıcaklığı ve süresi gibi faktörlerden etkilenmektedir. Olgunlaşma sürecinde bazik karakterli proteolitik parçalanma ürünleri ile mayalar tarafından laktik asidin etil alkole dönüştürülmesi, peynirde pH değerinin yükselmesine neden olmaktadır (McSweeney et al., 2006).

Lipoliz düzeyi

Farklı işletmelere ait kontrollü şartlarda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama lipoliz düzeyi 4.00-6.31 mg KOH/g-yağ arasında $P<0.01$ düzeyinde değişim göstermiştir. Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin lipoliz düzeyi, deri tulumda olgunlaştırılan peynire oranla, daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3).

Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama lipoliz değeri, polietilen poşette olgunlaştırılan tulum peynir örnekleri (%6.65) için bildirilen değerden düşük (Güven ve Konar, 1994), Kargı tulum peyniri için bildirilen değerden yüksek (Dinkçi vd., 2012) bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan tulum peynir örneklerinin lipoliz değeri ise, cam kavanozda (Tarakçı vd., 2005) olgunlaştırılan tulum peynirinde bildirilen değerden düşük bulunmuştur.

TCA'da çözünen azot oranı

Muş tulum peynirinin ortalama triklorasetik asitte çözünen azot (TCA-ÇA) oranları %0.07-0.11 arasında değişmiştir. Deri tulumda olgunlaştırılan peynirin TCA-ÇA oranı, plastik bidonda olgunlaştırılan peynire oranla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). Muş tulum peyniri için hesaplanan TCA-ÇA oranı, Erzincan Tulum peyniri (Yetişmeyen, 2005) ile Ankara'da satışa sunulan tulum peynirleri için bildirilen değerlerden yüksek (Koçak vd., 2005) bulunmuştur. Peynirde TCA-ÇA oranı, üretimde kullanılan sütün türü ve bileşimi, mikrobiyal flora ve olgunlaşma sıcaklığı ve süresinin farklı olmasından kaynaklanmıştır olabilir.

pH 4.6'da çözünen azot

Farklı 3 işletmeye ait Muş tulum peynirinin ortalama pH 4.6'da ÇA oranları %0.06-0.09 arasında değişmiştir ($P<0.01$). Ayrıca, deri tulum ve plastik bidonda olgunlaştırılan peynirlerin pH4.6'da ÇA oranları, birbirine yakın bulunmuştur (Çizelge 3).

Muş tulum peynirinin mikrobiyolojik özellikleri

Farklı süt işletmelerinde üretilen ve farklı ambalaj materyallerinde olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin bazı mikrobiyolojik parametrelerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

Laktik asit bakterileri

Farklı 3 işletmeden alınan Muş tulum peynirlerinin ortalama LAB sayıları 7.82-8.15 logkob/g arasında değişmiş, deri tulumda olgunlaştırılan peynirde LAB sayısı, plastik bidonda olgunlaştırılan peynire oranla daha yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4).

Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama LAB sayısı, Kargı tulum peynirinde bildirilen değerle uyumlu (Dinkçi vd., 2012), Divle Tulum peyniri için bildirilen değerden düşük (Keleş, 1995), Afyon tulum peyniri için bildirilen değerden ise yüksek bulunmuştur (Kara ve Akkaya, 2015). Deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama LAB sayısı ise, Divle Tulum peynirinde bildirilen değerden düşük (Keleş, 1995), cam kavanozda olgunlaştırılan tulum peyniri (Tarakçı vd., 2005) ile farklı sütlerden üretilip değişik ambalaj malzemeleri içerisinde satışa sunulan Afyon tulum peyniri için bildirilen değerlerden yüksek (Tomar ve Akarca, 2019) bulunmuştur. Diğer taraftan, Elazığ ilinde satışa sunulan Şavak tulum peynirinde ortalama LAB sayısı 6.40 logkob/g (Demir vd., 2018), Divle Tulum peynirinde ise bu sayı 6.67 logkob/g olarak (Morul ve İşleyici, 2012) olarak bildirilmiştir.

Çizelge 4. Muş tulum peynirinin bazı mikrobiyolojik parametrelerine ilişkin ortalama değerler (logkob/g) ve oluşan gruplar
Table 4. The groups formed and average value of some microbiological parameters of Muş tulum cheese

Varyasyon kaynağı Source of variation	LAB LAB	Koliform grubu bakteriler Koliform bacteria	<i>E. coli</i> <i>E. coli</i>	Koagülaz (+) stafilokok Coagulase (+) staphylococcus	Maya-Küf Yeast-Moulds	
İşletmeler Dairys	A	8.01±0.04 ^a	2.72±0.13 ^b	1.04±0.12 ^b	0.00±0.15 ^b	4.74±0.17 ^b
	B	7.82±0.04 ^b	4.42±0.13 ^a	2.22±0.12 ^a	1.28±0.15 ^a	5.13±0.17 ^b
	C	8.15±0.04 ^a	4.62±0.13 ^a	1.35±0.12 ^b	1.13±0.15 ^a	5.88±0.17 ^a
Ambalaj tipi Packaging type	PB/PB	7.89±0.03 ^b	3.27±0.11 ^b	1.05±0.10 ^b	0.15±0.13 ^b	5.39±0.14
	DT/GSB	8.10±0.03 ^a	4.57±0.11 ^a	2.02±0.10 ^a	1.46±0.13 ^a	5.11±0.14
Ay Month	3	8.00±0.03	4.39±0.11 ^a	1.96±0.10 ^a	0.94±0.13	5.27±0.14
	4	8.01±0.03	3.45±0.11 ^b	1.12±0.10 ^b	0.66±0.13	5.23±0.14

PB: Plastik bidon; DT: Deri tulum; PB: Plasticbottle, GSB: Goat skin bottle

Aynı grup içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık, $P<0.05/P<0.01$ düzeyinde önemlidir.

The difference between the means indicated by different letters in the same group is important at a level of $P<0.05/P<0.01$.

Koliform grubu bakteri sayısı

Farklı süt işletmelerine ait kontrollü şartlarda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama koliform grubu bakteri sayısı arasındaki farklılık $P<0.01$ düzeyinde çok önemli bulunmuş ve bu sayı 2.72-4.62 logkob/g arasında değişmiştir. Ayrıca, deri tulumda olgunlaştırılan peynirde koliform grubu bakteri sayısının, plastik bidonda olgunlaştırılan peynire oranla, çok önemli düzeyde ($P<0.01$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin koliform grubu bakteri sayısı, plastik bidonda olgunlaştırılan peynire oranla, depolama periyodunun 3. ve 4. ayında daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaştırma periyodunun 4. ayında plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinde, koliform grubu bakteri sayısı 2.73 logkob/g, deri tulumda olgunlaştırılan peynirde ise 4.18 logkob/g olarak tespit edilmiştir. En yüksek sayı ise 4.97 logkob/g ile olgunlaşmanın 3. ayında deri tulumda ambalajlanan peynirde tespit edilmiştir. Her iki ambalajda depolanan peynirlerde de olgunlaşmanın 4. ayında

koliform grubu bakteri sayısında istatistiksel açıdan ciddi bir azalma görülmüştür (Çizelge 4). Benzer durum, Tarakçı vd. (2005) tarafından da rapor edilmiştir.

Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama koliform grubu bakteri sayısı, Divle Tulum peynirinde bildirilen değerle uyumlu (Morul ve İşleyici, 2012), Şavak tulum peynirinde tespit edilen değerden (4.49 logkob/g) düşük (Demir vd., 2018), Afyon tulum peynirinde bildirilen değerden (1.23logkob/g) (Kara ve Akkaya, 2015) yüksek bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama koliform grubu bakteri sayısı ise, Divle tulum peynirinde bildirilen değerden (1.00×10^5 - 1.09×10^7 kob/g) düşük (Keleş, 1995), Afyon tulum peyniri için belirlenen değerden (1.18-3.53 logkob/g) yüksek (Tomar ve Akarca, 2019) bulunmuştur. Ayrıca, koliform grubu bakteri yükü Konya tulum peynirinde 2.50-4.35 logkob/g (Çalım, 2007), çiğ süttten üretilen ve vakum pakette olgunlaştırılan Şavak tulum peynirinde 3.69 logkob/g (Demir vd., 2017), Çimi tulum peynirinde 5.716

logkob/g (Karagözlü vd., 2009) olarak belirlenmiş, Kargı tulum peynirinde (Dinkçi vd., 2012) ise koliform grubu bakteri tespit edilemediği bildirilmiştir.

***Esherichia coli* sayısı**

Farklı işletmelerden alınan Muş tulum peynirinin ortalama *E. coli* sayısı arasındaki farklılık $P<0.01$ düzeyinde çok önemli bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan peynirde *E. coli* sayısı, plastik bidonda olgunlaştırılan peynire oranla, daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşma periyodunun 4. ayında, deri tulum ve plastik bidonda olgunlaştırılan peynirin *E. coli* sayıları azalma göstermiştir (Çizelge 4).

Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama *E. coli* bakteri sayısı, Morul ve İşleyici (2012), tarafından Divle Tulum peynirinde ve Demir vd. (2018), tarafından Şavak tulum peynirinde bildirilen değerden düşük, Kara ve Akkaya (2015), tarafından Afyon tulum peynirinde belirtilen değerden yüksek çıkmıştır. Konya ilinde yapılan bir çalışmada tulum peynirlerinde 2.45-4.04 logkob/g değerleri arasında *E. coli* bakterisine rastlanıldığı bildirilmiştir (Çalın, 2007).

Koagulaz (+) *Staphylococcus* sayısı

Farklı 3 işletmeden alınan Muş tulum peynirinin ortalama koagulaz (+) *Staphylococcus* bakteri sayıları 0.00-1.28 logkob/g arasında değişmiştir. A işletmesine ait tulum peynirinde koagulaz (+) *Staphylococcus* bakterisine rastlanılmazken, diğer iki işletmeden alınan peynirlerde ise bu sayı birbirine yakın bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan peynirde koagulaz (+) *Staphylococcus* bakteri sayısı, plastik bidonda olgunlaştırılan peynire oranla, daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4).

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde, gıda güvenirlilik kriteri olarak, Eritme peynirler hariç, tüm peynir çeşitlerinde koagulaz (+) stafilkok sayısının, en fazla 3 logkob/g olabileceği hükmü (alınan 5 örneğin 2'nde) yer almaktadır (Anonim, 2011). Farklı işletmelerden alınan ve farklı ambalajda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin olgunlaşma periyodunun 3. ayında anılan yönetmeliğe uygunluk arz ettiği görülmektedir.

S.aureus bakteri sayısı, Afyon tulum peynirinde 2.04-3.54 logkob/g (Tomar ve Akarca, 2019), keçi sütünden üretilen Çimi tulum peynirinde 4.173 logkob/g (Karagözlü vd., 2009) ve Elazığ'da satışa sunulan Şavak tulum peynirinde ortalama 1.42 logkob/g (Demir vd., 2018) olarak bildirilmiştir. Diğer taraftan, Afyon tulum peynirinde *Mikrococcus/Staphylococcus* sayısı 2.91 logkob/g (Kara ve Akkaya, 2015), Konya ilinde yapılan bir çalışmada ise *Staphylococcus* sayısının 4.51-5.84 logkob/g değerleri arasında değiştiği (Çalın, 2007) tespit edilmiştir. Divle Tulum peynirinde koagulaz (+)

Staphylococcus bakteri sayısı 4.82 logkob/g (Morul ve İşleyici, 2012) tespit edilirken, Erzincan Tulum peynirinde ise koagulaz (+) *Staphylococcus* bakterisine (Çakır, 2011) rastlanılmadığı bildirilmiştir.

Maya-küf sayısı

Farklı işletmelerden sağlanan Muş tulum peynirinin ortalama maya-küf sayısı 4.74-5.88 logkob/g arasında çok önemli düzeyde ($P<0.01$) değişmiştir. Ayrıca, deri tulumda olgunlaştırılan tulum peynirinde maya-küf sayısı, plastik bidonda depolanan peynire oranla, daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4). Bu durum, tulumda olgunlaştırılan peynirde nem içeriğinin daha düşük olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, olgunlaşma periyodunun 3. ayına oranla, 4. ayında deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinde maya-küf sayısının giderek azaldığı, plastik bidonda olgunlaştırılan peynirlerde ise arttığı gözlenmiştir (Çizelge 4).

Plastik bidonda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin ortalama maya-küf sayısı, Şavak tulum peyniri (5.06 logkob/g) (Demir vd.,2018) için bildirilen değerlerle uyumlu, Kara ve Akkaya (2015)'nin Afyon tulum peynirinde bildirdikleri değerden (2.75 logkob/g) yüksek, Kargı tulum peyniri için bildirilen değer (5.54-7.24 logkob/g) (Dinkçi vd., 2012) ile Divle Tulum peynirinde bildirilen değerden (6.36 logkob/g) düşük bulunmuştur. Deri tulumda olgunlaştırılan maya-küf sayısı ise, koyun sütünden yapılan ve tulumlarda olgunlaştırılan peynirde bildirilen değerden (5.79-6.50 logkob/g) (Ceylan vd., 2007) düşük, farklı tür süttten üretilen ve deri tulumda satışa sunulan Afyon tulum peyniri (4.45-4.57 logkob/g) (Tomar ve Akarca, 2019) ile keçi sütünden üretilen tulum peyniri (Demirtaş ve Coşkun, 2018) için bildirilen değerden (2.27-2.96 logkob/g) yüksek bulunmuştur.

SONUÇ

Bu çalışmada, farklı süt işletmelerinden temin edilerek, plastik bidon ile deri tulumda 6 ± 2 °C'de 4 ay süre ile olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin bileşimi ile bazı biyokimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri araştırılmıştır.

Farklı ambalajlarda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinin KM ve KM'de yağ oranları bakımından Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (Anonim, 2015) ile uyumlu olduğu, deri tulumda olgunlaştırılan peynirde nem kaybının fazla olması nedeniyle anılan tebliğde bildirilen değerden daha yüksek düzeyde KM'de tuz içerdiği tespit edilmiştir.

Plastik bidon ve deri tulumda olgunlaştırılan Muş tulum peynirinde, istenmeyen kontaminant (koliform grubu bakteriler, *E. coli* ve maya-küf yükü) yükünün yüksek çıkması, peynir üretimi sırasında

hijyenik koşullara uyulmadığının göstergesidir. Peynir örneklerinde koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde (Anonim, 2011) peynirler için bildirilen limitlerin altına depolamanın 3. ayında düşmüştür.

Yapılan bu çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda, hijyenik şartlarda peynir üretiminin yapılması, personel hijyenine gereken önemin verilmesi ve üretim prosesinin standardize edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca, peynir üretiminde pastörize sütün kullanılması, peynirin karakteristik özelliklerinin korunması açısından geleneksel starter kültür geliştirilmesi konularında bilimsel çalışmaların yapılması, tüketici sağlığı ve peynirin daha geniş kitlelere ulaştırılması bakımından önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje No: 14185).

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2006. Tulum Peyniri Standardı. (TS 3001) Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No: 112 Bakanlıklar, Ankara.
- Anonim, 2011. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (Tebliğ No: 27133), Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2015. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (Tebliğ No: 2015/6). Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Bianco, L.J., Peter, B.M., Mykleby, W.R., Burke, J.A., 1972. Supplemental chemical control methods. In: Hausler WJ, Standart Methods for the Examination of Dairy Products. Thirteen Ed. APHA, pp. 320-322, Washington DC.
- Caridi, A., 2003. Identification and first characterization of lactic acid bacteria isolated from artisanal ovine cheese Pecorino del Poro. International Journal of Dairy Technology, 56: 105-110.
- Ceylan, Z.G., Çağlar, A., Çakmakçı, S., 2007. Some physicochemical, microbiological, and sensory properties of Tulum cheese produced from ewe's milk via a modified method. International Journal of Dairy Technology, 60 (3): 191-197.
- Coşkun, H., 1995. Farklı Metodlarla Üretilen Otlu Peynirlerde Olgunlaşma Süresi Boyunca Meydana Gelen Değişmeler. Yüzüncü Yıl

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Van, 111s.

- Çakır, O., 2011. Erzincan Tulum Peynirinin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Tespiti ile Bu Örneklerde Koagülaz (+) *S. aureus* ve *E. coli* O157: H7'nin Aranması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Erzurum, 63 s.
- Çalım, H.G., 2007. Konya ve Çevresinde Farklı Tip Ambalajlarda Tüketime Sunulan Tulum Peynirlerinin Kalite Nitelikleri. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 130 s.
- Demir, P., Öksüztepe, G., İncili, G.K., İlhak, O.İ., 2017. Vakum paketli Şavak tulum peynirlerinde potasyum sorbatın kullanımı. Kafkas Üniv. Veteriner Fak. Derg., 23 (1): 23-30.
- Demir, P., Erkan, S., Öksüztepe, G., 2018. Elazığ'da satışa sunulan şavak tulum peynirlerinin mikrobiyolojik kalitesi. Harran Üniv. Veteriner Fak. Derg., 7 (1): 15-20.
- Demirtaş, M., Coşkun, H., 2018. Keçi sütünden farklı pıhtılaştırma yöntemleri ile üretilen tulum peynirlerinin olgunlaştırılması esnasında meydana gelen değişimler. Gıda Derg., 43 (5): 835-845.
- Dinkçi, N., Ünal, G., Akalın, A.S., Varol, S., Göncü, S., 2012. Kargı tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 49 (3): 287-292.
- FIL-IDF, 1982. Determination of the Total Solid Content (Cheese and Processed Cheese). IDF Standart 4A, Brussels: International Dairy Federation.
- FIL-IDF, 1993. Milk. Determination of the Nitrogen Content. Kjeldahl Method. Standard 20B. Brussels: International Dairy Federation.
- Gerasi, E., Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzenatakis, N., 2003. Microbiological study of Manura, a hard cheese made from raw ovine milk in the Greek island Sifnos. Int. J. Dairy Tech., 52: 117-122.
- Gripon, J.C., Desmazeud, M.J., Le Bars, D., Bergere, J.L., 1975. Etude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages 2. Influence de la Pressure Commerciale. Lait, 548: 502-512.
- Guinee, T.P., 2004. Salting and the role of salt in cheese. International Journal of Dairy Technology, 57: 99-109.
- Güven, M., Konar, A., 1994. İnek sütlerinden üretilen farklı materyallerde olgunlaştırılan tulum peynirlerinin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri. Gıda Derg., 19 (4): 179-185.
- ISO, 2001. International Standard Organization. 6888-1. Horizontal Method for the Enumeration of

- Coagulase-Positive Staphylococci Technique using Baird Parker Agar Medium. Geneva, Switzerland.
- Kara, R., Akkaya, L., 2015. Afyon tulum peynirinin mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal özellikleri ile laktik asit bakteri dağılımlarının belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniv. Fen ve Müh. Bil. Derg., 15: 1-6.
- Karagözlü, C., Kılıç, S., Akbulut, N., 2009. Some characteristics of Cimi tulum cheese from producing goat milk. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 15: 292-297.
- Karaibrahimoğlu, Y., Üçüncü, M., 1988. Erzincan tulum peynirinin işlem ve ürün parametrelerinin belirlenmesi. Ege Üniv. Müh. Fak. Derg., B (6): 79-97.
- Keleş, A., 1995. Çiğ ve Pastörize Sütten Üretilen Tulum Peynirinin Farklı Ambalajlarda Olgunlaştırılmasının Kaliteye Etkisi Üzerine Araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 68 s.
- Keleş, A., Atasever, M., 1996. Divle tulum peynirinin kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal kalite nitelikleri. Süt Teknolojisi Derg., 1 (1): 47-53.
- Koçak, C., Aydemir, S., Seydim, Z.B., 2005. Önemli bazı türk peynirlerinin proteoliz düzeyleri. Gıda Derg., 30 (6): 425-430.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., Akyüz, N., 1991. Erzincan tulum (şavak) peynirinin yapılışı, duysal, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine bir araştırma. Gıda Derg., 16 (5): 295-302.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., 1996. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 257, Erzurum, 238 s.
- Mcsweeney, P.L.H., Hayaloğlu, A.A., O'Mahony, J.A., Bansal, N., 2006. Perspectives on cheese ripening. Australian Journal of Dairy Technology, 61: 69-77.
- Morul, F., İşleyici, Ö., 2012. Divle tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniv. Vet. Fak. Derg., 23 (2):71-76.
- Pappas, C.P., Kondyli, E., Voutsinas, L.P., Malatau, H., 1996. Effects of salting method and storage time on composition and quality of feta cheese. International Journal of Dairy Technology, 49: 113-118.
- Sancak, H., İşleyici, Ö., Tuncay, R.M., Sancak, Y.K., 2018. Geleneksel olarak üretilen Bitlis tulum peyniri ve bazı kimyasal kalite özellikleri. Bitlis Eren Üniv. Fen Bil. Derg., 7 (2): 380-389.
- Speck, N.L., 1976. Compendium of Methods for the Examination of Food. APHA, Washington, D.C., USA.
- Tarakçı, Z., Küçüköner, E., Sancak, H., Ekici, K., 2005. İnek sütünden üretilen cam kavanozlarda olgunlaştırılan tulum peynirinin bazı özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniv. Vet. Fak. Derg., 16 (1): 9-14.
- Tekinşen, K.K., Uçar, G., 2007. Konya yöresinde üretilen mahalli tulum peyniri. Akademik Gıda Derg., 5 (2): 33-37.
- Tomar, O., Akarca, G., 2019. Afyonkarahisar ilinde farklı sütlerden üretilip, değişik ambalaj malzemeleri içerisinde satışı sunulan tulum peynirlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. Mediterr. Agric. Sci., 32 (2): 151-157.
- Vural, A., Erkan, M.E., Güran, H.Ş., 2010. The examination of the microbiologic quality in örgü cheese (Braided Cheese) samples. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg., 16 (Suppl-A): 53-58.
- Yetişmeyen, A., 2005. Bazı Geleneksel Peynirlerimizin Biyojen Amin İçeriğinin Saptanması ve Peynirlerin Mikrobiyolojik, Kimyasal Özellikleri ile Olan İlişkisinin Araştırılması, Ankara Üniv., Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1994. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 305, Erzurum, 266 s.



Bazı Horoz İbiği (*Amaranthus* spp.) Çeşitlerinin Kurak ve Sulu Şartlardaki Tohum Verimleri ve Verim Unsurları Üzerine Araştırma

Bilal KESKİN^{1,*a} Süleyman TEMEL^{1,b} Selma ÇAKMAKÇI^{1,c} Ramazan TOSUN^{2,d}

¹Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır, Türkiye

²Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Iğdır, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: bilalkeskin66@yahoo.com

doi: 10.17097/ataunizfd.715545

Geliş Tarihi (Received): 06.04.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 08.08.2020 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: Araştırma, bazı *Amaranthus* spp. çeşitleri (Helios, Sterk ve Ultra)'nin kurak ve sulu şartlardaki tohum verimi ve verim unsurlarının belirlemek amacıyla Iğdır ilinde 2017-2018 yıllarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada *Amaranthus* spp. çeşitlerinin bitki boyu, sap çapı, salkım boyu, salkım oranı, sap verimi, tohum verimi, biyolojik verim, hasat indeksi ve tohumların 1000 tane ağırlığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, incelenen parametreler üzerine yılların (sap kalınlığı, salkım oranı ve bin tane ağırlığı hariç), çeşitlerin ve yetiştirme koşullarının (bin tane ağırlığı hariç) etkisi önemli oranda farklılık göstermiştir. Buna göre en yüksek sap, tohum ve biyolojik verimler Sterk çeşidinde, hasat indeksi ise Helios ve Sterk çeşidinde saptanmıştır. İki yıllık ortalama veriler dikkate alındığında çeşitlerin sap, tohum ve biyolojik verimleri kurak şartlara göre suluda daha yüksek bulunmuştur. Yıllar açısından değerlendirildiğinde, tohum verimi ve hasat indeksi 2017 yılında, bitki boyu, salkım boyu, sap verimi ve biyolojik verim değerleri ise 2018 yılında daha yüksek ölçülmüştür. Sonuç olarak, sulu koşullarda yetiştirilen Sterk çeşidinin tohum verimi açısından bölge için en uygun çeşit olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Amaranthus* spp., Çeşit, Tohum verimi, Kurak şartlar, Sulu şartlar

Research on Seed Yield and Yield Components of Some *Amaranthus* spp. Varieties in Rainfed and Irrigation Conditions

ABSTRACT: The research was established to determine the seed yield and yield component of some *Amaranthus* spp. varieties (Helios, Sterk and Ultra) in arid and irrigation conditions with three replications according to split plot experiment design in 2017-2018 years. In the study, plant height, stem diameter, panicle height, panicle ratio, stem yield, seed yield, biological yield, harvest index and 1000 grain weight of *Amaranthus* spp. varieties were determined. According to research results, the effect of years (except for stem diameter, panicle ratio and 1000 grain weight), cultivars and growing conditions (except for 1000 grain weight) on investigated parameters differed significantly. Accordingly, the highest stem, seed and biological yields were determined in Sterk variety, and harvest index was Helios and Sterk variety. Considering the two-year average data, the stems, seeds and biological yields of the cultivars were higher in water than dry conditions. When evaluated in terms of years, seed yield and harvest index were higher in 2017, plant height, panicle height, stem yield and biological yield values were higher in 2018. As a result, it has been demonstrated that the seed yield of Sterk variety grown in aqueous conditions is the most suitable variety for the region.

Keywords: *Amaranthus* spp., Varieties, Seed yield, Rainfed, Irrigation condition

GİRİŞ

Amaranthaceae familyası içerisinde yer alan *Amaranthus* cinsi 60 kadar türü içerisinde barındırmakta olup, özelliklerine göre daneleri insan gıdası ve hayvan yemi olarak, yaprakları sebze olarak, süs bitkisi olarak ve hayvanlar için kaba yem olarak

kullanılmakta olup, birçok tür ise yabancı ot olarak tanımı içerisinde (Sauer, 1967, 1976; Grubbens, 1977; Grubbens and van Sloten, 1981; Acar, 1996; Öztürk vd., 1998; Genç ve Acar, 1999; Acar vd., 1999; Costea and Sanders, 2001; Tozlu vd., 2010; Lee, 2011;

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Keskin, B., Temel, S., Çakmakçı, S., Tosun, R., 2021. Bazı Horoz İbiği (*Amaranthus* spp.) Çeşitlerinin Kurak ve Sulu Şartlardaki Tohum Verimleri ve Verim Unsurları Üzerine Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 11-19. doi: 10.17097/ataunizfd.715545

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6826-9768> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9334-8601>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8147-0378> ^dORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8209-6362>



Yarnia et al., 2011; Ergun vd., 2014; Özaslan ve Kendal, 2014). *Amaranthus* cinsine giren türler yeryüzünün tropik, yarı tropik ve diğer sıcak bölgelerine yayılmış göstermişlerdir. Horozibiği bitkisi genel olarak yabancı ot olarak bilinmesine rağmen, ABD, Hindistan, Rusya ve Çin’de ticari olarak kültürü yapılmaktadır. Ülkemizde ise ticari üretimi fazla olmayıp sadece yeşil kısımlarından sebze olarak yararlanılmaktadır (Tan ve Temel, 2012; Ergun vd., 2014; Putnam et al., 2014). Birçok tahıl bitkisi ile kıyaslandığında amarant bitkisinin tohumları protein, yağ, lif ve mineral bakımından oldukça zengin, karbonhidrat miktarı bakımından ise düşüktür (Bressani, 1989; Lehman 1989; Aktürk ve Acar, 2000; Uusikua et al., 2010; Alegbejo, 2013; Arendt and Zannini, 2013). Amarant tohumları %13-21 protein, %5-11 yağ, %48-69 nişasta, %2-5 kül ve %3-5 lif içermektedir (Berghofer and Schoenlechner, 2002). Ayrıca amarant tohumları gluten içermezler ve bundan dolayı da çölyak hastalığına neden olmazlar (Lee, 2011; Rastogi and Shukla 2013; Hayıt ve Gül, 2017). Amarant tohumlarının unu ekmeğe, erişte ve bisküvi gibi birçok fırın ürünlerine ilave edilmektedir. Tohumları mısır gibi patlatılarak da tüketilmektedir (Mlakar et al., 2010; Lee, 2011; Putnam et al., 2014).

Amarant bitkileri diğer birçok kültür bitkisinden daha az su tüketir ve bundan dolayı uzun süren susuzluğa dayanabilir. Susuzluğun uzun sürmesi bitki gelişmesinde gerilemeye ve bitkinin solmasına neden

olabilmektedir. Ancak yağışların tekrar gelmesi veya sulamanın yapılması bitkinin kısa sürede tekrardan canlanmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan susuzluğun uzun sürmesi bitkinin erken çiçeklenmesine neden olmaktadır (Ergun vd., 2014; Putnam et al., 2014).

Bu araştırma ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılmayan, ancak hayvan yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı alanlarda alternatif bir yem bitkisi olarak düşünülebilecek amarant tür ve çeşitlerinin kurak ve sulu şartlardaki tohum verimlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Hayvan yemi olarak bitkinin daha yaygın olarak yeşil aksamı kullanılmakta, tohumları ise çoğunlukla insan gıdası olarak tüketilmektedir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Iğdır Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezine ait deneme alanında 2017 ve 2018 yıllarında olmak üzere 2 (iki) yıl süreyle yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü bölgenin uzun yıllar iklim verilerine göre, ortalama sıcaklık 12.4 °C, toplam yağış miktarının 266.3 mm ve nispi nemin ise %54.6 olduğu görülmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yıllarına ait ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 12.4 °C ve 15.1 °C, toplam yağış miktarı 220.8 ve 280.0, nispi nem miktarı ise %58.4 ve %60.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü bölgeye ait bazı iklim verileri (TTOB-MGM, 2019)

Table 1. Some climate data of the region where the research is conducted (Anonymous, 2019)

	2017 yılı	2018 yılı	(1978-2017 yılları)
Ortalama Sıcaklık (°C)	12.4	15.1	12.4
Toplam Yağış (mm)	220.8	280.0	266.3
Ortalama Nispi Nem (%)	58.4	60.0	54.6

Araştırma alanına ait bazı toprak özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Iğdır Üniversitesi laboratuvarlarında yapılan analizlere göre, araştırma

alanı topraklarının az tuzlu, orta alkali, organik içeriği düşük, kireç içeriği yüksek bulunmuştur.

Çizelge 2. Araştırmanın yürütüldüğü topraklara ait bazı özellikler

Table 2. Some features of the soil where the research is conducted

pH	Kireç %	EC (mS/cm)	Organik Madde %	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
8.45	10.7	1.43	1.06	2.29	1.66	15	6.2

Denemede kullanılan çeşitler ve özellikleri

Helios: *Amaranthus caudatus* türüne ait bir çeşittir. Çeşit dane tipi olup yağ içeriği yüksektir. Yaprakları açık yeşil renktedir (Yaroshko and Kuchuk, 2018; Anonymous, 2020).

Sterk: Rusya’da mutasyon ıslahı sonucu nem ve sıcaklık stresine dayanıklı bir çeşit olarak geliştirilmiştir. *Amaranthus paniculatus* x *Amaranthus nutans* türlerinin melez tohumlarına kimyasal mutagen uygulanarak 1992 yılında geliştirilmiş bir çeşittir (Jafari et al., 2018).

Ultra: *Amaranthus hybridus* türünün bir çeşididir. Kısa vejetasyon dönemi olan yerler için geliştirilmiş bir çeşittir. Yaprakları açık yeşil, tohumları ise beyazdır. 1998 yılında Ukrayna’da kayıt altına alınmıştır (Martirosyan, 2005; Goptsiy et al., 2008).

Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parsel uzunluğu 3.5 m, parsel eni ise 2.80 m olarak belirlenmiştir. Hem bloklar, hem de parseller arasında 1.5 m boşluk bırakılmıştır. Parsellerde 70 cm sıra aralığı ve 15 cm sıra üzeri mesafeleri ile ekim yapılmıştır. Tohum ekimleri 2017 ve 2018 yıllarında Mart ayının 25. günü yapılmıştır. Ekimle birlikte ve bitkiler 30 cm’ye ulaştıklarında olmak üzere iki ayrı dönemde %21’lik amonyum sülfat gübresinden dekara saf olarak toplam 10 kg azot gübresi uygulanmıştır. Sadece ekimle birlikte olmak üzere %46’lık triple süper fosfat gübresinden dekara 5 kg saf fosfor gübresi uygulanmıştır. Kurak şartlardaki yetiştirmede sulama yapılmadan bölgenin yağışına göre bitkilerin gelişmesi sağlanmıştır. Sulu denemelerde ise, vegetatif gelişme döneminde yağmurlama, generatif dönemin başından itibaren ise salma sulama yöntemi ile sulamalar yapılmıştır. Toprak nemölçer cihazıyla kontroller yapılarak topraktaki faydalı suyun %50’si tüketildiği zamanda tekrar tarla kapasitesine gelecek şekilde sulamalar yapılmıştır. Tohum hasatları bitkilerin kurumaya başladığı zamanda yani salkımlar elle ovuşturulduğunda dökülmeye başladığı dönemde 2017 yılında Ultra çeşidinde kurak şartlarda 08.08.2017, sulu şartlarda 13.08.2017 tarihinde, Sterk ve Helios çeşitlerinde kurak ve sulu şartlarda 11.10.2017 tarihinde yapılmıştır. 2018 yılında ise tüm çeşitlerin kurak ve suludaki tohum hasatları 30.10.2018 tarihinde yapılmıştır. Her bir parselde hasat alanı içerisinde rastgele 10 bitki belirlenerek bitkinin toprak seviyesi ile en uç noktası arasındaki mesafe ölçülerek cm cinsinden bitki boyları belirlenmiştir. Aynı şekilde 10 bitkide toprak seviyesinin 5 cm yukarisından olmak üzere elektronik kumpas cihazıyla ölçülerek gövde çapı mm olarak ve ana salkım başlangıç noktasından salkımın bittiği uç noktaya kadar olan kısmı ise cm cinsinden ölçülerek salkım boyu belirlenmiştir. Bitki boyu, sap çapı ve salkım boyunun tespit edilmesinden sonra parsel başlarında 0.5 m ve parsel kenarlarında birer sıra kenar tesiri bırakılarak geri kalan (1.4 m x 2.5 m= 3.5 m²) alandaki bitkiler toprak seviyesinin 5 cm yukarisından olmak üzere bağ makası ile kesilmiştir. Kesilen bitkiler gölge ortamda 1 hafta kurumaya bırakılmış ve kuruma işlemlerinin ardından hasat edilen bitkiler tartılarak biyolojik verim kg/da olarak belirlenmiştir.

Biyolojik verim belirlendikten sonra bitki üzerindeki salkımlar ve sap kısımları birbirinden ayrılmıştır. Salkımlar tartılmış ve biyolojik verime oranlanarak salkım oranı % olarak belirlenmiştir. Salkımlardaki tohumlar elle harmanlandıktan sonra sap ve kavuzlarından ayrılarak temizlenmiş ve tartılarak kg/da cinsinden tohum verimleri belirlenmiştir. Sap verimleri biyolojik verimden tohum verimleri çıkarıldıktan sonra belirlenmiştir. Hasat indeksi tohum verimlerinin biyolojik verime bölünmesi ve 100 ile çarpılması sonucu % olarak belirlenmiştir. Her bir parselde elde edilen tohumlarda 4 tekerrürlü olmak üzere 100’er tohum hassas terazi ile tartılmış ve toplam ağırlık 2.5 ile çarpılarak 1000 tane ağırlıkları belirlenmiştir.

Deneme verileri JUMP 5.0.1 istatistik paket programına kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki boyu (cm)

Araştırmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yılları arasında bitki boyu bakımından farklılıklar olduğu görülmüştür. Denemenin ilk yılında (2017) bitki boyu (82.9 cm) ikinci yıla (2018) göre daha düşük (98.9 cm) olarak bulunmuştur. Çeşitler açısından en yüksek ve en düşük boylanma sırasıyla Helios (107.9 cm) ve Ultra (61.7 cm)’da ölçülmüştür (Çizelge 3). Oluşan bu farklılıklar çeşitlerin genetik yapısından ve/veya yıllara göre değişen ortam koşullarına farklı tepki vermesinden kaynaklanmış olabilir. Konu ile ilgili yapılan araştırmalarda da amarantların bitki boyunda yıllara göre (Myers, 1998; Johnson and Henderson, 2002) ve çeşitlere göre (Myers, 1998; Johnson and Henderson, 2002; Syirskis, 2003; Selçuk, 2011; Casini and Rocca, 2014) önemli değişikliklerin olabileceği belirlenmiştir. *Amaranthus* spp. bitkisinin sulu şartlarda yetiştirilmesi durumunda bitki boyunda önemli artışlar tespit edilmiştir. Kurak şartlardaki bitki boyu (78.6 cm), sulu şartlardaki bitki boyu (103.3 cm)’na göre %25 oranında daha kısa kalmıştır. Bu amarantların sulamaya tepkilerinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim amarant bitkisinin sulu şartlarda yetiştirilmesi durumunda bitki boyunda önemli artışların olacağı tespit edilmiştir (Johnson and Henderson 2002; Selçuk, 2011; Yarnia et al., 2011; Mlakar et al., 2012). Bölgenin iklim şartlarına göre en yüksek bitki boyu (132.2 cm) 2017 yılında Helios çeşidinin sulu şartlarda yetiştirilmesiyle elde edildiği görülmektedir. En kısa bitki boyu (52.9 cm) ise 2017 yılında Ultra çeşidinin kurak şartlarda yetiştirilmesiyle elde edilmiştir.

Çizelge 3. Kurak ve sulu şartlarda yetiştirilen bazı amarant çeşitlerine ait bitki boyları
Table 3. Plant heights of some amarant varieties grown in rainfed and irrigation conditions

Yıllar	Kurak/Sulu	Çeşitler			Yıllar ortalaması
		Helios	Sterk	Ultra	
2017	Kurak	76.1 c**	72.7 cd	52.9 f	82.9 b**
	Sulu	132.2 a	106.5 b	57.5 ef	
2018	Kurak	100.4 b	104.8 b	64.9 de	98.9 a
	Sulu	123.1 a	128.7 a	71.5 cd	
Çeşitler ortalaması		107.9 a**	103.2 b	61.7 c	
Kurak/Sulu ortalaması		Kurak	78.6 b**	Sulu	103.3 a

Aynı sıra ve/veya aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında **0.01 düzeyinde farklılık yoktur.

Sap çapı (mm)

Yıllara göre sap çapında önemli bir değişiklik olmamıştır. Çeşitler arasında sap çapı en kalın Helios ve Sterk çeşitlerinde tespit edilmiştir. En ince sap çapı Ultra çeşidinde görülmüştür (Çizelge 4). Casini and Rocca (2014), yapmış oldukları bir araştırmada çeşitlerin sap çaplarının birbirinden farklı olabileceği ve araştırmada kullanmış oldukları 13 çeşidin sap

çaplarının 15 mm ve 25 mm arasında olduğunu belirlemişlerdir. Çeşitlerin sap çaplarındaki farklılığın sahip oldukları genetik yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. *Amaranthus* spp. sulu şartlarda yetiştirilmesi durumunda sap çapında önemli bir artış olacağı belirlenmiştir. En yüksek sap çapı 2018 yılında sulu şartlarda yetiştirilen Helios (27.8 mm) ve Sterk (28.9 mm) çeşitlerinde belirlenmiştir.

Çizelge 4. Kurak ve sulu şartlarda yetiştirilen bazı amarant çeşitlerine ait sap çapları
Table 4. Stem diameter of some amarant varieties grown in rainfed and irrigation conditions

Yıllar	Kurak/Sulu	Çeşitler			Yıllar ortalaması
		Helios	Sterk	Ultra	
2017	Kurak	22.3	21.4	10.4	18.3
	Sulu	23.7	23.3	8.8	
2018	Kurak	17.4	15.4	7.2	17.7
	Sulu	27.8	28.9	9.6	
Çeşitler ortalaması*		22.8 a**	22.3 a	9.0 b	
Kurak/Sulu ortalaması		Kurak	15.7 b**	Sulu	20.4 a

*Aynı sıra ve/veya aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında **0.01 düzeyinde farklılık yoktur.

Salkım boyu (cm)

Denemenin yürütüldüğü 2017 yılındaki salkım boyu (34.0 cm), 2018 yılındaki salkım boyu (39.3 cm)'na göre daha düşük elde edilmiştir. Çeşitlerde en yüksek salkım boyu Helios ve Sterk çeşitlerinde sırasıyla 38.7 cm ve 37.9 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük salkım boyu ise Ultra çeşidinde 33.4 cm olarak bulunmuştur (Çizelge 5). Yapılan araştırmalarda da amarant bitkisinin salkım boylarının çeşitlere göre (Selçuk, 2011; Casini and Rocca, 2014) önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan *Amaranthus* spp. çeşitlerinin kurak ve sulu şartlardaki salkım boyları sırasıyla 33.2 cm ve 40.1 cm olmuştur. Nitekim amarant bitkisinin sulanması durumunda salkım boyunda önemli artışların olacağı tespit edilmiştir (Selçuk, 2011). Yıl x kurak/sulu x çeşit etkisi açısından değerlendirildiğinde, en yüksek salkım boyu (54.5 cm) 2018 yılında Sterk çeşidinin sulu şartlarda yetiştirilmesi durumunda elde edilebileceği belirlenmiştir.

Çizelge 5. Kurak ve sulu şartlarda yetiştirilen bazı amarant çeşitlerine ait salkım boyları
Table 5. Panicle heights of some amarant varieties grown in rainfed and irrigation conditions

Yıllar	Kurak/Sulu	Çeşitler			Yıllar ortalaması
		Helios	Sterk	Ultra	
2017	Kurak	33.2 de*	29.4 e	35.5 cd	34.0 b**
	Sulu	39.7 c	32.1 de	34.0 de	
2018	Kurak	33.0 de	35.6 cd	31.5 de	39.3 a
	Sulu	47.9 b	54.5 a	32.5 de	
Çeşitler ortalaması		38.7 a**	37.9 a	33.4 b	
Kurak/Sulu ortalaması		Kurak	33.2 b**	Sulu	40.1 a

Aynı sıra ve/veya aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında *0.05, **0.01 düzeyinde farklılık yoktur.

Salkım oranı (%)

Araştırmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yıllarında elde edilen salkım oranları sırasıyla %35.3 ve %37.6 olmuş ve aralarında önemli fark görülmemiştir. *Amaranthus* spp.'in salkım oranında kurak/sulu ve çeşitlere göre önemli oranda değişiklik

göstermiştir. Kurak şartlarda salkım oranı %28.5 elde edilirken, sulu şartlardaki salkım oranı %44.4 olarak gerçekleşmiştir. Salkım oranı Helios, Sterk ve Ultra çeşitlerinde sırasıyla %39.6, %44.6 ve %25.2 olarak elde edilmiştir. En yüksek salkım oranı Sterk çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Kurak ve sulu şartlarda yetiştirilen bazı amarant çeşitlerine ait salkım oranları**Table 6.** Panicle ratios of some amarant varieties grown in rainfed and irrigation conditions

Yıllar	Kurak/Sulu	Çeşitler			Yıllar ortalaması
		Helios	Sterk	Ultra	
2017	Kurak	25.8	27.4	19.1	35.3
	Sulu	55.0	61.1	23.3	
2018	Kurak	31.1	37.0	30.6	37.6
	Sulu	46.6	52.9	27.6	
Çeşitler ortalaması		39.6 b**	44.6 a	25.2 c	
Kurak/Sulu ortalaması		Kurak	28.5 b**	Sulu	44.4 a

Aynı sıra ve/veya aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında **0.01 düzeyinde farklılık yoktur.

Sap verimi (kg/da)

Sap verimi yıl, kurak/sulu ve çeşitlere göre önemli oranda etkilenmiştir. Araştırmanın birinci yılında sap verimi 750.1 kg/da elde edilirken, ikinci yılda ise sap verimi (1290.1 kg/da)'nde önemli bir artış görülmüştür. Çizelge 1 incelendiğinde denemenin birinci yılında ortalama sıcaklık (12.4 °C), toplam yağış (220.8 mm) ve ortalama nispi nem (%58.4)'in 2018 yılına göre daha düşük oranlarda gerçekleşmesi bitki gelişmesini olumsuz etkilemiş ve bu durum dolayısı ile sap veriminde azalmaya neden olduğu tahmin edilmektedir. Aynı zamanda 2018 yılındaki bitki boyunun (Çizelge 3) daha yüksek elde

edilmesi sap veriminin de yüksek elde edilmesine neden olduğu düşünülmektedir. Kurak şartlardaki sap verimi (773.5 kg/da)'ne göre, sulu şartlardaki sap verimi (1266.7 kg/da)'nde önemli oranda artış olmuştur. En yüksek sap verimi Sterk çeşidi (1392.8 kg/da)'nde elde edilirken, en düşük sap verimi Ultra çeşidi (534.0 kg/da)'nde elde edilmiştir. Yapılan bir araştırmada amarant'ın sap veriminde çeşitlere göre önemli farkların olduğu belirlenmiştir (Selçuk, 2011). Ayrıca amarant bitkisinin sulanması durumunda sap veriminde artışların meydana geldiği rapor edilmiştir (Selçuk, 2011; Mlakar et al., 2012).

Çizelge 7. Kurak ve sulu şartlarda yetiştirilen bazı amarant çeşitlerine ait sap verimleri**Table 7.** Stem yields of some amarant varieties grown in rainfed and irrigation conditions

Yıllar	Kurak/Sulu	Çeşitler			Yıllar ortalaması
		Helios	Sterk	Ultra	
2017	Kurak	561.1 fg*	860.2 de	331.3 g	750.1 b**
	Sulu	832.6 de	1557.3 b	358.1 g	
2018	Kurak	1142.6 c	1021.3 cd	724.6 ef	1290.1 a
	Sulu	1997.7 a	2132.5 a	721.7 ef	
Çeşitler ortalaması		1133.5 b**	1392.8 a	534.0 c	
Kurak/Sulu ortalaması		Kurak	773.5 b**	Sulu	1266.7 a

Aynı sıra ve/veya aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında *0.05, **0.01 düzeyinde farklılık yoktur.

Tohum verimi (kg/da)

Tohum verimi yönünden yıllar arasında önemli farklılıklar olmuştur. Denemenin yürütüldüğü birinci yılda (2017 yılı) tohum verimi 179.9 kg/da olurken, ikinci yılında (2018 yılı) tohum verimi 151.7 kg/da olarak elde edilmiştir. *Amaranthus* spp.'in sulu şartlarda yetiştirilmesi durumunda tohum veriminde önemli artışların olacağı belirlenmiştir. Kurak şartlara (136.5 kg/da) göre, sulu şartlarda (195.2 kg/da)

Amaranthus spp.'in yetiştirilmesi tohum veriminde yaklaşık olarak %50 civarında bir artış olduğunu göstermiştir. Helios, Sterk ve Ultra çeşitlerinde tohum verimleri sırasıyla 185.8, 242.3 ve 69.4 kg/da olarak tespit edilmiştir. Çeşitler arasında tohum veriminde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek tohum verimi Sterk çeşidinde elde edilmiştir. Sterk çeşidinin sulu şartlarda yetiştirilmesi durumunda 328.6 kg/da'a kadar verim elde edilebileceği belirlenmiştir (Çizelge

8). Yapılan araştırmalarda amarant bitkisinin tohum verimleri yıllara göre (Myers, 1998; Haban et al., 2001; Johnson and Henderson, 2002; Pospisil et al., 2006; Casini and Rocca, 2014) ve çeşitlere göre (Haban et al., 2001; Syirskis, 2003; Pospisil et al., 2006; Gimplinger et al., 2007; Selçuk, 2011; Casini and Rocca, 2014; Gönen vd., 2018; Myers, 1998)

önemli derecede farklı olacağı belirlenmiştir. Diğer taraftan amarant bitkisinin sulu şartlarda yetiştirilmesine göre kurak şartlardaki tohum verimlerinde önemli azalmalar olacağı belirlenmiştir (Johnson and Henderson, 2002; Selçuk, 2011; Yarnia et al., 2011; Mlakar et al., 2012).

Çizelge 8. Kurak ve sulu şartlarda yetiştirilen bazı amarant çeşitlerine ait tohum verimleri
Table 8. Seed yields of some amarant varieties grown in rainfed and irrigation conditions

Yıllar	Kurak/Sulu	Çeşitler			Yıllar ortalaması
		Helios	Sterk	Ultra	
2017	Kurak	194.3 c**	250.9 b	80.4 e	179.9 a*
	Sulu	207.1 c	269.5 b	77.6 e	
2018	Kurak	131.8 d	120.1 d	41.2 f	151.7 b
	Sulu	210.0 c	328.6 a	78.4 e	
Çeşitler ortalaması		185.8 b**	242.3 a	69.4 c	
Kurak/Sulu ortalaması		Kurak	136.5 b*	Sulu	195.2 a

Aynı sıra ve/veya aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında *0.05, **0.01 düzeyinde farklılık yoktur.

Biyolojik verim (kg/da)

Biyolojik verim, sap ve tohum verimlerinin toplamından elde edilen bir değerdir. Yıllara göre biyolojik verimde önemli değişiklikler belirlenmiştir. 2017 yılındaki biyolojik verim 930.0 kg/da olurken, 2018 yılındaki biyolojik verim 1441.7 kg/da elde edilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde denemenin ikinci yılında ortalama sıcaklık (15.1 °C), toplam yağış (280.0 mm) ve ortalama nispi nem (%60.0)'in 2017 yılına göre daha yüksek oranlarda gerçekleşmesi bitki gelişmesini teşvik etmiş olabilir ve dolayısı ile biyolojik verimde artışlara neden olduğu tahmin edilmektedir. En yüksek biyolojik verim 1635.1 kg/da

ile Sterk çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 9). Yapılan araştırmalarda amarant bitkisini biyolojik verimleri çeşitlere göre (Johnson and Henderson, 2002; Selçuk, 2011) önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan amarant bitkisinin sulu şartlarda yetiştirilmesine göre kurak şartlardaki tohum verimlerinde önemli azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Nitekim yapılan araştırmalarda da amarant bitkisinin sulu şartlarda yetiştirilmesi durumunda biyolojik veriminde önemli artışlar olacağı belirlenmiştir (Johnson and Henderson, 2002; Selçuk, 2011; Mlakar et al., 2012).

Çizelge 9. Kurak ve sulu şartlarda yetiştirilen bazı amarant çeşitlerine ait biyolojik verimler
Table 9. Biological yields of some amarant varieties grown in rainfed and irrigation conditions

Yıllar	Kurak/Sulu	Çeşitler			Yıllar ortalaması
		Helios	Sterk	Ultra	
2017	Kurak	755.4 f*	1111.1 d	411.7 g	930.0 b**
	Sulu	1039.7 de	1826.8 c	435.7 g	
2018	Kurak	1274.5 d	1141.3 d	765.8 f	1441.7 a
	Sulu	2207.7 b	2461.1 a	800.1 ef	
Çeşitler ortalaması		1319.3 b**	1635.1 a	603.3 c	
Kurak/Sulu ortalaması		Kurak	909.9 b**	Sulu	1461.8 a

Aynı sıra ve/veya aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında *0.05, **0.01 düzeyinde farklılık yoktur.

Hasat indeksi (%)

Hasat indeksi, biyolojik verim içerisindeki tohum oranının ne kadar olduğunun bir göstergesidir. Yıl, çeşit ve kurak/sulu şartlara göre, hasat indeksinde önemli değişiklikler olmuştur. Çizelge 1 incelendiğinde denemenin ikinci yılında ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama nispi nemin daha yüksek oranlarda gerçekleşmesi bitkinin vejetatif

gelişmesinin artmasına ve generatif gelişmesinin azalmasına neden olduğu ve bunun sonucu olarak da tohum verimde azalmaya ve dolayısıyla hasat indeksinin düşmesine neden olduğu tahmin edilmektedir. *Amaranthus* spp.'in kurak ve sulu şartlarda yetiştirilmesi hasat indeksinde önemli değişikliğe neden olmuştur. Sulu şartlardaki hasat indeksinin (%14.2), kurak şartlardaki hasat indeksine

(%15.7) göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek hasat indeksi Helios (%16.4) ve Strak (%15.2) çeşitlerinde elde edilmiştir (Çizelge 10). En düşük hasat indeksi ise %13.2 ile Ultra çeşidinde elde edilmiştir. Yapılan araştırmalarda amarant bitkisini hasat indeksi çeşitlere göre önemli derecede farklı

olacağı bildirilmiştir (Kaul et al., 1996; Johnson and Henderson, 2002; Selçuk, 2011). Diğer taraftan amarant bitkisinin sulu şartlarda yetiştirilmesine göre kurak şartlardaki hasat indekslerinde önemli azalmalar olacağı rapor edilmiştir (Johnson and Henderson, 2002; Selçuk, 2011; Mlakar et al., 2012).

Çizelge 10. Kurak ve sulu şartlarda yetiştirilen bazı amarant çeşitlerine ait hasat indeksleri
Table 10. Harvest index of some amarant varieties grown in rainfed and irrigation conditions

Yıllar	Kurak/Sulu	Çeşitler			Yıllar ortalaması
		Helios	Sterk	Ultra	
2017	Kurak	25.7	22.6	19.5	20.1 a**
	Sulu	20.1	14.7	18.0	
2018	Kurak	10.4	10.6	5.3	9.8 b
	Sulu	9.4	13.5	9.8	
Çeşitler ortalaması		16.4 a**	15.3 a	13.2 b	
Kurak/Sulu ortalaması		Kurak	15.7 a*	Sulu	14.2 b

Aynı sıra ve/veya aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında *0.01, **0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

1000 tane ağırlığı (g)

1000 tane ağırlığı alınan tohumların birim miktarının ağırlıklarının bir göstergesidir. 1000 tane ağırlığı üzerine çeşitlerin etkileri önemli görülürken, yıl ve bitkilerin kurak veya sulu şartlarda yetiştirilmesinin 1000 tane ağırlığı üzerine etkisi önemli olmamıştır. En yüksek 1000 tane ağırlığı 0.810

g ile Sterk çeşidinde, en düşük 1000 tane ağırlığı ise 0.640 g ile Ultra çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 11). Yapılan bazı araştırmalara göre amarant bitkisinin 1000 tane ağırlığı çeşitten çeşide önemli derecede farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Haban et al., 2001; Pospisil et al., 2006; Gimplinger et al., 2007).

Çizelge 11. Kurak ve sulu şartlarda yetiştirilen bazı amarant çeşitlerine ait 1000 tane ağırlıkları
Table 11. 1000 grain weights of some amarant varieties grown in rainfed and irrigation conditions

Yıllar	Kurak/Sulu	Çeşitler			Yıllar ortalaması
		Helios	Sterk	Ultra	
2017	Kurak	0.690	0.780	0.617	0.713
	Sulu	0.763	0.787	0.643	
2018	Kurak	0.793	0.823	0.657	0.750
	Sulu	0.737	0.850	0.643	
Çeşitler ortalaması		0.746 b**	0.810 a	0.640 c	
Kurak/Sulu ortalaması		Kurak	0.726	Sulu	0.737

Aynı sıra ve/veya aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında **0.01 düzeyinde farklılık yoktur.

SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre, yıllar arasındaki yağış miktarı, sıcaklık ve nispi nem oranındaki değişimler bitki gelişmesini ve birim alandan alınacak verimleri önemli oranda etkilediği görülmüştür. Denemenin yürütüldüğü iklim ve toprak şartlarında *Amaranthus* spp. bitkisinde önemli oranda sap ve tohum verimi alınabileceği görülmüştür. Bu şartlar altında Helios ve özellikle de Sterk çeşidinin tohum verimi ve bileşenleri açısından en yüksek değerlere sahip olduğu ve bundan dolayı da bölge için önerilebileceği ortaya konmuştur. Ayrıca sulu koşullarda verimlerinin daha yüksek olması nedeniyle, amarantların sulamaya önemli ve olumlu cevap verdikleri sonucuna varılmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

Yazarlar, makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

KAYNAKLAR

Acar, Z., 1996. İki yemlik horoz ibiği çeşidinin verimi ve bazı özelliklerine farklı azot dozlarının etkileri üzerine bir araştırma I. Tohum Verimi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11 (2): 187-196.

- Acar, Z., Sancak, C., Genç, N., 1999. Horoz İbiği (*Amaranthus*)'nin Önemi ve Kullanımı. Ekin Dergisi, 3 (8): 71-74.
- Aktürk, D., Acar, Z., 2000. Horoz ibiğinin (*Amaranthus* sp.) yem verimi ve bazı özellikler yönünden bazı yazlık ürünlerle karşılaştırılması üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (1): 15-20.
- Alegbejo, J.O., 2013. Nutritional value and utilization of *Amaranthus* (*Amaranthus* spp.) – a review. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, 6 (1): 136-143.
- Anonymous, 2020. Amaranth-growing from seed when planted. Amaranth planting and care in the open field seed reproduction. <https://dd-restaurant.ru/en/cabbage/amarant-vyrashchivanie-iz-semyan-kogda-sazhat-amarant-posadka-i-uhod-v-otkrytom/> (Accessed Date: 28 February 2020).
- Arendt, E.K., Zannini, E., 2013. Cereal grains for the food and beverage industries. woodhead Publishing Series in Food Sciences, Technology and Nutrition. 248, Philadelphia, USA.
- Berghofer, E., Schoenlechner, R., 2002. Grain amaranth. In Belton P, Taylor J: Pseudocereals and less common cereals: grain properties and utilization potential. Springer-Verlag, 219-260 s.
- Bressani, R., 1989. The proteins of grain amaranth. Food Review International, 5: 13-38.
- Casini, P., Rocca, F.L., 2014. *Amaranthus cruentus* L. is suitable for cultivation in Central Italy: field evaluation and response to plant densities. Italian Journal of Agronomy, 9 (602): 166-175.
- Costea, M., Sanders, A., 2001. Preliminary results toward a revision of the *Amaranthus hybridus* species complex (Amaranthaceae). Sida, Contributions to Botany, 19 (4): 931-974.
- Ergun, M., Özbay, N., Osmanoglu, A., Çalkır, A., 2014. Sebze ve tahıl olarak amarant (*Amaranthus* spp.) bitkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4 (3): 21-28.
- Genç, N., Acar, Z., 1999. Horoz ibiği (*Amaranthus* sp.)'nin azot ihtiyacının ot ve tohum veriminin ve bazı özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (3): 65-75.
- Gimplinger, D.M., Dobos, G., Schönlechner, R., Kaul, H.P., 2007. Yield and quality of grain amaranth (*Amaranthus* sp.) in Eastern Austria. Plant, Soil and Environmental, 53 (3): 105-112.
- Goptsiy, T., Voroncov, N., Popov, V., Zhyravel, D., Gromenko, S., 2008. Grain varieties of amaranth developed by selection at kharkiv National Agrarian University and the Perspectives of Their Use. In amaranth-plant of the future: 5th International Symposium of the European Amaranth Association, Nitra, November 9-14, 2008, Slovak Republic, 97-100 pp.
- Gönen, E., Çolak, Y.B., Yazar, A., 2018. Farklı amarant çeşitlerinin Çukurova bölgesine adaptasyonu. Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi, (2): 28-36.
- Grubbens, G.J.H., 1977. Tropical vegetables and their genetic resources. Rome: IBPGR.
- Grubbens, G.J.H., van Sloten, D.H., 1981. Genetic resources of amaranths - a global plan of action. Rome: IBPGR.
- Haban, M., Feckova, J., Huska, J., Illes, L., 2001. Effect of amaranth genotypes on seed production and weight of seeds. Acta Fytotechnica et Zootechnica, 4 (special number): 218-220.
- Hayit, F., Gül, H., 2017. Çölyak ve çölyak hastaları için üretilen ekmeklerin kalite özellikleri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7 (1): 163-169.
- Jafari, H.R., Karimi, S., Alavipoor, F.S., 2018. Environmental Planning and Management. In: Hesami, M., Joneidabad, M.R., Kafi, M., The Potential for the Use of Mutant Ornamental Plants for Reclamation of Arid Lands. Cambridge Scholars Publishing, ISBN (10): 1-5275-1183-9, 385 pp.
- Johnson, B.L., Henderson, T.L., 2002. Water Use Patterns of Grain Amaranth in the Northern Great Plains. Agronomy Journal, 94 (6):1437-1443.
- Kaul, H.P., Aufhammer, W., Laible, B., Nalborczyk, E., Pirog, S., Wasiak, K., 1996. The suitability of amaranth genotypes for grain and fodder use in Central Europe. Die Bodenkultur, 47 (3): 173-181.
- Lee, C., 2011. Grain Amaranth. University of Kentucky, College of Agriculture, Cooperative Extension Service, July (2011). <https://www.uky.edu/ccd/sites/www.uky.edu.cc/files/amaranth.pdf> (Accessed Date: 15 April 2020).
- Lehman, J., 1989. Proteins of grain amaranth. Legacy 2: 3-6.
- Martirosyan, D.M., 2005. Functional foods for cardiovascular diseases. D and A Inc. ISBN: 0-9767535-0-2. s:228-234, In: Miroshnichenlo, L.A., Zharkova, U.M., Kulakova, S.N., Kadirov, C.V., Eprintsev, A.T., Kalinicheva, M.V., Amaranth: A few aspects of cultivation, processing, studies of pharmaceutical properties.
- Mlakar, S.G., Bavec, M., Jakop, M., Bavec, F., 2012. The effect of drought occurring at different growth stages on productivity of grain amaranth *Amaranthus cruentus* G6. Journal of Life Sciences, 6 (3): 283-286.
- Mlakar, S.G., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M., Bavec, F., 2010. Grain amaranth as alternative

- and perspective crop in temperate climate. *Journal of Geography*, 5 (1): 135-145.
- Myers, R.L., 1998. Nitrogen fertilizer effect on grain amaranth. *Agronomy Journal*, 90: 597-602.
- Özaslan, C., Kendal, E., 2014. Lice domatesi üretim alanlarındaki yabancı otların belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (3): 29-34.
- Öztürk, E., Garipoğlu, A.V., Yıldırım, A., Genç, N., Acar, Z., 1998. Horoz ibiği (*A. cruentus*)'nin silo yemi olarak kullanılabilme olanakları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (3): 51-60.
- Pospasil, A., Pospasil, M., Varga, B., Svecnjak, Z., 2006. Grain yield and protein concentration of two amaranth species (*Amaranthus* spp.) as influenced by the nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy*, 25: 250-253.
- Putnam, D.H., Oplinger, E.S., Doll, J.D., Schulte, E.M., 2014. *Amarant*. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/amaranth.html> (Accessed Date: 19 April 2020).
- Rastogi, A., Shukla, S., 2013. Amaranth: A new millennium crop of nutraceutical values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53: 109-125.
- Sauer, J.D., 1967. The grain amaranths and their relatives: A revised taxonomic and geographic survey. *Annals of Missouri Botanical Garden*. 54: 103-137.
- Sauer, J.D., 1976. Grain amaranths, *Amaranthus* spp. (Amaranthaceae). In: N. W. Simmonds (Ed.) *Evolution of crop plants*, Longman, London, United Kingdom. 4-7 pp.
- Selçuk, H., 2011. Çukurova koşullarında dane amarant'ın (*Amaranthus* spp.) kuraklığa dayanma yönünden incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Adana, 43 s.
- Svirskis, A., 2003. Investigation of amaranth cultivation and utilisation in lithuania. *Agronomy Research*, 1 (2): 253-264.
- Tan, M., Temel, S., 2012. Alternatif yem bitkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları*, No: 246, 12 s.
- Tozlu, G., Çoruh, İ., Gültekin, L., 2010. Türkiye'de *Amaranthus* (Amaranthaceae) türlerine karşı biyolojik mücadelede böceklerin kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (2): 169-176.
- TTOB-MGM., 2019. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Uusikua, N.P., Oelofsea, A., Duodub, K.G., Besterc, M.J., Faberd, M., 2010. Nutritional value of leafy vegetables of sub-Saharan Africa and their potential contribution to human health: A review, In: *Journal of Food Composition and Analysis*, 23: 499-509.
- Yarnia, M., Khorshidi Benam, M.B., Farajzadeh Memari Tabrizi, E., Nobari, N., Ahmadzadeh, V., 2011. Effect of planting dates and density in drought stress condition on yield and yield components of amaranth cv. Koniz. *Advances in Environmental Biology*, 5 (6): 1139-1149.
- Yarnia, M., İkincikarakaya, S.Ü., Rezaei, F., Khawar, K.M., 2011. Çavdar kalıntılarının, horoz ibiğinin (*Amaranthus retroflexus* L.) toprakta bulunan tohum miktarı ve bitki gelişimi üzerine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1 (2): 91-96.
- Yaroshko, O.M., Kuchuk, M.V., 2018. *Agrobacterium*-caused transformation of cultivars *Amaranthus caudatus* L. and hybrids of *A. caudatus* L. x *A. paniculatus* L. *International Journal of Secondary Metabolite*, 5 (4): 312-318.



Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'da Hasat Zamanının Ot ve Tohum Verimi İle Bazı Özelliklere Etkileri

Mehmet Kerim GÜLLAP^{1,*} Mustafa TAN^{2,b} Sedat SEVEROĞLU^{1,c} Abdullah YAZICI^{1,d}

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

²Trakya Üniversitesi, Havsa Meslek Yüksek Okulu, Edirne, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mkgullap@atauni.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.716737

Geliş Tarihi (Received): 08.04.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 21.10.2020 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: Araştırma Erzurum sulu şartlarında karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'ın ot ve tohum üretiminde hasat zamanını belirlemek amacıyla 2018 ve 2019 yıllarında yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada, ot ve tohum üretimi için ayrı ayrı denemeler kurulmuştur. Ot hasatları çiçeklenme başlangıcı, yarı çiçeklenme ve tam çiçeklenme dönemlerinde; tohum hasatları ise %50 tohum olgunlaştırma, %75 tohum olgunlaştırma ve %100 tohum olgunlaştırma dönemlerinde yapılmıştır. Araştırmada kuru madde verimi, bitki boyu, yaprak oranı, ham protein oranı, ADF ve NDF oranı, tohum verimi, 1000-tane ağırlığı ve hasat indeksi incelenmiştir. Hasat zamanının gecikmesi kuru madde verimi, tohum verimi, bitki boyu, yaprak oranı ve otun ADF ve NDF oranını artırmıştır. En yüksek kuru madde verimi (478.4 kg/da) tam çiçeklenme, en yüksek tohum verimi (162.9 kg/da) tam olgunlaşma döneminde elde edilmiştir. Ot kalitesinde bir miktar kayıp olmasına rağmen ot için hasatların tam çiçeklenme döneminde yapılması uygun bulunmuştur. Tohum üretimlerinde ise salkımlardaki tohumların tamamen olgunlaşmasını beklemek gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Alternatif ürün, Bitkisel özellikler, Karabuğday, Ot kalitesi, Üretim

The Effects of Harvest Stage on Hay and Seed Yields and Some Properties in Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench)

ABSTRACT: The research was carried out in 2018 and 2019 in order to determine the harvest stage of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) in the irrigated conditions of Erzurum. In the research carried out according to the randomized complete blocks design with three replications, separate trials were established for hay and seed production. Forage harvests at the beginning of flowering, half-flowering and full-bloom stages; seed harvests at the 50% seed ripening, 75% seed ripening and 100% seed ripening stages were made. In the study, dry matter yield, plant height, leaf ratio, crude protein ratio, ADF and NDF ratio, seed yield, 1000-grain weight and harvest index were examined. The delay in harvest time increased dry matter yield, seed yield, plant height and ADF and NDF ratio of the hay. The highest dry matter yield (478.4 kg da⁻¹) was determined at the full flowering stage, while the highest seed yield (162.9 kg da⁻¹) was obtained at the full ripening stage. Although there is some loss in hay quality, it has been found suitable for harvesting in full bloom period for hay production. In seed production, it is necessary to wait for the seeds in the panicles to mature completely.

Keywords: Alternative crop, Plant characteristics, Buckwheat, Forage quality, Production

GİRİŞ

Son yıllarda çiftçilerimiz ve araştırmacılarımız tarafından ilgi gören ve ekim alanları gittikçe artan yeni bitkilerden birisi karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'dır. Bu bitki kısa sürede gelişmesi (Güzelsarı ve Kan, 2016), toprak seçiciliğinin az olması (Karafaki, 2017) ve

tohumlarının yüksek besin içeriği (Yıldız ve Yalçın, 2013) gibi özel karakterlere sahiptir. Ülkemizde gıda maddesi olarak işlenmesine yönelik tesisler kurulmakta, her geçen gün ticareti yaygınlaşmaktadır. Bol yapraklı bir tür olan karabuğday kaba yem bitkisi olarak da

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Güllap, M.K., Tan, M., Severoğlu S., Yazıcı A., 2021. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'da hasat zamanının ot ve tohum verimi ile bazı özelliklere etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 20-26. doi: 10.17097/ataunizfd.716737

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6348-4335> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7939-7087>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9164-6557> ^dORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0362-2799>



değerlendirilebilmektedir (Acar, 2009; Sürmen ve Kara, 2017). Keleş vd. (2012), katkı maddesi kullanarak bu bitkiden silaj yapılabileceğini ve hayvan beslemede kullanılabileceğini bildirmektedirler. Büyükbaş ve küçükbaş hayvan besleme yanında yumurta tavukçuluğunda da kullanımı mümkündür (Karafaki, 2017). Bitkinin yaprak ve sürgünleri de sebze olarak insan beslenmesinde tüketilmektedir.

Karabuğday daha çok tohumu için yetiştirilen ve bu tohumları bulgur gibi insan beslenmesinde kullanılan bir türdür. Glüten içermediği için çölyak hastaları için besin değeri yüksek ve güvenli bir besindir (Hayıt ve Gül, 2015). *Polygonaceae* familyasından tek yıllık bir tür olup, anavatanı Asya'dır. Verimli bir türdür, ancak verimi diğer türlerde olduğu gibi çevre şartlarına, çeşitlere, yetiştirme tekniklerine ve yapılan kültürel uygulamalara göre değişiklik göstermektedir. Yapılan araştırmalarda tohum verimlerini Kara ve Telli (2016), 91.3-132.3 kg/da, Güzelsarı ve Kan (2016), 42.5-115.8 kg/da, Kara ve Gürbüz (2018), 53.6-145.7 kg/da ve Biçer (2019), 51.0-135.0 kg/da arasında belirlemiştir.

Gerek tane gerekse ot üretiminde verim ve besleme değeri yönünden hasat zamanı büyük önem taşır (Tan, 2018). Karabuğday ile ilgili çalışmaların yeni olması nedeniyle hasat zamanı konusunda da bilgi üretilmesinde fayda vardır. Bitkinin ana sapı üzerinde birkaç dal oluşmaktadır. Çiçekler salkım halinde bu sapların ucunda veya yaprak koltuklarından çıkan sapların ucunda açarlar. Radices and Mikohazi (2010), bu bitkide olgunlaşmanın eş zamanlı olmadığını ve uzun sürdüğünü, çiçeklenmenin alt dallardan başlayarak yukarı doğru seyrettiğini bildirmektedir. Bu tür bitkilerde alt dallardaki salkımlar tohum olgunlaştırırken üst dallarda çiçeklenme devam edebilmektedir. Genel bir bilgi olarak tohum hasat zamanı için tanelerin %75'inin kahverengi olduğu dönemde biçilmesi önerilmektedir (Campell, 1983). Tohum hasadında geç kalınması tane dökülmesine ve verim kayıplarına neden olabilir.

Ot üretiminde hasat zamanı hem verim hem de otun kalitesi açısından önemlidir. Erken biçimler verim kaybına, geç yapılan biçimler ise besleme değerinin azalmasına neden olur (Sürmen ve Kara, 2017). Keleş vd. (2012), Konya şartlarında yetiştirilen ve süt olum çağında biçilen karabuğdaydan 551-590 kg/da kuru madde üretmişlerdir. Kara (2014), tanelerin %50 oranında kahverengileştiği dönemde yapılan biçimlerin 853 kg/da kuru ot verdiğini, ancak ot kalitesi ve ekonomiklik yönünden tam çiçeklenmede biçimin daha uygun olduğunu belirlemiştir. Kara ve Yüksel (2014), karabuğdayın ot kalitesinin yonca ve korunga

dışında genel olarak yaygın olarak yetiştirilen yem bitkilerine yakın olduğunu bildirmektedirler.

Bölgemizde tarımı yeni yeni yayılmaya başlayan karabuğdayın yetiştiricilikle ilgili özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışma bitki yetiştirme süresi kısa olan Erzurum şartlarında karabuğdayın performansını ortaya koymak ve ot ile tohum üretimlerinde biçim zamanlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama ve deneme alanında 2018 ve 2019 yıllarında yürütülmüştür. Çeşit olarak Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen Aktaş kullanılmıştır. Ot ve tohum üretimi için yan yana 2 ayrı deneme kurulmuştur. Ekimler her iki yılda da Mayıs ayının ilk haftasında yapılmıştır. Ekimlerde sıra aralığı 25 cm, tohumluk miktarı 8 kg/da ve ekim derinliği 3-4 cm olarak ayarlanmıştır (Acar vd., 2011; Akçura, 2013; Yavuz, 2014; Biçer, 2019). Ekim sırasında 6x5 (NxP) kg/da olacak şekilde gübreleme yapılmıştır (Yavuz, 2014; Kara ve Telli, 2016; Hulihalli and Kumar, 2018). Bitkiler 10-15 cm boylandığı dönemde çapalamak suretiyle yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Haziran ayından başlamak suretiyle her iki yılda da sulama yapılmış, ot denemesi 2 defa sulanmış, tohum denemesine ise 4 defa su verilmiştir.

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parseller 3 m uzunluğunda 3'er sıradan oluşmuş ve parsel arası boşluk bırakılmadan bitişik ekilmiştir. Denemenin son sıralarının yanına ilave sıralar ekilerek kenar tesiri oluşturulmuştur. Hasat esnasında başlardan 0.5 m'lik kısımlar atılarak her parselde 3'er sıra (3 sıra x 0.25 m x 2 m = 1.5 m²) hasat edilmiştir. Hasatlar her iki yılda da ot için Haziran ayının sonu ile Temmuz ayının ilk haftasında, tohum için Temmuz ayı sonu ile Ağustos ayının başında yapılmıştır. Ot ve tohum üretim denemelerinde 3 farklı gelişme döneminde hasat yapılmıştır. Ot için I. Çiçeklenme başlangıcı, II. %50 Çiçeklenme ve III. Tam çiçeklenme dönemleri ele alınmıştır. Tohum üretiminde ise I. Salkımlarda %50 olgunlaşma, II. Salkımlarda %75 olgunlaşma ve III. Salkımlarda %100 olgunlaşma dönemleri esas alınmıştır. Bu gelişme dönemleri parsellerdeki bitkilerin ve salkımların sürekli gözlenmesi ile belirlenmiştir. Biçimler orak kullanılarak toprak seviyesinden yapılmıştır.

Ot verim denemesinde 10 bitki boy ve yaprak oranını belirlemek için rastgele ayrılmış geriye kalanlar önce bir hafta açık havada, ardından 65 °C'ye ayarlı kurutma fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Her parselden alınan 10 bitki kök boğazından en uç kısmına kadar ölçülerek bitki boyu belirlenmiştir. Daha sonra bu

bitkilerin yaprakları kopararak ayrı ayrı kurutulmuş ve toplam bitki ağırlıklarına oranlanarak bitki başına % yaprak oranı belirlenmiştir. Kurutulan örnekler verimi belirlemek için tartılmış, daha sonra da analizler için öğütülmüştür. Öğütülen örneklerde HPO (ham protein), ADF (asit eriticilerde erimeyen lif), NDF (doğal eriticilerde erimeyen lif) oranları belirlenmiştir. Ham protein oranları Mikro Kjeldahl metoduyla Kacar ve İnal (2013)'a göre, ADF ve NDF analizleri ise ANKOM Fiber Analiz cihazında van Soest et al. (1991)'in belirttiği esaslara göre yapılmıştır.

Tohum verimi denemelerinde toprak seviyesinden biçilen bitkiler açık havada bir hafta kurutulduktan sonra 30 °C'ye ayarlı kurutma fırınında 24 tutularak tartılmıştır. Elde edilen verilerle tohum verimi ve hasat indeksi belirlenmiştir. Her parselden 4 x 100 adet tohum sayılarak tartılmış, 1000-tane ağırlıkları belirlenmiştir (Sağsöz, 1995).

Ölçüm ve analizlerden elde edilen veriler SAS paket programı yardımıyla şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan ortalamalar arasındaki

farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre karşılaştırılıp gruplandırılmıştır (Yıldız ve Bircan, 1991).

Araştırmanın yürütüldüğü Erzurum ilinin 2018 ve 2019 yılları deneme aylarındaki toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü yıllar farklı yağış ve sıcaklık değerlerine sahip olmuştur. Özellikle aylık yağış yönünden iki yıl arasında bütün aylarda farklılık görülmektedir. 2018 yılı uzun yıllar ortalaması ve 2019 yılına göre oldukça yağışlı bir yıl olmuştur. Uzun yıllar ortalaması 4 aylık periyotta 160.0 mm yağış alırken 2018 yılı 236.0 mm ile daha yağışlı, 2019 yılı ise 102.0 mm ile daha kurak bir yıl olmuştur. 2019 yılı kurak olduğu gibi 17.3 °C ortalama sıcaklık değeri ile hem 2018 yılından hem de uzun yıllar ortalamasından sıcak geçmiştir.

Deneme arazisi toprakları kumlu-tınlı yapıda olup, pH'sı nötr, organik maddece fakir, bitkilere yararlı fosforca orta ve potasyumca zengin durumdadır. Topraklar tuzsuz olup, kireç bakımından az kireçli sınıfa dâhildirler.

Çizelge 1. Erzurum ilinin 2018 ve 2019 yılı ile uzun yıllar ortalaması (UYO, 1930-2018)'na ait yağış ve sıcaklık değerleri

Table 1. *Precipitation and temperature values of Erzurum province in 2018 and 2019 and the average of long years (LTA, 1930-2018)*

Aylar	Toplam Yağış (mm)			Ortalama Sıcaklık (°C)		
	2018	2019	UYO	2018	2019	UYO
Mayıs	73.5	63.8	70.3	10.9	12.0	10.7
Haziran	74.3	23.6	47.2	15.5	17.8	14.9
Temmuz	43.0	3.0	25.9	21.3	19.0	19.4
Ağustos	45.2	11.6	16.6	20.1	20.2	19.3
Top./Ortalama	236.0	102.0	160.0	16.7	17.3	16.1

¹Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü verilerinden alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki boyu, yaprak oranı, kuru madde verimi

Karabuğdayda biçim zamanının bitki boyuna etkisi önemli olmamıştır. (Çizelge 2). Çiçeklenme başlangıcında biçilen bitkilerin boyu 46.2 cm olarak ölçülürken, %50 çiçeklenme döneminde önemli bir artışla 52.7 cm ve tam çiçeklenme döneminde 57.9 cm'ye ulaşmıştır. Yarı ve tam çiçeklenme dönemlerinin bitki boyları arasındaki farklılık önemli değildir. Genellikle bitkilerde çiçeklenme dönemine kadar hızlı bir boy artışı meydana gelir. Çiçeklenmesi eş zamanlı olan bitkilerde çiçeklenme ile birlikte boy uzaması durmaktadır. Fakat karabuğday gibi çiçeklenmeden sonra da büyümesi devam eden türlerde (Radices and Mikohazi, 2010) boy uzaması devam eder. Fakat generatif döneme geçen bitkilerde

bu boy uzaması çok hızlı değildir. Benzer olarak Polat (2019), çiçeklenme öncesinde 21.2 cm olan bitki boyunu tam çiçeklenmede önemli artışla 37.9 cm olarak belirlemiştir. Güzelsarı ve Kan (2016), ekim zamanına bağlı olarak bitki boyunu 46.1-95.9 cm, Kara ve Gürbüzler (2018), 40.5-65.9 cm olarak belirlemişlerdir.

Bitkilerde yaprak oranları biçim zamanının ilerlemesi ile artış göstermiştir (Çizelge 2). Çiçeklenme başlangıcında %35.0 olan yapraklılık yarı ve tam çiçeklenmede sırasıyla %43.9 ve %44.5 olarak bulunmuştur. Son iki biçim dönemi arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli değildir. Bitkilerde yaprak oranı genel olarak olgunlaşmanın ilerlemesi ile birlikte azalma eğilimindedir. Çünkü gelişme dönemi ilerledikçe sapsal kalımlaşmakta ve

bitki dokularını oluşturan hücrelerin çeperlerindeki yapısal maddeler artış göstermektedir (Tan, 2018). Fakat karabuğdayda bitkiye has özel bir durum görülmekte, gelişme dönemi ilerledikçe büyük ve geniş yaprakların üretimi devam etmektedir. Sapın

ince olması nedeniyle gelişme dönemi ilerlese de otun içerisindeki yaprak miktarı daha fazla artış göstermektedir. Özyiğit ve Bilgen (2006)'de bazı bitkilerde benzer sonuçlara işaret etmişlerdir.

Çizelge 2. Farklı dönemlerde biçilen karabuğdayın bitki boyu, yaprak oranı ve kuru madde verimi
Table 2. Plant height, leaf ratio and dry matter yield of buckwheat harvested in different periods

Biçim Zamanı	Bitki Boyu (cm)	Yaprak Oranı (%)	Kuru Madde Verimi (kg/da)
Çiçeklenme Baş.	46.1 B	35.0 B	307.0 C
%50 Çiçeklenme	52.7 A	43.9 A	380.7 B
Tam Çiçeklenme	57.9 A	44.5 A	478.4 A
Yıllar			
2018	53.3	37.5 B	416.9 A
2019	51.2	44.7 A	360.5 B
Ortalama	52.3	41.1	388.7
<i>F-Test</i>			
Biçim Zamanı	**	**	**
Yıl	öd	**	**
B. Zamanı x Yıl	öd	öd	öd

*, **: sırasıyla %0.05 ve 0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Araştırmada çiçeklenme başlangıcı, yarı çiçeklenme ve tam çiçeklenme dönemlerinde belirlenen kuru madde verimleri sırasıyla 307.0 kg/da, 380.7 kg/da ve 478.4 kg/da olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Her bir dönemin verimi arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gelişme döneminin ilerlemesi bitkilerin daha fazla üretim yapması anlamına geldiği için verim artışı beklenen bir sonuçtur. En yüksek bitki boyu ve yaprak oranının tam çiçeklenme döneminde belirlendiği göz önüne alınırsa, bitkilerdeki kuru madde üretiminin son döneme kadar devam ettiği ortaya çıkmaktadır. Kara (2014)'da gelişme dönemine bağlı olarak benzer sonuçları ifade etmiş, kuru ot veriminin 135 kg/da'dan 854 kg/da'a yükseldiğini belirlemiştir. Polat (2019), karabuğdayda kuru madde üretiminin tohum olgunlaştırma dönemine kadar devam ettiğini bildirmektedir.

Karabuğdayda yıllara bağlı olarak bitki boyu önemli değişim göstermezken yaprak oranı ve kuru madde verimi önemli seviyede değişmiştir (Çizelge 2). 2018 yılında bitkilerde yaprak oranı daha düşük, kuru madde verimi ise daha yüksek olmuştur. Bu durum 2018 yılının 2019 ve uzun yıllar ortalamasına göre çok daha fazla yağışlı geçmesinden kaynaklanmış olabilir. Her ne kadar araştırma sulu şartlarda yürütülmüş olsa da yüksek yağış ortamın diğer şartlarını da etkilemekte, bitkilerin daha iyi gelişmesine ve kuru madde üretiminin artmasına sebep olmaktadır.

Ham protein, ADF ve NDF oranları

Karabuğdayda biçim zamanının ilerlemesiyle birlikte ham protein oranı önemli seviyede düşmüş, buna karşılık ADF ve NDF oranları hızla yükselmiştir (Çizelge 3). Çiçeklenme başlangıcı, yarı çiçeklenme ve tam çiçeklenmede sırasıyla ham protein oranları %15.07, 11.64 ve 10.04; ADF oranları %22.50, 24.90 ve 29.66 ve NDF oranları %41.73, 45.68 ve 47.02 olarak belirlenmiştir. Bitkilerinde biçim çağı geciktirildikçe hücre duvarları kalınlaşmakta ve yapısal maddelerin miktarında artış olmaktadır (Tan, 2018). Bu da ham protein oranının azalmasına buna karşılık ADF ve NDF gibi lifli dokuyu temsil eden bileşenlerin artmasına yol açar. Bitkilerin erken gelişme dönemlerinde saplar, yapraklara yakın besin maddesi içerirler, olgunlaşma ilerledikçe sapın besleme değeri yapraklara göre daha hızlı azalır (Özyiğit ve Bilgen, 2006). Sürmen ve Kara (2017), karabuğdayda benzer olarak %50 çiçeklenmeden tam çiçeklenmeye gecikme ile ham protein oranının %15.89'dan %13.56'ya düştüğünü, buna karşılık ADF oranının %28.04'ten %35.82'ye; NDF oranının ise %31.83'ten %40.66'ya yükseldiğini belirlemiştir.

Karabuğday otunun besin değeri özellikleri yıllar arasında önemli değişim göstermiştir (Çizelge 3). Özellikle ham protein oranı ve NDF oranlarındaki yıllara bağlı olarak ortaya çıkan değişimler oldukça fazladır. Ham protein oranı ikinci yıl olan 2019'da daha yüksek ADF ve NDF oranları ise ilk yılda (2018) daha yüksek bulunmuştur. Ham protein oranı

ile lifli fraksiyonu ifade eden ADF ve NDF oranları birbirilerine ters orantılı değişim gösterirler (Kara ve Yüksel, 2014; Sürmen ve Kara, 2017; Tan vd., 2019). Yıllar arasındaki iklim özelliklerinin farklılığı bu sonucu doğurmuştur. Bitkilerde gelişmenin daha iyi olduğu, yapısal maddelerin daha çok üretildiği ve buna bağlı olarak kuru madde veriminin daha fazla

olduğu 2018 yılında (Çizelge 2) ADF ve NDF oranları daha yüksek olmuştur. Buna karşılık bitkilerin ot veriminin daha düşük olduğu ve daha fazla yaprak oranına sahip olduğu 2019 yılında (Çizelge 2) ham protein oranları daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3. Farklı dönemlerde biçilen karabuğdayın ham protein, ADF ve NDF oranları

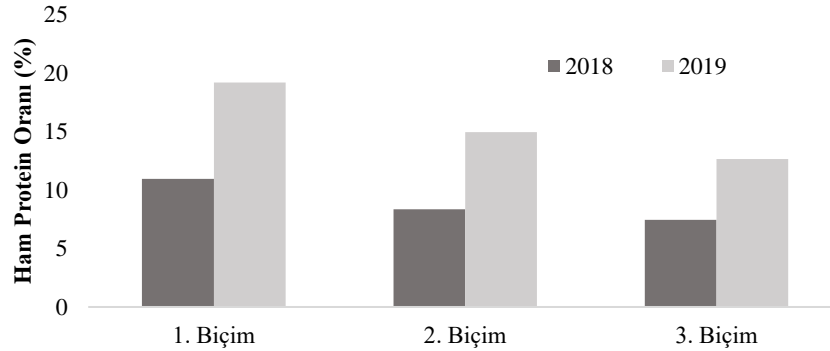
Table 3. Crude protein, ADF and NDF ratios of buckwheat harvested in different periods

Biçim Zamanı	Ham protein Oranı (%)	ADF Oranı (%)	NDF Oranı (%)
Çiçeklenme Baş.	15.07 A	22.50 C	41.73 B
%50 Çiçeklenme	11.64 B	24.90 B	45.68 A
Tam Çiçeklenme	10.04 C	29.66 A	47.02 A
Yıllar			
2018	8.91 B	26.67 A	50.88 A
2019	15.58 A	24.70 B	38.73 B
Ortalama	12.25	25.69	44.81
<i>F-Test</i>			
Biçim Zamanı	**	**	**
Yıl	**	**	**
B. Zamanı x Yıl	*	öd	öd

*, **: sırasıyla %0.05 ve 0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Biçim zamanı x yıl interaksyonu ham protein oranında önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu sonuç biçim zamanlarının yıllara göre farklı sonuçlar ortaya çıkardığını göstermektedir (Şekil 1). Daha fazla yağış

alan 2018 yılında özellikle ilerleyen biçim dönemlerinde ham protein oranı azalışı daha belirgin gerçekleşmiştir.



Şekil 1. Karabuğdayın ham protein oranında biçim zamanı x yıl interaksyonu

Figure 1. Harvest time x year interaction of buckwheat crude protein ratio

Tohum verimi, 1000-tane ağırlığı, hasat indeksi

Farklı zamanlarda biçilen karabuğdayın tohum verimi hasat zamanına göre önemli değişim göstermiş, biçim zamanı geciktikçe tohum verimi sırasıyla 115.6 kg/da, 132.7 kg/da ve 162.9 kg/da olarak artmıştır (Çizelge 4). Yüzde 50 ve %75 olgunlaşma dönemlerinin verimleri istatistiksel olarak benzer olurken, %100 olgunlaşma döneminin verimi diğerlerinden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Bu durum çiçeklenmesi ve

olgunlaşması eş zamanlı olmayan karabuğdayda salkımlardaki tohumlar tamamen olgunlaşana kadar beklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Campbel (1997), indeterminate çiçek yapısına sahip olan karabuğdayın tohum olgunlaştırma süresinin uzun olduğunu bildirmektedir. Karabuğdayda tohum verimini Biçer (2019), 51-135 kg/da, Güzelsarı ve Kan (2016), 42-115 kg/da, Kara ve Gürbüz (2018), 52-145 kg/da olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4. Farklı zamanlarda biçilen karabuğdayın tohum verimi, hasat indeksi ve 1000-tane ağırlığı
Table 4. Seed yield, harvest index and 1000-grain weight of buckwheat harvested at different time

Biçim Zamanı	Tohum Verimi (kg/da)	1000 Tane Ağırlığı (g)	Hasat İndeksi (%)
%50 Olgunlaşma	115.6 B	24.2	27.8
%75 Olgunlaşma	132.7 B	24.0	29.4
%100 Olgunlaşma	162.9 A	24.1	31.9
Yıllar			
2018	141.4	25.9 A	27.8
2019	132.7	22.3 B	31.7
Ortalama	137.1	24.1	29.7
F-Test			
Biçim Zamanı	**	öd	öd
Yıl	öd	**	öd
B. Zamanı x Yıl	öd	öd	öd

Büyük harfle işaretlenen ortalamalar %1’de önemli, öd: önemli değildir.

Hasat zamanına bağlı olarak 1000-tane ağırlıkları arasında istatistiksel olarak fark çıkmamış, biçim zamanlarında sırasıyla 24.2 g, 24.0 g ve 24.1 g olarak tespit edilmiştir. Hasat indeksi ise ilk hasat zamanında %27.8 olarak belirlenmiş, hasat zamanı geciktikçe %29.4 ve %31.9 olarak artış göstermiştir. Ancak bu artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buna karşın hasat zamanının gecikmesi tohum verimini artırdığı için hasat indeksi de yükselmiş gözükmemektedir. Yapılan çalışmalarda karabuğdayın 1000-tane ağırlığı 17.4-30.1 g (Gubbels and Campbell, 1986; Güzelsarı ve Kan, 2016; Kara ve Gürbüzler, 2018; Biçer, 2019), hasat indeksi %24.5-38.4 (Inamullah et al., 2012; Hulihalli and Kumar, 2018) olarak bulunmuştur.

Yıllar karabuğdayın tohum verimi ve hasat indeksine önemli etki yapmazken, 1000-tane ağırlığı üzerinde önemli olmuştur. 2018 yılında 25.9 g olan 1000-tane ağırlığı 2019 yılında 22.3 g’ a düşmüştür. Araştırmada bitki boyu, kuru madde verimi ve tohum veriminin 2018 yılında daha fazla olması bitkilerin daha kuvvetli geliştiğini göstermektedir. Bu durum 1000-tane ağırlığına da yansımış ve ilk yıl tane ağırlıkları daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma sonucuna göre, karabuğdayın Erzurum şartlarında rahatlıkla yetiştirilebileceği belirlenmiştir. Hayvancılığın önemli olduğu ve kış döneminin uzun sürdüğü bölge şartlarında bu bitkiden kaba yem üretimi için faydalanmak mümkündür. Bitkinin önemli özelliklerinden birisi yüksek rakımlı bölgelerde kısa sürede gelişmesi ve ürün vermesidir. Yine bu bitki tohumu için yetiştirilerek bölgede tarım arazilerinde alternatif bir ürün olarak münavebe sistemlerinde yer alabilir. Erzurum sulu şartlarında karabuğday 478.4 kg/da

kuru ot verimi ve 162.9 kg/da tohum verimine ulaşabilmektedir. Bu verimlerin alınması için ot biçimlerinin tam çiçeklenme döneminde, tohum hasatlarının ise tam olgunlaşma döneminde yapılması gerekmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

Yazarlar, bu makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

KAYNAKLAR

- Acar, R., 2009. Karabuğday (köşeli buğday)’ın tarımı. Konya Ticaret Borsası Derg., 11 (31): 30-37.
- Acar, R., Güneş, A., Gumadov, N., Topal, İ., 2011. Farklı bitki sıklıklarının karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Derg., 25 (3): 47-51.
- Akçura, S., 2013. Çanakkale Koşullarında Karabuğdayda Farklı Ekim Sıklığı ve Sıra Arası Mesafesinin Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Fen Bilimleri Enst., Y. Lisans Tezi, Çanakkale, 49 s.
- Biçer, A., 2019. İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Karabuğday’da (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Organik Gübre Dozlarının Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Siirt Üniv. Fen Bilimleri Enst. Y. Lisans Tezi, Siirt, 49 s.
- Campbell, C.G., 1983. Manor buckwheat. Canadian J. Plant Sci., 63: 1053-1054.
- Campbell, C.G., 1997. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) promoting the

- conservation and use of underutilized and neglected crops. 19. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/Int. Plant Genetic Res. Inst., Rome, Italy.
- Gubbels, G.H., Campbell, C.G., 1986. Effect of seeding rate on height, yield and quality of large-seeded and semi dwarf buckwheat genotypes. *Can. J. Plant Sci.*, 66: 61-66.
- Güzelsarı, U., Kan, Y., 2016. Karaman ekolojik şartlarında ikinci ürün olarak yetiştirilen karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) agronomik ve kalite özelliklerinin araştırılması. *Selçuk Tarım Bilimleri Derg.*, 3 (2): 200-204.
- Hayit, F., Gül, H., 2015. Karabuğdayın sağlık açısından önemi ve unlu mamullerde kullanımı. *Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 29 (1): 123-131.
- Hulihalli, M.U.K, Kumar, B.N.A., 2018. Production potential of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) as influenced by genotypes and fertilizer levels in Northern Transition Zone of Karnataka, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 7 (9): 537-545.
- Inamullah, S.G., Ayub, M., Khan, A.A., Anwar, S., Khan, S.A., 2012. Response of common buckwheat to nitrogen and phosphorus fertilization. *Sarhad J. Agric.*, 28: 171-178.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayıncılık, No: 1241, Ankara, 912 s.
- Kara, B., Telli, M., 2016. Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) fosfor kullanım etkinliği. *Derim*, 33 (2): 327-336.
- Kara, N., 2014. Yield and mineral nutrition content of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): The effect of harvest times. *SDÜ Ziraat Fakültesi Derg.*, 9 (1): 85-94.
- Kara, N., Gürbüzler, G., 2018. Karabuğdayın yazlık olarak Isparta doğal yağış koşullarında farklı ekim zamanlarında yetiştirilme olanaklarının araştırılması. *Türk Tarım-Gıda ve Teknoloji Derg.*, 6 (1): 46-50.
- Kara, N., Yüksel, O., 2014. Karabuğdayı hayvan yemi olarak kullanabilir miyiz? *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Derg.*, 1 (3): 295-300.
- Karafaki, R., 2017. Samsun Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Önemli Tarımsal Özellikleri ile Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniv. Fen Bilimleri Enst.*, Y. Lisans Tezi, Samsun, 54 s.
- Keleş, G., Ateş, S., Güneş, A., Halıcı, İ., 2012. Kimyasal ve biyolojik silaj katkıları ile silolanmış karabuğday silajının fermantasyon özellikleri. *Uluslararası Türk ve Akraba Topuluklar Zootekni Kongresi Bildirileri*, 11-13 Eylül 2012, Isparta, s: 281-285.
- Özyiğit, Y., Bilgen, M., 2006. Bazı baklagil yem bitkilerinde farklı biçim dönemlerinin bazı kalite faktörleri üzerine etkisi. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fakültesi Derg.*, 19 (1): 29-34.
- Polat, H.İ., 2019. Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim ve Kalite Değerlerinin Araştırılması. *Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enst.*, Y. Lisans Tezi, Konya, 44 s.
- Radices, L., Mikohazi, D., 2010. Principles of common buckwheat production. *The European J. Plant Sci. and Biot.*, 4: 57-63.
- Sağsöz, S., 1995. Tohumluk Bilimi. Atatürk Üniv. Yay. No 677, Ziraat Fak. Yay. No: 302, Ders Kitabı Serisi No: 54, Erzurum, 299 s.
- Sürmen, M., Kara, E., 2017. Yield and quality features of buckwheat-soybean mixtures in organic agricultural conditions. *Turkish J. Agric.-Food Sci. and Tech.*, 5 (13): 1732-1736.
- Tan, M., 2018. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Yay. No: 256, Erzurum, 356 s.
- Tan, M., Severoğlu, S., Yazıcı, A., 2019. Çayır ve meralarda yetişen bazı baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin besleme değerlerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Derg.*, 9 (3): 1776-1784.
- van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74: 3583-3597.
- Yavuz, H., 2014. Aydın Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Sıklığının Karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. *Adnan Menderes Üniv. Fen Bilimleri Enst.*, Y. Lisans Tezi, Aydın, 67 s.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1991. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniv. Yay. No: 697, Ziraat Fak. Yay. No: 305, Ders Kitapları Serisi No: 57, Erzurum, 277 s.
- Yıldız, N., Yalçın, E., 2013. Karabuğdayın (buckwheat) kimyasal, besinsel ve teknolojik özellikleri. *Gıda*, 38 (6): 383-390.



Domates Üreten İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri: Iğdır İli Örneği*

Köksal KARADAŞ^{1,**,a} Fatih GÜLER^{2,b}

¹Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Iğdır, Türkiye

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İdari İşler Daire Başkanlığı, Van, Türkiye

**Sorumlu yazar e-mail: kkaradas2002@gmail.com

doi: 10.17097/ataunizfd.732718

Geliş Tarihi (Received): 05.05.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 07.12.2020 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: Bu çalışmanın amacı Iğdır ilinde domates üreten işletmelerin demografik özellikleri, domates üretim faaliyeti ile ilgili problemleri ve çözüm önerilerini belirlemektir. Çalışmada kullanılan veriler Basit Tesadüfî Örnekleme Yöntemi ile belirlenen 105 üreticiden anket yöntemi ile elde edilmiştir. Araştırmaya göre üreticilerin yaş ortalaması 52 ve domates üretim tecrübeleri 18 yıl olarak belirlenirken ortalama nüfusun Erkek İş Birimi (EİB) cinsinden değeri 4.28 olarak bulunmuştur. Üreticilerin %73.3'ü ilkököl ve ortaokul düzeyinde eğitime sahip olup yalnızca tarımsal üretimden gelir sağlamaktadırlar ve ortalama arazi varlığı 24.71 da olarak belirlenmiştir. Üreticiler 6.07 da'lık alanda 33 110 kg domates üretmiş, dekadardan 5 454 kg ürün elde etmiş ve 1 kg domatesi 0.29 \$'a satmışlardır. Üreticilerin %70'i ürünlerini tarlada ve yol kenarında satılmaktadırlar. Üreticilerin önemli problemleri arasında girdi fiyatlarının yüksek ürün fiyatının düşük olması ve pazarlama sorunları gelirken çözüm önerileri arasında çok amaçlı tarım kooperatiflerinin kurulması, yeterli derecede girdi desteği verilmesi ve yetiştirme teknikleri konusunda eğitimler düzenlenmesi gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Demografik özellikler, Domates üretimi, Üretici sorunları, Iğdır

Socio-Economic Characteristics of Farms Producing Tomatoes: The Case of Iğdır Province

ABSTRACT: The purpose of this study is to determine the demographic characteristics, problems related to tomato production activities and solution suggestions of the farmers producing tomatoes in Iğdır Province. The data used in the study were obtained from 105 producers determined by the Simple Random Sampling Method by the survey method. According to the research, the average age of the producers was 52 and 18 years of tomato production, while average population of the farms in terms of Male Work Unit (MWU) is 4.28. 73.3% of the farmers had education at primary and secondary levels, and they earned income only from agricultural production, and the average land assets were determined as 24.71 decares. The producers produced 33 110 kg of tomatoes in an area of 6.07 da, obtained 5 454 kg of product from the decare and sold 1 kg of tomatoes for \$ 0.29. 70% of producers sells their products on the road and in the field. Significant problems of the farmers include are the high input prices and the low product prices and sales problems. Among the solution proposals are the establishment of multipurpose agricultural cooperatives, the provision of adequate input support, and the training of growing techniques.

Keywords: Demographic characteristics, Tomato production, Producer problems, Iğdır

GİRİŞ

Tarımsal üretimde verim artışı için kullanılan girdilere bağlı olarak sağlık sorunlarının ortaya çıkması, dengeli ve sağlıklı beslenme için insanları sağlıklı ürün yönünden tercih yapmaya zorlamıştır. Bu bağlamda insanlar besin tüketirken ürünleri birtakım vitamin, mineral maddeler ve antioksidan özellikleri ile de değerlendirmeye başlamışlardır (Durmus vd., 2018). Tüketim miktarı bakımından

dünyanın en önemli sebzesi konumunda olan domates gerek besin içeriği ve gerekse sağlık açısından öne çıkmaktadır (Tatar ve Pirinç, 2017). Domatesin içeriğindeki likopenin dolayı kanseri önlemesinin yanı sıra, prostat, karaciğer yağlanması önlenmesi, kardiyovasküler ve bazı kronik hastalıklar gibi birçok rahatsızlığa iyi geldiği bilinmektedir (Tapiero et al., 2004; Muratore et al.,

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Karadaş, K., Güler, F., 2021. Domates Üreten İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri: Iğdır İli Örneği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 27-35. doi: 10.17097/ataunizfd.732718

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1176-3313> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4550-634X>

*Bu makale Fatih GÜLER'in Yüksek Lisans Tezi'nden üretilmiştir.



2008; Navarro-González et al., 2018). Domates taze veya işlenmiş olarak tüketilebileceği gibi kurutulmuş ve doğranmış hali yanında salça, konserve, meyve suyu vb. şekillerde de tüketilebilmektedir ve bu durum domatesin domatesin değerini yıldan yıla artırmıştır (Keskin ve Gül, 2004; Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014; Ertürk ve Çirka, 2015). Tarım üreticisine istihdam olanağı sağlayan domates aynı zamanda ihracat yolu ile üretici ülkelerin döviz girdisi elde etmelerine olanak tanımaktadır. 2018

yılında dünyada en fazla domates üreten ülke Çin olup (61 631 581 ton), Dünya domates üretiminin %33.82'sini karşılarken Türkiye ise (12 150 000 ton) %6.67'sini karşılamaktadır (FAO, 2018; Çizelge 1). Dünya domates veriminde öne çıkan ülkeler değerlendirildiğinde Hollanda (50 895 kg/da) ilk sırada yer alırken, Belçika (46 862 kg/da) ve İsveç (45 575 kg/da) ikinci ve üçüncü sırada yer almakta olup Türkiye ise (6 887 kg/da) otuz üçüncü sırada yer almaktadır.

Çizelge 1. 2018 yılı dünya domates üretim ve veriminde öne çıkan ülkeler (FAO, 2018)

Table 1. Prominent countries in world tomato production and yield in 2018

Sıralama	Ülkeler	Üretim Miktarı (ton)	Sıralama	Ülkeler	Verim (kg/da)
1	Çin	61 631 581	1	Hollanda	50 895
2	Hindistan	19 377 000	2	Belçika	46 862
3	Amerika	12 612 139	3	İsveç	45 575
4	Türkiye	12 150 000	4	Finlandiya	38 926
5	Mısır	6 624 733	5	Danimarka	37 932
6	İran	6 577 109	6	İngiltere	36 355
7	İtalya	5 798 103	7	Norveç	33 776
8	İspanya	4 768 595	8	İrlanda	32 500
9	Meksika	4 559 375	9	İzlanda	30 325
10	Brezilya	4 110 242	33	Türkiye	6 887

2018 yılında dünyada 47 62 457 ha alanda 182 256 458 ton domates üretilip dekara 3 827 kg verim alınırken (FAO, 2018), 2019 yılı Türkiye'de sofralık olarak 119 177 ha alanda, 8 836 055 ton domates

üretimi ve dekara 7 414 kg verim alınmış, salçalık olarak ise 54 244 ha alanda 4 005 935 ton domates üretilmiş olup dekara 7358 kg/da verim elde edilmiştir (TÜİK, 2019).

Çizelge 2. 2019- yılı Türkiye domates ekim alanı, üretim ve veriminde öne çıkan iller (TÜİK, 2019)

Table 2. Prominent provinces in Turkey tomato cultivation area, production and yield in 2019

İller	Ekim Alanı (da)	İller	Üretim Miktarı (ton)	İller	Verim (kg/da)
Antalya	195 766	Antalya	2 523 730	Antalya	12 892
Mersin	98 769	Mersin	1 039 286	Muğla	11 352
Muğla	61 682	Muğla	700 232	Burdur	10 936
Çanakkale	54 070	Çanakkale	397 003	Mersin	10 522
Bursa	45 597	Tokat	353 077	Ağrı	10 093
Tokat	45 360	Bursa	339 249	Amasya	9 634
Konya	36 237	İzmir	200 498	Tokat	7 784
Şanlıurfa	36 100	Adana	194 073	Bursa	7 440
Adana	34 086	Konya	191 245	Çanakkale	7 342
Iğdır (34)	9 178	Iğdır (35)	33 732	Iğdır (52)	3 675

Türkiye domates ekim alanı, üretim ve veriminde ilk sırayı Antalya alırken Mersin ve Muğla ikinci ve üçüncü sırayı almakta Iğdır ise ekim alanında otuz dördüncü üretimde otuz beşinci ve verimde ise elli ikinci sırada yer almaktadır (Çizelge 2).

Türkiye'nin en doğusunda yer alan Iğdır, İli 39° 38' - 44° 03' kuzey enlemleri ile 44° 49' - 45° 31' doğu boylamları arasında bulunmakta olup, kuzeydoğu sınırında Aras nehri ve bu nehrin yatağı

boyunca geçen Ermenistan, güney doğusunda ve doğusunda Nahçıvan ve İran, güneyde Ağrı ili, batı ve kuzeybatısında Kars ili yer almaktadır. Iğdır mikro klima özelliği gösteren en alçak ve yüzölçümü en geniş olan ovalarından biri olan Iğdır Ovası'na sahip olup Haziran-Ağustos ayları arasında 23-26 °C ortalama sıcaklığa sahiptir (Kibar vd., 2014). Domates yetiştiriciliğinde en iyi gelişim için gerekli sıcaklıklar 15-28 °C arasındadır (Anonim, 2020). 2016 yılında Iğdır'da 16 804 dekar alanda 58 763 ton

ürün elde edilmiş ve dekara 3 470 kg verim alınmıştır. Domates üretimi, ekonomik analizi, üretici sorunları konularında yapılan çalışmalar olmakla birlikte (Engindeniz, 2007; Çetin ve Vardar, 2008; Keskin vd., 2010; Engindeniz, 2010) mikro klima özelliğe ve domates yetiştiriciliği için uygun sıcaklıklara sahip ve Türkiye domates veriminin yarısı kadar olan Iğdır ilinde verim düşüklüğünün sebeplerinin araştırılması, bölge domates üreticilerinin demografik özellikleri ile domates üretimi ile ilgili sorunların ve çözüm yollarının belirlenmesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmanın ana materyalini Iğdır ilinde domates üreten 105 çiftçi ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluştururken konu ile ilgili araştırma ve incelemelerden, yerli ve yabancı yayınlardan, kamu kurum ve kuruluşların kayıtları ve istatistikî verilerinden de yararlanılmıştır.

Metot

Örnek işletmelerin belirlenmesinde uygulanan metot

Araştırma alanı olarak, Iğdır ilinin toplam domates yetiştiren işletme sayısının %98'ini ve domates üretim alanının %94'ünü oluşturan Merkez ve Karakoyunlu ilçeleri "Gayeli Örneklem Yöntemi" ile seçilmiştir. Iğdır Merkez ve Karakoyunlu Gıda Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüklerinin domates üretimi yapan çiftçilerin domates üretim alan miktarlarını gösteren kayıtlar

Çizelge 3. İlçelere göre anket sayıları

Table 3. Number of surveys by district

İlçe	İşletme sayısı	Örnek sayısı	%
Merkez	239	55	52.4
Karakoyunlu	217	50	47.6
Toplam	456	105	100

Verilerin analizinde uygulanan metot

Anket yoluyla ve çeşitli kurumların resmi kayıtlarından yararlanılarak elde edilen bilgiler Excel hesap tablosu programı yardımıyla düzenlenerek analize hazır hale getirilmiş ve SPSS paket programına aktarıldıktan sonra gerekli analizler yapılmıştır.

Yapılan anketlerde ilk olarak işletmelerin sosyo-ekonomik yapıları içinde nüfus, eğitim, işgücü varlıkları incelenmiştir. Diğer bölümlerde işletmelerin arazi varlığı, arazi tasarruf şekilleri, üretim ile ilgili sorunlar ve çözüm önerilerine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

aldıktan sonra "Basit Tesadüfi Örneklem" yapılarak (Karadaş, 2000, Yamane, 2010) %90 güven düzeyi ve ortalamadan %10 sapmayla aşağıdaki formül yardımıyla örnek büyüklüğü 95 olarak hesaplanmıştır. Ancak yapılan anketlerde yeterli veri olmaması ihtimali düşünülerek anket sayısına %10 yedek anket eklenerek örnek hacmi 105'e çıkarılmış olup her iki ilçeye 5'er adet anket ilave edilmiştir (Çizelge 3). 2016 üretim dönemini kapsayan anketler domates hasadından sonra Temmuz-Ağustos aylarında yapılmıştır.

Anketler domates hasadından sonra Temmuz-Ağustos aylarında yapılmıştır.

$$n = \frac{NS^2}{(N-1)D^2 + S^2}$$

Burada;

n: Populasyonu temsil edecek işletme sayısını,

N: Populasyondaki toplam işletme sayısını (465),

S²: Populasyonun varyansını (33.17),

D: Düzeltme faktörünü ifade etmektedir.

Düzeltme faktörü (D) = (E/t)² formülünden elde edilmiş olup araştırmada t katsayısı %90 güven sınırları için 1.6445 olarak alınmıştır. E ise hata terimi olup (0.87), ilgili büyüklük grubu ortalamasının %10'udur.

$$n = \frac{465 \times 5.76^2}{(465 - 1)(0.87 / 1.6446)^2 + 5.76^2} = 94.78$$

Domates satış fiyatı \$ cinsinden hesaplanırken 2016 yılı ortalama dolar kuru 3.018 TL olarak alınmıştır (TCMB, 2019).

BULGULAR VE TARTIŞMA

İşletmelerde nüfus ve eğitim durumu

Domates üreten işletmelerin demografik özellikleri belirlenirken ilk olarak işletmelerin nüfus durumu incelenmiştir. Tarım işletmelerinde bulunan nüfus, yaş grubu ve dağılımı aile işgücünün belirlenmesinde önemlidir (Kızıloğlu, 1994; Peker ve Ayyıldız, 1996). Çalışma sonucunda işletmelerde ortalama 5.75 adet birey olduğu tespit edilmiş olup (EİB) cinsinden ise bu değer 4.28 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4). Terin ve Ateş (2010)

Van'da ortalama aile genişliğini 9.1 adet ve Şili ve Gündüz (2014) EİB cinsinden aile işgücünü

Samsun'da 3.92 adet, Bakıcı (2018) ise Iğdır'da 3.66 olarak tespit etmiştir.

Çizelge 4. İşletmelerde çalışabilir nüfusun yaş ve cinsiyete göre dağılışı

Table 4. Distribution of workable population by age and gender on the farms

	0-6 yaş çocuk	7-14 yaş çocuk	15-49 yaş kadın	15-49 yaş erkek	50-64 yaş kadın	50-65 yaş erkek	Toplam nüfus
Maksimum	4	5	4	6	2	1	22
Ortalama	0.26	0.94	1.16	2.19	0.54	0.66	5.75
%	4.47	16.34	20.16	38.07	9.38	11.29	100
EİB		0.47	0.87	2.19	0.27	0.48	4.28

İşgücünün asıl kaynağını oluşturan 15-49 yaş grubu işgücünün %50'nin üzerinde olması, incelenen işletmelerde aile işgücü potansiyelinin yüksek olduğunun bir göstergesidir (Çizelge 4).

Tarım işletmelerinde kaynak kullanım etkinliği ve işletme gelirini arttırmada çiftçinin eğitim düzeyi ile tecrübesi iki önemli etken olup modern tarımın gerektirdiği unsurlardan en önemlisi üretici çiftçinin eğitilmesi gelmektedir (Karagölge vd., 2013).

İşletmecilerin %73.3'ünün (n=77) ilkökul ve ortaokul düzeyinde eğitime sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 5). Daka (2010) Muğla üreticilerinin %67.69'unun ilkökul mezunu (öğrenim süresi 5 yıl) olduğunu, Oğur (2018) Iğdır'da üreticilerin %51.6'sının (n=65) ilkökul ve ortaokul düzeyinde eğitime sahip olduklarını belirlemiştir (Çizelge 5). Bu sonuç üreticilerin çoğunluğunun yetersiz eğitim düzeyine sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5. Üreticilerin eğitim durumları

Table 5. Training status of producers

Eğitim durumu	İşletmeci sayısı	%
Okuryazar Değil	3	2.9
Okuryazar	10	9.5
İlkokul Mezunu	46	43.8
Ortaokul Mezunu	31	29.5
Lise Mezunu	15	14.3
Toplam	105	100.00

İşletmecilerin yaşları ve işletme dışı geliri

Üreticiler 27-78 arasında olmak üzere ortalama 52 yaşındadırlar. Engindeniz ve Coşar (2013) üreticilerin yaş ortalamasını 48.04, Özger (2018) ise 51 olarak tespit etmiştir. İşletmecilerin %73.30'u (n=77) yalnızca tarımsal üretimden gelir sağlarken, %26.7'si (n=28) tarım dışı faaliyetlerden de gelir

sağlamakta ve tarımsal üretimi ana gelir kaynağı olarak görmektedirler. Üreticilerin ek gelir kaynakları değerlendirildiğinde %42.9'u (n=12) emekli, %25'i (n=7) işçi, %14.3'ü (n=4) şoför, %7.1'i (n=2) muhtar, %7.1'i (n=2) ticaret ve %3.6'sı (n=1) ise memur olduğu gözlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Ek geliri olan üreticilerin ek gelir kaynakları

Table 6. Additional income sources for producers with additional income

Gelir kaynağı	İşletmeci sayısı	%
Emekli	12	42.9
İşçi	7	25.0
Memur	1	3.6
Muhtar	2	7.1
Şoför	4	14.3
Ticaret	2	7.1
Toplam	28	100.00

28 işletmede domates üreticiliği dışında ortalama 464 \$ gelir elde edilirken 105 işletme ortalaması olarak 120 \$ işletme dışı gelir elde edildiği belirlenmiştir.

Üreticilerin arazi varlığı ve tasarruf şekli

Domates üreticiliği yapan 105 işletmenin %69.52'si (n=73) 2-200 da arasında ve ortalama 35.54 da mülk arazisine sahip olduğu, 56 işletmenin

ise 2-115 da arasında ve ortalama 16.28 kiraya veya ortağa tutulan araziye sahip oldukları tespit edilmiştir

(Çizelge 7). 105 işletme genelinde ise ortalama arazi varlığı 24.71 da'dır.

Çizelge 7. Üreticilerin arazi varlığı
Table 7. Producers land assets

Arazi Varlığı Dekar (da)	Mülk Arazi Varlığı		Kira/Ortağa Tutulan	
	İşletme Sayısı	%	İşletme Sayısı	%
1-50 da	58	79.45	48	85.71
51-100 da	10	13.70	6	10.71
101-150 da	3	4.11	2	3.58
151-200 da	2	2.74	-	-
Toplam	73	100	56	100

Çizelge 8. Üreticilerin mülkiyetlerindeki arazilerde ürettikleri ürünler
Table 8. Products produced by the producers on the land they own

Ürün cinsi	Alan (da)	Ürün (kg)	Verim (kg/da)	Satılanlar		İşletmede kullanılan (kg)
				Fiyat (\$)	Miktar (kg)	
Domates	6.07	33 110	5 454	0.29	32 871	239
Buğday	9.46	4 291	453	0.24	4 211	80
Arpa	2.60	772	297	0.21	652	119
Yonca	10.89	12 963	1 190	0.14	9 525	3438
Silajlık Mısır	3.26	12 360	3 791	0.04	7 600	4759
Dane Mısır	2.99	2 728	912	0.20	2 727	-
Biber	1.28	2 681	2 094	0.42	2 681	-
Patlıcan	1.00	2 895	2 895	0.28	2 895	-
Salatalık	0.85	2 848	3 350	0.33	2 848	-
Elma (Ağaç Sayısı)	25.29	2 121	84	0.14	2 121	-
Kayısı (Ağaç Sayısı)	12.10	836	69	0.33	836	-
Kavun	0.48	1 424	2 966	0.22	1 423	-

Bölgede üretilen ürünler ve çeşitleri, ekim alanları, verimleri, satış fiyatları, satılan ve işletmede kullanılan miktarları belirlenmiştir. Buna göre bölge tarım üreticileri domates dışında buğday, arpa, yonca mısır, biber, patlıcan, salatalık, elma, kayısı ve kavun üretmekte olup bu ürünlerin üretim ve kullanım durumları ile ilgili değerler Çizelge 8'de verilmiştir.

Tarım sigortası, toprak tahlili yaptırma durumu ve arazi kiralari

İşletmelerin %3.8'i (n=4) 331-629 \$/da arasında ve ortalama 513 \$/da sigorta prim ödemesi yaparak

tarım sigortası yaptırmışlardır. Üreticilerin %96.2'si (n=101) ise sigorta ücretlerini pahalı bulunması (%55.4) ve zarar tespiti yapan mühendislerin (ekspert) zarar tespit konusunda dikkatsizce ve üreticiyi zarara uğratan veriler sunmaları nedenleri ile (%44.6) tarım sigortası yaptırmadıklarını beyan etmişleridir (Çizelge 9). Özkan vd. (2011) üreticilerin %82.42'sinin sigorta primlerini yüksek bulduğundan dolayı tarım sigortası yaptırmadığını belirlemiştir.

Çizelge 9. Tarım sigortası yaptırmama sebepleri
Table 9. Reasons for not having agricultural insurance

Sigorta yaptırmama nedenleri	İşletme sayısı	%
Sigorta Prim Yüksekliği	56	55.40
Ekspert Raporlarına Güvensizlik	45	44.60

Diğer taraftan 6 üretici toprak tahlili yaptırırken 99 üretici toprak tahlili sonuçlarına güvenmeme nedeni ile toprak tahlili yaptırmamışlardır (Çizelge 9). Altıntaş vd. (2013) Tokat ilindeki üreticilerin

%20'sinin toprak tahlili yaptırdığını yaptığı belirtmektedirler. Bölgede 1 da sulu arazi kirasının 33-67 \$ arasında ve ortalama 44 \$ olarak tespit edilmiştir. Şili ve Gündüz (2014) Samsun'un Bafra

ilçesinde dekara arazi kirasını 175 TL olarak belirlemiştir.

Domates üretim alanı, verim düzeyi ve pazarlanması

Üreticiler 1-15 da arasında ortalama 6.06 da alanda domates üretmiş ve dekara 650-10 000 kg arasında ve ortalama 5 454 kg verim elde etmişlerdir

(Çizelge 10). Kiracı ve Karataş (2015) domates verimini 6 202-7 602 kg/da, Turhan ve Şeniz (2009) ise 9 266 kg/da olarak belirlemişlerdir.

Üreticilerin %45.7'si (n=48) mahsullerini tarlada satarken yalnızca %3.8'i (n=4) ürünlerini manav ve marketlerde pazarlamaktadırlar (Çizelge 11).

Çizelge 10. Domates üretim ve verim düzeyi
Table 10. Tomato production and yield level

	Ekim Yapılan Alan (da)	Elde Edilen Ürün Miktarı	Verim (kg/da)
En Az	1	6 400	650
En Çok	15	93 750	10 000
Ortalama	6.07	33 349	5 454

Çizelge 11. Üreticilerin domates satış yöntemleri
Table 11. Tomato sales methods of producers

Pazarlama şekli	İşletme sayısı	Oran %
Tarlada	48	45.7
Yol kenarı/Tarla	26	24.8
Sebze halinde	11	10.5
Yol kenarında	10	9.5
Komisyoncu	6	5.7
Manav/Market	4	3.8

Üreticilerin sorunları

Domates üretici sorunları ve % oranları Çizelge 12'de verilmiştir. Üreticilerin en önemli sorunları (%29.22) girdi fiyatlarının yüksek olması, (%15.28)

ürün fiyatının yetersiz olması, (%15.19) pazarlama sorunları), üretim konusunda yetersiz bilgi ve destek alamama ile hastalık ve zararlılar ile mücadele edememe gelmektedir (Çizelge 12).

Çizelge 12. Domates üreticilerinin sorunları
Table 12. Problems of tomato producers

Sorunlar	Cevap sayısı	(%)
Girdi fiyatlarının yüksekliği	31	29.22
Ürün fiyatının yetersiz olması	16	15.28
Pazarlama sorunları	16	15.19
Üretim konularında yetersiz bilgi ve destek alamama	11	10.83
Hastalık ve zararlılarla mücadele edememe	10	9.24
Sulama suyunun yetersizliği	7	7.10
Yetersiz destek ve kredi teminindeki zorluklar	5	4.97
Yetersiz arazi miktarı	4	4.09
Nükleer sızıntı	3	2.40
Altyapı sorunları	2	1.69

Engindeniz ve Öztürk Coşar (2013) domates üretiminde karşılaşılan en önemli sorunlar; sulama imkânlarının yetersizliği, girdi fiyatlarının yüksekliği, hastalıkların etkili olması ve doğal koşulların üretimi etkilemesi Kazak vd. (2018) ise fiyat belirsizliği, alıcının peşin ödeme yapmaması,

üretici birliğinin olmaması ve ürün kayıplarının olması geldiğini belirtmişlerdir.

Çözüm önerileri belirlenerek % önem düzeylerine göre sıralanmıştır (Çizelge 13). Üreticilerin domates yetiştirme ile ilgili sorunlarının çözümüne yönelik en önemli önerileri bölgedeki Üniversite ve Tarım ve Orman Bakanlığı Iğdır İl

Müdürlüğü uzmanlarınca yetiştirme teknikleri konusunda eğitici seminerler vermeleridir. Girdi fiyatlarının düşürülmesi ve destek şeklinde girdi

verilmesi ile pazarlama, kredi vb. konuları da içeren çok amaçlı kooperatiflerin kurulması diğer önemli çözüm önerileri arasında yer almaktadır.

Çizelge 13. Domates üreticilerinin sorunlara çözüm önerileri

Table 13. Solution suggestions of tomato producers

Öneri	Öneri sayısı	(%)
Yetiştirme teknikleri konusunda eğitim verilsin	28	27.03
Girdi fiyatlarının düşürülsün ve gerekirse girdiler üreticiye destek olarak verilsin	17	16.50
Çok amaçlı kooperatif kurulsun	13	12.38
Ürün fiyatının yükseltilmesine yönelik tedbirler alınsın	11	10.24
Kredi prosedürleri azaltılsın	7	6.40
Tarıma elverişli olan hazine arazileri sözleşmeli tarıma açılsın	6	5.83
Domates işleme fabrikalarının kurulması	6	5.41
Taban fiyat uygulamasına geçilsin	6	5.26
Sulama ücretleri DSİ tarafından düzenlensin ve ücretler DSİ'ye ödensin	4	4.27
Faizsiz kredi sağlansın	3	3.27
Sulama birlikleri kurak mevsimlere karşı su depoları oluştursun	1	1.42
Nükleer sızıntı karşısında çalışmalar yürütülsün	1	1.00
ÇKS yoluyla ödenen destekleme ücretleri kiracılara verilsin	1	1.00

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya domates üretiminde Çin ilk sırayı alırken Türkiye dördüncü sırada olup verim bakımından dünya ortalamasının iki katına yakın değer sahiptir. Türkiye’de ise ilk sırayı Antalya alırken Iğdır, üretimde otuz beşinci verimde ise Türkiye ortalamasının yarısına yakındır. Iğdır’da üreticiler ortalama 6.07 da alanda domates üretmiş ve dekara 5 454 kg ürün elde etmişlerdir. Her işletmede EİB cinsinden 4.28 adet işgücü bulunmakta olup üreticilerin %73.3’ü ilkökul ve ortaokul düzeyinde eğitime sahiptirler. Ortalama 52 yaşında olan üreticilerin %26.7’si işletme başı 464 \$ tarım dışı gelir sağlamış olup işletmeler ortalama 24.71 da araziye sahiptirler. 4 üretici tarım sigortası 6 üretici ise toprak tahlili yaptırmıştır. Üreticilerin %70.5’i ürünlerinin tarlada ve yol kenarında satmaktadırlar. En önemli üretici sorunları arasında girdi fiyatlarının yüksek olması, ürün fiyatının yetersiz olması ve pazarlama sorunları gelmektedir. Bölge domates üreticilerine yetiştirme teknikleri konusunda eğitim verilmesi, girdi desteğinin sağlanması ve özellikle ürünün bol olduğu dönemlerde ürün fiyatının üreticiyi zor durumda bırakacak kadar düşmesinin önüne geçmek için bölge illerde pazarlanması veya bölge ülkelere ihracat yapılması yanında ürün işleme olanaklarının araştırılması önerilebilir.

TEŞEKKÜR

Çalışmayı destekleyen Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

Bu çalışma Fatih GÜLER’in Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü’nde yapılan yüksek lisans tez konusundan üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Altıntaş, G., Altıntaş, A., Büyükbay, E.O., Yücer, A.A., 2013. İyi Tarım Uygulamalarının Sürdürülebilirliği: Tokat İli Örneği. III. Ulusal Toprak ve Su Kongresi, Tokat, s: 63.
- Anonim, 2020. E-fidancım. Tarlada Domates Yetiştiriciliği. <https://www.e-fidancim.com/Tarlada-Domates-Yetistiriciligi,DP-117.html> (Erişim tarihi: 8 Mart 2020).
- Bakıcı, C., 2018. Iğdır İlinde Süt Sığırcılığı Üretim Ekonomisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır, 52 s.
- Çetin, B., Vardar, A., 2008. An Economic Analysis of Energy Requirements and Input Costs for Tomato Production in Turkey, Renewable Energy, 33 (3): 428-433.

- Daka, K., 2010. Muğla İlinde İhracata Yönelik Domates Üretimi ve Pazarlaması Üzerine Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir. 42 s.
- Durmus, M., Yetkin, O., Abed, M.M., Haji, E.K., Akcay, K., 2018. Domates bitkisi, besin içeriği ve sağlık açısından değerlendirmesi. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 1 (2): 59-74.
- Engindeniz, S., 2007. Economic Analysis of Processing Tomato Growing: The Case Study of Torbali, West Turkey, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 5 (1): 7-15.
- Engindeniz, S., 2010. İzmir'de Kuraklığın Sofralık ve Salçalık Domates Üretimine Etkilerinin Ekonomik Analizi. Ziraat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayınları No:2010/2.
- Engindeniz, S., Öztürk Coşar, G., 2013. İzmir'de Domates üretiminin ekonomik ve teknik etkinlik analizi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 50 (1): 67-75.
- Ertürk, Y.E., Çirka, M., 2015. Türkiye'de ve Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi (KDAB)'nde domates üretimi ve pazarlaması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (1): 84-97.
- FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim Tarihi: 24 Şubat 2020).
- Karadaş, K., 2000. Erzurum İlinde Patates Üretim Ekonomisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 51 s.
- Karagölge, C., Kızıloğlu, S., Yavuz, O., 2013. Tarım Ekonomisi Temel İlkeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 324, Erzurum, 165 s.
- Kazak, G., Özşener, S., Artukoğlu, M.M., Yıldız, Ö., 2018. Sanayi domatesi üretimi ve pazarlamasında karşılaşılan sorunlar: İzmir İli Torbali İlçesi örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24 (2): 215-223.
- Keskin, G., Gül, U., 2004. Domates. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü T.E.A.E-Bakış*, Sayı:5, Nüsha:13, Ankara.
- Keskin, G., Tatlıdil, F.F., Dellal, İ., 2010. An Analysis of Tomato Production Cost and Labor Force Productivity in Turkey, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16 (6): 692-699.
- Kızıloğlu, S., 1994. Erzurum İlinde Buğday, Arpa, Patates, Ayçiçeği, Şekerpancari ve Fığın Üretim Maliyeti ve Arz Fonksiyonlarının Ekonometrik Analizi. (TOGTAG-1035 Nolu TÜBİTAK Projesi), (Doçentlik Tezi), Erzurum.
- Kibar, H., Kibar, B., Sürmen, M., 2014. Sıcaklık ve yağış değişiminin Iğdır ilinde bitkisel ürün deseni üzerine etkileri. *Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 11 (1): 11-24.
- Kiracı, S., Karataş, A., 2015. Organik domates yetiştiriciliğinde bitki aktivatörü uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 12 (1): 17-22.
- Muratore, G., Rizzo, V., Licciardello, F., Maccarone, E., 2008. Partial dehydration of cherry tomato at different temperature and nutritional quality of the products. *Sezione Tecnologie Agroalimentari, Dipartimento di OrtFloro-Arbicoltura eTecnologie Agroalimentari (DOFATA), University of Catania, Food Chemistry*, 111: 887-891.
- Navarro-González, I., García-Alonso, J., Periago, M.J., 2018. Bioactive compounds of tomato: Cancer chemopreventive effects and influence on the transcriptome in hepatocytes. *Journal of Functional Foods*, 42: 271-280.
- Oğur, H., 2018. Iğdır İlinde Besi Sığırcılığı Üretim Ekonomisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır, 37 s.
- Özger, Ö., 2018. Iğdır İlinde Manda Yetiştiriciliği Faaliyetinin Ekonomik Analizi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır, 32 s.
- Özkan, B., Hatırlı, S.A., Öztürk, E., Aktaş, A.R., 2011. Antalya ilinde serada domates üretiminin kâr etkinliği analizi. *Ankara Üniv. Tarım Bilimleri Derg.*, 17: 34-42.
- Peker, K., Ayyıldız, T., 1996. Pasinler İlçesi Tarım İşletmelerinde Atıl İşgücünün Tespiti ve Bu İşgücünü Değerlendirme İmkânları. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 20: 23-190.
- Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2014. Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. *Derim*, 31 (2): 107-130.
- Şili, Ş., Gündüz, O., 2014. Samsun İli Bafra İlçesinde Domates Yetiştiren İşletmelerin Ekonomik Analizi. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül 2014, Samsun, s: 714-719.
- Tatar, M., Pirinç, V., 2017. Türkiye Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sanayi domatesi üretim potansiyeli. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (2): 11-20.
- Tapiero, H., Townsend, D.M., Tew, K.D., 2004. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 58: 100-110.
- Terin, M., Ateş, H.C., 2010. Çiftçilerin örgütlenme düzeyi ve örgütlerden beklentileri üzerine bir araştırma: Van ili örneği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 47 (3): 265-274.

TCMB, 2019. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Döviz Kurları. http://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html (Erişim Tarihi: 2 Mart 2020).

Turhan, A., şeniz, V., 2009. Türkiye’de Yetiştirilen bazı domates gen kaynaklarının verim, meyve ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Derg., 23 (50): 52-59.

TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 14 Mart 2020).

Yamane, T., 2010. Temel Örnekleme Yöntemleri. Gazi Üniv. Fen-Edebiyat Fak. İstatistik Bölümü, Literatür Yayınları, No: 53, İstanbul, 116 s.



Sulama Şebekelerinde Bakım Performansının Değerlendirilmesi: Yozgat İli Örneği

Sinan KARTAL^{1,*}, Fırat ARSLAN^{2,b}, Hasan DEĞİRMENCI^{3,c}

¹Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Antalya, Türkiye

²Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, MRB Meslek Yüksek Okulu, Antalya, Türkiye

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: sinan.kartal@alanya.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.735005

Geliş Tarihi (Received): 09.05.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 08.12.2020 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: Bu çalışmada Yozgat İlinde bulunan 8 sulama birliğinin bakım performansları (Planlanan bakımın gerçekleşme oranı (%), Bakım masrafının sulanan alana oranı (€ ha⁻¹), Bakım masrafının sulama alanına oranı (€ ha⁻¹), Bakım masrafının toplam gelire oranı (%), Bakım masrafının toplam gidere oranı (%), Finansal yeterlilik (%)) değerlendirilmiştir. Planlanan bakımın gerçekleşme oranı en yüksek (%77.7) 2017 yılında Köseli, en düşük ise Sekili sulama birliğinde (%1.3) gerçekleşmiştir. Bakım masrafının sulanan alana oranı göstergesine göre en yüksek birim sulanan alana yapılan masraf, 2017 yılında Çaydoğan'da (58.2 € ha⁻¹), en düşük ise 0.4 € ha⁻¹ ile Sekili sulama birliğinde yapılmıştır. Sulama şebekelerinde bakım masrafının toplam gelire oranı en yüksek 2017 yılında %29.2 ile Köseli'de, en düşük ise %0.4 ile Sekili sulamasında elde edilmiştir. Finansal yeterlilik oranı %48 ile en düşük paşaköyde bulunurken %312 ile en yüksek şekilde bulunmuştur. Çalışma yapılan sulama şebekelerinde planlanan işletme bakım bütçelerinin planlanana uygun biçimde olmadığı görülmüştür. Bir sulama birliğinde, ihtiyaç duyulan temel bakım masraflarının yapılması sulama performansını olumlu yönde etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Bakım masrafları, Sulama şebekeleri, Sulama performansı

Assessment of Maintenance Performance in Water User Associations: A Case Study of Yozgat Province

ABSTRACT: In this study, 8 water user associations (WUAs) were chosen to assess maintenance performance with indicators (realized rate of planned maintenance (%), maintenance cost per unit command/irrigated area (€ ha⁻¹), rate of maintenance cost to total income (%), rate of maintenance cost to total expenditure (%), financial adequacy (%)). As a result, realization rate of planned maintenance were found to be the highest as 77.7% in Köseli WUA in the year 2017 while the lowest was (1.3%) in Sekili WUA. Total maintenance cost per unit command area was found to be the highest (58.2 € ha⁻¹) in Çaydoğan WUA, and the lowest (0.4 € ha⁻¹) in Sekili WUA. Ratio of total maintenance cost to total income was determined as the highest (29.2%) in Köseli WUA in 2017 and the lowest (0.4%) in Sekili WUA. Financial adequacy ratios were changed between 48% to 312% among WUAs. It was observed that the maintenance budgets planned in WUAs were not compatible. According to results, it can be said that fulfilment of the basic maintenance costs needed affect the irrigation performance positively in a WUA.

Keywords: Maintenance costs, Irrigation schemes, Irrigation performance

GİRİŞ

Sulama, sürdürülebilir tarımsal kalkınmanın önemli unsurlarından biridir. Büyük emek ve harcamalarla gerçekleştirilen sulama projelerinin planlanan hedeflere ulaşmadığı görülmektedir. Sulama yönetiminde başarı, sulama alanı içerisinde sulanacak alan miktarı ve ekilecek ürünlerin doğru

olarak belirlenmesi, su dağıtım planlarının yapılması ve uygulanması, kullanılan suyun her kademedeki ölçülmesi, tarla içi geliştirme hizmetlerinin tamamlanması ve bakım faaliyetlerinin etkin bir biçimde gerçekleştirilmesi ile artmaktadır. Sulama projelerinin performans değerlendirmelerinde, kamu

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Kartal, S., Arslan, F., Değirmenci, H., 2021. Sulama Şebekelerinde Bakım Performansının Değerlendirilmesi: Yozgat İli Örneği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 36-45. doi: 10.17097/ataunizfd.735005

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9600-8052> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7168-226X>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6157-816X>



kurum ve kuruluşlarının yayınladıkları faaliyet raporlarında, işletme-bakım ve yönetim en önemli konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunların çözümü için 1993 yılından itibaren Dünya Bankası desteği ile DSI tarafından inşa edilen ve işletilen sulama projelerinin su kullanıcı örgütlerine devir çalışması yapılmıştır. Yapılan bu devir çalışmasının amacı, beklenen faydanın sağlanabilmesi için işletme, bakım ve yönetim hizmetlerinin, kullanıcılar tarafından daha düzenli, süratli ve ekonomik olarak yapabileceği düşüncesidir. Su kullanıcı örgütleri 1993 yılından itibaren işletme bakım performanslarını arttırmışlardır. Sonucun istenilen seviyede olmaması, 2018 yılında kurumsal kapasitelerinin iyileştirilip geliştirilmesi ve daha iyi hizmet vermelerini sağlamak amacıyla sulama şebekeleri başkanlarının kamu görevlileri arasından atanması yöntemine geçilmiştir. Yapımı tamamlanan tesislerin beklenen faydayı sağlaması, ekonomik ömürleri boyunca uygulanacak rasyonel işletme programları ve bakım onarım çalışmalarına bağlıdır. İşletme ve bakım çalışmalarında olabilecek aksamalar ilk yıllarda tesislerin hizmet üretimine olumsuz etki ederken bir süre sonra tesisin fiziki varlığını da tehdit eder duruma gelerek, çok daha yüksek mali boyutu olan rehabilitasyon çalışmalarını gerektirecektir (DSİ, 2019). Bakım, sulama altyapısını istenen performans kapasitesinde tutmayı veya belirli bir kapasiteye geri döndürmeyi amaçlayan bir teknik faaliyet ve hizmet sunumudur (Huppert et al., 2003). Dünya Bankası'na göre, bir sulama sisteminin bakımı önceden tanımlanmış bakımlar (önleyici bakım); onarım hizmetleri (iyileştirici bakım) ve günlük bakımlar olmak üzere 3 faaliyetten oluşmaktadır (Anonim, 2007). Sulama projelerinde bakım faaliyetlerinin eksikliği sulama performansının düşmesine neden olmaktadır (Sharaunga and Mudhara, 2018). Gelişmekte olan ülkelerde bakım için ayrılan ödeneklerin büyük çoğunluğu uzman olmayan personel istihdamında kullanılmaktadır. Oysa bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde profesyonel bakım elemanının istihdamı önemli bir konudur (Murray et al., 2003).

Nalbantoğlu ve Çakmak (2007), Akıncı sulama şebekesinde çalıştırılan her bir elemanın yıllık maliyetini 1091.09-8658.84 \$ personel⁻¹ arasında tespit etmiştir, Sönmezıldız ve Çakmak (2013), Beyazaltın sulamasında 4926.1 \$ personel⁻¹ olarak saptamıştır. Değirmenci ve Arslan (2018) yaptıkları çalışmada, DSI'nin 23 bölgesinden seçtikleri birer sulama şebekesinde işletme ve bakım performanslarını araştırmışlardır. İncelemeye alınan 23 sulama şebekesi içinde ortalama birim sulama alanı işletme bakım gideri 3.32-514 TL ha⁻¹, birim sulanan alan işletme bakım gideri 22.04-1487.40 TL ha⁻¹, birim sulama alanı toplam yıllık gideri 308.48-2785.28 TL ha⁻¹, birim sulanan alan toplam yıllık

gideri 478.65-31504.57 TL ha⁻¹ ve işletme bakım gider oranı ise %0.40-43.86 arasında olduğunu hesaplamışlardır. Arslan ve Değirmenci (2018) Kahramanmaraş Sol Sahil Sulama Şebekesinde bakım masraflarının gelire oranı 0.28, birim alana düşen işletme, bakım ve yönetim masrafı 89.26 \$ ha⁻¹ bulmuşlardır. Değirmenci vd. (2017) Aşağı Seyhan ovasında bulunan 20 sulama birliğinde yapmış oldukları çalışmada yıllık bakım onarım oranının %8-35 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Aktürk vd. (2010) bakım masraflarının karşılama oranını en düşük 2005 yılında %22 ve en yüksek 2006 ve 2008 yıllarında %111 olduğunu belirtmişlerdir. Birim alana düşen toplam işletme-bakım ve yönetim masrafını Çakmak ve Tekiner (2010) Kepez Kooperatifinde 2001-2008 yıllarında 0.4-192.5 TL ha⁻¹ aralığında hesaplamışlardır.

Sulama bakım faaliyetlerinin etkin bir biçimde yapılmaması sonucunda, sulanan alanda azalma, suyun etkin ve eşit dağıtılamaması, sulama suyunun ölçüm ve kontrolünün yapılamaması ve taban suyu seviyelerinin yükselmesi sorunları ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlar verim kaybına ve işletme gelirinin düşmesine neden olmaktadır. Bütün bunların sonucunda, sulama suyu ücretlerinin zamanında ödenememesi ve sulama altyapısının rehabilitasyon ihtiyacı karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, Yozgat ilinde yer alan 8 sulama birliğine ait bakım faaliyetleri iki sulama mevsimi boyunca (2016-2017) karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen bakım performans göstergeleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı, sulama şebekelerinin bakım performanslarını ortaya koyarak, aynı özelliklere sahip olan sulama şebekelerini gruplandırmak, etkin ve sürdürülebilir bakım faaliyetleri için önerilerde bulunmaktır.

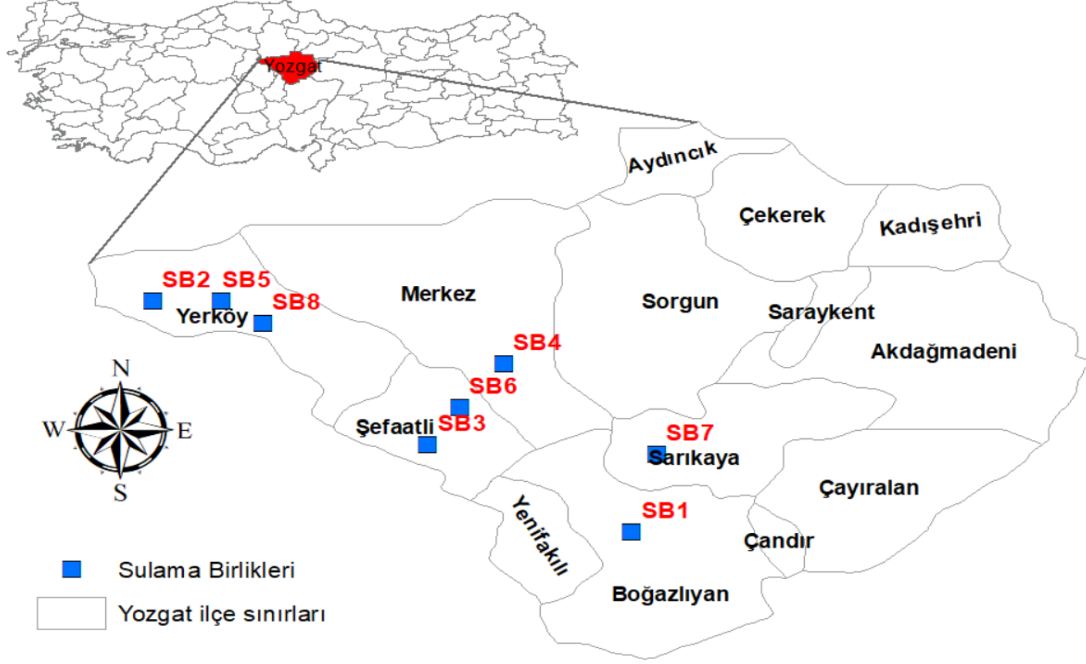
MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma kapsamında Yozgat ilinde bulunan 8 sulama birliği (SB) üzerinde değerlendirme yapılmıştır. Bu sulama şebekelerinden Boğazlıyan (SB1), Sekili (SB2), Köseli (SB5) ve Yenimahalle (SB8) Yerköy, Çaydoğan (SB3) ve Paşaköy (SB6) Şefaati, Esenli (SB4) Merkez ve Yahyasaray (SB7) ise Sarıkaya ilçesinde bulunmaktadır. Her sulama birliğinin konumu Şekil 1'de ve özellikleri ise Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırmada kullanılan veriler sulama şebekeleri izleme ve değerlendirme raporlarından alınmıştır (DSI, 2019). Araştırma bölgesi yarı kurak karasal iklime sahip, yazları sıcak ve kurak; kışları soğuk ve yağışlıdır. Uzun yıllık iklim verilerine göre minimum ve maksimum sıcaklıklar -7°C ve 25°C, yıllık ortalama yağış miktarı ise 517 mm olarak belirlenmiştir (Anonim, 2011). Araştırma yapılan sulama şebekelerinden Esenli

sulamasında pompaj diğerlerinde ise cazibe ile su temini yapılmaktadır. Sulama şebekelerinde kullanılan su, bölgede bulunan barajlardan temin edilmektedir. Son yıllarda bölgede çiftçiler devlet

destekli “basınçlı sulama sistemleri hibe destek programından” yararlanarak yağmurlama sulama yöntemi tercih edilmektedir (Yolal ve Değirmenci, 2020).



*SB1: Boğazlıyan, SB2: Sekili, SB3: Çaydoğan, SB4: Esenli, SB5: Köseli, SB6: Paşaköy, SB7: Yahyasaray, SB8: Yenimahalle

Şekil 1. Sulama şebekelerinin konumu
Figure 1. Location of water user associations

Çizelge 1. Sulama şebekelerinin özellikleri
Table 1. Main attributes of water user associations

Sulama şebekeleri	SB1*	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB7	SB8	
Sulama alanı (ha)	7222	2644	336	3296	1269	4072	3436	3644	
Sulama Oranı	2016	33	48	30	43	60	42	34	69
	2017	28	34	21	47	74	34	32	64
Su sağlama şekli	Cazibe	Cazibe	Cazibe	Pompaj	Cazibe	Cazibe	Cazibe	Cazibe	
İşletme yöntemi	İstek	İstek	İstek	İstek	İstek	İstek	İstek	İstek	
Sulama yöntemi	Karık	Karık	Karık	Yağ	Karık	Yağ.	Karık	Yağ.	
Çiftçi sayısı	507	305	30	188	168	256	274	436	
Ekimi en fazla yapılan bitkiler**	ŞP: %83	H: %59	ŞP: %94	ŞP: %98	H: %47	H: %48	ŞP: %62	H: %52	
		ŞP: %21			ŞP: %29	ŞP: %47	A: %12	ŞP: %36	

**ŞP: Şekerpancarı; H: Hububat; A: Ayçiçeği, *SB1: Boğazlıyan, SB2: Sekili, SB3: Çaydoğan, SB4: Esenli, SB5: Köseli, SB6: Paşaköy, SB7: Yahyasaray, SB8: Yenimahalle

Metot

Sulama şebekelerinin bakım performansları Malano and Burton (2001), Rodriguez-Diaz et al. (2008), Burton (2010) ve Corcoles et al. (2012) tarafından geliştirilen bakım göstergeleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarının doğru bir biçimde karşılaştırılması ve yorumlanabilmesi için veriler 2016 ve 2017 yılı Merkez Bankası, ortalama euro (€) değerine dönüştürülmüştür. Araştırmada, sulama şebekelerinin 2016-2017 yılları bakım masrafı, sulanan alan, sulama alanı, toplam gelir, toplam gider ve planlanan bakım bütçesi verileri kullanılmıştır. İlgili hesaplamalar aşağıda verilen tanımlamalar kullanılarak yapılmıştır.

Bakım masrafı: Bir yıl içinde yapılan beton onarımları, kanal temizlikleri, kanalet onarımları, kapalı sistem onarımları, servis yolları bakım

onarımları ve bina onarımları için harcanan toplam miktar,

Planlanan bakım masrafı: Sulama birliği tarafından bir yıl öncesinden bakım-onarım çalışmalarına harcamak için ayrılan bütçe,

Sulanan alan: Sulama alanı içinde ekim yapılan ve sulanan alan,

Sulama alanı: Sulama birliğinin toplam sulanabilir, hizmet verilen alanı,

Toplam gelir: Su ücretleri, katılım payları, birlik malları geliri, para cezaları ve faiz gelirleri toplamı,

Toplam gider: Personel giderleri, birlik başkanı giderleri, enerji giderleri, araç giderleri, bakım onarım giderleri, demirbaş alımları vb. (Malano and Burton, 2001). Bakım performansı göstergelerinin hesaplanmasına ilişkin bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

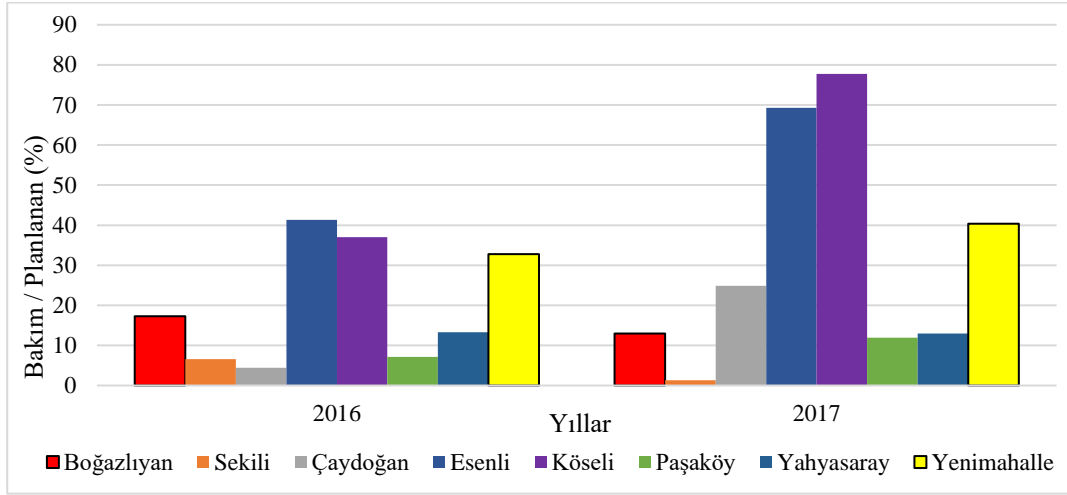
Çizelge 2. Bakım performans göstergeleri**Table 2.** Maintenance performance indicators

Göstergeler	Eşitlikler
Planlanan bakımın gerçekleşme oranı (%)	$\frac{\text{Bakım masrafı (€)}}{\text{Planlanan bakım bütçesi (€)}} * 100$
Bakım masrafının sulanan alana oranı (€ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Bakım masrafı (€)}}{\text{Sulanan alan (ha)}}$
Bakım masrafının sulama alanına oranı (€ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Bakım masrafı (€)}}{\text{Sulama alanı (ha)}}$
Bakım masrafının toplam gelire oranı (%)	$\frac{\text{Bakım masrafı (€)}}{\text{Toplam gelir (€)}} * 100$
Bakım masrafının toplam gidere oranı (%)	$\frac{\text{Bakım masrafı (€)}}{\text{Toplam gider (€)}} * 100$
Finansal yeterlilik (%)	$\frac{\text{Toplam gider (€)}}{\text{Toplam gelir (€)}} * 100$

BULGULAR VE TARTIŞMA**Planlanan bakımın gerçekleşme oranı (%):**

Planlanan bakımın gerçekleşme oranı sulama şebekesinin planlanan bakım bütçesindeki oranını yüzde olarak vermektedir ve %100 olması beklenmektedir. Planlanan bakımın gerçekleşme oranı 2016 yılında en düşük %4.5 ile Çaydoğan sulama şebekesinde, en yüksek ise %41.3 ile Esinli sulama şebekesinde gerçekleşmiştir (Şekil 2). Sulama şebekelerinde bakım için ayrılan ödeneğin tamamının

kullanılmadığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre sulama şebeke yönetimlerinin ayrılan bakım ödeneklerini tam olarak kullanmadıkları, bakım çalışmalarını erteledikleri ya da diğer çalışmalara (taşıt alımı ve personel giderleri gibi) aktardıkları anlaşılmaktadır. Uysal ve Atış (2010) çiftçilerin sulama şebekelerinden duydukları memnuniyet düzeyini etkileyen en önemli faktörlerden birisinin planlanan faaliyetlerin gerçekleştirilmesi olduğunu belirlemiştir.

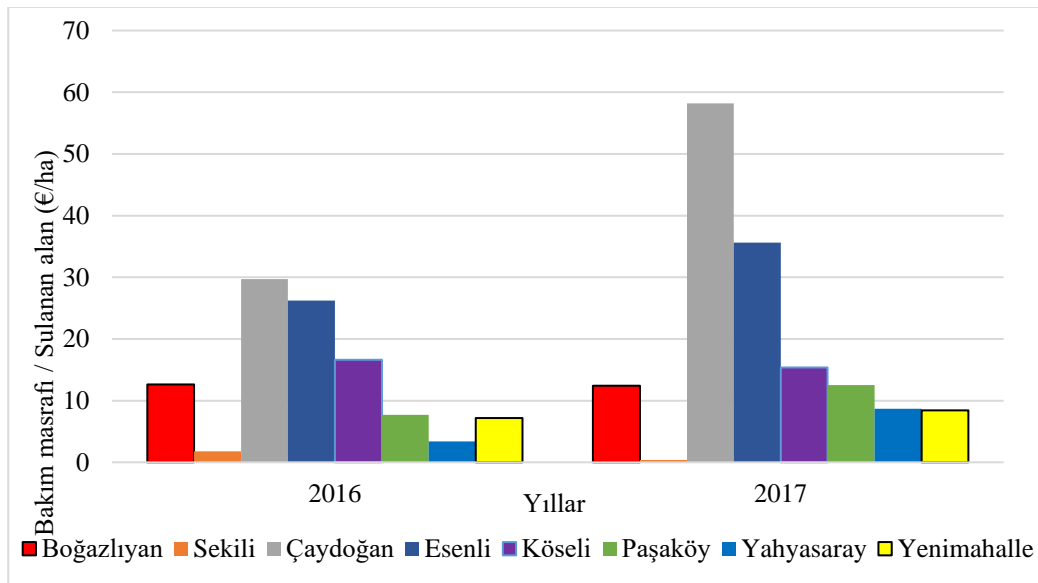


Şekil 2. Planlanan bakımın gerçekleşme oranı (%)
Figure 2. Realization rate of planned maintenance

Bakım masraflarının sulanan alanına oranı (€ ha⁻¹):

Bakım masraflarının sulanan alanına oranı birim sulama alana harcanan bakım masraflarını ifade etmektedir. Birim sulanan alana yapılan bakım masraflarının yüksek olması bakım ihtiyacının yüksek olduğunu gösterirken, bu değer düşük olması bakım ihtiyacı olmadığına işaret edebilir. Bakım masrafının sulanan alana oranı (€ ha⁻¹) göstergesine göre en yüksek birim sulanan alana yapılan masraf 2016 yılında, en düşük 1.8 € ha⁻¹ ile Sekili sulama şebekesinde, en yüksek 29.7 € ha⁻¹ ile Çaydoğan sulama şebekesinde hesaplanmıştır. 2017

yılında Çaydoğan'da (58.2 € ha⁻¹), en düşük Sekili'de (0.4 € ha⁻¹) gerçekleşmiştir (Şekil 3). İspanya Andalusia bölgesinde 5 sulama şebekesinde modernizasyon öncesi bakım masrafının 42.9 ile 80.1 € ha⁻¹, modernizasyon sonrası ise 76.5 ile 106.4 € ha⁻¹ arasında değişmiştir. Bu sulama şebekeleri modernizasyon çalışmaları ile basınçlı sulama sistemine geçmiş, pompa ve elektrik-elektronik donanımın artmasından kaynaklanmaktadır (Garcia et al., 2014). Garcia-Bolanos et al. (2011) sulama şebekelerinin 1/3'ünde su dağıtım kapasitesinin yetersiz olduğu ve yetersiz bakım nedeniyle daha da kötüleştiğini bildirmiştir.

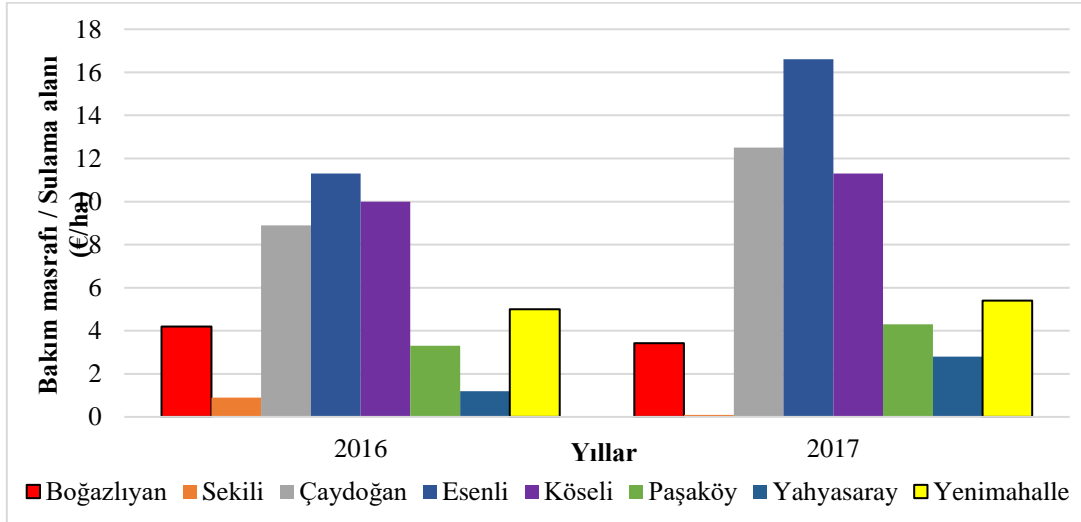


Şekil 3. Bakım masrafının sulanan alanına oranı (€ ha⁻¹)
Figure 3. Total maintenance cost per unit irrigated area

Bakım masrafının sulama alanına oranı (€ ha^{-1}):

Bakım masrafının sulama alanına oranı (€ ha^{-1}), 2016 yılında, Sekili sulama şebekesinde 0.90 € ha^{-1} , en yüksek Esenli sulama şebekesinde 11.30 € ha^{-1} olarak hesaplanmıştır. 2017 yılında ise en yüksek Esenli'de (16.6 € ha^{-1}), en düşük ise Sekili'de (0.12 € ha^{-1}) bulunmuştur (Şekil 4). Değerlendirmeye alınan sulama şebekelerinde her iki yıl içinde de oldukça düşük bir bakım masrafının yapıldığı görülmektedir. Sulama birliğinde yapılan tüm bakım masrafları sulama kanal temizliği için yapılmıştır. Esenli'de sulama suyu, pompaj tesisleri ile temin edilmektedir. Bu nedenle basınçlı sulama sistemindeki boruların bakım, onarım ve değişimi, bakım masrafları içinde önemli bir yere sahiptir. Garcia et al. (2014) İspanya'da yapmış oldukları çalışmada birim sulama alanına harcanan bakım masrafının 6 ile 53.2 € ha^{-1}

arasında değiştiğini hesaplamışlardır. Gerards et al. (1991) Endonezya'da sulama altyapısının bakımı için $18-28 \text{ \$ ha}^{-1}$ ihtiyaç olduğunu, ancak ayrılan bütçenin $5-13 \text{ \$ ha}^{-1}$ arasında değiştiğini belirtmiştir. Malano et al. (2005), son yıllarda ortalama bakım harcamasının sadece $1.30 \text{ \$ ha}^{-1}$ olduğu tahmin edildiğini ve bu tutarın da toplam tesis yenileme maliyetinin %0.68'ine karşılık geldiğini ifade etmişlerdir. Sulama sistemlerinde fiziksel bozulma genellikle tasarım veya inşaat kalitesinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Mateos et al., 2010). Sulama şebekelerinde yeterli bakım kurallarının veya bütçesinin bulunmaması nedeniyle sulama sistemlerinin bakım performansı her geçen gün kötüleşmektedir (Garcia-Bolanos et al., 2011).



Şekil 4. Bakım masrafının sulama alanına oranı (€ ha^{-1})

Figure 4. Total maintenance cost per unit command area

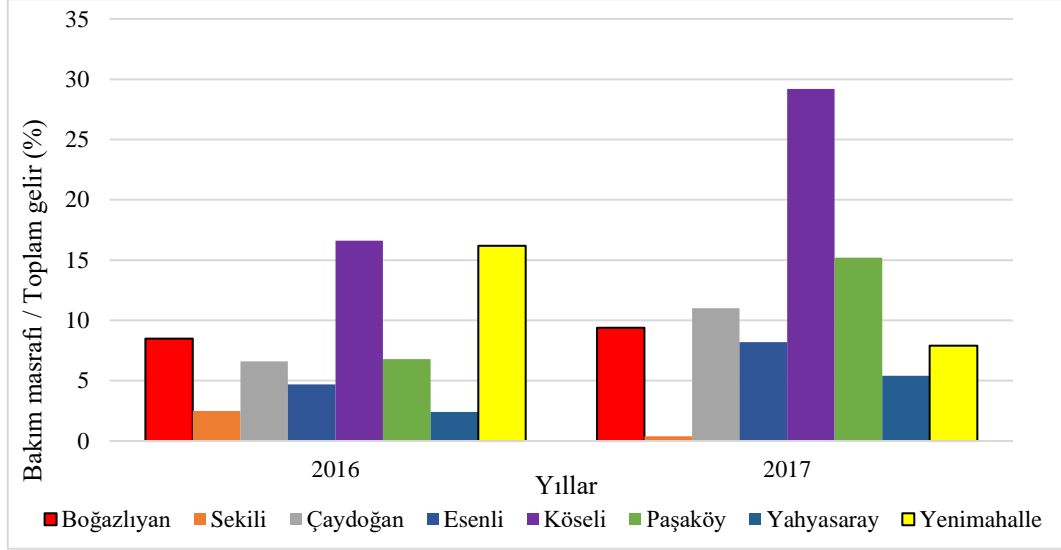
Bakım masrafının toplam gelire oranı (%):

Bakım masrafının toplam gelire oranı (%) sulama sisteminin sürdürülebilirliği yönünden oldukça önemlidir. Sulama şebekelerinde bakım masrafının toplam gelire oranı 2016 yılında Yahyasaray sulama şebekesinde %2.4, en yüksek Köseli sulama şebekesinde %16.6 olarak hesaplanmıştır. 2017 yılında en yüksek %29.2 ile Köseli'de, en düşük ise %0.4 ile Sekili'de gerçekleşmiştir (Şekil 5). Şekil 5'de görüldüğü gibi Sekili ve Yenimahalle dışındaki sulama şebekelerinde bir yıl öncesine göre toplanan gelirden bakıma harcanan miktarın artış eğiliminde olduğu söylenebilir. Değirmenci vd. (2017) Aşağı Seyhan ovasında 20 sulama birliğinin değerlendirilmesinde bakım masrafının toplam gidere oranını %4 ile %37 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çakmak vd.

(2010) 6 sulama şebekesinde bakım masrafının toplam gelire oranını en yüksek %12.5 ile Kızılırmak Tımarlı sulama şebekesinde en düşük ise %0.7 ile Akıncı sulama şebekesinde hesaplamışlardır. Cornish (2005) Çin'de sekiz adet sulama şebekesinde bakım masrafının toplam gidere oranını %8.5 ile %24 arasında bulmuştur. Rodriguez-Diaz et al. (2008) İspanya Andalusia bölgesinde 9 sulama şebekesinde bakım masraflarının toplam gelire oranını %0.03 ile 0.1 arasında hesaplamışlardır. Sulama sistemleri su kullanımı kontrolü ve su kayıplarının azaltılmasına ilişkin yönetmeliğin 7. Maddesine göre "Sulama şebekeleri bütçe uygulamalarında; yıllık bütçenin, tahsil edilecek su kullanım hizmet bedeli tutarının, tamamı cazibeli sulama tesislerinde en az %30'unu, tamamı pompajlı sulama tesislerinde en az %15'ini bakım ve onarım payı olarak ayırır, Tesisin bir bölümünün cazibeli bir bölümünün pompajlı olması

durumunda ise, bakım ve onarım payı cazibeli ve pompajlı sulama alanı nispetinde %15 ile %30'u arasında belirlenir. Bakım ve onarım payı, başka bir gider için kullanılmaz" ifadeleri yer almaktadır (Anonim, 2017). Köseli'de 2017 yılında ilgili

yönetmeliğe uygun bir bütçe uygulaması yapılmıştır. Diğer sulama şebekelerinin sorumluluk sahasında gerçekleşen bütçe uygulaması %30'un altında kalmıştır.

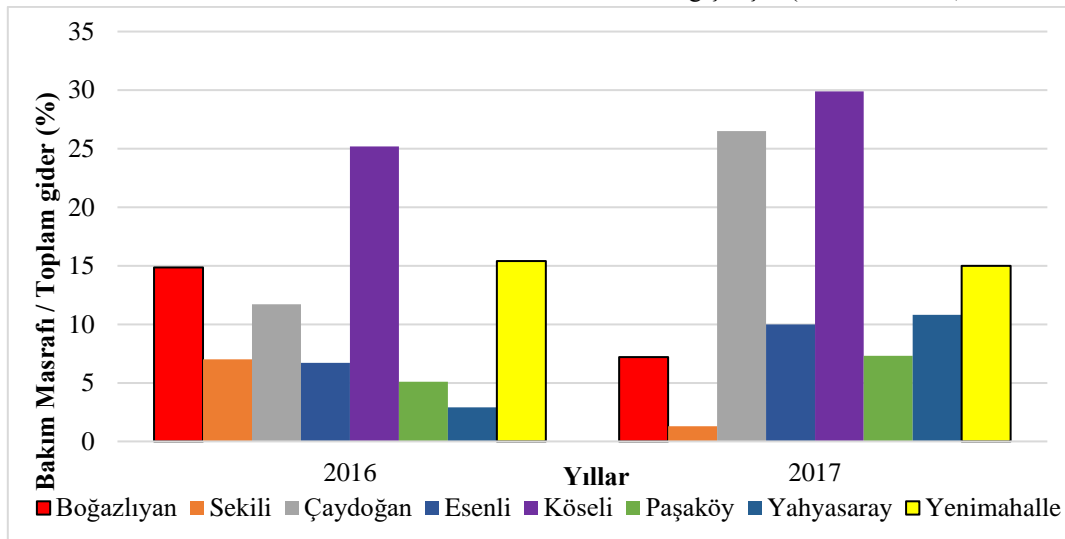


Şekil 5. Bakım masrafının toplam gelire oranı (%)
Figure 5. Ratio of total maintenance cost to total income

Bakım masrafının toplam gidere oranı (%):

Sulama şebekelerinin yıllık giderlerinin ne kadarını bakıma harcadığını belirlemek için hesaplanan bakım masrafının toplam gidere oranına ilişkin grafik Şekil 6'da verilmiştir. Bakım masrafının toplam gidere oranı (%), 2016 yılında en düşük Yahyasaray sulama şebekesinde %2.9, en yüksek Köseli sulama şebekesinde %25.2 olarak

hesaplanmıştır. 2017 yılında en yüksek Köseli'de (%29.9) ve Çaydoğan'da (%26.9), en düşük ise Sekili'de (%1.3) olarak belirlenmiştir (Şekil 6). Özdemir ve Armağan (2010) Aydın ilinde 8 sulama birliğinde bakım masrafının toplam gidere oranını ortalama %4 ile %27.6 arasında belirlemişlerdir. Sri Lanka'da sulama şebekelerinin işletme, bakım ve yönetim masrafları içinde bakıma ayrılan pay %23-44 arasında değişmiştir (TEAMS, 1991).



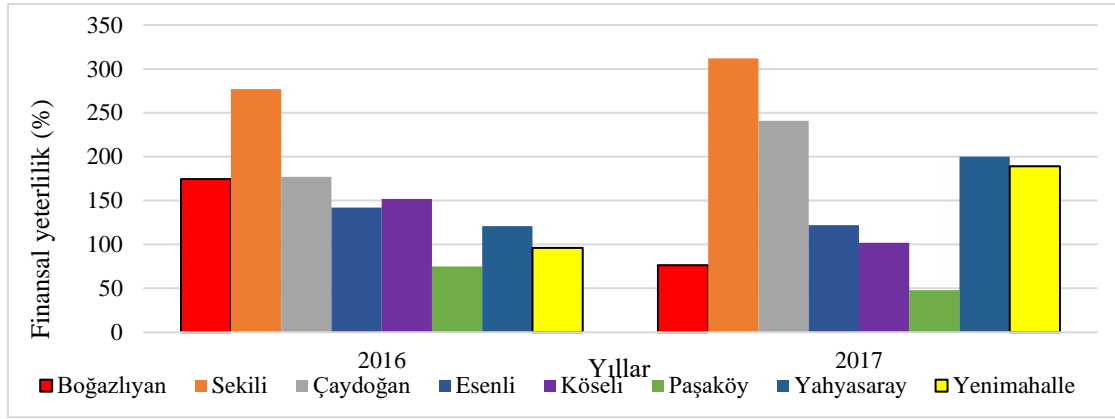
Şekil 6. Bakım masrafının toplam gidere oranı (%)
Figure 6. Ratio of total maintenance cost to total cost

Finansal yeterlilik (%):

Finansal yeterlilik (%) bir sulama birliğinin toplam geliri ile toplam giderin ne kadarını karşıladığını ifade eden bir göstergedir. Sulama şebekelerinin finansal yeterlilik oranları %48 ile %312 arasında değişmektedir.

Finansal yeterlilik 2016 yılında en düşük Paşaköy sulama şebekesinde %75, en yüksek Sekili sulama şebekesinde %277 olarak gerçekleşmiştir. Paşaköy sulama şebekesinde 2017 yılında %48, 2016 yılında %75 ve Boğazlıyan'da 2017 yılında %76 gerçekleşmiş ve toplanan gelir toplam işletme bakım

ve yönetim giderini karşılamamıştır (Şekil 7). Diğer sulama şebekelerinde her iki yılda da toplam gelir toplam gideri karşılamıştır. Genel olarak iki sulama birliği dışında sulama şebekelerinin finansal yönden yeterli olduğu görülmüştür. Aktürk vd. (2010) ne göre Paşaköy sulama şebekesinde 2017 yılında "Kabul edilebilir", 2016 yılında Paşaköy "Memnun edici" ve 2017 yılında ise Boğazlıyan "İyi" sınıfında değerlendirilebilir. Çakmak vd. (2009) Asartepe sulama şebekesinde 2001-2004 yıllarına ilişkin olarak bu değeri %52-170 arasında belirlemişlerdir.



Şekil 7. Finansal yeterlilik (%)

Figure 7. Financial adequacy (%)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmaya konu olan 8 sulama birliğinde 2016-2017 yıllarında planlanan bakım bütçesinin tamamının bakım için kullanılmadığı belirlenmiştir. Bu durum sulama şebekelerinde yapılan planlamaya tam olarak uyulmadığının bir göstergesidir. Birim sulanan alana yapılan bakım masrafının Çaydoğan ve Esenli dışındaki sulama şebekelerinde oldukça düşük olduğu görülmüştür. Birim sulama alanına yapılacak bakım harcamasının yeterli olması, sulama şebeke performansını arttıracaktır. Çaydoğan ve Esenli sulama şebekelerinde "orta" düzeyde harcama yapılmıştır. Yıllar içinde yetersiz bakım harcamaları daha büyük bütçeli rehabilitasyon projelerine ihtiyaç duyulmasına neden olabilir. Sulama şebekelerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve sulama şebekelerinden beklenen yüksek performansa ulaşılması için toplam gelir içinde sulama altyapısının bakımı için gereksinim duyulan harcamanın yapılması çok önemlidir. Köseli ve Çaydoğan sulama şebekesinde 2017 yılında toplam gelir içinde "yeterli" düzeyde bakım masrafının yapıldığı belirlenmiştir. Sulama şebekelerinin finansal yeterlilik düzeylerinin Boğazlıyan ve Paşaköy dışında iyi olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç

olarak; etkin bir izleme ve değerlendirme sisteminin oluşturulması, toplam gelir içinde yıllık bakım için yeterli payın ayrılması ve finansal yeterliliğin sağlanması sulama şebekelerinin performansını arttıracaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

Yazar Katkıları

SK, FA ve HD araştırmayı tasarladı. HD literatür taraması yaptı ve verileri temin etti. FA şekillerin hazırlanması çalışmalarını yürüttü. SK analizleri yaptı. SK, FA ve HD makaleyi yazdı. Tüm yazarlar makalenin son halini okudu ve onayladı.

KAYNAKLAR

Aktürk, D., Tekiner, M., Savran, F., Tatlıdil, F., 2010. Bayramiç-Ezine sulama birliğinin ekonomik göstergeler ile sulama sistem performansının değerlendirilmesi. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, 22-24 Eylül 2010, Şanlıurfa, 65-71.

- Anonim, 2007. Emerging Public-Private Partnerships in Irrigation Development and Management. Water Sector Board Discussion Paper Series, Paper No: 10. The World Bank, Washington, DC.
- Anonim, 2011. Yozgat Tarım Hayvancılık ve Gıda Sektörel Çalışma Grubu Raporu. https://www.oran.org.tr/materyaller/Editor/document/PlanlamaBirimi/Yozgat_TarımHayvancılıkGıda_SCG_Raporu_Agustos2011.pdf (Erişim Tarihi: 10 Haziran 2020).
- Anonim, 2017. Sulama Sistemlerinde Su Kullanımının Kontrolü ve Su Kayıplarının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 16 Şubat 2017, Resmî Gazete, Sayı: 29981.
- Arslan, F., Değirmenci, H., 2018. Sulama şebekelerinin işletme-bakım ve yönetim modernizasyonunda RAP-MASSCOTE yaklaşımı: Kahramanmaraş sol sahil sulama şebekesi örneği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49 (1): 45-51.
- Burton, M., 2010. Irrigation management principles and practices. CABI is a trading name of CAB International. London, UK., 386 p.
- Corcoles, J.I., De Juan, J.A., Ortega, J.F., Tarjuelo, J.M., Moreno, M.A., 2012. Evaluation of irrigation systems by using benchmarking techniques. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 138 (3): 225-234.
- Cornish, G.A., 2005. Performance benchmarking in the irrigation and drainage sector. Experiences to date and conclusions. Report OD155, HR Wallingford and DFID, UK.
- Çakmak, B., Kibaroglu, A., Kendirli, B., Gokalp, Z., 2010. Assessment of the irrigation performance of transferred schemes in Turkey: A case study analysis. Irrig. and Drain. 59: 138-149.
- Çakmak, B., Tekiner, M., 2010. Çanakkale Kepez kooperatifinde sulama performansının değerlendirilmesi, I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2010, Kahramanmaraş, s: 279-290.
- Çakmak, B., Polat, H.E., Kendirli, B., Gokalp, Z., 2009. Asartepe sulama birliğinde sulama performansının belirlenmesi: Türkiye'den bir çalışma. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1): 1-8.
- Değirmenci, H., Arslan, F., 2018. Sulama birliklerine devredilen sulama şebekelerinde işletme ve bakım giderlerinin analizi. Su Kaynakları, 3 (1): 16-23.
- Değirmenci, H., Tanrıverdi, Ç., Arslan, F., 2017. Aşağı Seyhan Ovası sulama birliklerinin kümeleme analizi ile karşılaştırılması. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 20 (4): 334-338.
- DSİ, 2019. 2019 Yılı Faaliyet Raporu. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Garcia, I.F., Rodriguez Diaz, J.A., Poyato, E.C., Montesinos, P., Berbel, J., 2014. Effects of modernization and medium term perspectives on water and energy use in irrigation districts. Agricultural Systems, 131: 56-63.
- Garcia-Bolanos, M., Borgia, C., Poblador, N., Dia, M., Seyid, O.M.V., Mateos, L., 2011. Performance assessment of small irrigation schemes along the Mauritanian banks of the Senegal River. Agricultural Water Management, 98: 1141-1152.
- Gerards, I.J.L., Tambunan, B.S., Harun, B., 1991. Payment for Irrigation Services in Indonesia: Creating Mutual Accountability through Participation and Voice. Experience with Pilot Project Introduction (1989-1991). International Commission on Irrigation and Drainage Eighth Afro-Asian Regional Conference, 1991, Bangkok, pp. 1-20.
- Huppert, W., Svendsen, M., Vermillion, D.L., 2003. Maintenance in irrigation: Multiple actors, multiple contexts, multiple strategies. Irrigation and Drainage Systems, 17: 5-22.
- Jones, W.I., 1995. The World Bank and Irrigation. The World Bank, Washington, D.C.
- Malano, H.M., George, B.A., Davidson, B., 2005. Asset management modelling framework for irrigation and drainage systems: Principles and case study application. Irrigation and Drainage Systems, 19: 107-127.
- Malano, H., Burton, M., 2001. Guidelines for Benchmarking Performance in the Irrigation and Drainage Sector. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage. FAO, Rome.
- Mateos, L., Lozano, D., Baghil, A.B.O., Diallo, O.A., Gómez-Macphersona, H., Comas, J., Connor, D., 2010. Irrigation performance before and after rehabilitation of a representative, small irrigation scheme besides the Senegal River, Mauritania. Agricultural Water Management, 97: 901-909.
- Murray-Rust, D.H., Svendsen, M., Burton, M., Molden, D., 2003. Irrigation and drainage systems maintenance: Needs for research and action. Irrigation and Drainage Systems, 17: 129-140.
- Nalbantoğlu, G., Çakmak, B., 2007. Akıncı Sulama Birliğinde sulama performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi, A. Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 13 (3): 213-223.

- Özdemir, K., Armağan, G., 2010. Aydın ilindeki sulama birliklerinin faaliyetlerinin değerlendirilmesi ve etkinliklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (2): 75-83.
- Rodriguez-Diaz, J.A., Camacho-Poyato, E., Lopez-Luque, R., Perez-Urrestarazu, L., 2008. Benchmarking and multivariate data analysis techniques for improving the efficiency of irrigation districts: an application in Spain. Agricultural systems, 96 (1): 250-259.
- Sharaunga, S., Mudhara, M., 2018. Determinants of farmers' participation in collective maintenance of irrigation infrastructure in KwaZulu-Natal. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C.
- Sönmez yıldız, E., Çakmak, B., 2013. Eskişehir Beyazaltın Köyü arazi toplulaştırma alanında sulama performansının değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (1): 33-40.
- TEAMS, 1991. Study of Management and Cost of O and M on Irrigation Systems. under the Irrigation Dept. Sri Lanka, IIMI., Colombo.
- Uysal, Ö.K., Atış, E., 2010. Assessing the performance of participatory irrigation management over time: A case study from Turkey. Agriculture Water Management, 97: 1017-1025.
- Yolal, A., Değirmenci., H., 2020. Basınçlı sulama sistemleri hibe destek uygulamalarının değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg., 23 (3): 561-567.



Elma Fidan Yetiştiriciliğinde *Bacillus subtilis* İçerikli Bir Mikrobiyal Gübrenin Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi

Recep KOTAN^{1,a}  Elif TOZLU^{1,*b}  Adem GÜNEŞ^{2,c}  Fatih DADAŞOĞLU^{1,d} 

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye

²Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kayseri, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: elifalpertzozlu@atauni.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.762325

Geliş Tarihi (Received): 01.07.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 10.09.2020 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: Tarımda yoğun kimyasal gübre ve pestisit kullanımına bağlı olarak insan ve hayvan sağlığı ile çevresel sorunlar gibi riskler giderek artmaktadır. Bu yüzden özellikle bitki besleme ve bitki koruma ürünlerinde alternatif yöntemlere olan talep her geçen gün artış göstermektedir. Bu alternatif yöntemlerden birisi organik ve biyolojik çözümlerin tarımda kullanılmasıdır. Biyolojik çözümlerden birisi olan faydalı bakterilerin tarımda kullanımının önemi gittikçe çok daha iyi anlaşılmaktadır. Bu çalışmada; azotu fikse eden, fosfat çözen, kalsiyum çözen, amino asit ve organik asit üreten ve hormon üreten *Bacillus subtilis* TV-17C bakteri izolatu organik bir sıvı taşıyıcı ile formülasyon haline getirilerek elma fidanı yetiştiriciliğinde kullanılmıştır. Çalışmada bu bakteri uygulamasının bazı bitki gelişim parametreleri, bitkide hormon düzeyleri ile bitkide ve toprakta makro ve mikro besin elementleri düzeyleri ile bazı toprak özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda; bu bakteri içerikli mikrobiyal gübre formülasyonunun, elma fidanlarında bütün bitki gelişim parametrelerinde bitkideki hormon düzeyleri ile bitkide ve toprakta makro ve mikro besin elementleri düzeylerinde artışlara sebep olduğu görülmüştür. *Bacillus subtilis* TV-17C bakteri izolatının çok yönlü etkileri dikkate alınarak bu formülasyonun Stoma Fix ticari ismi ile tescillendirilmesi için gerekli başvuruların yapılması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Bacillus subtilis*, Elma, Fidan, Azot, PGPR, Mikrobiyal gübre

Investigation of Possibilities of Using *Bacillus subtilis* Microbial Fertilizer in Apple Sapling Growing

ABSTRACT: Due to the use of intensive chemical fertilizers and pesticides in agriculture are increasing risks related to human and animal health and environmental problems. Therefore, interest in alternative methods is increasing day by day. Therefore, the demand in alternative methods especially in plant nutrition and plant protection products is increasing day by day. The use of organic and biological solutions in agriculture is one of these alternative methods. The importance of the use of beneficial bacteria in agriculture, which are one of the biological solutions, is increasingly understood. In this study, *Bacillus subtilis* TV-17C bacterial isolate, which fixes nitrogen, dissolves phosphate, dissolves calcium, produces amino acids and organic acids and produces hormones, was formulated with an organic liquid carrier and used in apple sapling cultivation. The effect of this bacterial application on some plant growth parameters, hormone levels in the plant, macro and micro nutrient levels in the plant and soil and some soil properties were investigated in this study. As a result of the research; this bacterial microbial fertilizer formulation has been shown to cause increases in all plant growth parameters and hormone levels in plants, macro and micro nutrients levels in plants and soil. Considering all these versatile effects of *B. subtilis* TV-17C bacterial strain, it is planned to make the necessary applications for the registration of this formulation under the trade name Stoma Fix.

Keywords: *Bacillus subtilis*, Apple, Sapling, Nitrate, PGPR, Microbial fertilizer

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Kotan, R., Tozlu, E., Güneş, A., Dadaşoğlu, F., 2021. Elma Fidan Yetiştiriciliğinde *Bacillus subtilis* İçerikli Bir Mikrobiyal Gübrenin Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 46-55. doi: 10.17097/ataunizfd.762325

^aORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6493-8936> ^bORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0016-9696>

^cORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0411-6134> ^dORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9331-1913>



GİRİŞ

Türkiye, dünya meyve endüstrisinde lider ülkelerden birisi olup, birçok meyve türünün anavatanı konumundadır (Özbek, 1977). Sahip olduğu bu potansiyeli yüksek üretim kapasitesine dönüştüren Türkiye yaklaşık 3 milyon ton elma üretimi ile dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (Arısoy vd., 2019). Meyvecilik sektöründeki bu durum modern fidancılık sektöründeki gelişmelere de önemli katkılar sağlamaktadır (Gençtan vd., 2005). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre; 2019 yılında Türkiye’de toplam 54 meyve türüne ait 1406 çeşitte fidan üretimi yapılmış ve yapılan ihracattan 97 milyon dolar gelir elde edilmiştir (TÜİK, 2019).

Meyve fidanı üreten özel sektör ve kamu kuruluşlarının fidancılıkta karşılaştıkları öncelikli sorunlar arasında girdi temini yer almaktadır (Karamürsel vd., 2018, 2019). Gübreleme de fidancılıkta önemli girdiler arasında yer almaktadır. Gübre uygulaması yeterli olmadığında verim ve kalitede önemli kayıplara, fazla uygulandığında ise özellikle azot ve fosforlu gübrelerin yıkanması sonucu yüzey ve taban sularında kirliliğe ve azot oksit emisyonu ile de hava kirliliğine neden olmaktadır (Güler, 2004; Atılğan vd., 2007). Özellikle içme suyu havzalarında yapılan tarımsal faaliyetler sonucu oluşan kirlenmelerin başında nitrat kirliliği gelmektedir (Orhan ve Ataseven, 2009). Tarımda özellikle de nitratlı gübrelerin yaygın ve yoğun bir şekilde kullanımı sonucu yer altı sularında gittikçe artan nitrat kirliliği hem dünyada hem de Türkiye’de insan ve hayvan sağlığını ve çevreyi ciddi şekilde tehdit eder bir boyuta gelmiştir. Bunun için de, tarımda kullanılan kimyasal gübre ve pestisitlere alternatif sağlık ve çevre açısından risk içermeyen ürünlere ve çevre dostu tarım yöntemlerine ihtiyaç bulunmaktadır (Orhan ve Ataseven, 2009). Bu yöntemler arasında %78’i azot olan atmosferdeki elementel azotun mikroorganizmalar tarafından fiksasyonu denilmektedir. Biyolojik azot fiksasyonunun fotosentezden sonra en önemli olay olduğu kabul edilmektedir (Döbereiner, 1997; Sarıoğlu et al., 1993). Prokaryotlar tarafından gerçekleştirilen biyolojik azot fiksasyonu ile dünya ekosistemine yılda yaklaşık 175 ile 200 milyon ton arasında azot sağlandığı belirtilmektedir (Rascio and La Rocca, 2008; Peoples et al., 2009). Bu prokaryotlar arasında bulunan ve “Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteriler (PGPR)” olarak isimlendirilen bakterilerin; atmosferdeki serbest azotu bağlamalarının yanı sıra, fosforu çözmeleri, fitohormon ve enzim üretmeleri gibi direkt etkileriyle bitki gelişimini olumlu etkiledikleri; bitkide sistemik dayanıklılığı artırmaları, yer ve besin rekabeti ile patojen gelişimini baskılamaları ve ürettikleri bazı

sekonder metabolitler ile patojenlerin gelişimini engellemeleri gibi dolaylı etkileriyle de bitki gelişimini destekledikleri belirtilmektedir (İmriz vd., 2014).

Yapılan bu çalışmada; daha önce yürütülen çalışmalarda kültür bitkileri ve yabancı bitkilerin köklerinden veya toprak üstü aksamından izole edilen çok sayıdaki bakteri izolatu azot fiksasyonu, fosfatı çözme, hormon üretimi, amino asit ve organik asit üretimi özellikleri yönünden karakterize edilerek, indikatör bitki olarak seçilen buğday ve mısırdaki sera koşullarında bitki gelişimi üzerine etkileri bakımından değerlendirilmiş, öne çıkan bakteri izolatları arasından seçilen *Bacillus subtilis* TV-17C izolatının formülasyon haline getirilerek, başta elma fidanı olmak üzere tüm fidan yetiştiriciliğinde kimyasal gübre kullanımını azaltacak bakteri içerikli ve çok yönlü etkileri olan bir mikrobiyal gübrenin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Kültür bitkisi çeşidi

Çalışmada yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan M9 elma anacının 2 yaşında fidanları kullanılmıştır.

Çalışma yeri ve özellikleri

Çalışma, Çanakkale’nin Lapseki İlçesi, Çeşmecikler Mevkiinde yer alan bir fidan üretim alanında 2019 yılında yürütülmüştür. Çalışmanın yapıldığı arazinin koordinatları 40°33’-93°94’ kuzey enlemleri, 26° 69’-40°52’ doğu boylamları olup denizden yüksekliği ise 123 m’dir. Çalışma alanına ait toprak; tınlı tekstüre sahip, hafif alkali reaksiyonlu ve kireçlidir. Organik madde orta (%2.42), bitki tarafından alınabilir fosfor (10.8 ppm), potasyum (60 ppm) ve magnezyum (24 ppm) miktarları az, kalsiyum miktarı ise yeterli (320 ppm) düzeydedir. Çalışmanın yürütülmesi sırasında ekstrem iklim olayları yaşanmamış, yıllık ortalama sıcaklığı (15 °C) ve yağış miktarı (41.18 mm) gibi değerler uzun yıllar ortalaması değerleriyle uyumluluk göstermiştir.

Çalışmada kullanılan sulama suyu

Çalışmada; pH’sı 7,5 olan ve hafif alkali durumundaki artezyen kuyusundan temin edilen sulama suyu kullanılmıştır. Kullanılan sulama suyunun EC değeri 426 µmhos/cm olup, iyi sınıfta yer almaktadır.

Çalışmada kullanılan bakteri

Çalışmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikroorganizma Kültür Koleksiyonu’ndan temin edilen *B. subtilis* TV-17C bakteri izolatu kullanılmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi’nde yetişen yabancı bir çilek kökünden izole

edilmiş olan bu bakterinin MIS ve BIOLOG sistem kullanılarak tanısı yapılmıştır. Bakterinin azot fiksasyonu, fosfatı çözebilme, bazı bitki büyüme hormonu üretimi, amino asit ve/veya organik asit üretimi ve kitinaz üretimi ile ilgili bilgiler Çizelge

1'de verilmiştir (Tozlu et al., 2016; Güneş et al., 2015). Bakteri izolatu %30 gliserol ve Lauryl Broth içeren stok besiyerinde -86 °C'de muhafaza edilmiştir

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan *Bacillus subtilis* TV-17C bakteri izolatinın bazı özellikleri

Table 1. Some properties of *Bacillus subtilis* TV-17C bacterial strain used in this study

Özellikler	Değerlendirme
Azot fiksasyonu	Kuvvetli pozitif
Fosfatı çözebilme	Pozitif
Kitinaz enzimi üretimi	Pozitif
Giberallik asit üretimi	Kuvvetli pozitif
İndol asetik asit üretimi	Pozitif
Amino asit üretimi	Glutamine, histidine, cystine, tryptopane, proline
Organik asit üretimi	Oxalic acid, tartaric acid, lactic acid, maleic acid

Metot

Bakteriyel biyoformülasyonun hazırlanması

Dondurulmuş *B. subtilis* TV-17C bakteri kültürü, Nutrient Agar (NA, Difco) besiyeri içeren petrilere 3 fazlı ekilmiş, 30°C'de inkübasyona bırakılarak 24 saatlik taze kültürü elde edilmiştir. Gelişen bu kültürden bir öze dolusu bakteri hücresi alınarak 500 ml'lik Tryptic Soy Broth (TSB, Difco) içeren besiyerine aktarılmıştır. Bakteri kültürü yatay çalkalayıcı inkübatörde 24 saat geliştirilmiştir. Su, deniz yosunu, melas, bitkisel özütler ve peynir altı suyu gibi organik maddeler ile içeriğindeki bakteri izolatu korumak ve homojeniteyi sağlamak için kullanılan kalsiyum karbonat, magnezyum sülfat, glyserinden oluşan sıvı taşıyıcı 121°C'de 15 dakika süreyle otoklavda sterilize edilmiştir. TSB'de geliştirilen bakteri kültüründen sıvı taşıyıcıya 1/10 oranında aşılama yapılmıştır. Fermantörde 30°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Fermantör ürününden günlük numune alınarak mililitredeki canlı bakteri sayımları (kob) yapılmıştır. Bakteri konsantrasyonunun 1×10^{10} kob/ml'yi geçtiği süre olan 72 saatin sonunda bakteriyel biyoformülasyonlar tamamen steril koşullarda steril plastik bidonlara alınarak uygulama yapılincaya kadar sıcaklığı 5°C olan soğuk odada muhafaza edilmiştir.

Mikrobiyal gübre uygulaması

B. subtilis TV-17C bakteri biyoformülasyonundan 1 L alınarak 1 L melas ile karıştırılmış, üzerine 98 L klorsuz kuyu suyu ilave edilerek toplam hacim 100 L'ye tamamlanmıştır. Fidan başına 1000 ml bakteri süspansiyonu olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Karıştırıcı ve 2 atmosfer basınçta çalışan bir sırt pülverizatörü ile ilk uygulama fidanlarda tomurcuklar patlamaya başladığında, ikinci uygulama birinci uygulamadan 12 gün sonra ve üçüncü uygulama ise ikinci uygulamadan 15 gün sonra yapılmıştır.

Uygulamalarda toprak yüzeyi ve fidanların toprak üstü kısmının iyice ıslanmasına dikkat edilmiştir. Kontrol olarak kullanılan fidanlarda toprak analiz sonuçları da dikkate alınarak her bir uygulamada 25 kg/da amonyum nitrat (%33 N) ve 12 kg/da triple süper fosfat (%42 P₂O₅) uygulanmıştır. Uygulamalardan hemen sonra damla sulama sistemi 1 saat çalıştırılarak bakterilerin ve kimyasal gübrelerin bitkinin kök bölgesine iyice inmesi sağlanmıştır. Damlatıcılar lateral hatlar üzerinden her fidana 0.5 L/saat olarak tesis edilmiştir. Bakteri uygulamasında hiçbir kimyasal gübreleme yapılmamıştır. Denemede herhangi bir pestisit uygulaması yapılmamış, yabancı ot kontrolü ise ara çapalama ile yapılmıştır.

Uygulamaların toprak mikroflorası üzerine etkisi

Uygulamadan üç ay sonra kontrol ve bakteri uygulamalarının yapıldığı parsellerde her uygulamadan rastgele seçilen 9 fidanın kök bölgelerinden toprak örnekleri alınmıştır. Örnekler ayrı ayrı küçük çaplı elekten (2 mm) geçirilerek büyük partiküllerinden ayrılmış, numunelerin her birisinden ayrı ayrı tartılan 1 gr toprak örneği salina tampon çözeltisi (%0.85'lik NaCl) içerisinde süspanse edilmiştir. Numuneler 500 rpm'de santrüfuj edilerek büyük partiküller tekrar çöktürülmüş, oluşan süspanسیون 130 µl olacak şekilde BIOLOG ECO-PLATE'in her bir çukurcuğuna koyulmuş ve 12 saat 30°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra mikroplateler üzerinde gelişen renklenmeler gözlenmiş ve metabolik reaksiyon profilleri BIOLOG kinetik (Program: BIOLOG MicroLog3 4.20, $\lambda_1=405$ nm $\lambda_2=750$ nm) okuyucuda okutulmuştur. Kontrol ile mikrobiyal gübre uygulaması yapılan parsellere ait toprak örneklerinin eklendiği mikroplate üzerindeki pozitif reaksiyonlar not edilerek karşılaştırmaları yapılmıştır. Renkli çukurcukların fazla olması mikrobiyal faunanın zenginliğinin ifadesi olarak

değerlendirilmiştir (Stefanowicz, 2006; Xu et al., 2015).

Uygulamaların bitki gelişimi üzerine etkisinin değerlendirilmesi

Bitki gelişim parametreleri, yaprakta makro-mikro besin elementi ve hormon düzeyleri ile ilgili değerlendirmeler; ilk uygulamadan 3 ay sonra her parselde en dışta kalan sıralar değerlendirme dışı tutularak diğer sıralardan rastgele seçilen 30 bitkide yapılmıştır. Bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), yıllık sürgün boyu (cm), yıllık sürgün sayısı (adet) ve yıllık sürgün çapı (mm) ölçülmüştür.

Uygulamaların bitkide makro-mikro besin element içeriği ve hormon düzeylerine etkisi

Yaprak örnekleri Kacar (1994)'ın belirttiği şekilde temizleme, kurutma ve öğütme işlemlerine tabii tutulmuş ve analize hazır hale getirilmiştir. Azot elementi hariç yapılan analizler yaş yakma yöntemiyle elde edilen bitki örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Azot analizi, bitki örneklerinde yüzde toplam N Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır. Fosfor miktarı Spektrofotometrede vanodomolibdo fosforik sarı renk yöntemiyle (Lott et al., 1956), potasyum, kalsiyum ve magnezyum miktarları ise Atomik Absorbsiyon Spektrometrede ölçülerek sonuçları yüzde olarak verilmiştir (Kaçar, 1962). Demir, mangan, çinko ve bakır miktarları da Atomik Absorbsiyon Spektrometrede yapılan ölçümler sonucunda mg/kg⁻¹ (ppm) olarak verilmiştir (Lindsay and Norwell, 1978). Hormon analizlerinde ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri Kuraishi et al. (1991) ve Battal and Tileklioğlu (2001)'nin önerdikleri metotlara göre yürütülmüştür.

Uygulamaların toprakta makro-mikro besin element içeriğine etkisi

Uygulamaların toprak mikroflorasına etkisinin değerlendirilmesi için toprak örnekleri hava kurusu haline getirilmiş, 2 mm'lik elekten geçirilerek analizleri yapılmıştır. Toprak örneklerinin CaCO₃ içerikleri Scheibler kalsimetresi ile ölçülerek sonuçlar % CaCO₃ olarak hesaplanmıştır (Sağlam, 2012). Toprakta % toplam eriyebilir tuz, toprak saturasyon çamurunda elektriksel konduktivite aleti ile elektriksel iletkenlik mmhos/cm olarak ölçüldükten sonra % tuz miktarına çevrilmiş ve Staff

(1951)'a göre sınıflandırma yapılmıştır. Toprakta % organik madde, toprak örneklerinin içerikleri modifiye edilmiş Walkley-Black metoduna göre belirlenerek ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir. Toprak pH'sı, havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten elenmiş olan toprak örneğinin toprak saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metreyle ölçümü yapılmıştır (Güneş et al., 2015). Toprak örneklerinde Kjeldahl yöntemiyle yüzde total azot belirlenmiştir. Toprak içerisindeki bitkiye yararlı fosfor miktarını tespit etmek için, örnekler pH'sı 8.5'e ayarlı 0.5 M Sodyum Bikarbonat çözeltisi ile ekstrakte edilmiş, sonuçlar spektrofotometrede okunmuş ve mg/kg cinsinden kaydedilmiştir. Toprakta değişebilir K, Ca, Mg (ppm)'u belirlemek için ise, örnekler pH'sı 7.0'ye ayarlı 1 N amonyum asetat çözeltisi ile ekstrakte edilmiş, Atomik Absorbsiyon Spektrometrede okunmuş ve mg/kg⁻¹ cinsinden sonuçlar elde edilmiştir. Toprakta bitkiye faydalı Fe, Cu, Zn ve Mn miktarlarını tespit etmek için de, toprak örneklerinin mikro besin element içerikleri DTPA yöntemi ile belirlenmiştir. Atomik Absorbsiyon Spektrometrede okunarak sonuçlar mg/kg cinsinden verilmiştir (Güneş et al., 2015).

Deneme planı

Deneme "Tesadüf Parselleri Deneme" desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 elma fidanı olacak şekilde planlanmıştır. Parseller arasında 5 m mesafe bırakılmış, denemede bir adet mikrobiyal gübre ve 1 adet kontrol olmak üzere 2 uygulama yer almıştır.

İstatistik Analizler

Denemede mikrobiyal gübrenin etkinliği ölçüm yapılan bütün parametrelerde ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir. Kontrole kıyasla bakteri uygulamasının etkinliği ise artış ya da azalış olarak yüzde (%) etkinlik şeklinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Uygulamaların toprak mikroflorası üzerine etkisinin belirlenmesi amacı ile alınan toprak örneklerindeki mikrobiyal aktivite sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; kontrol uygulamasında mikroorganizmaların karbon kullanım oranı %71 olurken, bu oranın bakteri uygulamasında %75 olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. BIOLOG Eco Plate'de % karbon kullanım oranları

Table 2. % Carbon usage rate in BIOLOG Eco Plate

Uygulamalar	Karbon kullanım oranı (%)
Kimyasal Gübre	71
Bakteri	75

Uygulamaların fidanlardaki bitki gelişim parametreleri üzerine olan etkileri incelendiğinde ise, bakteri uygulamasının kontrole göre bütün bitki gelişim parametrelerinde ortalama %7.77 ile %65.09 arasında değişen artışa sebep olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Bu artış oranları sırası ile yıllık sürgün boyunda %65.09, yıllık sürgün sayısında %47.90,

gövde çapında %24.03, yıllık sürgün çapında %22.66 ve bitki boyunda %7.77 olmuştur (Çizelge 3). Yapılan gözlemsel değerlendirmede bakteri uygulamasının fidanlardaki kılcal kök oluşumunda da çok önemli artışlara sebep olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 3. Uygulamaların fidanlarda bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkileri
Table 3. Effects of applications on some plant growth parameters in seedlings

Parametreler	Kontrol	Bakteri	% Etkinlik
Bitki boyu (cm)	143.20±20.16	154.34±32.43	7.77
Gövde çapı (mm)	8.82±2.24	10.94±3.56	24.03
Yıllık sürgün sayısı (adet)	7.64±2.68	11.30±4.34	47.90
Yıllık sürgün çapı (mm)	2.78±0.86	3.41±1.21	22.66
Yıllık sürgün boyu (cm)	11.46±2.56	18.92±4.44	65.09

Uygulamaların fidanlardaki bazı bitki büyüme hormon düzeyleri üzerine olan etkileri Çizelge 4'de verilmiştir. Bakteri uygulamasının kontrole göre fidanlarda bütün hormon düzeylerinde ortalama olarak %15.55 ile %62.98 arasında değişen artışlara

sebebi olduğu görülmüştür. Bu artışlar sırası ile salisilik asitte %62.98, giberallik asitte %25.64, absisik asitte %21.05 ve indol asetik asitte %15.55 oranında bulunmuştur.

Çizelge 4. Uygulamaların fidanların hormon düzeyleri (ng/µl) üzerine etkileri
Table 4. Effects of applications on seedlings' hormone levels (ng/µl)

Hormonlar	Kontrol	Bakteri	% Etkinlik
Giberallik asit	187.79±4.52	235.95±6.27	25.64
Salisilik asit	51.31±2.11	83.63±3.15	62.98
Absisik asit	0.19±0.02	0.23±0.03	21.05
İndol asetik asit	7.78±0.76	8.99±0.92	15.55

Yapraktaki bazı makro ve mikro besin elementleri üzerine etkilere bakıldığında, bakteri uygulaması kontrole göre Cu hariç yapraktaki tüm parametrelerde artışa sebep olmuştur (Çizelge 5). Bu artışların en düşüğü %0.33 ile yapraktaki Zn

miktarında olurken, en yüksek artış %69.69 oranı ile yapraktaki Mg'da görülmüştür. Bunu sırası ile yapraktaki P (%36.54), N (%27.74), K (%23.64), Mn (%20.52), Ca (%15.17), F (%6.99) ve Zn (%0.33) izlemiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Uygulamaların yapraklarda bazı besin maddeleri üzerine etkileri
Table 5. Effects of applications on some nutrients in leaves

Değerlendirilen parametreler	Kontrol	Bakteri	% Etkinlik
N (%)	1.730±0.130	2.210±0.320	27.74
P (%)	1.223±0.060	1.670±0.210	36.54
K (%)	2.360±0.220	2.918±0.410	23.64
Ca (%)	1.450±0.140	1.670±0.240	15.17
Mg (%)	0.132±0.020	0.224±0.080	69.69
Na (%)	0.046±0.008	0.068±0.009	47.82
Fe (mg kg ⁻¹)	123.15±7.44	131.76±4.56	6.99
Zn (mg kg ⁻¹)	92.84±3.12	93.15±3.50	0.33
Mn (mg kg ⁻¹)	53.99±2.23	65.07±2.65	20.52
Cu (mg kg ⁻¹)	23.37±1.78	18.70±1.74	19.91*

*: Azalışa sebep olmuştur.

Uygulamaların topraktaki satürasyon, toplam tuz içeriği, pH, organik madde ve bazı makro ve

mikro besin elementlerine etkileri Çizelge 6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre; bakteri uygulaması

kontrole göre topraktaki toplam tuz içeriğinde %34.67, toprak pH'sında %9.31 oranında bir azalmaya sebep olurken: geri kalan tüm parametrelerde ise artışlar görülmüştür. Bu artışlar

%0.32 ile en düşük oranda Cu'da ve %41.32 ile en yüksek oranda topraktaki Fe miktarında görülmüştür. Bunu sırası ile; N (%36.36) ve organik madde (%18.03), izlemiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Uygulamaların bazı toprak özellikleri ve besin maddeleri üzerine etkileri
Table 6. Effects of applications on some soil properties and nutrients

Değerlendirilen Parametreler	Uygulamalar		% Etkinlik
	Kontrol	Bakteri	
Toplam tuz içeriği (%)	0.150	0.098	34.67*
pH'sı	7.95	7.21	9.31*
Organik madde (%)	1.22	1.30	6.56
Toplam N içeriği (%)	0.22	0.30	36.36
P (ppm)	93.22	100.56	7.87
K (ppm)	72.47	77.00	6.25
Ca (ppm)	377.15	389.6	3.30
Mg (ppm)	20.45	22.60	10.51
Fe (ppm)	10.09	14.26	41.32
Zn (ppm)	2.20	2.38	8.18
Mn (ppm)	11.43	12.86	12.51
Cu (ppm)	3.05	3.06	0.32

*: Azalışa sebep olmuştur

Yoğun tarım yapılan alanlarda bilinçsizce yapılan kimyasal gübre ve pestisit uygulamaları; sürdürülebilir bir tarımı neredeyse imkansız hale getirmiş, özellikle de üretim alanlarına yakın yerlerde tüm canlılar ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri de ciddi boyutlara ulaşmıştır (Parlakay vd., 2015; Yalçın vd., 2016). Bütün bu olumsuzluklar, tarımda kullanılan kimyasallara alternatif daha çevreci yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu alternatif yöntemlerin başında gelen tarımda biyolojik çözümlere olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Biyolojik çözümlerin başında da tarımda faydalı mikroorganizmaların kullanımı gelmekte, bakteriler bunlar içerisinde önemli bir yer tutmaktadır (Sarioğlu et al., 1993; Çakmakçı, 2005; Kotan, 2014). Dünyada bakteri içeren çok sayıda mikrobiyal gübre ve biyopestisit ruhsatlandırılarak tarımda üreticilerin kullanımına sunulmuştur. Ayrıca, yerli bakteri izolatları ile daha önce yürütülen birçok çalışmada biyopestisit kullanım potansiyeli olan ve mikrobiyal gübre olarak kullanılabilen çok sayıda bakteri izolatı elde edilerek muhafaza altına alınmıştır (Karakurt et al., 2010, 2011; Ateş vd., 2011; Karagöz et al., 2012; Çığ et al., 2014; Turan et al., 2014; Güneş et al., 2015; Ekinci et al., 2014, 2017; Sahin et al., 2015; Karagöz et al., 2016; Samancıoğlu et al., 2016).

Türkiye'de yoğun tarım yapılan ve özellikle de monokültür alanlarda toprakların çok önemli bir bölümü azotça fakirdir ve bu da veriminin azalmasına neden olmaktadır (Sarioğlu et al., 1993; Karaca ve Uyanöz, 2011). Fidancılık monokültür

tarım alanlarının tipik bir örneği olup, ülkemizde son yıllarda hızla büyüyen bir sektör haline gelmiştir. Bu tarım alanlarında yüksek verim artışı sağlamak için uygulanan aşırı gübrelemenin maliyetleri artırdığı, toprağın biyolojik verimliliğini olumsuz yönde etkilediği, ayrıca da bitkilerde depolanarak ve içme sularına karışarak insan ve hayvan sağlığı açısından önemli sorunlara neden olduğu belirtilmektedir (Karlıdağ vd., 2018).

Bu nedenlerden dolayı, bitkilerin azot ihtiyaçlarının bir kısmını biyolojik azot fiksasyonu ile karşılamalarının önemi her geçen gün daha da artmaktadır (Haktanır ve Arcaç, 1997; Graham and Vance, 2002). Baklagil harici bitkilerde azot fikse eden bakterilerin önemi 1970'li yıllarda ilk olarak Döbereiner ve arkadaşları tarafından yarı katı azotsuz besi ortamının keşfedilmesiyle başlamış, şeker kamışından birçok endofitik bakteri izole edilerek, bunların azot fiksasyonu özellikleri ortaya konulmuştur (Oliveira et al., 2002).

Bu çalışmada da; *B. subtilis* TV-17C içerikli bakteriyel biyoförmülasyon uygulamasının kimyasal gübre uygulamasına göre toprak mikroflorası aktivitesi, elma fidanlarında değerlendirilen bazı bitki gelişme parametreleri ve bazı hormon düzeylerinde önemli artışlara sebep olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ilave olarak bakteri uygulamasının toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine, yaprakta ve topraktaki makro ve mikro besin elementleri düzeylerine de önemli katkılarının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yapılan gözlemsel incelemelerde bakteri uygulamasının bitkilerin kök

gelişiminde ve bitki sağlığında da etkili olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan *B. subtilis* TV-17C bakteri izolatının bitki gelişimi üzerine etkinliğinde özellikle yüksek azot fikse etme özelliğinin çok önemli rol oynadığı düşünülmektedir.

Topraktaki mikrobiyal aktivitenin yüksek olması toprağın verimliliğinin de dolaylı bir göstergesidir. Bu aktivitenin başta sıcaklık olmak üzere bir çok çevresel koşullara bağlı olarak toprakta değişebileceği belirtilmektedir (Rutgers et al., 2016). Bu çalışmada; kimyasal gübre uygulamasına kıyasla bakteri uygulamasının BIOLOG Eco Plate testlerinden elde edilen sonuçlara göre topraktaki bakteri aktivitesinde bir miktar artışa sebep olması, mikrobiyal gübre uygulamalarının toprak verimliliği üzerine de olumlu etkilerinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca, fidan yapraklarındaki makro ve mikro elemen düzeylerindeki artışların da toprak verimliliğinin artmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Tarımda mikrobiyal gübre uygulamaları ile özellikle azotlu gübre kullanımında ciddi bir düşüşün olacağı ve bunun da özellikle yer altı sularındaki nitrat birikiminde önemli azalmalara sebep olacağı düşünülmektedir. Yine bu çalışmada elde edilen verilere göre, bakteri uygulamasının topraktaki toplam tuz içeriği (%) ve toprak pH'sında azalmalara sebep olduğu tespit edilmiştir.

Bitkilerin büyüme ve gelişmesinde büyüme düzenleyicilerinin kullanımı oldukça önemlidir. Bu amaçla oksin, giberellinler, sitokinin, etilen ve absisik asit yanında salisilik asit, brassinosteroidler, poliaminler ve jasmonatlar gibi çeşitli büyüme düzenleyicilerinin tarımda kullanımı gittikçe artmaktadır (Algül vd., 2016). Ancak, bilinçsiz bir şekilde büyüme düzenleyicilerinin kullanılmaları, toprakta ve yer altı sularında birikerek canlılarda toksik etkiler meydana getirebilmektedir. Sentetik büyüme düzenleyicilerin canlıları olumsuz etkilemesi ve maliyetlerinin fazla olması, çevre dostu alternatif metotları akla getirmektedir (Algül vd., 2016). Bu çalışmada bakteri uygulamalarında başta salisilik asit olmak üzere bitki gelişme hormonları üzerinde artışların olduğu tespit edilmiştir. Salisilik asitin bitkideki fenolik bileşiklerden birisi olduğu, bitkinin büyümesini hızlandırdığı, uyarılmış dayanıklılık ve bitkinin diğer organizmalarla interaksyonunda önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir (Aricı ve Yardımcı, 2001). Bakteri uygulamasının absisik asit miktarında da bir miktar artışa (%21.05) sebep olduğu tespit edilmiş, bunun bitkide büyümeyi teşvik edici hormonlar olarak bilinen oksin, giberellinler ve sitokininlerin doğal antagonisti olduğu da ortaya konulmuştur (Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Bir bakteri izolatının çok yönlü etkinliğe sahip olması tarımda kullanımında büyük avantajlar sağlamaktadır. Nitekim yapılan bir çalışmada;

Azospirillum bakterilerinin azotu fikse etme yeteneğine ek olarak, erken fide gelişimi üzerine sitokinin ve oksin hormon üretimi yoluyla da etkili olduğu belirlenmiştir (Shantharam and Mattoo, 1997). Bu çalışmada da kullanılan bakteri izolatının giberallik asit ve indol asetik asit üretimi ile bitki gelişimi üzerine pozitif etki sağladığı tespit edilmiştir.

Ayrıca, yaprak salgularının iyi bir gıda kaynağı olması stomalara yerleşen bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin toprak, kök veya tohum aşılamlarına oranla diğer mikroflora ile daha az rekabetle karşılaşmasına (Sudhakar et al., 2000) dolayısıyla toprak üstünde rekabetik gücü yüksek olan azot fikseri bakteriler için yaprak patojenlerinin kontrolünde de önemli üstünlükler sağlamasına neden olmaktadır. Fidelicikte üreticilerin en çok karşılaştıkları ve mücadele etmek zorunda oldukları zararlı grubu kırmızı örümcekler ve yaprak bitleri, hastalıklar ise kök çürüklüğü ve küllemedir (Karamürsel vd., 2019). *Bacillus* izolatlarının yüksek antagonistik özelliklerinden dolayı organik ve sürdürülebilir tarımı teşvik etmek için toprak kökenli hastalıklarla mücadelede kimyasallara alternatif etkili biyokontrol ajanlar olarak kullanılabilenliği belirtilmiştir (Soylu vd., 2020). Nitekim bu çalışmada yapılan gözlemsel incelemelerde de bakteri uygulanan fidanlarda toprak altı ve toprak üstü bitki sağlığı açısından kimyasal gübre uygulamasına nazaran önemli katkılarının olduğu görülmüştür. Bu çalışmada kullanılan *B. subtilis* TV-17C izolatı ile daha önce yapılan çalışmalarda bu izolatın biyopestisit özelliğinin de çok güçlü olduğu tespit edilmiştir. Sera koşullarında yürütülen çalışmalarda bu izolatın *Alternaria solani*'ye karşı %69 (Çamlıca and Tozlu, 2019) ve *Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı %100 (Tozlu et al., 2016) etkinlik sağladığı, depo koşullarında yürütülen çalışmalarda ise mandalınada depo hastalıklarına karşı %73 (Tozlu et al., 2018) ve *Penicillium digitatum*'a karşı %95 (Mohammadi et al., 2017) etkinliğinin olduğu belirlenmiştir. Bu veriler de göstermektedir ki bu biyoformülasyonun bitki beslemedeki katkılarının yanında, toprak kaynaklı veya birçok yaprak fungal hastalıklarının da mücadelesinde ciddi bir etkinliğinin olacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Yapılan bu çalışmada; *B. subtilis* TV-17C bakteri uygulamasının fidanlarda sürgün boyu (%65.09), yıllık sürgün sayısı (%47.90), gövde çapı (%24.03), yıllık sürgün çapı (%22.66) ve bitki boyundaki (%7.77) sağladığı artışların fidan kalitesi ve erkencilik açısından çok önemli olduğu ve üreticiye önemli avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, bakteri uygulamasının sorunlu topraklarda bile topraktaki besin

maddelerinin yarayışlılığı ve bitkideki hormon düzeyleri ile topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine çok olumlu katkılar sağladığı görülmüştür. *B. subtilis* TV-17C içerikli bu biyofarmülasyonun gerek fidan/fide üretiminde, gerek meyvecilikte ve gerekse de süs bitkisi yetiştiriciliğinde çok başarılı bir şekilde kullanılabilceği düşünülmektedir. Bütün bu çok yönlü etkileri dikkate alınarak bu formülasyonun Stoma Fix ticari ismi ile tescillendirilmesi için gerekli başvuruların yapılması planlanmaktadır.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın yürütülmesinde büyük katkıları olan ve laboratuvar alt yapısının kullanılmasına ve bütün analizlerin laboratuvarlarında yapılmasına imkan sağlayan Süpersol Biyoteknoloji Anonim Şirketi (İzmir)'ne ve bütün çalışanlarına teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

Çalışmanın laboratuvar aşamasında RK, ET ve FD; arazi aşamasında RK ve AG; yazım ve dergiye sunum aşamalarında ise RK ve ET katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Algül, B.E., Tekintaş, F.E., Dalkılıç, G.G., 2016. Bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı ve içsel hormonların biyosentezini artırıcı uygulamalar. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13 (2): 87-95.

Arıcı, Ş.E., Yardımcı, N., 2001. Bitkilerde uyarılmış dayanıklılık. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (1): 83-86.

Arısoy, H., Aras, İ., Kaya, M.F., 2019. Türkiye'nin elma dış ticaretindeki bölgesel yoğunlaşma durumu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29 (2): 242-252.

Ateş, F., Karagöz, K., Karagöz, H., Kotan, R., Ateş, B., Kutlu, M., Çakmakçı, R., 2011. Bağcılıkta biyolojik gübre olarak kullanılacak bitki gelişimini teşvik edici azot fikseri ve fosfat çözücü bakteri izolasyonu. Uluslararası Katılımlı 1. Ali Numan Kırac Tarım Kongresi ve Fuarı, 27-30 Nisan 2011, Eskişehir, s: 2599-2606.

Atılğan, A., Coşkan, A., Saltuk, B., Erkan, M., 2007. Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. Ekoloji, 15 (62): 37-47.

Battal, P., Tileklioğlu, B., 2001. The effects of different mineral nutrients on the levels of cytokinins in Maize (*Zea mays* L.). Turkish Journal of Botany, 25: 123-130.

Çakmakçı, R., 2005. Bitki gelişimini teşvik eden Rizobakterilerin tarımda kullanımı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36 (1): 97-107.

Çamlıca, E., Tozlu, E., 2019. Biological control of *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) L.R. Jones and Grout in tomato. Fresenius Environmental Bulletin, 28 (10): 7092-7100.

Çığ, F., Sönmez, F., Karagöz, K., Erman, M., Çakmakçı, R., Kotan, R., Amak, Z., 2014. Investigation of the impacts of nitrogen fixing and phosphate dissolving bacteria isolated in Lake Van Basin on the development of Kirik Wheat within the context of sustainable agriculture. International Congress on Green Infrastructure and Sustainable Societies/Cities, 8-10 May 2014, Izmir, Turkey, p: 205.

Döbereiner, J., 1997. Biological nitrogen fixation in the tropics: Social and economic contributions. Soil Biology and Biochemistry, 29: 771-774.

Ekinci, M., Turan, M., Yıldırım, E., Güneş, A., Kotan, R., Dursun, A., 2014. Effect of plant growth promoting Rhizobacteria on growth, nutrient, organic acid, amino acid and hormone content of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) transplants. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 13 (6): 71-85.

Ekinci, M., Dursun, A., Kotan, R., Karagöz, F.P., Soner, K., Güneş, A., 2017. Determination of effects of bacteria, mineral fertilizer and their combination on the plant growth of tulip (*Tulipa gesneriana* L.). International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics, 3 (3): 233-253.

Gençtan, T., Tuğay, M.E., Geçit, H.H., Bozkurt, B., Ergün, E., Ekiz, H., Yalvaç, K., Gevrek, M.N., Elçi, A., Balkan, A., 2005. Türkiye'de tohumluk, fide ve fidan üretimi ve kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Ankara, s: 803-823.

Graham, P.H., Vance, C.P., 2002. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. Field Crop Research, 65: 93-106.

Güler, S., 2004. Dünya'da ve Türkiye'de gübre tüketiminde yaşanan gelişmeler. In: Karaman, M.R., Brohi, A.R. (eds.) Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, s: 47-54.

Güneş, A., Karagöz, K., Turan, M., Kotan, R., Yıldırım, E., Çakmakçı, R., Sahin, F., 2015. Fertilizer efficiency of some plant growth promoting rhizobacteria for plant growth. Research Journal of Soil Biology, 7 (2): 28-45.

Haktanır, K., Arcak, S., 1997. Toprak Biyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1486, Ankara, 447 s.

- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M.N., Yakışır, E., Okur, O., 2014. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden Rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, 12 (2): 1-19.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara, 705 s.
- Kaçar, B., 1962. Sulfur Determination Methods in Soils. University of Nebraska, College of 792 Agriculture, Dept. of Agronomy, Lincoln, Nebraska, 1-27 p.
- Karaca, Ç.K., Uyanöz, R., 2011. Konya yöresinde yetiştirilen fasulye bitkisinin kökünde etkili Rhizobiumların belirlenmesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25 (3): 17-24.
- Karagöz, F.P., Dursun, A., Kotan, R., Ekinci, M., Yıldırım, E., Mohammadi, P., 2016. Assessment of the effects of some bacterial isolates and hormones on corm formation and some plant properties in saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Agricultural Science, 22: 500-511.
- Karagöz, K., Ateş, F., Karagöz, H., Kotan, R., Çakmakçı, R., 2012. Characterization of plant growth-promoting traits of bacteria isolated from the rhizosphere of grapevine grown in alkaline and acidic soils. European Journal of Soil Biology, 50: 144-150.
- Karakurt, H., Kotan, R., Aslantaş, R., Dadaşoğlu, F., Karagöz, K., 2010. Inoculation effects of *Pantoea agglomerans* strains on growth and chemical composition of Plum. Journal of Plant Nutrition, 33 (13): 1998-2009.
- Karakurt, H., Kotan, R., Dadaşoğlu, F., Aslantaş, R., Sahin, F., 2011. Effects of plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on fruit set, pomological and chemical characteristics, color values, and vegetative growth of sour cherry (*Prunus cerasus* cv. *kutahya*). Turkish Journal of Biology, 35: 283-291.
- Karamürsel, D., Öztürk, F.P., Kaçal, E., Bayav, A., Emre, M., Oğuz, C., Karamürsel, Ö.F., Akol, S., Sarısu, A., Altındal, M., 2018. Meyve fidanı üreten işletmelerin sektöre bakış ve beklentileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21 (Özel Sayı): 86-94.
- Karamürsel, D., Öztürk, F.P., Kaçal, E., Bayav, A., Emre, M., Oğuz, C., 2019. Türkiye'de meyve fidanı üreten kamu kuruluşlarının durum analizi. Meyve Bilimi, 6 (1): 7-14.
- Karlıdağ, H., Atay, S., Karaat, F.E., Kan, T., Yıldırım, H., 2018. Malatya'da meyve fidanı yetiştiriciliğinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8 (2): 29-36.
- Kotan, R., 2014. Faydalı bakterilerin tarımda kullanımı. Harman Time, 11: 44-48.
- Kumlay, A.M., Eryiğit, T., 2011. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: Bitki Hormonları. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1 (2): 47-56.
- Kuraishi, S., Tasaki, K., Sakurai, N., Sadatoku, K., 1991. Changes in levels of cytokinins in etiolated squash seedlings after illumination. Plant Cell Physiology, 32: 585-591.
- Lindsay, W.L. Norwell, W.A., 1978. Development of a DTPA Test For Zinc, Iron, 829 Manganese and Copper. Soil Science Society of America, 42: 421-428.
- Lott, W.L., Nery, J.P., Gallp, J.R., Medcaff, J.C. 1956. Leaf Analysis Technique in Coffee 841 Research. Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos Research Inst. Bulletin, No:9, Rio de Janeiro, 842 p.
- Mohammadi, P., Tozlu, E., Kotan, R., Kotan Şenol, M., 2017. Potential of some bacteria for biological control of postharvest citrus green mould caused by *Penicillium digitatum*. Plant Protection Science, 53 (3): 134-143.
- Orhan, E., Ataseven, Y., 2009. Türkiye'de içme suyu havza alanlarında tarımsal faaliyetlerden kaynaklanabilecek kirliliği önleme ile ilgili yasal düzenlemeler. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (2): 161-169.
- Oliveira, A.L.M., Urquiaga, S., Döbereiner, J., Baldani, J.I., 2002. The effect of inoculating endophytic N₂-fixing bacteria on micropropagated sugarcane plants. Plant Soil, 242: 205-215.
- Özbek, S., 1977. Genel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:31, Adana, 386 s.
- Parlakay, O., Çelik, A.D., Kızıltuğ, T., 2015. Hatay ilinde tarımsal üretimden kaynaklanan çevre sorunları ve çözüm önerileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (2): 17-26.
- Peoples, M.B., Brockwell, J., Herridge, D.F., Rochester, I.J., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Boddey, R.M., Dakora, F.D., Bhattarai, S., Maskey, S.L., Sampet, C., Rerkasem, B., Khans, D.F., Hauggaard-Nielsen, H., Jensen, B.S., 2009. The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. Symbiosis, 48: 1-17.
- Rascio, N., La Rocca, N., 2008. Biological nitrogen fixation. Encyclopedia of Ecology, 412-419.
- Rutgers, M., Wouterse, M., Drost, S.M., Breure, A.M., Mulder, C., Stone, D., Creamer, R.E., Winding, A., Bloem, J., 2016. Monitoring soil bacteria with community-level physiological profiles using Biolog ECO-plates in the

- Netherlands and Europe. *Applied Soil Ecology*, 97: 23-35.
- Sahin, U., Ekinci, M., Yıldırım, E., Kızıloğlu, M.F., Turan, M., Kotan, R., Ors, S., 2015. Ameliorative effects of plant growth promoting bacteria on water-yield relationships, growth and nutrient uptake of lettuce plants under different irrigation levels. *HortScience*, 50 (9): 1379-1386.
- Sağlam, M.T., 2012. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 2, Ders Kitabı No: 2, Tekirdağ, 154 s.
- Samancıoğlu, A., Yıldırım, E., Turan, M., Kotan, R., Sahin, U., Kul, R., 2016. Amelioration of drought stress adverse effect and mediating biochemical content of cabbage seedlings by plant growth promoting rhizobacteria. *International Journal of Agriculture and Biology*, 18: 948-956.
- Sarıoğlu, G., Özçelik, S., Kaymaz, S., 1993. Selection of effective nodosity bacteria (*Rhizobium leguminosarum* biovar. *viceae*) from lentil grown in Elazığ. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 17: 569-573.
- Shanthaam, S., Mattoo, A.K., 1997. Enhancing biological nitrogen fixation: An appraisal of current and alternative technologies for N input into plants. *Plant Soil*, 194: 205-216.
- Soylu, E.M., Soylu, S., Kara, M., Kurt, Ş., 2020. Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 23 (1): 7-18.
- Stefanowicz, A., 2006. The Biolog Plates Technique as a tool in ecological studies of microbial communities. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15 (5): 669-676.
- Sudhakar, P., Chattopadhyay, G.N., Gangwar, S.K., Ghosh, J.K., 2000. Effect of foliar application of Azotobacter, Azospirillum and Beijerinckia on leaf yield and quality of mulberry (*Morus alba*). *Journal of Agricultural Science*, 134: 227-234.
- Tozlu, E., Mohammadi, P., Kotan Şenol M., Nadaroğlu, H., Kotan, R., 2016. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, the causal agent of white mold disease in red cabbage by some bacteria. *Plant Protection Science*, 52 (3): 188-198.
- Tozlu, E., Kotan Şenol, M., Tekiner, N., Dikbaş, N., Kotan, R., 2018. Biological control of postharvest spoilage in fresh Mandarins (*Citrus reticulata* Blanco) fruits using bacteria during storage. *Erwerbs-Obstbau*, 61: 157-164.
- Turan, M., Ekinci, M., Yıldırım, E., Güneş, A., Karagöz, K., Kotan, R., Dursun, A., 2014. Plant growth-promoting Rhizobacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (*Brassica oleracea*) seedlings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38: 327-333.
- TÜİK, 2019. Tarımsal Ürünler İstatistiği, İstatistiklerle Türkiye. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 3 Mart 2019).
- Xu, G., Ge, Z., Poudel, D.R., 2015. Application and optimization of Biolog EcoPlates in functional diversity studies of soil microbial communities. *MATEC Web of Conferences*, January 2015, EDP Sciences. 22: 04015, 1-6.
- Yalçın, G.E., Kara, F.Ö., İpekçioğlu, Ş., Yazıcı, E., 2016. Hatalı tarımsal uygulamaların toprak ve su kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri, 12. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs 2016, Isparta, Türkiye, s: 2235-2240.



Şeker Pancarlarından Elde Edilen *Rhizoctonia* spp. İzolatlarının Hif Birleşme Reaksiyonları ve Klasik Yollarla Anastomosis Grup Temini*

Meltem AVAN^{**a}  Yakup Zekai KATIRCIOĞLU^b 

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara, Türkiye

**Sorumlu yazar e-mail: meltem_avn@hotmail.com

doi: 10.17097/ataunizfd.768199

Geliş Tarihi (Received): 11.07.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 08.10.2020 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: 2015-2017 yılları arasında Konya bölgesi şeker pancarı ekim alanlarından 866 tarlanın 691'inde kök çürüklükleri tespit edilmiş ve elde edilen birçok fungus içerisinde en çok *Rhizoctonia* spp. elde edilmiştir. Fungusun tanısında; morfolojik tanılama, izolasyon, mikroskopik gözlem, klasik yollarla anastomosis grupların tespitleri kullanılmıştır. Elde edilen 71 *Rhizoctonia* izolatlarından, 61 izolat multinükleat *Rhizoctonia solani*, 10 izolatta binükleat *Rhizoctonia* spp. olarak tanımlanmıştır. Klasik metotla anastomosis grubu belirlemede test izolatlarla, elde edilen *Rhizoctonia* izolatlarının hifsel reaksiyonlarına bakılarak C0, C1, C2, C3 tipi reaksiyonları ve hiflerin birbirine doğru yönelme şekillerine göre de anastomosis grupları tespit edilmiştir. Bu çalışma klasik yolla anastomosis grup belirleme aşamalarını ve hifsel kaynaşmayı görsel ve metotsal olarak detaylandırarak, bu konuda yapılacak olan çalışmalara bir ışık tutması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anastomosis grup, *Beta vulgaris*, Klasik AG tespiti, *Rhizoctonia* spp.

Hyphae Fusion Reactions and Determination of Anastomosis Group by Classical Ways of *Rhizoctonia* spp. Isolates Obtained from Sugar Beets

ABSTRACT: Root rots were detected in 691 of 866 fields from Konya beet sugar beet growing areas between 2015 and 2017 and among these fungi most *Rhizoctonia* spp. has been identified. In the diagnosis of fungus; morphological diagnostics, isolation, microscopic observation, determinations of anastomosis groups by classical means were used, were used for the definitive diagnosis. 61 isolates of 71 isolates were identified as multinucleate and 10 isolates were identified as binucleate *Rhizoctonia* spp. In determining anastomosis group with classical method; the isolates are divided into groups, according to hyphal reactions of *Rhizoctonia* isolates with test isolates; isolates were divided into groups according to C0, C1, C2, C3 type reactions and according to the way the hyphae are directed towards each other. This study is important for leading the studies to be carried out on this subject in terms of visual and methodical detail of anastomosis group determination steps and hyphal fusion in the classical way.

Keywords: Anastomosis group, *Beta vulgaris*, Determination of classical AG, *Rhizoctonia* spp.

GİRİŞ

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) gövdesinden şeker, melas, şlam, şlempe, ispirto ve alkol elde edilen, baş ve yaprakları ile de hayvan beslemesinde yer alan ve stratejik olarak önemli, ticari bir endüstri bitkisidir (İlisulu, 1986). Türkiye şeker pancarı üretiminde 5. sıra

ile dünyada önemli bir yere sahipken (FAOSTAT, 2019), Konya bölgesi Türkiye'nin şeker pancarı üretiminin üçte birinin yapıldığı oldukça kıymetli bir bölgedir (TÜİK, 2019).

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Avan, M., Katircioğlu, Y.Z., 2021. Şeker Pancarlarından Elde Edilen *Rhizoctonia* spp. İzolatlarının Hif Birleşme Reaksiyonları ve Klasik Yollarla Anastomosis Grup Temini. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 56-66. doi: 10.17097/ataunizfd.768199

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2939-8177> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5308-9414>

*Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinden üretilmiştir.



Rhizoctonia solani Kühn geniş konukçu aralığına sahip olan, kontrolü oldukça zor, yıllarca organik materyallerde miselyum olarak, toprakta ise sklerot olarak kışlayan hastalık yapma yeteneğine sahip olan güçlü bir patojendir (Hyakumachi et al., 1982; Herr, 1996; Cubeta and Vilgalys, 1997). *R. solani*, Basidiomycota takımında yer alan dik açılı dallanan ve dalların başlangıç noktasına yakın bir septum bulunduran, kahverengi hifli bir fungustur (Anderson, 1982; Ogoshi, 1987; Sneh et al., 1991). *Rhizoctonia*, fungusun genetik özelliklerine göre anastomosis gruplarına (AG) ve alt gruplarına ayrılmaktadır (Ogoshi, 1987). Şimdiye kadar *Rhizoctonia*'ya ait 13 anastomosis grup belirlenmiştir (Sneh et al., 1991; Carling et al., 2002; González et al., 2006). Anastomosis gruplar arasında meydana gelen hifsel uyumsuzluklar, *R. solani* izolatlarının anastomosis grup sınıflandırmasında kullanılmaktadır (Sneh et al., 1991; Kuninaga et al., 1997). Farklı AG'ler konukçu çeşitliliği ve meydana getirdikleri farklı belirtiler nedeniyle çeşitlilik gösterebilirler. Birçok AG birbiriyle ilişkilidir fakat genetik olarak farklı oldukları için farklı tür olarak düşünülebilmektedirler (Anderson, 1982; Cubeta and Vilgalys, 1997; Gonzalez et al., 2006). Parmeter et al. (1969) anastomosis yapmayan bazı multinükleat *Rhizoctonia* benzeri izolatlar tespit etmişlerdir. Bu izolatların anastomosis yapmama gereksesi olarak da, bazı izolatların anastomosis yapma yeteneği olmayabileceğini, bazılarının anastomosis olayının daha az olabileceğini, bazılarının da *R. solani*'ye benzer miselleri olan başka türler olabileceğini bildirmişlerdir.

Konya bölgesi şeker pancarlarından elde edilen 71 adet *Rhizoctonia* spp. izolatlarının hif birleşme reaksiyonlarının gruplar içi hifsel reaksiyonunu belirlemek amacıyla su agarında hiflerinin karşılaştırılmaları sonucu meydana gelen yönelmeleri ve kaynaşma reaksiyonları, çift yönlü çekim, tek yönlü çekim ve çekimin oluşmaması olarak gruplandırılmıştır. Ayrıca gruplara ayrılmış olan izolatların anastomosis gruplarının tespit etmek amacıyla temin edilen test izolatlar ile %1.5 oranında agar içeren su agarı ortamı (SA) üzerinden karşılıklı ekilen test izolatları ile örneklerden elde edilen izolatlar arasındaki reaksiyonlar da C0, C1, C2 ve C3 tipi anastomosis olarak kategorize edilerek tüm aşamalar ve metodlar detaylıca belirtilmiştir (Carling et al., 1988).

Çalışma klasik metotla anastomosis grup belirleme yöntemi *Rhizoctonia* ile mücadelede ve hastalık kontrol stratejilerinin tespit edilmesinde önemli bir alternatif yöntemdir. Bu gerekeç ile klasik yolla

anastomosis grup belirleme aşamalarını ve hifsel kaynaşmayı görsel ve metotsal olarak detaylandırmak ve bu konuda ileride yapılacak olan çalışmalara pratikte bir ışık tutması açısından önem taşımaktadır.

Ayrıca çalışma şeker pancarı için Konya bölgesinde yapılan detaylı ilk çalışma özelliğini taşımaktadır.

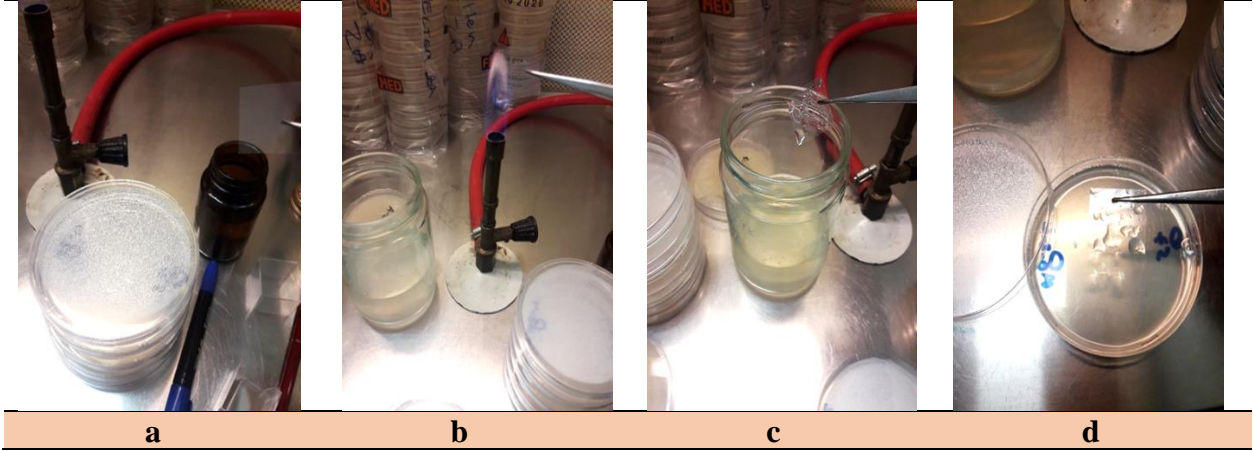
MATERYAL VE METOT

Konya bölgesi şeker pancarları örneklerinden izole edilen *Rhizoctonia*'ların tür ve anastomosis gruplarının klasik yollarla belirlenmesinde, multinükleat (MN) ve binükleat (BN) *Rhizoctonia* izolatları da kendi aralarında önce koloni morfolojilerine, renklerine ve sklerot yapılarına ve skleroti büyüklük ve renklerine göre gruplara ayrılmışlardır. Sonra da elde edilen test izolatlarla anastomosis grup eşleşmelerine ve çekirdek boyamalarına geçilmiştir. Aynı grup içerisinde olan izolatlar kendileri içinde yönelmeleri, kaynaşmaları incelenmiş ve hifsel reaksiyonların tespiti için anastomosis gruplar için öncelikle klasik yöntem kullanılmıştır.

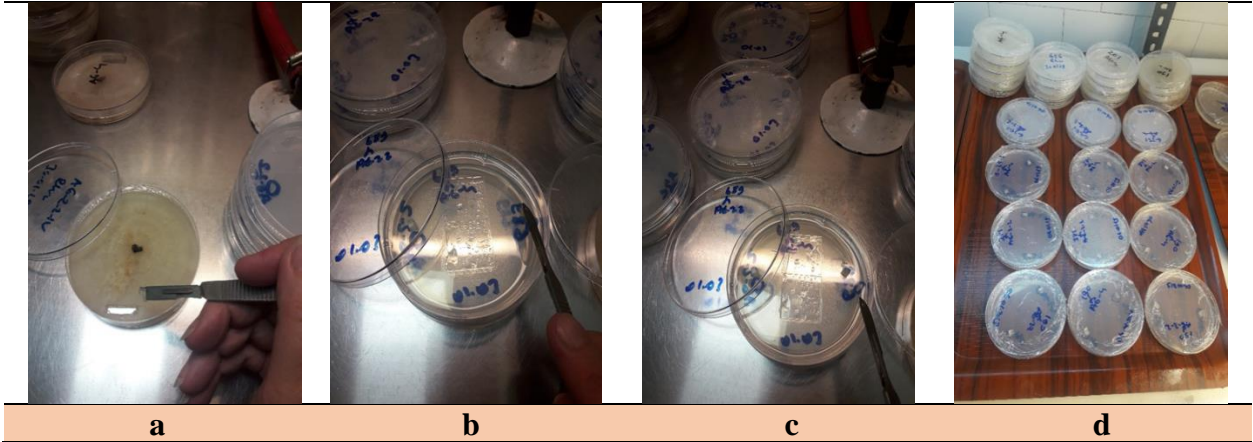
Rhizoctonia'ların tür ve anastomosis gruplarının klasik yöntemlerle belirlenmesi

Surveylerde elde edilen şeker pancarları örneklerinden izole edilen *Rhizoctonia* izolatlarının tür ve anastomosis gruplarının belirlenmesinde; fungusun kültürel, morfolojik özellikleri, çekirdek sayıları ve temin edilen AG-4-HGII ve AG-4-HGIII, AG-2-2-IIIB, AG-3 ve AG-5 test izolatları ile anastomosis reaksiyonları esas alınarak yapılmıştır. Anastomosis grup tespitinde kullanılan bu test izolatlar Prof. Dr. Erkol Demirci ve Dr. Filiz Ünal'dan temin edilmiştir. Anastomosis gruplarının tespiti için öncelikle test izolatları ve şeker pancarından izole edilen *Rhizoctonia* izolatları ayrı ayrı yarı güçlü PDA (1 litre yarı güçlü PDA besi ortamı içeriği; 20 g PDA, 15 g agar, 1000 ml distile su) ortamına aktarılıp 25±1 °C'de karanlıkta inkübe edilerek geliştirilmiştir. İçerisinde %1,5 oranında agar içeren su agarı (SA) ortamı bulunan petrilerin ortasına, %0.5 agar içeren PDA ortamına batırılmış (Şekil 1c) %95'lik etil alkolde steril edilmiş lameller (Şekil 1a, b) alt alta gelecek şekilde yerleştirilmiş (Şekil 1d) ardında da lamellerin sağ ve sol tarafına gelecek şekilde test izolatlarına ait miselyal agar diskleri yerleştirilmiştir.

Petriler 25±1 °C'de karanlıkta 24-48 saat inkübe edilmiştir (Şekil 2a, b, c) ve inkübasyon süresi (Şekil 2d) sonunda örnekler incelenmiştir.



Şekil 1. Anastomosis grup belirlemede petri içerisine lamel yerleştirme aşamaları
Figure 1. Stages of coverslip placement in the petri dish for anastomosis group determination



Şekil 2. *Rhizoctonia* izolatından ve test izolattan kesilen misel parçalarının yerleştirilme aşamaları ve inkübasyon süreci

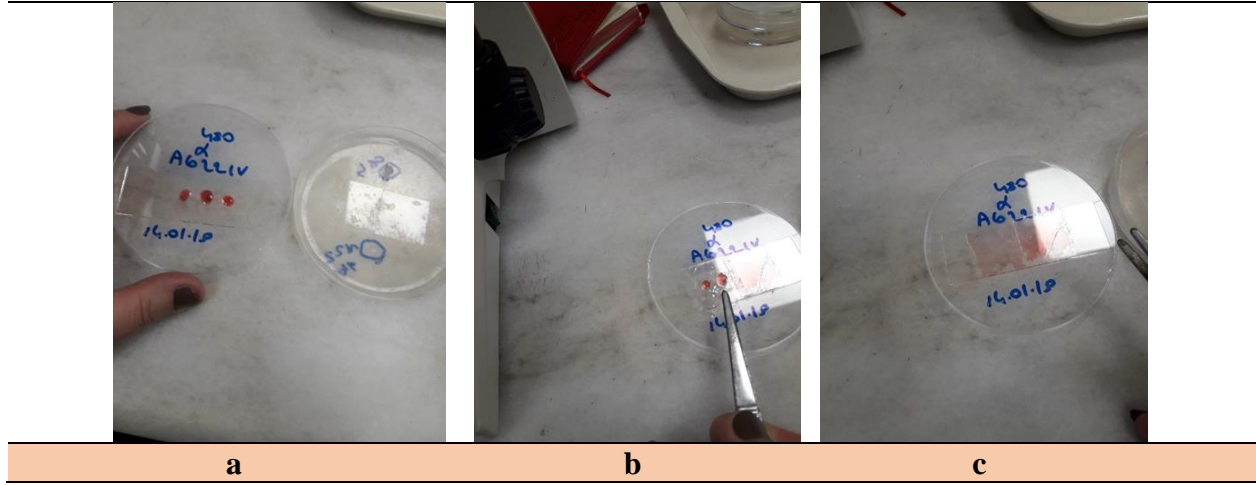
Figure 2. Staging stages of mycelium cut from *Rhizoctonia* isolate and test isolate and incubation process

Çekirdek boyama tespiti

Rhizoctonia izolatları ile, test izolatlar arasındaki hif kaynaşmalarını görmek için bir lam üzerine birkaç damla %0.5'lik Safranin O çözeltisi damlatılıp (Şekil 3a), kaynaşmış hiflerin bulunduğu petrideki lameller, lamdaki çözelti üzerine ters olarak tek tek yerleştirilmiştir (Şekil 3b, c). Bu yöntemle hazırlanan preparatlarda hiflerdeki minimum 15 hücrede çekirdek sayıları baz alınarak ışık mikroskopunda (x100 ve x400) çekirdek sayıları incelenmiştir. Her örnek için 3

tekrar yapılmıştır (Bandoni, 1971; Kronland and Stanghellini, 1988; Ogoshi et al., 1990; Carling et al., 1994; Karaca et al., 2002).

100 ml'lik Safranin O çözeltisi hazırlamak için, bir beher ya da erlen mayer içerisine saf su ile hazırlanmış %0.5'lik Safranin O'dan 6 ml konularak üzerine saf su ile hazırlanan %3'lük 10 ml'lik KOH, 5 ml gliserin ve en son 79 ml distile su eklenerek karışım tamamlanmıştır (Bandoni, 1979).



Şekil 3. Anastomosis grup ve çekirdek sayısı tayininde boyama aşamaları
Figure 3. Staining stages in determination of anastomosis group and nuclear numbers

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Anastomosis gruplarının klasik yollarla belirlenmesinde AG-4, AG-2, AG-3 ve AG-5 test izolatları ile örneklerden elde edilen *Rhizoctonia* spp. izolatları kullanılmıştır.

Rhizoctonia izolatlarının hif birleşme reaksiyonları

İzolatların gruplar içi ve gruplar arası hifsel reaksiyonunu belirlemek amacıyla su agarında hiflerinin karşılaştırılmaları sonucu meydana gelen

yönelmeleri ve kaynaşma reaksiyonları şu şekillerde verilmiştir.

Hiflerin birbirine doğru yönelme şekilleri

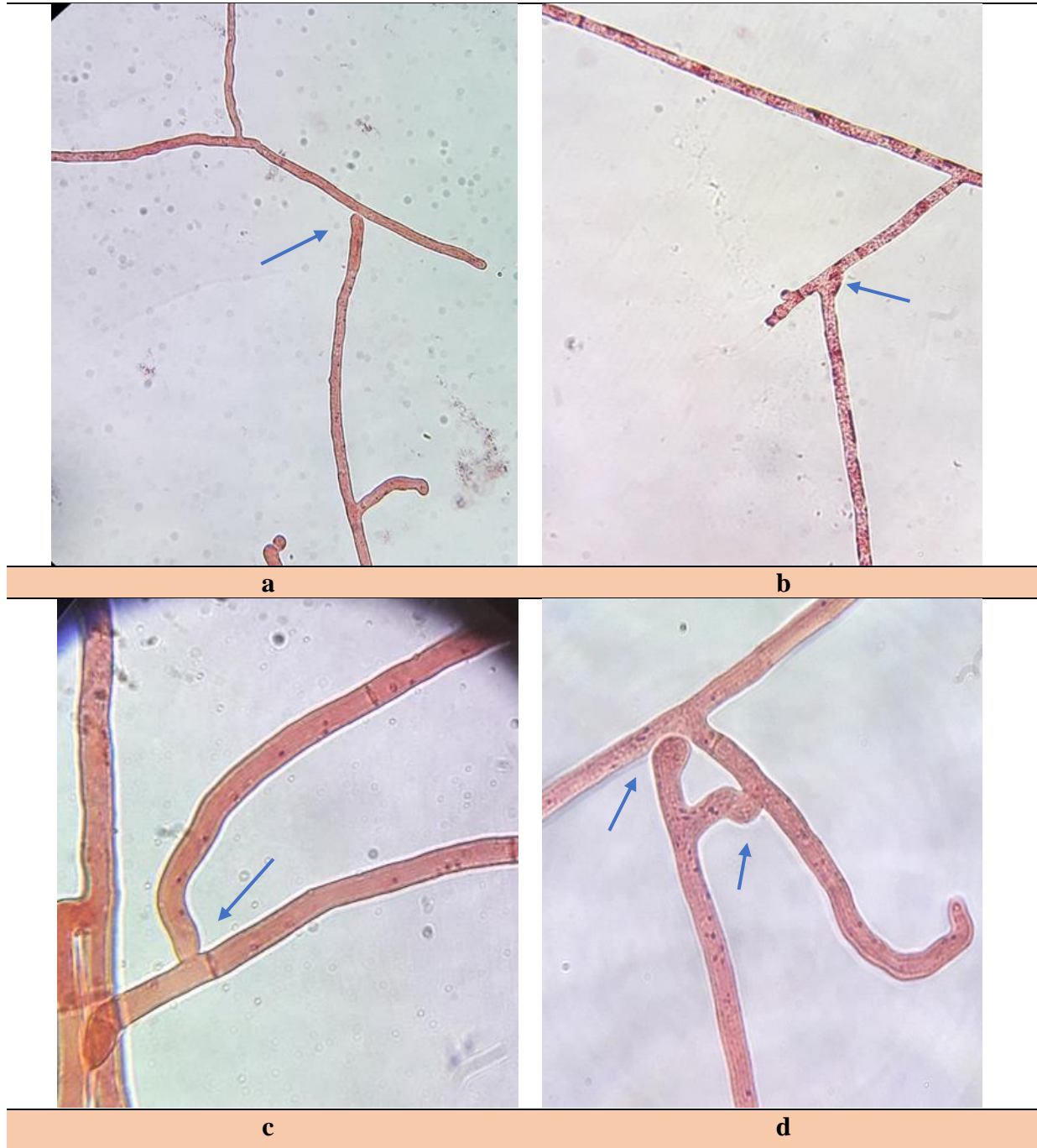
A) Çift yönlü çekim: İki izolataın hiflerinin gelişen uç kısımları karşılıklı olarak hiflerin birbirini çekmiştir, birbirlerine doğru gelişmiştir ve temas gerçekleşmiştir. Bu temas aynı anastomosis gruplar arasında görülmüştür (Şekil 4a, b).



Şekil 4. *Rhizoctonia* izolatı ile test izolatı hiflerinin birleşmesi
Figure 4. Fusion of *Rhizoctonia* isolate and test isolate each other

B) Tek yönlü çekim: Bir izolataın hifinin diğeri tarafından çekilmesiyle meydana gelmiştir. Çekilen hif uç bölgesinden diğeri hifin yan kısmına

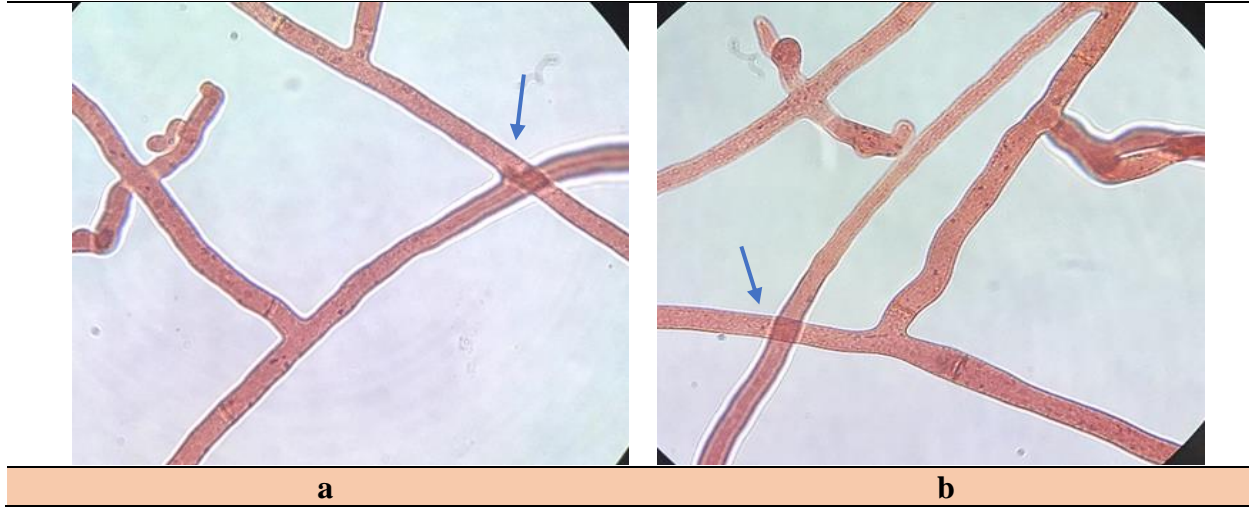
doğru yönelmiştir ve temas etmiştir (Şekil 5a, b, c, d).



Şekil 5. Bir izolat hifinin diğeri tarafından çekimi
Figure 5. Attracting one isolate hyphae by another

C) Çekimin oluşmaması: İki izolatın hifleri arasında hiç çekim görülmemiştir.

Farklı anastomosis grubuna ait izolatlar arasında görülmüştür (Şekil 6a, b)



Şekil 6. İki izolat hifleri arasında çekim olmaması
Figure 6. No attraction between two isolate hyphae

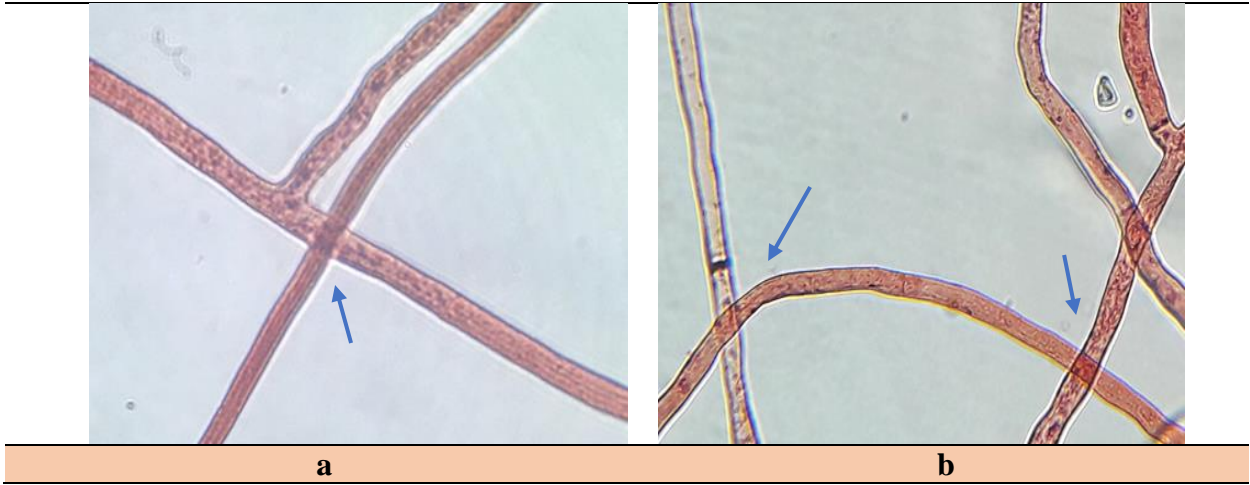
Gruplara ayrılmış olan izolatların anastomosis gruplarının tespit etmek amacıyla temin edilen test izolatlar ile %1.5 oranında agar içeren su agarı ortamı (SA) üzerinde karşılıklı ekilen test izolatları ile örneklerden elde edilen izolatlar arasındaki reaksiyonlar 4 kategoride gerçekleşmiştir.

Eşleştirme sırasında birbiriyle ilişkili olanlar C1, C2 ve C3 tipi hifsel anastomosis reaksiyonlar

görülürken, birbiriyle ilişkili olmayan izolatlar ise C0 tipi anastomosis görülmüştür.

Rhizoctonia izolatları arasındaki hifsel reaksiyon 4 şekilde gerçekleşmiştir (Carling et al., 1988):

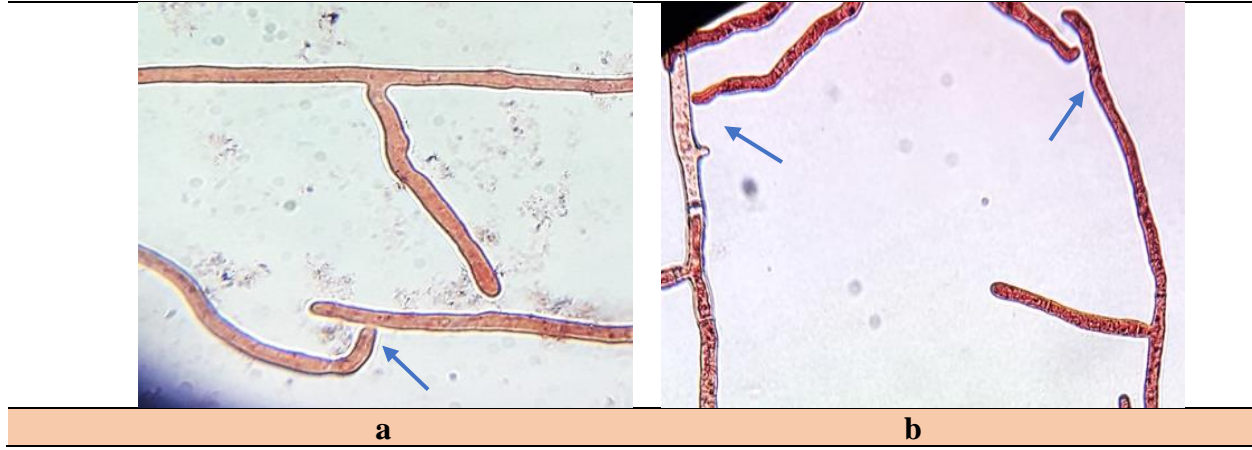
1) C0 tipi reaksiyon: Farklı anastomosis gruplarında bulunan izolatlar arasında görülmüştür ve aralarında herhangi bir hif çekimi ve birleşmesi söz konusu değildir (Şekil 7a, b).



Şekil 7. *Rhizoctonia* hifleri arasında oluşan C0 tipi anastomosis reaksiyonu
Figure 7. C0 type anastomosis reaction between *Rhizoctonia* hyphae

2) C1 tipi reaksiyon: Aynı veya farklı anastomosis grubundaki izolatlar arasında görülmüştür. Hifler birbirine sadece temas etmiştir, hücre duvarı ve sitoplazmik birleşme görülmemiştir. Bazen de bir

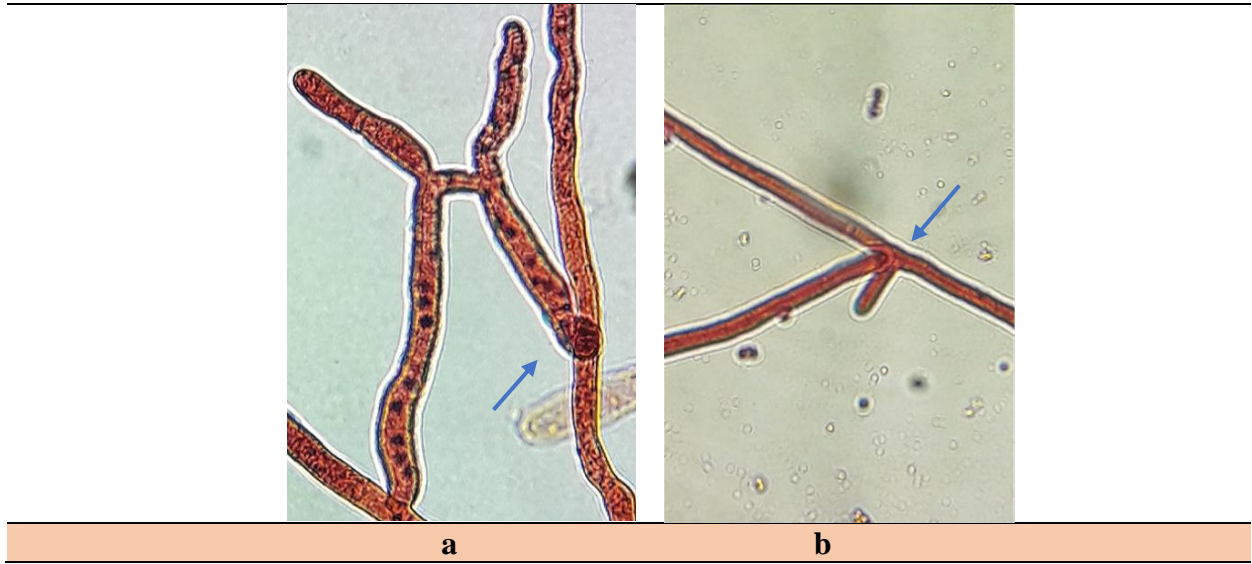
anastomosis hücresinde veya her iki anastomosis hücrelerinde ve bitişik hücrelerde ölüm meydana gelmiştir (Şekil 8a, b).



Şekil 8. *Rhizoctonia* hifleri arasında oluşan C1 tipi anastomosis reaksiyonu
Figure 8. C1 type anastomosis reaction between *Rhizoctonia* hyphae

3) C2 tipi reaksiyon: Aynı anastomosis grupları içinde fakat farklı vejetatif uyum popülasyonları (VCP) içerisinde gerçekleşen reaksiyondur. İki farklı izolatın hiflerinin birbirleriyle temas ettikleri yerde hücre

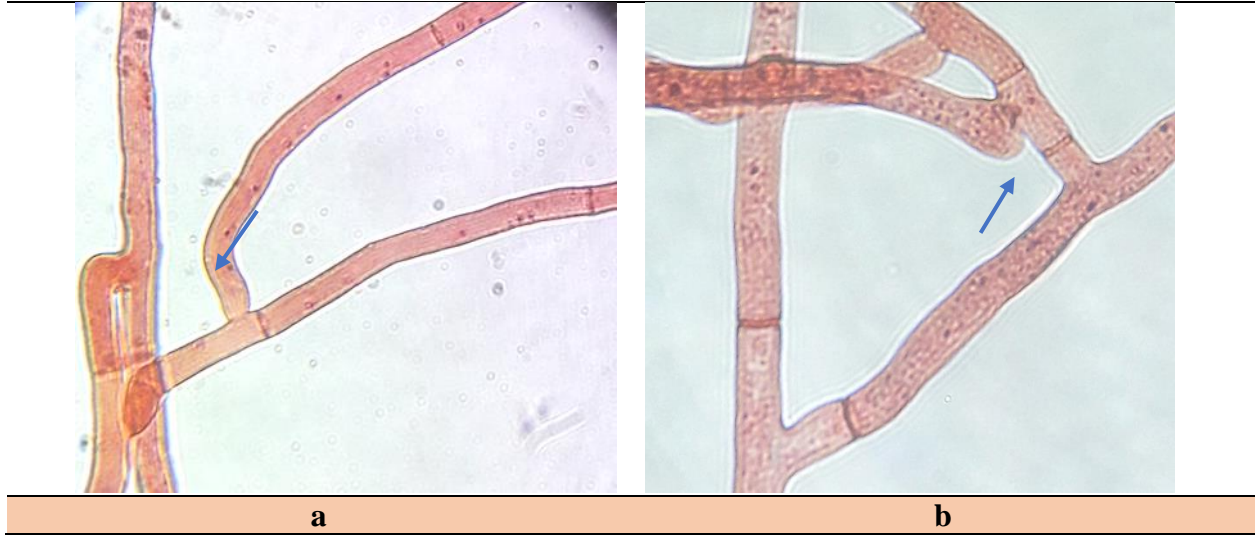
duvarı erir fakat sitoplazmik kaynaşma olmamıştır. Anastomosis yapan hücrelerde ve bitişik hücrelerde ölüm görülmüştür. Anastomosis noktasının kalınlığı hif kalınlığından daha azdır (Şekil 9a, b).



Şekil 9. *Rhizoctonia* hifleri arasında oluşan C2 tipi anastomosis reaksiyonu
Figure 9. C2 type anastomosis reaction between *Rhizoctonia* hyphae

4) C3 tipi reaksiyon: İzolatlar arasında çok yakın ilişki bulunmaktadır. Genelde aynı izolatlar arasında bazen de aynı anastomosis grubuna ait farklı izolatlar arasında ve vejetatif olarak uyuşabilen popülasyonlar (VCP) içerisinde gerçekleşmiştir. Hiflerin birbirleriyle

temas ettikleri yerde hücre duvarı erimekte ve sitoplazmalar kaynaşmıştır. Anastomosis noktası çoğunlukla belirgin değildir. Anastomosis yapan hücreler ve bitişik hücrelerde genellikle ölüm görülmemiştir (Şekil 10a, b).

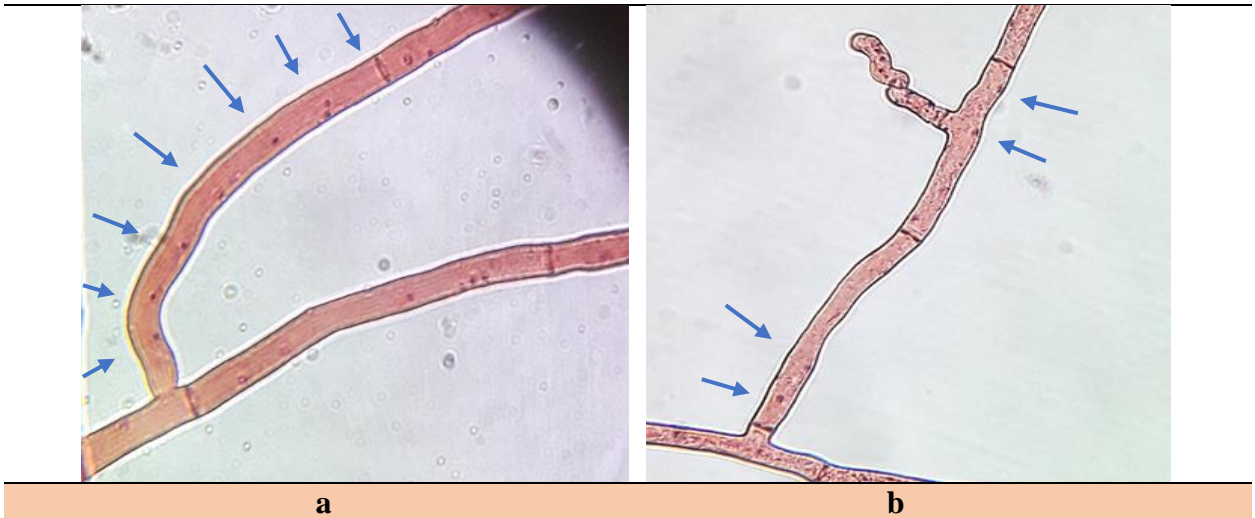


Şekil 10. *Rhizoctonia* hiflerinin arasında oluşan C3 tipi anastomosis reaksiyonu
Figure 10. C3 type anastomosis reaction between *Rhizoctonia* hyphae

***Rhizoctonia* izolatlarının çekirdek sayılarının tespitine göre sınıflandırılması**

Rhizoctonia izolatlarındaki tek bir hücredeki çekirdek sayısı, *Rhizoctonia* türünün multinükleat (MN) veya binükleat (BN) olarak ayırmak için önemli bir teşhis kriteridir. *Rhizoctonia* izolatlarının çekirdek sayılarını belirlemek amacıyla kullanılan anastomosis grup belirleme aşamalarının aynıları her bir hedef izolat

için tekrarlanmıştır. Safranin O çözeltisinden faydalanılarak boyama yöntemiyle MN ve BN gruplar tespit edilmiştir. MN *R. solani* izolatlarında genç hiflerin daha çok uç kısımlarına yakın yerlerinde 2'den çok çekirdek (Şekil 11a), BN *Rhizoctonia* spp. izolatlarında da iki adet çekirdek gözlemlenmiştir (Şekil 11b).



Şekil 11. Multinükleat ve binükleat *Rhizoctonia* izolatlarının çekirdek görüntüleri
Figure 11. Nuclear images of multinucleate and binucleate *Rhizoctonia* isolates

Elde edilen 71 adet *Rhizoctonia* izolatının klasik metotla anastomosis grup tayininde 33 adet AG-2-2, 26 adet AG-4, 1 adet AG-5 *Rhizoctonia solani* izolatları

tespit edilmiştir. 1 adet izolatın AG tespiti yapılamamıştır. Çekirdek boyalamaları sonucu 10 adet

izolatın binükleat olduğu çekirdek sayılarına bakılarak *Rhizoctonia* spp. olduğu tespit edilmiştir.

Mikroskobik olarak tüm *Rhizoctonia* türleri tipik olarak dolipor septum yapısına ve 90 °C dallanan misellere sahiptir (Smiley et al., 2005). Anastomosis grubun temelinde hif kaynaşması anastomosis grup tanısında esas olarak değerlendirilir (Sneh et al., 1991). İzolatların morfolojik özellikleri çevresel ve kültürel koşullardan çokça etkilenmektedir, bu sorunun üstesinden gelmek için ürünlerin anastomosis gruplarını belirlemede hif kaynaşması ve elde edilen izolatların moleküler çalışmaları kullanılmaktadır (Blazier and Conway, 2004; Woodhall et al., 2007). *Rhizoctonia* izolatlarının tür tespitinde moleküler çalışmalar patojenle hastalık kontrol stratejilerinin tespit edilmesinde oldukça önemli bir yer taşımaktadır. Fakat bir izolatın esas tanısını yapmak için morfolojik karakterizasyonuna, diğer izolatlarla eşleştirerek hifsel kaynaşmasına veya anastomoz grubunu belirlemek için spesifik primerlerle moleküler yöntemlerin kullanılması önemlidir (Yang et al., 2015; Erper et al., 2016; Yang et al., 2017). *Rhizoctonia*'nın sınıflandırılması için klasik hifsel kaynaşma yöntemi hala çok geçerli bir yöntemdir. Son yıllarda rDNA-ITS bölgesi'ne dayanarak, multinükleat ve binükleat *Rhizoctonia*'ların AG'leri ve hatta alt grupların çoğu ayırt edilebilmektedir (González García et al., 2006; Sharon et al., 2008).

R. solani izolatlarının anastomosis grupları arasında meydana gelen hifsel uyumsuzluklar, anastomosis grup (AG) sınıflandırmasında kullanılmaktadır (Sneh et al., 1991; Kuninaga et al., 1997). Farklı anastomosis grupları, konukçunun çeşitliliği ve meydana getirdikleri farklı belirtiler nedeniyle çeşitlilik gösterebilir. *Rhizoctonia* spp.'lere ait birçok anastomosis grupları birbiriyle ilişkilidir fakat genetik olarak farklı özellik gösterdiklerinden dolayı farklı tür olarak düşünülebilmektedirler (Anderson, 1982; Cubeta et al., 1997; Gonzalez et al., 2006). Patojenin hangi alt gruba ait olduğu bilgisini edinmek de oldukça önemlidir çünkü rotasyona girecek ürünlerin seçilmesi ve bu ürünün hastalık üzerindeki potansiyel etkisinin bilinmesi açısından oldukça önemlidir gereklidir (Godoy-Lutz et al., 2008).

Çalışmamızda elde edilen izolatlardan %47'si AG-2-2-IIIB, %24'si AG-4-HGI, %11'i AG-4-HGII, %2'si AG-4-HGIII, %1'i AG-5, %1'i AG tespiti yapılamayan multinükleat *Rhizoctonia solani* izolatı olmak üzere toplam %86 MN, %14 BN *Rhizoctonia* spp. kaydedilmiştir. Windels and Nabben (1989) Amerika Minnesota'da elde ettiği şeker pancarı örneklerinden %44,3 AG-K, %27.1 AG-5, %19.7 AG-

2-2 olarak bildirirken, Rush et al. (1994) Amerika Texas'da yaptığı çalışmada şeker pancarı ekim alanlarında %89 oranında AG-2-2 anastomosis grubu *Rhizoctonia* izolatı tespit etmişlerdir. Strausbaugh et al. (2011) ise Amerika'da şeker pancarı fidelerinden elde edilen izolatların %47'sini AG-2-2-IIIB anastomosis grubu oluştururken, %44'ünde AG-4 alt grupları oluşturmuştur. Dünyadaki bulgularda çalışmamıza paralel olarak AG-2-2 izolatlarını daha çok kaydetmişlerdir.

Bu çalışma klasik yolla anastomosis grup belirleme aşamalarını ve hifsel kaynaşmaları hem görsel ve hem de metotsal olarak detaylı bir şekilde anlatılması, bu konuda bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda rehber olması açısından oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca, bu yöntemlerle elde edilen bulgular, patojenle hastalık kontrol stratejilerinin tespit edilmesine yardımcı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, 1150562 nolu TÜBİTAK projesinde elde edilen bitki örneklerinden faydalanılmıştır. Ayrıca, 18L0447014 nolu Ankara Üniversitesi BAP Projesiyle finanse edilmiş doktora projesi sonuçlarından bir kısmını içermektedir. Yazarlar, arazi çalışmalarına katkıları nedeniyle Ankara Şeker Enstitüsüne, Torku, Konya Şeker ve İlgin şeker fabrikalarına teşekkür ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

Bu çalışma, Meltem AVAN'ın Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Prof. Dr. Yakup Zekai Katırcıoğlu danışmanlığında yürütülen doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Anderson, N.A., 1982. Genetics and pathology of *Rhizoctonia solani*. Annu. Rev. Phytopathol., 20: 329-347.
- Bandoni, R.J., 1971. Safranin-0 as a rapid nuclear stain for fungi. Mycology, 63: 873-874.
- Bandoni, R.J., 1979. Safranin O as a rapid nuclear stain for fungi. Mycologia, 71: 873-874.
- Blazier, S.R., Conway, K.E., 2004. Characterization of *Rhizoctonia solani* isolates associated with patch diseases on turfgrasses. Proc. Okla. Acad. Sci., 84: 41-45.

- Carling, D.E., Kuninaga, S., Leiner, R.H., 1988. Relatedness within and intraspecific groups of *R. solani*: A comparison of grouping by anastomosis and by DNA hybridization. *Phytoparasitica*, 16: 209-210.
- Carling, D.E., Rothrock, C.S., MacNish, G.C., Sweetingham, M.W., Brainard, K.A., Winters, S.W., 1994. Characterization of anastomosis group 11 (AG-11) of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, 84: 1387-1393.
- Carling, D.E., Baird, R.E., Gitaitis, R.D., Brainard, K.A., Kuninaga, S., 2002. Characterization of AG-13 a newly reported anastomosis group of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, 92 (8): 893-899.
- Cubeta, M.A., Vilgalys, R., 1997. Population biology of the *Rhizoctonia solani* complex. *Phytopathology*, 87: 480-484.
- Erper, I., Kilicoglu, M.C., Turkkan, M., Onder, H., 2016. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from winter squash in the Black Sea region of Turkey. *Eur. J. Plant. Pathol.*, 146: 683- 697.
- FAOSTAT, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/faostat/en/#_data/QC/visualize (Erişim Tarihi: 12 Aralık 2019).
- Gonzalez, D., Carling, D.E., Kuninaga, S., Vilgalys, R., Cubeta, M.A., 2001. Ribosomal DNA systematics of *Ceratobasidium* and *Thanatephorus* with *Rhizoctonia* anamorphs. *Mycologia*, 93: 1138-1150.
- González Garcia, V., Portal Onco, M.A., Rubio Susan, V., 2006. Review. Biology and systematics of the form genus *Rhizoctonia*. *Span. J. Agric. Res.*, 4, 55-79.
- Herr, L.J., 1996. Sugar Beet Diseases Incited by *Rhizoctonia* spp. In *Rhizoctonia* species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control, Netherlands, 341-349.
- Hyakumachi, M., Ui, T., 1982. The role of the overwintered plant debris and sclerotia as inoculum in the field following sugar beet root rot. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 48: 628-633.
- İlisulu, K., 1986. Nişasta-Şeker Bitkileri ve Islahı. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 960, Ders Kitabı, Ankara, s: 278-279.
- Karaca, G.H., Özkoç, I., Erper, I., 2002. Determination of the anastomosis grouping and virulence of *Rhizoctonia solani* Kühn isolates associated with bean plants grown in Samsun/Turkey. *Pak. J. Bio. Sci.*, 5: 434-437.
- Kronland, W.C., Stanghellini, M.E., 1988. Clean slide technique for the observation of anastomosis and nuclear condensation of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, 78: 820-822.
- Kuninaga, S., Natsuaki, T., Takeuchi, T., Yokosawa, R., 1997. Sequence variation of the rDNA ITS regions within and between anastomosis groups in *Rhizoctonia solani*. *Curr. Genet.*, 32: 237-243.
- Lee, S.B., Taylor, J.W., 1990. Isolation of DNA from fungal mycelia and single spores. *PCR protocols: A Guide to Methods and Applications*. M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, and T.J. White, eds. Academic Press, New York, 282-287.
- Ogoshi, A., 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 25: 125-143.
- Ogoshi, A., Cook, R.J., Bassett, E.N., 1990. *Rhizoctonia* species and anastomosis groups causing root rot of wheat and barley in the Pacific Northwest. *Phytopathology*, 80 (9): 784-788.
- Parmeter, J.R., Sherwood, R.T., Platt, W.D., 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology*, 59: 1270-1278.
- Rush, C.M., Carling, D.E., Harveson, R.M., Mathieson, J.T., 1994. Prevalence and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* from wheat and sugar beet in Texas. *Plant. Dis.*, 78 (4): 349-352.
- Sharon, M., Kuninaga, S., Hyakumachi, M., Naito, S., Sneh, B., 2008. Classification of *Rhizoctonia* spp. using rDNA-ITS sequence analysis supports the genetic basis of the classical anastomosis grouping. *Mycoscience*, 49: 93-114.
- Smiley, R.W., Dernoeden, P.H., Clarke, B.B., 2005. *Compendium of turfgrass diseases*. St Paul, Minnesota: APS, 131-137.
- Sneh, B., Burpee, L., Ogoshi, A., 1991. Identification of *Rhizoctonia* Species. APS Press, St. Paul Minnesota, 135 p.
- Strausbaugh, C.A., Eujayl, I.A., Panella, L.W., Hanson, L.E., 2011. Virulence, distribution and diversity of *Rhizoctonia solani* from sugar beet in Idaho and Oregon. *Can. J. Plant. Pathol.*, 33 (2): 210-226.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 12 Aralık 2019).

- Yang, Y., Zhao, C., Guo, Z., Wu, X., 2015. Anastomosis group and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* associated with stem canker and black scurf of potato in China. Eur. J. Plant. Pathol., 143: 99-111.
- Yang, S., Min, F., Wang, W., Wei, Q., Guo, M., Gao, Y., Dong, X., Lu, D., 2017. Anastomosis group and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* associated with stem canker and black scurf of potato in heilongjiang province of China. Am. J. Potato Res., 94: 95-104.
- Windels, C.E., Nabben, D.J., 1989. Characterization and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* isolated from *Beta vulgaris*. Phytopathology, 79 (1): 83-88.
- Woodhall, J.W., Lees, A.K., Edwards, S.G., Jenkinson, P., 2007. Characterization of *Rhizoctonia solani* from potato in Great Britain. Plant Pathol., 56: 286-95.



Trabzon İline Ait Bazı Yerel Mısır Popülasyonlarının Agronomik Performansları*

Ali ÖZTÜRK^{1,*} Ahmet BÜYÜKGÖZ^{2,b}

¹ Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

² ÇAYKUR Karaca Çay Fabrikası Müdürlüğü, Of, Trabzon, Türkiye

** Sorumlu yazar e-mail: aoszturk@atauni.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.768620

Geliş Tarihi (Received): 13.07.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 21.10.2020 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: Bu araştırma, 18 yerel mısır popülasyonu ve iki tescilli mısır çeşidi kullanılarak, tesadüf blokları deneme planına göre 2015 yılında Akçaabat, 2017 yılında Of lokasyonunda yürütülmüştür. Lokasyonların ortalamasına göre, dekara bitki sayısı hariç, incelenen özellikler yönünden genotipler arasında önemli farklar belirlenmiştir. Genotiplere göre koçan püskülü çıkış süresi 52.7-66.5 gün, olgunlaşma süresi 101.0-116.0 gün, bitki boyu 166.3-293.9 cm, ilk koçan yüksekliği 64.8-163.7 cm, sap çapı 12.53-23.45 mm, dekara bitki sayısı 5963.0-7533.3, bitki başına yaprak sayısı 7.73-13.38, bitki başına koçan sayısı 1.00-1.13, koçan uzunluğu 10.85-21.95 cm, koçan çapı 3.34-4.71 cm, koçanda tane sırası sayısı 8.57-14.03, koçandaki tane sayısı 193.1-534.5, bin tane ağırlığı 270.6-397.0 g, tane verimi 319.3-1167.1 kg/da, ham protein oranı ise % 9.89-14.50 arasında değişmiştir. En yüksek tane verimleri RX9292 ve Karadeniz Yıldızı ıslah çeşitlerinden elde edilmiş, yerel popülasyonlar içerisinde Hayrat (698.0 kg/da), Of (673.3 kg/da) ve Vakfikebir (671.4 kg/da) tane verimi bakımından ilk sıralarda yer almıştır. En yüksek tane protein oranlarına Köprübaşı, Çaykara ve Tonya popülasyonları sahip olmuş, 16 yerel mısır popülasyonu tane protein oranı yönünden ıslah çeşitlerinden önemli derecede üstün bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yerel çeşit, Adaptasyon, Verim, Protein, Of, Akçaabat

Agronomic Performance of Some Maize Landraces Collected from Trabzon Province

ABSTRACT: This research was carried out in Akçaabat and Of locations in 2015 and 2021 years, respectively. The experimental design was a randomized complete block, 18 maize landraces and two certified maize varieties were used. Except plant number per hectare, the differences among the genotypes were significant in terms of all the traits examined as average of locations. The days to silking of the genotypes was between 52.7-66.5 days, days to maturity 101.0-116.0 days, plant height 166.3-293.9 cm, first ear height 64.8-163.7 cm, stem diameter 12.53-23.45 mm, leaf number per plant 7.73-13.38, plant number per hectare 5963-7533, ear number per plant 1.00-1.13, ear length 10.85-21.95 cm, ear diameter 3.34-4.71 cm, row number per ear 8.57-14.03, grain number per ear 193.1-534.5, thousand kernel weight 270.6-397.0 g, grain yield 3193-11671 kg ha⁻¹, and crude protein content 9.89-14.50%. The highest grain yields were obtained from RX9292 and Karadeniz Yıldızı varieties. Among the maize landraces; the Hayrat (6980 kg ha⁻¹), Of (6733 kg ha⁻¹) and Vakfikebir (6714 kg ha⁻¹) have higher yields than others. The highest crude protein contents were obtained from the Köprübaşı, Çaykara and Tonya landraces. Sixteen maize landraces had the significantly higher grain protein contents than the certified varieties.

Keywords: Local variety, Adaptation, Yield, Protein, Of, Akçaabat

GİRİŞ

Mısır, ekonomik önemi sürekli artan çok önemli bir hayvan yemi, insan gıdası ve endüstri ham maddesi kaynağıdır. Dünyada buğdaydan sonra en fazla ekim alanına (193 743 247 ha) sahip mısırın, üretimi 1 147

621 938 ton, verimi ise 592 kg/da'dır (Anonymous, 2018). Dünya mısır üretiminin yaklaşık %61'i hayvan yemi, %19'u etanol ve diğer endüstriyel ürünler, %15'i doğrudan insan gıdası, %4'ü depolama kayıpları, %1'i ise tohumluk olarak kullanılır (Garcia-

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Öztürk, A., Büyükgöz, A., 2021. Trabzon İline Ait Bazı Yerel Mısır Popülasyonlarının Agronomik Performansları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 67-80.
doi: 10.17097/ataunizfd.768620

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7673-114X> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4844-4789>

* Bu araştırmanın ilk yıl sonuçları Ahmet BÜYÜKGÖZ'ün Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.



© Bu makale, Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır.

Lara and Sena-Saldivar, 2019). Türkiye'nin mısır ekim alanı 638 829 ha, üretimi 6 000 000 ton, verimi ise 940 kg/da'dır (Anonim, 2019). Son yıllarda mısır üretimimiz önemli oranda artmış olsa da, gelişen ahır hayvancılığı ve kanatlı sektörünün artan yem ihtiyacı nedeniyle, üretimimiz ülke ihtiyacını karşılamamaktadır.

Karadeniz Bölgesi, 1980'li yıllara kadar Türkiye mısır üretiminin yarısını karşılamıştır. Sonraki yıllarda hibrit çeşitlerin yaygınlaşması, sulu tarım alanlarında artış, tarım tekniklerinde gelişmeler ve destekleme politikaları nedeniyle diğer bölgelerimizde mısır ekim alanları hızla artmış ve bölgenin üretimdeki payı azalarak günümüzde %5'in altına düşmüştür. Mısır, ticari üretimi olmasa da, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde insan beslenmesinde önemli yere sahip olup, hayvan yemi olarak da kullanılır. Trabzon'da 1970'li yıllara kadar tarım alanlarının en önemli bitkisi ve halkın temel besin kaynağı olan mısır, bugün de ekiliş alanı en fazla olan tarla bitkisidir. Ancak, 1980 yılında 54 400 ha olan ildeki mısır ekim alanı, çay tesis alanlarının hızla artması ve buğday tüketiminin yaygınlaşması ile giderek azalmış ve günümüzde 6646 ha'a düşmüştür (Anonim, 2019). Trabzon yöresi, mısır üretimi için uygun bir ekolojide sahiptir. Ancak; mısır + fasulye + karalahana şeklinde birlikte çoklu ekim uygulaması, yerel çeşitlerin ekimi, budanmış çay ocakları arasında düşük sıklıkta yetiştiricilik ve modern tekniklerin uygulanacağı alanların olmaması nedeniyle verimler düşüktür. Trabzon'da mısır tarımı dar alanlarda, taze tüketim ve mısır unu ihtiyacı için yapılar hale gelmiştir. Üreticiler, hibrit çeşitlere göre düşük verimli olsalar da, alıştıkları damak tadı nedeniyle yerel çeşitleri tercih etmekte, kendi ürünleri içinden beğendikleri koçanları seçerek ertesi yılın tohumluğunu ayırmaktadır.

Yerel popülasyonlar; değişen çevre koşulları, gıda, yem, gübre ve ilaç sanayilerinde ortaya çıkabilecek yeni ihtiyaçlara yönelik ıslah çalışmalarında gen kaynağı olarak değer taşır. İlgili kurum ve araştırmacılar, yerel çeşitleri toplamakta ve gen kaynağı olarak kullanmaktadır. Lucchin et al. (2003), İtalya yerel sert mısır popülasyonlarını, tarımsal özellikler yönünden yüksek genetik varyasyon gösteren eşsiz gen kaynakları olarak tanımlamışlardır. Peter et al. (2009), yüksek çimlenme, çıkış ve fide gelişme oranları nedeniyle Kuzey İsviçre yerel mısır popülasyonlarının, serin koşullardaki erken fide kuvveti potansiyeline dikkat çekmişlerdir. Mwololo (2010), Kenya mısır popülasyonlarının erkencilik, kurağa ve hastalıklara dayanıklılık ve kalite yönünden hibrit çeşitlerden

üstün olduklarını, lokal adaptasyon, ekonomik istikrar ve sürdürülebilirlik açısından popülasyonların yerinde korunması gerektiğini vurgulamıştır. Hellin et al. (2014), yüksek sıcaklık ve kurağa dayanıklılık ıslahında, yerel popülasyonların kritik rolüne dikkat çekmişlerdir. Ülkemiz yerel mısır materyaline ilişkin ilk kayıtlarda, Anadolu'nun her yerinde sert mısırların yaygın olduğu belirtilmiştir (Kün, 1985). Öner (2011), Karadeniz Bölgesi'nden toplanan 196 yerel mısır genotipinin 84'ünün sert, 64'ünün atdışi, 48'inin ise cin mısırı çeşit grubuna ait olduğunu, bitki tane veriminin 16.99-197.73 g, tane yağ oranının %2.22-6.41, protein oranının ise %8.88-16.42 arasında değişim gösterdiğini belirlemiş, yerel genotipleri zengin bir genetik kaynak olarak tanımlamıştır. Ünlü vd. (2018), kalite ıslahında Karadeniz Bölgesi yerel mısır popülasyonlarının gen kaynağı olarak önemini vurgulamışlardır.

Çay alanlarındaki artış, köy nüfusu ve hayvan varlığındaki azalma ve yeni yapılaşmalar nedeniyle yerel mısır ekim alanları daralmaktadır. Yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olan yerel mısır çeşitlerinin toplanması, karakterizasyonu ve korunması, biyoçeşitlilik ve yeni ihtiyaçlara yönelik ıslah çalışmaları açısından son derece önemlidir. Trabzon, farklı topoğrafik özellikleri, zengin tarihi ve kültürel geçmişi nedeni ile mısır genetik çeşitliliğinin en yüksek olduğu illerden birisidir. Ancak, ildeki mısır popülasyonlarının potansiyel değerleri hakkındaki bilgiler sınırlıdır. Bu nedenle, Trabzon'un her ilçesinden birer olmak üzere toplam 18 yerel mısır popülasyonu ve Karadeniz Bölgesi için önerilen iki ıslah çeşidi Akçaabat ve Of lokasyonlarında denemeye alınmış ve tarımsal özellikleri incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Bu araştırma, 2015 yılında Trabzon ili Akçaabat ilçesi Darıca Mahallesi (41° 04' 53" kuzey enlemi ve 39° 54' 16" doğu boylamı, rakım 17 m), 2017 yılında ise Of ilçesi Yeni Mahallede (40° 93' 78" kuzey enlemi ve 40° 27' 60" doğu boylamı, rakım 15 m) ve çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Araştırmada, bitki materyali olarak Trabzon ilinin her ilçesinin bir mahallesinden alınan toplam 18 yerel mısır popülasyonu ve iki tescilli çeşit kullanılmış olup, bu genotiplere ait bazı bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir. Yerel mısır popülasyonları, 2014 yılı ürününden 10'ar kg halinde alınmıştır. Araştırmada gübre kaynağı olarak %20 N ve %20 P₂O₅ içeren NP kompoze gübresi ile %33 N içeren amonyum nitrat kullanılmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan Trabzon ili yerel mısır popülasyonlarına ait bazı bilgiler**Table 1.** Some information on maize landraces collected from Trabzon province used in the study

No	Popülasyon	Mahalle	Rakım (m)	Çeşit grubu	Üretici/Kurum
1	Akçaabat	Karpınar	500	Atdişi	Kadir Öztürk
2	Araklı	Çukurçayır	935	Yarı sert	Ahmet Tanrıverdi
3	Arsin	İşhanı	1265	Atdişi	Cemal Bilgin
4	Beşikdüzü	Çarlaklı	600	Sert	Ateş Kurtoğlu
5	Çarşıbaşı	Sadıklar	1210	Sert	Musa Aksu
6	Çaykara	Işıklı	400	Sert	Asiye Öztürk
7	Dernekpazarı	Taşçılar	200	Sert	Mehmet Erdil
8	Düzköy	Çayırbağı	1005	Sert	Ahmet Karal
9	Hayrat	Çaycılar	300	Sert	Behzat Öztel
10	Köprübaşı	Beşköy	750	Sert	Ziya Kahveci
11	Maçka	Ormanüstü	1000	Sert	Ali Genç
12	Of	Yeni Mahalle	100	Yarı atdişi	Ayşe Uyan
13	Ortahisar	Ayvalı	100	Sert	Avni Aydın
14	Sürmene	Orta Mahalle	100	Sert	Mustafa Keser
15	Şalpazarı	Üzümözü	450	Sert	Ramazan Küçük
16	Tonya	Sayraç	950	Sert	Muzaffer Kara
17	Vakfikebir	Şenocak	450	Sert	Süleyman Özoğlu
18	Yomra	Maden	1050	Sert	Hüseyin Sekmenoğlu
19	Karadeniz Yıldızı			Yarı sert	Karadeniz TAE
20	RX9292			Yarı atdişi	May Tohum

Araştırma yerlerinin iklim ve toprak özellikleri

Akçaabat lokasyonuna 2.4 km, Of lokasyonuna ise 5.0 km uzaklıktaki istasyonda kaydedilen verilere göre; araştırmanın yürütüldüğü dönemdeki toplam yağış, ortalama sıcaklık ve ortalama nispi nem değerleri Akçaabat'ta sırasıyla 164.2 mm, 23.4 °C ve % 75.1 iken, Of lokasyonunda 563.0 mm, 21.1 °C ve %85.1 olmuştur. Buna göre, Of lokasyonunda daha fazla yağış düşmüş, daha düşük sıcaklık ve daha yüksek nem koşulları hüküm sürmüştür. Deneme alanı topraklarının iki lokasyonda da tuzsuz, kireçsiz ve kumlu-killi-tın tekstüre sahip oldukları, Akçaabat ve Of lokasyonlarında organik madde içeriğinin sırasıyla %1.27 ve 1.99, elverişli P₂O₅ içeriğinin 7.37 ve 8.90 kg/da, elverişli K₂O içeriğinin 32.2 ve 219.5 kg/da, pH değerinin ise 6.68 ve 5.62 olduğu belirlenmiştir. İki lokasyon da organik maddece az, fosfor yönünden orta, potasyum yönünden yeterli iken, Akçaabat lokasyonu nötr, Of lokasyonu ise hafif asit karakterlidir (Taşova ve Akın, 2013).

Metot

Deneme yerleri sonbaharda pullukla 20-25 cm derinlikte sürülmüş, ilkbaharda kültivatör ile işlenerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Akçaabat lokasyonunda sürekli yağışlar nedeniyle geciken ekim işlemi 03.06.2015, Of lokasyonunda ise 14.05.2017 tarihinde, elle, ocak usulü ve 8000 bitki/da sıklığında olacak şekilde yapılmıştır. Şans blokları deneme planına göre 3 tekrarlı yürütülen araştırmada, her parsel 5.0 m uzunlukta ve 2.5 m genişlikte olmak

üzere, 50 cm aralıklı beş bitki sırası içermiştir. Çapa ucuyla 5-6 cm derinlikte açılan karıklara 25 cm aralıkla ikişer tohum ekilmiş ve tohumların üzeri toprakla kapatılmıştır. Blok içerisinde her bir genotip için parseller arasında 1.0 m, bloklar arasında ise 2.0 m boşluk bırakılmıştır. Parsellerde, ekim tarihinden 10-14 gün sonra en az %75 oranında fide çıkışı gözlenmiş, fideler yaklaşık 15 cm boylandığında ilk çapa ile birlikte seyreltme yapılarak her ocakta bir fide bırakılmıştır. Tüm parseller 18 kg N/da ve 8 kg P₂O₅/da olacak şekilde eşit gübrelenmiş, fosforun tamamı ile azotun 8 kg/da'ı ekim öncesi parsellere serpilmiş ve tırmıkla toprağa karıştırılmıştır. Geriye kalan azot ise bitkiler 30-35 cm boya ulaştığında bitki sıralarına yapraklara değmeyecek şekilde elle serpilmiş, ardından ikinci çapa ile birlikte boğaz doldurulmuştur. Parseller, bitkilerin 8-10 yapraklı dönemi ve tepe püskülü çıkışının hemen öncesi dönemde olmak üzere iki defa daha çapalanarak yabancı otlar kontrol edilmiştir. Akçaabat lokasyonunda, yetiştirme döneminde bitkilere toplam dört defa toprak tarla kapasitesine gelinceye kadar su verilmiş, Of lokasyonunda yağışlar bitkilerin normal gelişimi için yeterli olmuş ve sulama yapılmamıştır.

Ekim tarihinden, bitkilerin yaklaşık %75'inin koçan püskülü çıkardığı tarihe kadar geçen gün sayısı koçan püskülü çıkış süresi, koçanların %75'inde kavuzlarının sarardığı ve tanenin dip kısmında siyah tabakanın oluştuğu tarihe kadar geçen gün sayısı ise olgunlaşma süresi olarak kaydedilmiştir. Şansa bağlı 10 bitkide; sapın dip kısmından tepe püskülü ucuna

kadar olan kısım ölçülerek bitki boyu, sapın dip kısmından ilk koçanın çıktığı boğuma kadar olan kısım ölçülerek ilk koçan yüksekliği, ilk koçanın çıktığı boğum altındaki boğum arası elektronik kumpas ile ölçülerek sap çapı, yaprak ayası en az %50 oranında yeşil olan tüm yapraklar sayılarak bitki başına yaprak sayısı, tane tutmuş bütün koçanlar sayılarak bitki başına koçan sayısı belirlenmiştir. Hasat olgunluğuna ulaşan bitkiler (yatma veya kırılma sonucu kurumuş/ölmüş bitkiler hariç) sayılarak dekara bitki sayısı hesaplanmıştır. Parsellerin yanlarından birer sıra ve uçlarından dörder ocak kenar tesiri olarak ayrılmış, geriye kalan 4.5 m²'lik kısımdaki bitkiler 10 cm yükseklikten orakla hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkilerdeki tane tutan tüm koçanlar elle koparılıp çuvala konmuş ve korunaklı sergi yerine taşınmıştır. Koçanlar kavuzlarından elle ayrılmış ve yüksekçe bir yere asılarak doğal kurumaya bırakılmıştır. Yaklaşık üç ay süreyle kurutulan koçanlar daha sonra elle tanelenmiş, elde edilen tane ürünü temizlenmiş ve tartılmıştır. Kavuzlarından ayrılmış 10 koçanda, en alt tanenin bağlandığı yerden en uç tanenin bağlandığı yere kadar olan kısım ölçülerek koçan uzunluğu, koçanların orta kısmı elektronik kumpas ile ölçülerek koçan çapı, koçanlardaki tane sıraları sayılarak tane sırası sayısı, tane sırası sayısı ile bir sıradaki tane sayısının çarpımından koçandaki tane sayısı, tane ürününden 4 defa 100'er tane sayılıp tartılarak 1000 tane ağırlığı tespit edilmiştir. Nemölçer (PFEUFFER Hoh-Express HE 50) cihazıyla yapılan ölçümlerde tane nem içeriği % 13.0 ile % 14.5 arasında değişmiş, tane verimleri mevcut nem içerikleri üzerinden sunulmuştur. Ham protein oranı, yakın kızıl ötesi spektroskopisi cihazı (NIRS IC-1020 WE) ile ve mısır kalibrasyon seti kullanılarak belirlenmiştir. Lokasyon ve genotip etkileri sabit, tekerrür ve interaksiyon etkileri ise şansa bağlı kabul edilmiş, veriler SAS 9.0 bilgisayar programı yardımıyla varyans analizine tabi

tutulmuş, genotip ortalamaları arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile önemlilik düzeyinde kontrol edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

İki lokasyonda da parsellerde gerekli fide tesisi sağlanmış, tüm popülasyonlarda afit zararı, bazı popülasyonlarda çok düşük oranda mısır rastığı hastalığı gözlenmiştir. Of lokasyonunda daha şiddetli olmak üzere, yağışlar ve rüzgar bitkilerde yatma ve kırılmalara neden olmuş, çoğu parsellerde planlanan bitki sıklığına ulaşamamıştır. Varyans analizi sonuçları, Akçaabat lokasyonunda dekara bitki sayısı ve Of lokasyonunda bitkide koçan sayısı hariç, incelenen karakterler yönünden genotipler arasında önemli farklar olduğunu göstermiştir. Sap çapı, bitkide yaprak sayısı ve koçanda tane sırası sayısı hariç, diğer karakterler üzerine lokasyon etkisi önemli olmuştur. Koçan püskülü çıkış süresi, olgunlaşma süresi, sap çapı, bitkide yaprak sayısı, koçanda tane sayısı ve tane verimi yönünden genotip x lokasyon etkileşimlerinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2, 3, 4, 5). Bir C4 bitkisi olan mısır için ideal sıcaklığın 24-32 °C arası olduğu, ışık şiddetinin fotosentez hızını artırdığı, tam bulutluluğun koçan büyüklüğü ve tane iriliğini sınırladığı bilinmektedir (Kırtok, 1998). Of lokasyonundaki daha yüksek yağış miktarı ve nispi nem koşullarının koçan püskülü çıkış süresi, olgunlaşma süresi, bitki boyu ve ilk koçan yüksekliğini; yüksek organik madde içeriğinin ise tane protein oranını artırdığı söylenebilir. Akçaabat lokasyonundaki daha uygun sıcaklık ve güneşlenme koşullarının (Mayıs-Eylül dönemi uzun yıllar ortalaması toplam güneşlenme süresi Trabzon ve Rize için sırasıyla 894.1 ve 847.0 saat) koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tane veriminin daha yüksek olmasını sağlamış olabilir.

Çizelge 2. Genotiplerin koçan püsküllü çıkış ve olgunlaşma süreleri ile bitki boyu ve ilk koçan yükseklikleri¹
Table 2. Days to silking, days to maturity, plant height, and first ear height of the genotypes

Genotip	Koçan püsküllü çıkış süresi (gün)			Olgunlaşma süresi (gün)			Bitki boyu (cm)			İlk koçan yüksekliği (cm)		
	Akçaabat	Of	Ortalama	Akçaabat	Of	Ortalama	Akçaabat	Of	Ortalama	Akçaabat	Of	Ortalama
Akçaabat	65.7 ^a	67.3 ^{bc}	66.5 ^a	114.7 ^a	116.7 ^{ab}	115.7 ^a	275.9 ^{abcd}	295.2 ^{ab}	285.6 ^{ab}	138.7 ^{abc}	152.2 ^{bc}	145.4 ^{bcd}
Araklı	50.0 ^h	70.0 ^{ab}	60.0 ^{cd}	107.0 ^d	115.7 ^{abc}	111.3 ^{bc}	204.5 ^k	226.1 ^{de}	215.3 ^{ef}	80.0 ^{ij}	99.3 ^h	89.7 ^j
Arsin	60.0 ^{bc}	72.0 ^a	66.0 ^{ab}	101.0 ^f	109.7 ^d	105.3 ^f	175.5 ^l	189.5 ^{ef}	182.5 ^{gh}	60.3 ^k	78.9 ⁱ	69.6 ^k
Beşikdüzü	56.7 ^{bcdef}	60.7 ^e	58.7 ^d	107.0 ^d	109.7 ^d	108.3 ^{cdef}	268.3 ^{bode}	277.5 ^{abc}	272.9 ^{abc}	138.3 ^{abc}	147.3 ^{bcd}	142.8 ^{bode}
Çarşamba	60.0 ^{bc}	68.3 ^{abc}	64.2 ^{ab}	107.0 ^d	113.7 ^{abcd}	110.3 ^{cd}	253.4 ^{bode}	282.9 ^{abc}	268.1 ^{abc}	133.7 ^{bcd}	148.4 ^{bcd}	141.0 ^{cde}
Çaykara	52.0 ^{fgh}	65.7 ^{cd}	58.8 ^d	104.0 ^e	111.7 ^{cd}	107.8 ^{def}	247.8 ^{fgh}	277.2 ^{abc}	262.5 ^{bcd}	123.0 ^{cdef}	131.8 ^{de}	127.4 ^{efg}
Dernekpazarı	57.7 ^{bcd}	68.0 ^{abc}	62.8 ^{bc}	105.0 ^d	118.0 ^{ab}	111.5 ^{bc}	278.8 ^{ab}	289.7 ^{ab}	284.2 ^{ab}	151.3 ^{ab}	161.7 ^{ab}	156.5 ^{abc}
Düzköy	53.7 ^{efgh}	57.0 ^f	55.3 ^e	98.3 ^{fg}	103.7 ^e	101.0 ^g	197.1 ^k	206.4 ^{ef}	201.8 ^{fg}	69.0 ^{kl}	78.3 ⁱ	73.7 ^k
Hayrat	61.0 ^b	71.3 ^{ab}	66.2 ^{ab}	113.7 ^{ab}	118.3 ^a	116.0 ^a	283.7 ^{ab}	291.7 ^{ab}	287.7 ^{ab}	155.0 ^a	172.3 ^a	163.7 ^a
Köprübaşı	59.0 ^{bcd}	70.3 ^{ab}	64.7 ^{ab}	112.3 ^{abc}	116.7 ^{ab}	114.5 ^{ab}	276.8 ^{abc}	292.8 ^{ab}	284.8 ^{ab}	136.7 ^{abc}	153.9 ^{abc}	145.3 ^{bcd}
Maçka	51.3 ^{gh}	54.0 ^f	52.7 ^e	98.0 ^g	104.7 ^e	101.3 ^g	160.1 ^l	172.4 ^f	166.3 ^h	61.3 ^k	68.2 ^j	64.8 ^k
Of	61.0 ^b	68.0 ^{abc}	64.5 ^{ab}	112.0 ^{abc}	118.0 ^{ab}	115.0 ^a	288.0 ^a	299.8 ^a	293.9 ^a	153.0 ^a	163.9 ^{ab}	158.5 ^{ab}
Ortahisar	59.0 ^{bcd}	70.0 ^{ab}	64.5 ^{ab}	112.0 ^{abc}	115.7 ^{abc}	113.8 ^{ab}	243.1 ^{fgh}	264.5 ^{abcd}	253.8 ^{cd}	117.3 ^{defg}	131.2 ^{de}	124.3 ^{fg}
Sürmene	53.3 ^{efgh}	64.3 ^{cde}	58.8 ^d	103.7 ^e	113.3 ^{bcd}	108.5 ^{cdef}	258.6 ^{defg}	278.7 ^{abc}	268.7 ^{abc}	125.7 ^{cdef}	135.2 ^{cde}	130.4 ^{defg}
Şalpaazarı	55.3 ^{cdefg}	63.3 ^{de}	59.3 ^d	113.3 ^{ab}	118.0 ^{ab}	115.7 ^a	261.1 ^{cdef}	272.1 ^{abc}	266.6 ^{abcd}	128.3 ^{cde}	139.6 ^{cde}	134.0 ^{def}
Tonya	51.7 ^{gh}	54.0 ^f	52.8 ^e	98.7 ^{fg}	105.0 ^e	101.8 ^g	224.3 ^j	253.9 ^{bcd}	239.1 ^{de}	96.0 ^{hi}	106.0 ^{gh}	101.1 ^{ij}
Vakfikebir	54.3 ^{de}	64.7 ^{cd}	59.5 ^d	104.0 ^e	114.7 ^{abc}	109.3 ^{cd}	249.1 ^{fgh}	270.6 ^{abc}	259.9 ^{bcd}	109.0 ^{gh}	124.1 ^{efg}	116.6 ^{gh}
Yomra	56.7 ^{bcd}	62.7 ^{de}	59.7 ^d	104.0 ^e	110.0 ^d	107.0 ^{ef}	237.7 ^{hij}	263.4 ^{abcd}	250.6 ^{cd}	100.3 ^{gh}	110.2 ^{fgh}	105.3 ^{hi}
Karadeniz Yıldızı	59.3 ^{bc}	71.0 ^{ab}	65.2 ^{ab}	110.3 ^c	117.0 ^{ab}	113.7 ^{ab}	258.5 ^{defg}	277.5 ^{abc}	268.0 ^{abc}	116.3 ^{defg}	124.2 ^{efg}	120.3 ^{fgh}
RX9292	61.3 ^b	68.3 ^{abc}	64.8 ^{ab}	111.3 ^{bc}	117.7 ^{ab}	114.5 ^{ab}	233.2 ^{ij}	244.9 ^{cd}	239.1 ^{de}	114.3 ^{efg}	126.0 ^{ef}	120.2 ^{fgh}
Ortalama	57.0 ^B	65.6 ^A	61.3	106.9 ^B	113.4 ^A	110.1	243.8 ^B	261.4 ^A	252.6	115.4 ^B	127.6 ^A	121.5
CV (%)	3.4	3.3	3.2	1.1	2.1	1.7	3.0	8.3	6.6	6.7	8.1	7.7
F değerleri												
Genotip (G)	13.9 ^{**}	20.1 ^{**}	28.2 ^{**}	60.6 ^{**}	12.0 ^{**}	40.1 ^{**}	73.8 ^{**}	8.2 ^{**}	28.4 ^{**}	43.9 ^{**}	24.8 ^{**}	59.1 ^{**}
Lokasyon (L)			570.5 ^{**}			350.5 ^{**}			34.4 ^{**}			51.0 ^{**}
G x L			7.9 ^{**}			3.0 ^{**}			0.3			0.2

¹Aynı harf ile işaretli ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. ** ile işaretli F değerleri 0.01 ihtimal düzeyinde önemlidir.

Çizelge 3. Genotiplerin sap çapı, dekara bitki sayısı, bitkide yaprak sayısı ve bitkide koçan sayıları¹
Table 3. Stem diameter, plant number per decare, leaf and ear number per plant of the genotypes

Genotip	Sap çapı (mm)			Dekara bitki sayısı			Bitkide yaprak sayısı			Bitkide koçan sayısı		
	Akçaabat	Of	Ortalama	Akçaabat	Of	Ortalama	Akçaabat	Of	Ortalama	Akçaabat	Of	Ortalama
Akçaabat	17.9 ^{bc}	16.6 ^{ab}	17.23 ^{bc}	8000.0	6266.7 ^{bc}	7133.3	13.3 ^{ab}	9.5 ^e	11.43 ^{def}	1.00 ^b	1.00	1.00 ^b
Araklı	11.9 ^g	14.8 ^{ab}	13.38 ^{gh}	7037.0	5813.3 ^{bed}	6425.2	8.9 ^e	10.9	9.93 ^g	1.03 ^{ab}	1.00	1.01 ^b
Arsin	13.9 ^{efg}	14.9 ^{ab}	14.38 ^{efgh}	6592.6	5600.0 ^{cd}	6096.3	11.0 ^d	11.3 ^{cd}	11.12 ^{ef}	1.17 ^{ab}	1.10	1.13 ^a
Beşikdüzü	16.5 ^{ode}	14.7 ^{ab}	15.58 ^{cddefg}	6592.6	5866.7 ^{bed}	6229.6	12.5 ^{bc}	11.2 ^{cd}	11.9 ^{ode}	1.10 ^{ab}	1.00	1.05 ^{ab}
Çarşıbaşı	16.4 ^{ode}	16.5 ^{ab}	16.47 ^{bede}	7703.7	6080.0 ^{bed}	6891.9	12.0 ^{cd}	11.8 ^{bcd}	11.90 ^{def}	1.07 ^{ab}	1.00	1.03 ^{ab}
Çaykara	16.9 ^{ode}	15.0 ^{ab}	15.97 ^{cddef}	6370.4	6133.3 ^{bed}	6251.9	11.8 ^{cd}	12.0 ^{abcd}	11.93 ^{def}	1.20 ^a	1.00	1.10 ^{ab}
Dernekpazarı	17.5 ^{bod}	17.1 ^{ab}	17.33 ^{bc}	7037.0	6106.7 ^{bod}	6571.9	12.3 ^{bc}	12.8 ^{ab}	12.57 ^{abc}	1.10 ^{ab}	1.00	1.05 ^{ab}
Düzköy	14.1 ^{defg}	15.0 ^{ab}	14.53 ^{defgh}	5925.9	6000.0 ^{bod}	5963.0	8.4 ^{ef}	8.7 ^{ef}	8.58 ^{hi}	1.00 ^b	1.00	1.00 ^b
Hayrat	20.3 ^b	16.8 ^{ab}	18.57 ^b	8000.0	6346.7 ^b	7173.3	13.9 ^a	12.8 ^{ab}	13.38 ^a	1.10 ^{ab}	1.03	1.07 ^{ab}
Köprübaşı	18.2 ^{bc}	15.7 ^{ab}	16.95 ^{bcd}	7333.3	5946.7 ^{bod}	6640.0	12.8 ^{abc}	12.0 ^{abcd}	12.42 ^{abcd}	1.13 ^{ab}	1.00	1.07 ^{ab}
Maçka	11.2 ^g	13.8 ^c	12.53 ^h	6666.7	6133.3 ^{bcd}	6400.0	7.4 ^f	8.1 ^f	7.73 ⁱ	1.00 ^b	1.07	1.03 ^{ab}
Of	18.0 ^{bc}	16.8 ^{ab}	17.38 ^{bc}	7407.4	5520.0 ^d	6463.7	13.1 ^{abc}	13.2 ^a	13.13 ^{ab}	1.00 ^b	1.00	1.00 ^b
Ortahisar	14.7 ^{cddef}	15.6 ^{ab}	15.12 ^{cddefg}	7333.3	6133.3 ^{bcd}	6733.3	12.1 ^{cd}	12.1 ^{abcd}	12.10 ^{b-f}	1.13 ^{ab}	1.00	1.07 ^{ab}
Sürmene	15.2 ^{cddef}	14.7 ^{ab}	14.97 ^{cddefgh}	8000.0	6346.7 ^b	7173.3	12.0 ^{cd}	12.2 ^{abcd}	12.12 ^{b-e}	1.07 ^{ab}	1.00	1.03 ^{ab}
Şalpazarı	15.8 ^{ode}	15.5 ^{ab}	15.67 ^{cddefgg}	8000.0	5680.0 ^{bcd}	6840.0	12.0 ^{cd}	12.3 ^{abc}	12.15 ^{bode}	1.00 ^b	1.00	1.00 ^b
Tonya	13.6 ^{efg}	14.1 ^c	13.87 ^{fgh}	8000.0	5946.7 ^{bcd}	6973.3	9.1 ^e	9.7 ^e	9.42 ^{gh}	1.03 ^{ab}	1.00	1.02 ^b
Vakfikebir	16.2 ^{ode}	15.2 ^{ab}	15.68 ^{cddefg}	8000.0	5946.7 ^{bcd}	6973.3	11.0 ^d	11.0 ^d	10.98 ^f	1.00 ^b	1.03	1.02 ^b
Yomra	14.3 ^{defg}	15.4 ^{ab}	14.88 ^{cddefgh}	8000.0	6026.7 ^{bcd}	7013.3	10.9 ^d	11.3 ^{cd}	11.10 ^{ef}	1.00 ^b	1.00	1.00 ^b
Karadeniz Yıldızı	23.4 ^a	20.7 ^a	22.07 ^a	7555.6	6346.7 ^b	6951.1	12.8 ^{abc}	12.9 ^{ab}	12.82 ^{abc}	1.13 ^{ab}	1.03	1.08 ^{ab}
RX9292	23.9 ^a	23.0 ^a	23.45 ^a	8000.0	7066.7 ^a	7533.3	12.8 ^{abc}	13.1 ^{ab}	12.98 ^{abc}	1.03 ^{ab}	1.00	1.02 ^b
Ortalama	16.5	16.1	16.3	7377.8 ^A	6065.3 ^B	6721.6	11.5	11.5	11.5	1.07 ^A	1.01 ^B	1.04
CV (%)	8.4	9.3	8.9	15.4	6.1	12.7	4.5	6.1	5.6	6.4	4.6	5.9
F değerleri												
Genotip (G)	17.1 ^{**}	6.4 ^{**}	20.4 ^{**}	1.0	2.5 ^{**}	1.4	34.6 ^{**}	12.9 ^{**}	33.2 ^{**}	2.7 ^{**}	1.0	2.3 ^{**}
Lokasyon (L)			2.3			71.2 ^{**}			0.2			21.7 ^{**}
G x L			2.1 [*]			0.9			4.6 [*]			1.7

¹Aynı harf ile işaretli ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. * ve ** ile işaretli F değerleri sırasıyla 0.05 ve 0.01 ihtimal düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4. Genotiplerin koçan uzunluğu ve koçan sap çapları ile koçanda tane sırası sayısı ve koçanda tane sayıları¹
Table 4. Ear length, ear diameter, kernel row and kernel number per ear of the genotypes

Genotip	Koçan uzunluğu (cm)			Koçan çapı (cm)			Koçanda tane sırası sayısı			Koçanda tane sayısı		
	Akçaabat	Of	Ortalama	Akçaabat	Of	Ortalama	Akçaabat	Of	Ortalama	Akçaabat	Of	Ortalama
Akçaabat	18.0 ^{cd}	16.3 ^{de}	17.2 ^{efg}	4.25 ^{de}	3.65 ^{bcd}	3.95 ^{cde}	11.5 ^{bc}	10.5 ^a	11.02 ^b	356.1 ^{bcd}	230.7 ^{efgh}	293.4 ^{def}
Araklı	12.1 ^{gh}	15.0 ^{ef}	13.5 ⁱ	3.53 ^{cd}	3.53 ^{cd}	3.53 ^{def}	9.4 ^{ed}	9.6 ^c	9.52 ^{cde}	186.8 ^g	236.1 ^{efgh}	211.5 ^{gh}
Arsin	16.3 ^{def}	15.1 ^{ef}	15.7 ^{ghi}	4.19 ^{cde}	4.10 ^{abc}	4.14 ^{bc}	13.2 ^{ab}	13.3 ^a	13.22 ^a	415.2 ^b	386.5 ^b	400.9 ^b
Beşikdüzü	17.9 ^{def}	15.0 ^{ef}	16.5 ^{fgh}	3.48 ^g	3.23 ^{cd}	3.36 ^{ef}	9.3 ^e	8.7 ^{ef}	9.02 ^{cde}	284.2 ^{def}	210.0 ^{gh}	247.1 ^{efgh}
Çarşıbaşı	18.9 ^{bode}	17.3 ^{ode}	18.1 ^{odefg}	3.84 ^{efg}	2.83 ^d	3.34 ^f	10.1 ^{ode}	9.3 ^{cde}	9.67 ^{cd}	331.9 ^{cde}	279.5 ^{cdef}	305.7 ^{cde}
Çaykara	18.3 ^{bodef}	16.7 ^{ode}	17.5 ^{defg}	3.73 ^{fg}	3.57 ^{cd}	3.65 ^{cdef}	8.7 ^c	8.5 ^f	8.60 ^{de}	275.5 ^{ef}	229.6 ^{efgh}	252.5 ^{efg}
Dernekpazarı	19.2 ^{bod}	19.0 ^{abcd}	19.1 ^{bode}	3.86 ^{efg}	3.87 ^{abc}	3.87 ^{cdef}	8.4 ^e	9.3 ^{cde}	8.87 ^{cde}	280.9 ^{def}	307.1 ^{cde}	294.0 ^{def}
Düzköy	15.5 ^{ef}	12.7 ^{fgh}	14.1 ^{hi}	3.63 ^g	3.37 ^{cd}	3.50 ^{def}	8.9 ^e	8.3 ^f	8.62 ^{de}	222.6 ^{fg}	200.8 ^h	211.7 ^{gh}
Hayrat	19.1 ^{bod}	16.4 ^{de}	17.7 ^{defg}	4.34 ^{bc}	3.73 ^{abc}	4.04 ^{cd}	11.4 ^{bod}	10.7 ^b	11.05 ^b	378.9 ^{bc}	330.4 ^{bc}	354.7 ^{bc}
Köprübaşı	20.5 ^{abc}	19.6 ^{abc}	20.1 ^{abcd}	3.86 ^{defg}	3.77 ^{abc}	3.82 ^{cdef}	8.7 ^e	9.4 ^{cd}	9.03 ^{cde}	282.4 ^{def}	284.2 ^{cdef}	283.3 ^{def}
Maçka	11.7 ^h	10.0 ^h	10.9 ^j	3.52 ^g	3.50 ^{cd}	3.51 ^{def}	8.9 ^e	8.2 ^f	8.57 ^c	191.5 ^g	194.7 ^h	193.1 ^h
Of	21.5 ^{ab}	19.1 ^{abcd}	20.3 ^{abc}	4.12 ^{cdef}	3.90 ^{abc}	4.01 ^{cde}	9.9 ^{ode}	9.6 ^c	9.77 ^c	357.9 ^{bcd}	327.7 ^{bcd}	342.8 ^{cd}
Ortahisar	19.1 ^{bod}	17.6 ^{bode}	18.4 ^{bodef}	3.82 ^{efg}	3.63 ^{bod}	3.73 ^{cdef}	9.6 ^{cde}	9.3 ^{cde}	9.45 ^{cde}	334.3 ^{cde}	280.7 ^{cdef}	307.5 ^{cde}
Sürmene	16.7 ^{def}	16.8 ^{ode}	16.8 ^{efg}	3.60 ^g	3.47 ^{cd}	3.53 ^{def}	10.3 ^{ode}	9.5 ^c	9.87 ^c	280.7 ^{def}	295.5 ^{cdef}	288.1 ^{def}
Şalpazarı	17.9 ^{def}	17.9 ^{bode}	17.9 ^{odefg}	3.66 ^g	3.70 ^{abc}	3.68 ^{cdef}	9.0 ^e	9.8 ^c	9.40 ^{cde}	282.9 ^{def}	306.7 ^{cde}	294.8 ^{def}
Tonya	14.9 ^{fg}	12.8 ^{fg}	13.9 ⁱ	3.49 ^g	3.40 ^{cd}	3.45 ^{ef}	9.7 ^{cde}	9.7 ^c	9.73 ^c	245.6 ^{fg}	226.3 ^{fgh}	236.0 ^{fgh}
Vakfikebir	18.1 ^{odef}	17.0 ^{ode}	17.6 ^{defg}	3.72 ^g	3.60 ^{cd}	3.66 ^{cdef}	8.6 ^e	8.7 ^{ef}	8.63 ^{de}	286.6 ^{cdef}	281.1 ^{cdef}	283.8 ^{def}
Yomra	16.3 ^{def}	12.0 ^{gh}	14.1 ^{hi}	3.60 ^g	3.70 ^{abc}	3.65 ^{cdef}	10.1 ^{ode}	9.6 ^c	9.83 ^c	272.9 ^{ef}	252.4 ^{defgh}	262.7 ^{efg}
Karadeniz Yıldızı	22.8 ^a	21.1 ^a	22.0 ^a	4.89 ^a	4.53 ^a	4.71 ^a	14.4 ^a	13.7 ^a	14.03 ^a	573.6 ^a	495.4 ^a	534.5 ^a
RX9292	21.2 ^{abc}	20.3 ^{ab}	20.8 ^{ab}	4.67 ^{ab}	4.47 ^{ab}	4.57 ^{ab}	13.1 ^{ab}	13.5 ^a	13.23 ^a	530.6 ^a	534.3 ^a	532.5 ^a
Ortalama	17.8 ^A	16.4 ^B	17.1	3.89 ^A	3.68 ^B	3.78	10.2	10.0	10.1	318.6 ^A	294.5 ^B	306.5
CV (%)	7.6	9.6	8.6	4.1	12.0	8.6	7.8	3.9	6.1	9.5	13.6	11.5
F değerleri												
Genotip (G)	13.3 ^{**}	10.2 ^{**}	21.6 ^{**}	18.4 ^{**}	2.3 [*]	7.8 ^{**}	13.9 ^{**}	53.6 ^{**}	42.9 ^{**}	32.0 ^{**}	15.1 ^{**}	41.4 ^{**}
Lokasyon (L)			28.7 ^{**}			12.9 ^{**}			3.0			14.1 ^{**}
G x L			1.5			1.0			1.3			2.1 [*]

¹Aynı harf ile işaretli ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. * ve ** ile işaretli F değerleri sırasıyla 0.05 ve 0.01 ihtimal düzeyinde önemlidir.

Çizelge 5. Genotiplerin bin tane ağırlığı, tane verimi ve tane protein oranları¹
Table 5. Thousand kernel weight, grain yield, and grain protein content of the genotypes

Genotip	Bin tane ağırlığı (g)		Tane verimi (kg/da)		Tane protein oranı (%)	
	Akçaabat	Of	Ortalama	Akçaabat	Of	Ortalama
Akçaabat	380.0 ^{bc}	360.7 ^{abcd}	370.4 ^{abcd}	657.4 ^{cdef}	560.4 ^{cde}	609.0 ^{cdef}
Araklı	311.0 ^{gh}	302.7 ^{efg}	306.8 ^{hij}	378.2 ^{ij}	408.3 ^{fgh}	393.3 ^{hi}
Arsin	277.5 ¹	263.7 ^b	270.6 ^j	535.9 ^{efgh}	517.9 ^{def}	526.9 ^{fg}
Beşikdüzü	381.7 ^{bc}	321.7 ^{bcdef}	351.7 ^{bodef}	445.6 ^{ghij}	392.0 ^{gh}	418.8 ^{hi}
Çarşıbaşı	335.0 ^{defgh}	315.0 ^{cdefg}	325.0 ^{efghi}	663.6 ^{cdef}	645.9 ^{cde}	654.7 ^{cde}
Çaykara	378.8 ^{bc}	372.0 ^{abc}	375.4 ^{abc}	559.8 ^{defgh}	565.1 ^{cde}	562.4 ^{defg}
Dernekpazarı	348.3 ^{cdef}	331.3 ^{abcdef}	339.8 ^{cdefgh}	536.9 ^{efgh}	546.2 ^{cde}	541.6 ^{cde}
Düzköy	365.9 ^{cd}	342.0 ^{abcde}	353.9 ^{bode}	403.3 ^{hij}	387.8 ^{gh}	395.6 ^{hi}
Hayrat	333.3 ^{defgh}	329.7 ^{abcdef}	331.5 ^{defghi}	762.8 ^c	633.1 ^{cd}	698.0 ^c
Köprübaşı	419.4 ^a	374.7 ^{ab}	397.0 ^a	593.6 ^{cdefg}	573.2 ^{cde}	583.4 ^{cdefg}
Maçka	306.3 ^{hi}	281.7 ^{fg}	294.0 ^{ij}	338.2 ^{ij}	300.3 ^h	319.3 ⁱ
Of	378.3 ^{bc}	384.0 ^a	381.2 ^{ab}	681.2 ^{cde}	665.4 ^c	673.3 ^{cd}
Ortahisar	379.2 ^{bc}	316.3 ^{cdefg}	347.8 ^{bodefgh}	721.0 ^{cd}	593.0 ^{cde}	657.0 ^{cd}
Sürmene	320.9 ^{cdefgh}	305.3 ^{defg}	313.1 ^{fghi}	690.5 ^{cde}	614.3 ^{cd}	652.4 ^{cde}
Şalpaazarı	379.2 ^{bc}	356.3 ^{abcde}	367.8 ^{abcd}	671.9 ^{cde}	654.2 ^c	663.1 ^{cd}
Tonya	312.2 ^{fgh}	308.0 ^{defgh}	310.1 ^{ghi}	500.9 ^{fghi}	476.4 ^{def}	488.6 ^{gh}
Vakfikebir	410.4 ^{ab}	341.0 ^{abcde}	375.7 ^{abc}	694.0 ^{cde}	648.8 ^c	671.4 ^{cd}
Yomra	345.4 ^{cdefg}	332.3 ^{abcdef}	338.9 ^{cdefgh}	678.2 ^{cde}	545.1 ^{cde}	611.7 ^{defg}
Karadeniz Yıldızı	352.9 ^{cde}	335.0 ^{abcdef}	344.0 ^{bodefgh}	1084.4 ^b	820.0 ^b	952.2 ^b
RX9292	362.5 ^{cd}	348.0 ^{abcde}	355.3 ^{bode}	1267.9 ^a	1066.2 ^a	1167.1 ^a
Ortalama	353.9 ^A	331.1 ^B	342.5	643.3 ^A	580.7 ^B	612.0
CV (%)	4.2	8.8	6.7	10.4	11.3	10.9
F değerleri						
Genotip (G)	18.3 ^{**}	3.3 ^{**}	11.9 ^{**}	33.0 ^{**}	19.0 ^{**}	49.4 ^{**}
Lokasyon (L)			30.0 ^{**}			26.4 ^{**}
G x L			1.2			1.9 [*]

¹Aynı harf ile işaretli ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. * ve ** ile işaretli F değerleri sırasıyla 0.05 ve 0.01 ihtimal düzeyinde önemlidir.

Koçan püskülü çıkış süresi ve olgunlaşma süresi

Mısır genotiplerin koçan püskülü çıkış süreleri Akçaabat ve Of lokasyonlarında sırasıyla 50.0-65.7 gün ve 54.0-72.0 gün, olgunlaşma süreleri ise 98.0-114.7 gün ve 103.7-118.3 gün arasında değişmiştir (Çizelge 2). Lokasyonların ortalamasına göre koçan püskülü çıkış süresi en kısa Maçka ve Tonya, en uzun Akçaabat ve Hayrat popülasyonlarında gözlenmiş, hasat olgunluğuna en erken Düzköy ve Maçka; en geç Hayrat, Akçaabat ve Şalpazarı popülasyonları ulaşmıştır. Uzun yıllar süren çiftçi eliyle yapılan seleksiyon, tohumluk seçimi, popülasyonlar arası gen akışı ve farklı çevre koşullarına adaptasyonları nedeniyle yerel mısır popülasyonları genetik çeşitliliğe sahiptir (Ristic et al., 2013; Artega et al., 2016). Yerel mısır genotiplerinde koçan püskülü çıkış süresi ABD koşullarında 65.2-72.2 gün (Azar et al., 1997), İspanya koşullarında 56-85 gün (Ruiz de Galarreta and Alvarez, 2001), Samsun koşullarında 57-85 gün (Öner, 2011) arasında değişmiştir. Yerel mısırlarda olgunlaşma süresi yönünden önemli genotipik farklar önceki araştırmalarda da gözlenmiş; Pakistan koşullarında 113.0-125.8 gün (Shah et al., 2000), Güney Afrika koşullarında 108.0-167.5 gün (Beyene et al., 2005) arasında değişen süreler tespit edilmiştir.

Bitki boyu, ilk koçan yüksekliği ve sap çapı

Akçaabat ve Of lokasyonlarında genotiplerin bitki boyları sırasıyla 288.0-160.1 cm ve 172.4-299.8 cm, ilk koçan yükseklikleri 60.3-155.0 cm ve 68.2-163.9 cm, sap çapları ise 11.2-23.9 mm ve 13.8-23.0 mm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2, 3). Of ve Hayrat popülasyonları en uzun bitki boyu ve koçan yüksekliğine sahip olmuş, Maçka ve Arsin popülasyonları en kısa değerleri ile dikkat çekmiştir. RX9292 ve Karadeniz Yıldızı çeşitleri, sap çapı yönünden tüm yerel popülasyonlardan önemli derecede üstün olmuş, yerel popülasyonlar içerisinde en geniş sap çapı Hayrat ve Of popülasyonlarında ölçülmüştür. Erkenci ve yüksek rakımlara adapte olmuş genotipler genellikle daha kısa; geçici, düşük rakımlı ve bol yağışlı çevrelere adapte olmuş genotipler daha uzun boylu olmakta, çevre faktörleri yanında bitki sıklığı, gübre dozu ve ekim zamanı gibi yetiştirme teknikleri de bitki boyunu etkilemektedir (Beyene et al., 2005; Arteaga et al., 2016). Bitki boyu uzun genotipler yatmaya daha dayanıksızdır ve yatmanın hasadı zorlaştırarak, verim ve kalite kayıplarına neden olduğu bilinmektedir (Shi et al., 2016). Bitki boyu yönünden yerel mısır çeşitleri arasında önemli farklar önceki araştırmalarda da tespit edilmiş, bu araştırmadaki bitki boyu değişim aralığı, Öz (1991) tarafından 126-307 cm, Ruiz de Galareta

and Alvarez (2001) tarafından 102-324 cm ve Öner (2017) tarafından 34-301 cm olarak bildirilen değişim aralığına göre daha dardır. Azar et al. (1997) tarafından 215.5-274.8 cm, Luchin et al. (2003) tarafından 229-258 cm ve Beyene et al. (2005) tarafından 161-228 cm olarak ölçülen bitki boyları bu araştırmadaki değerlerle yakındır. İlk koçan yüksekliği makineli hasada uygunluk ve yatma açısından önemlidir. Koçanın yere yakın olması hasadı zorlaştırır ve koçan sağlığını olumsuz etkiler, yüksekte oluşması ise uzun boylu ve zayıf saplı genotiplerde yatma oranını artırır. Bu araştırmada, genellikle düşük rakımlı ve uzun boylu genotiplerde yüksek, yüksek rakımlı ve kısa boylu genotiplerde düşük ilk koçan yüksekliği ölçülmüştür. İslah çeşitlerine göre, yerel popülasyonların 11'i daha yüksek, yedisi ise daha düşük ilk koçan yüksekliğine sahip olmuştur. Bu araştırmadaki ilk koçan yüksekliği değişim aralığı, yerel mısır genotiplerinde Öz (1991) tarafından bildirilen 40-153 cm ve Kabululu et al. (2017) tarafından bildirilen 59.6-156.0 cm değerleriyle yakın; Öner (2011) tarafından bildirilen 25-203 cm ve Asare et al. (2016) tarafından bildirilen 10-180 cm değerlerine göre daha dar; Azar et al. (1997) tarafından bildirilen 66.5-103.3 cm değerlerine göre daha geniştir. Mısır bitkisinde sap çapı, genetik yapı yanında bitki sıklığı, azot dozu ve yıllara göre değişebilen; yatmaya dayanıklılık, tane verimi ve kalitesi ile olumlu ilişkili olan önemli bir karakterdir (Kelly et al., 2015; Guo et al., 2019). Sap çapı için belirlenen değişim aralığı Azar et al. (1997) tarafından 16.3-20.8 mm, Lucchin et al. (2003) tarafından 16.0-18.7 mm ve Cömertpay (2008) tarafından 15.9-22.6 mm olarak bildirilen değerlerine göre kısmen geniştir. Ancak, yerel mısır genotiplerinde Öner and Gulumser (2014) tarafından 8.8-40.4 mm ve Asare et al. (2016) tarafından 10.0-48.5 mm ile bulgularımıza göre daha geniş bir sap çapı varyasyonu belirlenmiştir.

Dekara bitki sayısı, bitkide yaprak sayısı ve bitkide koçan sayısı

Hasat zamanındaki dekara bitki sayısı genotiplere göre Akçaabat lokasyonunda 5925.9-8000.0, Of lokasyonunda ise 5520.0-7066.7 arasında tespit edilmiştir. Lokasyonların ortalamasına göre hiçbir genotip hedeflenen bitki sıklığına (8000 bitki/da) ulaşamamış, RX9292 ile Düzköy popülasyonu arasındaki 1570.3 bitki/da farka rağmen, bitki kayıplarının her blokta farklı oranlarda olması ve yüksek varyasyon katsayısı nedeniyle, genotipler arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır (Çizelge 3). Birim alandaki koçanlı bitki sayısı tane veriminin önemli bir unsurudur. Hasatta hedeflenen bitki sıklığına ulaşabilme kabiliyeti, yerel genotiplerde

yüksek tane verimleri için önemli bir özelliktir. Azar et al. (1997), yatma oranının yerel mısır genotiplerinde %18.1-54.3, Pioneer 3902 çeşidinde ise % 1.4 olduğuna ve yatma oranının en düşük olduğu yerel genotiplerde tane veriminin en yüksek olduğuna dikkat çekmişlerdir. Lucchin et al. (2003), mısır popülasyonlarında m²'deki yatan ve kırılan bitki sayılarını sırasıyla 0.00-0.91 ve 0.77-3.13 arasında belirlemiş, uzun bitki boyu ile birlikte sap çapının dar ve koçanın yüksekte oluşmasını yatma ve kırılmaların nedenleri olarak göstermişlerdir.

Genotiplerin bitki başına yaprak sayıları Akçaabat lokasyonunda 7.4-13.9, Of lokasyonunda ise 8.1-13.2 arasında değişmiş, lokasyonların ortalamasına göre bitki başına en fazla yaprak Hayrat ve Of, en az yaprak ise Maçka ve Düzköy popülasyonlarında sayılmıştır (Çizelge 3). Genellikle, uzun boylu ve düşük rakımlı popülasyonlar daha fazla, kısa boylu ve yüksek rakımlı popülasyonlar daha az sayıda yaprağa sahip olmuşlardır. Bitkideki yaprak sayısı; bitki başına yaprak alanı, yaprak alanı indeksi ve bitki kanopisinin unsuru olarak, fotosentetik ışığın tutulması ve kanopi içerisinde dağılımını, fotosentezi ve mısırın tane verimini etkiler (Li et al., 2016; Huang et al., 2017). Farklı genetik yapıları ve çevre koşullarına tepkilerinin sonucu olarak, genotipler yaprak sayısı bakımından önemli derecede farklı olmuş, bitki başına yaprak sayısı bulgularımızla yakın olarak İspanya koşullarında 6.0-15.0 (Ruiz de Galarreta and Alvarez, 2001), Adana koşullarında 8.1-13.6 (Cömertpay, 2008), Sırbistan koşullarında 7.5-14.1 (Ristic et al., 2013), Samsun koşullarında 7.6-16.2 (Oner and Gulumser, 2014), Ordu koşullarında ise 7.0-12.3 (Öner, 2017) arasında belirlenmiştir. Genotiplerin bitki başına koçan sayıları Akçaabat ve Of lokasyonlarında sırasıyla 1.00-1.20 ve 1.00-1.10 arasında değişmiş, ortalama koçan sayısı en yüksek Arsin ve Çaykara; en düşük ise Akçaabat, Düzköy, Of, Şalpazarı ve Yomra popülasyonlarında saptanmıştır (Çizelge 3). İslah çeşitlerinde genellikle iyi gelişmiş bir koçan bulunur. Bu çalışmada yer alan genotipler koçan sayısı bakımından dar bir varyasyon göstermekle birlikte, genetik faktörler ve çevre faktörlerine farklı tepkiler, koçan sayısı yönünden genotipik farklılıklara neden olabilir. Koçan sayısı yönünden yerel mısır genotipleri arasında önemli farklar önceki çalışmalarda da tespit edilmiştir. Bu çalışmada belirlenen bitki başına koçan sayıları Azar et al. (1997) tarafından 0.9-1.5 adet ve Lucchin et al. (2003) tarafından 0.96-1.10 olarak belirlenen değerlerle yakındır. Yerel mısır genotiplerinde Öz (1991) ve Asare et al. (2016) tarafından 1.0-2.0, Öner (2011) tarafından 1.0-2.4 ve Nankar et al. (2016) tarafından 1.6-2.6 arasında olmak üzere,

bulgularımıza göre daha yüksek koçan sayıları ve geniş bir değişim aralığı belirlenmiştir.

Koçan uzunluğu ve koçan çapı

Koçan uzunlukları Akçaabat lokasyonunda 11.7-22.8 cm, Of lokasyonunda ise 10.0-21.1 cm arasında değişmiş; lokasyonların ortalamasına göre en uzun koçan Karadeniz Yıldızı ve RX9292 çeşitlerinde, en kısa koçan ise Maçka ve Araklı popülasyonlarında ölçülmüştür (Çizelge 4). Koçan uzunluğu, tane verimi ile olumlu ilişkili ve kalıtım derecesi yüksek önemli bir verim unsurudur (Ruiz de Galarreta and Alvarez, 2001; Lucchin et al., 2003). Koçan uzunluğu, genetik yapı ve çevre faktörleri yanında, ekim zamanı, bitki sıklığı ve azot dozu gibi yetiştirme tekniklerinden de etkilenir. Önceki çalışmalarda da koçan uzunluğu yönünden yerel genotiplerde önemli varyasyonlar belirlenmiş, bulgularımız Harting et al. (2008) tarafından 12.0-24.0 cm ve Oner and Gulumser (2014) tarafından 9.7-23.0 cm olarak bildirilen değerlere yakın olmuş; Ruiz de Galarreta and Alvarez (2001) tarafından 7.0-24.0 cm ve Asare et al. (2016) tarafından 7.5-28.0 cm olarak bildirilen değerlere göre daha dar; Lucchin et al. (2003) tarafından 15.8-18.8 cm olarak bildirilen değerlere göre daha geniş varyasyon göstermiştir. Mısır genotiplerinin koçan çapları Akçaabat lokasyonunda 3.48-4.89 cm, Of lokasyonunda ise 2.83-4.53 cm arasında değişmiştir. Lokasyonlar ortalamasına göre Karadeniz Yıldızı tüm yerli popülasyonlardan üstün olarak ilk sırada yer almış, en düşük koçan çapı ise Çarşıbaşı popülasyonunda ölçülmüştür (Çizelge 4). Koçan çapının, koçandaki tane sırası sayısı ve tane sayısını değiştirerek tane verimini etkilediği; genotip, çevre koşulları ve kültürel uygulamalara göre değiştiği bilinmektedir. Yerel genotiplerin koçan çapı yönünden önemli farklılık gösterdiğine daha önce de dikkat çekilmiş, 2.8-6.8 cm ile İspanya (Ruiz de Galarreta and Alvarez, 2001) ve 3.6-6.2 cm ile Tanzania (Kabululu et al., 2017) koşullarında sonuçlarımıza göre geniş varyasyon belirlenmiştir. Etiyopya koşullarında 3.3-4.6 cm (Beyene et al., 2005) ve Samsun koşullarında 3.17-4.98 cm (Oner and Gulumser, 2014) ile bulgularımıza yakın; ABD ve İtalya koşullarında sırasıyla 3.23-3.74 cm ve 3.21-3.64 cm (Azar et al., 1997; Lucchin et al., 2003) ile bulgularımıza göre daha dar değerler ölçülmüştür.

Koçanda tane sırası sayısı, koçanda tane sayısı ve bin tane ağırlığı

Genotiplerin koçandaki tane sırası sayıları Akçaabat lokasyonunda 8.4-14.4, Of lokasyonunda ise 8.2-13.7 arasında değişmiş, en yüksek koçandaki

tane sırası sayısına Karadeniz Yıldızı çeşidi sahip olmuştur. Bu karakter yönünden yerel popülasyonlar içerisinde Arsin, Akçaabat ve Hayrat ilk sıralarda yer almıştır (Çizelge 4). Koçandaki tane sırası sayısı başlıca genetik yapı tarafından belirlenir (Farsiani et al., 2011). Genotipler, farklı genetik yapıları nedeniyle koçanda tane sırası sayısı yönünden önemli derecede farklılık göstermişlerdir. Yerel mısır genotipleri ile daha önce yürütülmüş araştırmaların bazılarında tane sırası sayıları 7.0-13.9 (Beyene et al., 2005), 8.6-15.8 (Ristic et al., 2013), 8.0-16.7 (Oner and Gulumser, 2014), 7.2-14.3 (Öner, 2017) ve 9.1-14.7 (Kabululu et al., 2017) arasında ve bulgularımızla yakındır. Buna karşılık Ruiz de Galarreta and Alvarez (2001) tarafından 6.0-20.2, Rebourg et al. (2001) tarafından 8.0-21.1 ve Asare et al. (2016) tarafından ise 8.0-22.0 arasında değişen, bulgularımıza göre daha yüksek değerler ve geniş varyasyon bildirilmiştir. Mısır genotiplerinin koçanda tane sayıları Akçaabat ve Of lokasyonlarında sırasıyla 186.8-573.6 ve 194.7-534.3 arasında tespit edilmiş, ıslah çeşitleri yerel popülasyonlardan önemli derecede üstün bulunmuştur (Çizelge 4). Lokasyonların ortalamasına göre, yerel popülasyonlar içerisinde Arsin (400.9), Hayrat (354.7) ve Of (342.8) koçandaki tane sayısı yönünden ilk sıralarda yer almışlardır. Koçandaki tane sayısı, koçandaki tane sırası sayısı ile sıradaki tane sayısının fonksiyonu olup, tane veriminin en önemli unsurudur (Bagrintseva, 2015). Koçandaki tane sayısı, genetik yapı yanında çevre koşulları ve yetiştirme tekniklerinden de etkilenir. Önceki araştırmalarda da koçandaki tane sayısı yönünden yerel mısır genotipleri arasında önemli farklar belirlenmiş, Tugay ve Öz (1992) tarafından 222-773, Rebourg et al. (2001) tarafından 131.3-596.8, Cömertpay (2008) tarafından 262.4-575.1 arasında ve sonuçlarımızla genellikle yakın tane sayıları bildirilmiştir. Genotiplerin 1000 tane ağırlıkları Akçaabat lokasyonunda 277.5-419.4 g, Of lokasyonunda 263.7-384.0 g, lokasyonların ortalamasına göre ise 270.6-397.0 g arasında değişmiştir. Ortalamalara göre, 1000 tane ağırlığı en yüksek Köprübaşı, Of ve Vakfikebir; en düşük Arsin ve Maçka popülasyonlarında hesaplanmıştır (Çizelge 5). Tane ağırlığı, döllenmeyi takip eden lag periyodu, bunu takip eden etkin dolun periyodu ve tane gelişme oranının fonksiyonu olup, tane veriminin önemli bir unsurudur (Maddonna et al., 1998). Mısırın 1000 tane ağırlığı genetik yapı yanında, çevre koşulları ve yetiştirme tekniklerine göre de değişebilir. Yerel genotiplerde 1000 tane ağırlığı Beyene et al. (2005) tarafından 229-410 g, Hartings et al. (2008) tarafından ise 155-420 g arasında ve bulgularımızla yakın hesaplanmıştır. Lucchin et al. (2003) tarafından 126-186 g ve Ristic et al. (2014) tarafından 152.5-270.4 g

arasında hesaplanan 1000 tane ağırlıkları sonuçlarımıza göre daha düşüktür. Buna karşılık, Öz (1991) tarafından 191-450 g ve Öner (2011) tarafından 217.0-516.5 g arasında olmak üzere sonuçlarımıza göre daha geniş bir tane ağırlığı varyasyonu belirlenmiştir.

Tane verimi ve ham protein oranı

Mısır genotiplerinin tane verimleri Akçaabat lokasyonunda 338.2 ile 1267.9 kg, Of lokasyonunda 300.3 ile 1066.2 kg, lokasyonların ortalamasına göre ise 319.3 ile 1167.1 kg/da arasında değişmiş, RX9292 ve Karadeniz Yıldızı çeşitleri, yerel genotiplerden önemli derecede yüksek tane verimi sağlamıştır. Bu çeşitlerin tane verimleri, daha önce Orta Karadeniz koşullarında 845-1190 kg/da (Kapar ve Öz, 2006) ve Trabzon koşullarında 698.2-1113.3 kg/da (Gür ve Kara, 2019) arasında belirlenen verimlerle yakın, Giresun koşullarında 655-975 kg/da (Yılmaz ve Han, 2016) arasında belirlenen verimlerden yüksektir. Lokasyonların ortalaması olarak, yerel genotiplerden Hayrat (698.0 kg/da), Of (673.3 kg/da) ve Vakfikebir (671.4 kg/da) en yüksek; Maçka (319.3 kg/da), Araklı (393.3 kg/da) ve Düzköy (395.6 kg/da) ise en düşük tane verimlerini sağlamıştır (Çizelge 5). Tane verimi yüksek popülasyonların düşük rakımlara, verimi düşük popülasyonların ise yüksek rakımlara ait olması dikkat çekmiştir. Mercer et al. (2008), yüksek rakımlı lokal çeşitlerin diğer çevrelere daha duyarlı olduğunu, düşük rakımlı çeşitlerden yüksek, yüksek rakımlı çeşitlerden düşük tane verimleri elde edildiğini ve lokal çeşitlerin kendi çevrelerinde daha üstün olduklarını vurgulamışlardır. Tane verimi, genetik yapı, çevre koşulları ve yetiştirme tekniklerine göre değişmekle birlikte, bu araştırmada yerel çeşitlerden elde edilen tane verimleri Ruiz de Galareta and Alvarez (2001) tarafından 90-410 kg/da, Lucchin et al. (2003) tarafından 338-451 kg/da ve Beyene et al. (2005) tarafından 130.5-428.2 kg/da arasında bildirilen verimlerden yüksektir. Asare et al. (2016) tarafından ise 70-1250 kg/da arasında ve bulgularımıza göre çok geniş tane verimi varyasyonu belirlenmiştir. Bu araştırmada tane verimi yönünden genotipik farklar, başlıca koçandaki tane sayısı ve dekara bitki sayısından kaynaklanmıştır. Yerel genotiplerin test çevresine tane verimi tepkileri ait oldukları rakıma göre değişebilir ve genotipler kendi çevrelerinde diğer genotiplere göre daha üstün olabilir. Bu nedenle, yerel mısır genotiplerinin gerçek verim potansiyellerinin ortaya konulabilmesi için adaptasyonlarının düşük, orta ve yüksek rakımlarda olmak üzere karşılaştırmalı olarak araştırılması yararlı olabilir.

Genotiplerin tane protein oranları Akçaabat lokasyonunda %9.27-14.38, Of lokasyonunda %10.51-14.62 g, lokasyonların ortalamasına göre ise %9.89-14.50 arasında değişmiş, en yüksek protein oranlarına Köprübaşı, Çaykara ve Tonya popülasyonları sahip olmuştur. En düşük ham protein oranı RX9292 çeşidinde belirlenmiş, bu çeşidi düşük protein oranları ile Arsin ve Akçaabat popülasyonları izlemiştir (Çizelge 5). Protein oranı, mısırın en önemli tane kalite ölçütlerinden birisidir. Arsin ve Akçaabat dışında kalan 16 yerel mısır popülasyonunun, tane protein oranı yönünden ıslah çeşitlerinden önemli derecede üstün olduğu ortaya çıkmıştır. Kalite özellikleri yönünden yerel mısır genotiplerinin üstünlüğüne dikkat çekilmiş (Ünlü et al., 2018), ilgili araştırmalarda protein oranı yönünden önemli varyasyonlar saptanmıştır. Tugay ve Öz (1992) tarafından %7.0-11.7, Lucchin et al. (2003) tarafından %9.36-11.03, Ünlü et al. (2018) tarafından %8.83-11.34 arasında ve sonuçlarımıza göre düşük; Harting et al. (2008) tarafından %8.3-13.7, Nankar et al. (2016) tarafından %11.8-13.2 arasında ve sonuçlarımızla yakın, Öner (2011) tarafından ise %8.88-16.00 arasında ve sonuçlarımıza göre daha geniş bir varyasyon bildirilmiştir. Yüksek protein oranları ile dikkat çeken Köprübaşı, Çaykara ve Tonya popülasyonları, tane kalitesine yönelik ıslah programlarında gen kaynağı olarak potansiyel değere sahiptir ve bu popülasyonlarda protein kalitesine yönelik ileri analizler yapılabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, lokasyonların ortalamasına göre genotiplerin dekara bitki sayısı 5963.0-7533.3, koçandaki tane sayısı 193.1-534.5, bin tane ağırlığı 270.6-397.0 g, tane verimi 319.3-1167.1 kg/da, ham protein oranı ise %9.89-14.50 arasında değişmiştir. En yüksek tane verimleri RX9292 ve Karadeniz Yıldızı ıslah çeşitlerinden elde edilmiş, yerel popülasyonlar arasında Hayrat, Of ve Vakfikebir ilk sıralarda yer almıştır. En yüksek tane protein oranlarına Köprübaşı, Çaykara ve Tonya popülasyonları sahip olmuş, 16 popülasyon ıslah çeşitlerinden önemli derecede üstün bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, tane verimi yönünden Hayrat, Of ve Vakfikebir; protein oranı yönünden ise Köprübaşı, Çaykara ve Tonya popülasyonları ümitvar genetik kaynaklar olarak kullanılabilir. Yüksek protein oranı ve nispeten yüksek tane verimi ile Köprübaşı, nispeten yüksek protein oranları ve yüksek tane verimleri ile Hayrat ve Of popülasyonları insan beslenmesine yönelik mısır üretimi için tercih edilebilir. Yerel çeşitler kullanılsa bile, uygun yetiştirme teknikleri uygulanarak yöredeki mısır veriminin önemli ölçüde artırılacağı,

koçandaki tane sayısı yüksek ve hedef bitki sıklığında ulaşılabilen genotipler seçilerek yüksek verimler elde edilebileceği söylenebilir. Tane verimi ve protein oranı yönünden öne çıkan popülasyonlar, değerli genetik kaynaklar olarak yerinde korunmalıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

AÖ, araştırmayı tasarladı, yürütülmesini takip etti, verilerin analizlerini yaptı ve makaleyi yazdı. AB, araştırma materyalini temin etti, araştırmayı yürüttü, verileri elde etti ve istatistik analizlere yardım etti. Yazarlar makalenin son halini okuyup onayladı.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. (<http://biruni.tuik.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 16 Mart 2020).
- Anonymous, 2018. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. (<http://www.fao.org>) (Accessed Date: 16 March 2020).
- Arteaga, M.C., Letelier, A.M., Yanes, A.M., Lobo, A.Z., Ochoa, A.B., Estrada, A.M., Eguarte, L.E., Pinero, D., 2016. Genomic variation in recently collected maize landraces from Mexico. *Genomics Data*, 7: 38-45.
- Asare, S., Tetteh, A.Y., Twumasi, P., Adade, K.B., Akromah, R.A., 2016. Genetic diversity in lowland, midaltitude and highland African maize landraces by morphological trait evaluation. *African J of Plant Sci.*, 10 (11): 246-257.
- Azar, C., Mather, D.E., Hamilton, I., 1997. Maize landraces of the St. Lawrence-Greet Lakes region of North America. *Euphytica*, 98: 141-148.
- Bagrintseva, V.N., 2015. Number of kernels per ear of corn depending on weather conditions and farming practices. *Russian Agricultural Sci.*, 41 (4): 202-205.
- Beyene, Y., Botha, A.M., Myburg, A.A., 2005. A comparative study of molecular and morphological methods of describing genetic relationships in traditional Ethiopian highland maize. *African J. of Biotechnology*, 4 (7): 586-595.
- Cömertpay, G., 2008. Yerel Mısır Popülasyonlarının Morfolojik ve DNA Moleküler İşaretleyicilerinden SSR Tekniği ile Karakterizasyonu. Doktora Tezi, Çukurova

- Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana, 102 s.
- Farsiani, A., Ghobadi, M.E., Jalali-Honarm, S., 2011. The effect of water deficit and sowing date on yield components and seed sugar contents of sweet corn (*Zea mays* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 6 (26): 5769-5774.
- Garcia-Lara, S., Sena-Saldivar, S.O., 2019. Corn history and culture. In: Sena-Saldivar SO (ed), *Corn Chemistry and Technology*, 3rd edn. Elsevier WP, Duxford, UK, pp: 1-18.
- Guo, Q., Chen, R., Ma, L., Sun, H., Weng, M., Li, S., Hu, J., 2019. Classification of corn stalk lodging resistance using equivalent forces combined with SVD algorithm. *Appl. Sci.*, 9 (640): 1-9.
- Gür, İ., Kara, B., 2019. Trabzon ekolojik koşullarında bazı hibrit atdışi mısır çeşitlerinin (*Zea mays indentata* Sturt) performansları. *Black Sea Journal of Agric.*, 2 (2): 103-108.
- Hartings, H., Berardo, N., Mazzinelli, G.F., Valoti, P., Verderio, A., Motto, M., 2008. Assessments of genetic and relationships maize (*Zea mays* L.) Italian landraces by morphological traits and AFLP profiling. *Theor Appl Genet.*, 117: 831-842.
- Hellin, J., Bellon, M.R., Hearne, S.J., 2014. Maize landraces and adaptation to climate change in Mexico. *Journal of Crop Improvement*, 28: 484-501.
- Huanga, S., Gaoa, Y., Lia, Y., Xub, L., Taoa, H., Wang, P., 2017. Influence of plant architecture on maize physiology and yield in the Heilonggang River valley. *The Crop J.*, 5 (1): 52-62.
- Kabululu, M.S., Feyissa, T., Ndakidemi, P.A., 2017. Genetic diversity of maize landraces from Tanzania as compared with commercial improved varieties and elite lines through morphological characterization. *International J of Biosciences*, 10 (3): 3609-322.
- Kapar, H., Öz, A., 2006. Bazı mısır çeşitlerinin Orta Karadeniz Bölgesinde performanslarının belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 21 (2): 147-153.
- Kelly, J., Crain, J.L., Raun, W.R., 2015. By-plant prediction of corn (*Zea mays* L.) grain yield using height and stalk diameter. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46 (5): 564-575.
- Kırtok, Y., 1998. Mısır: Üretimi ve Kullanımı. Kocaoluk Yayınevi, İstanbul, s: 34-51.
- Kün, E., 1985. Sıcak İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay: 953, Ders Kitabı: 275, Ankara, s: 147-157.
- Li, D., Wang, X., Zhang, X., Chen, Q., Xu, G., Xu, D., Wang, C., Liang, Y., Wu, L., Huang, C., Tian, J., Wu, Y., Tian, F., 2016. The genetic architecture of leaf number and its genetic relationship to flowering time in maize. *New Phytologist*, 210 (1): 256-268.
- Lucchin, M., Barcaccia, G., Parrini, P., 2003. Characterization of a flint maize (*Zea mays* L. Convar. Mays) Italian landrace: I. Morpho-phenological and agronomic traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50: 315-327.
- Maddoni, G.A., Otegui, M.E., Bonhomme, R., 1998. Grain yield components in maize II. Postsilking growth and kernel weight. *Field Crops Res.*, 56: 257-264.
- Mercer, K., Martinez-Vasquez, A., Perales, H.R., 2008. Asymmetrical local adaptation of maize landraces along an altitudinal gradient. *Evolutionary Applications*, 1 (3): 489-500.
- Mwololo, B.M., 2010. The role of farmers in biodiversity conservation of maize landraces through farming systems in Kenya. *J. of Developments in Sustainable Agric.*, 5: 155-177.
- Nankar, A., Grant, L., Scott, P., Pratt, R.C., 2016. Agronomic and kernel compositional traits of blue maize landraces from the Southwestern United states. *Crop Sci.*, 56: 2663-2674.
- Oner, F., Gulumser, A., 2014. Determination of some agronomical characteristics of local flint corn (*Zea mays* L. *indurata*) genotypes in the Black Sea Region of Turkey. *Turkish J of Agricultural and Natural Sci.*, 2: 1800-1804.
- Öner, F., 2011. Karadeniz Bölgesindeki Yerel Mısır (*Zea mays* L.) Genotiplerinin Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Öner, F.*, 2017. Ordu İli yerel mısır genotiplerinin morfolojik karakterizasyonu. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Derg.*, 3 (2): 108-119.
- Öz, A., 1991. Yerli Mısır Popülasyonlarından Seçilen Bazı Bitkilerin Çeşitli Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bu Bitkilerde Kendilemenin Tane Tutmaya Etkileri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat. 62 s.
- Peter, R., Eschholz, T.W., Stamp, P., Liedgens, M., 2009. Swiss flint maize landraces-Arich pool of variability for early vigour in cool environments. *Field Crops Res.*, 110: 157-166.
- Rebourg, C., Gouesnard, B., Charcosset, A., 2001. Large-scale molecular analysis of traditional European maize populations. Relationships with morphological variations. *Heredity*, 86: 574-587.

- Ristic, D., Kostadinovic, M., Kravic, N., Anelkovic, V., Vancetovic, J., Drinic, S.M, Micic, D.I, 2013. Genetic diversity in maize dent landraces assessed by morphological and molecular markers. *Genetika*, 45 (3): 811-824.
- Ruiz de Galarreta, J.I., Alvarez, A., 2001. Morphological classification of maize landraces from northern Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 48: 391-400.
- Shah, R.A., Ahmed, B., Shafi, M., Bakht, J., 2000. Maturity studies in hybrid and open pollinated cultivars of maize. *Pakistan J of Biological Sciences*, 3 (10): 1624-1626.
- Shi, D.Y., Li, Y.H., Zhang, J.W., Liu, P., Zhao, B., Dong, S.T., 2016. Effects of plant density and nitrogen rate on lodging-related stalk traits of summer maize. *Plant Soil Environ.*, 62 (7): 299-306.
- Taşova, H., Akın, A., 2013. Marmara bölgesi topraklarının bitki besin maddesi kapsamlarının belirlenmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması. *Toprak Su Derg.*, 2 (2): 83-95.
- Tugay, M.E., Öz, A., 1992. Yerli mısır popülasyonlarından seçilen bazı bitkilerin çeşitli özelliklerinin belirlenmesi ve bu bitkilerde kendilemenin tane tutmaya etkileri üzerine araştırmalar. *Cumhuriyet Üniv. Tokat Ziraat Fak. Derg.*, 9 (2): 208-217.
- Ünlü, E., Mutlu, E., Polat, M., Çeri Kahrıman, F., 2018. Diversity among Turkish maize landraces based on protein band analyses and kernel biochemical properties. *Journal of Crop Improvement*, 32 (2): 175-187.
- Yılmaz, N., Han, E., 2016. Giresun ekolojik koşullarında bazı mısır çeşitlerinin tane verimi ve verim öğelerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Derg.*, 6 (3): 171-176.



Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'nin Biyolojik Mücadele İmkanlarının Araştırılması*

Gökhan ERARSLAN^{1,**,a} Recep KOTAN^{2,b}

¹Supersol Biyoteknoloji A.Ş., Menderes, İzmir, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye

**Sorumlu yazar e-mail: gokhanerarslan@outlook.com

doi: 10.17097/ataunizfd.783496

Geliş Tarihi (Received): 04.09.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 16.01.2021 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: Bu çalışmada; toplam yedi farklı bakteri straini (*Bacillus cereus* FD-63, *Bacillus sphaericus* FD-49, *Bacillus subtilis* EK-7, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *Brevibacillus brevis* CP-1, *Pseudomonas chlororaphis* Nem-28 ve *Pseudomonas fluorescens* KŞN-1) ve bir adet fungus izolatu (*Beauveria bassiana* ET-10) patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'nin ergin ve birinci, ikinci, üçüncü dönem larvalarına karşı biyolojik mücadelede etkinliğini belirlemek için sera koşullarında test edilmiştir. Sera denemelerinde en etkili bulunan üç bakteri straini ise tarla şartlarında denenmiştir. Sera denemeleri 5 tekerrürlü, tarla denemeleri ise 4 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; sera koşullarında en etkili bulunan *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *B. brevis* CP-1 ve *P. fluorescens* KŞN-1 strainleri, tarla denemelerinde birinci dönem larvalarda sırası ile %41,33, %20 ve %11,33, ikinci dönem larvalarda %20, %26,66 ve %4,66; üçüncü dönem larvalarında ise %10, %24,66 ve %6,66 ölüme sebep olmuştur. Ayrıca *B. brevis* CP-1 strainin ergin böceklerde etkili olmadığı fakat *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 ve *P. fluorescens* KŞN-1 strainleri sırası ile %30 ve %4 oranında ölüme sebep olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, *Leptinotarsa decemlineata*, Patates böceği

Investigation of Biological Control Possibilities of Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)

ABSTRACT: In this study; a total of seven bacterial strains (*Bacillus cereus* FD-63, *Bacillus sphaericus* FD-49, *Bacillus subtilis* EK-7, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *Brevibacillus brevis* CP-1, *Pseudomonas chlororaphis* Nem-28 and *Pseudomonas fluorescens* KŞN-1) and one fungus isolate (*Beauveria bassiana* ET-10) were tested for determining of biological control activity against on mature (*Leptinotarsa decemlineata* Say) and on 1., 2. and 3. larvae stages in greenhouse conditions. The most effective three bacterial strains in greenhouse conditions were tested for in field conditions. Greenhouse experiments were carried out with 5 replications and field experiments with 4 replicates. According to the results obtained from the study; the most effective *B. brevis* CP-1, *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 and *P. fluorescens* KŞN-1 strains in greenhouse conditions caused death 41.33%, 20% and 11.33% in the first period larvae; 20%, 26.66% and 4.66% respectively in the second stage larvae; 10%, 24.66% and 6.66% in the third stage larvae in the field conditions, respectively. In addition, it was determined that *B. brevis* CP-1 was not effective in mature insects but *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 and *P. fluorescens* KŞN-1 strains caused death %30 and %4, respectively.

Keywords: Biological control, *Leptinotarsa decemlineata*, Potato beetle

GİRİŞ

Türkiye tarımı ve ekonomisinde önemli bir yere sahip olan patates anavatanı Güney Amerika olan bir kültür bitkisidir (Alisdair et al., 2001). Günümüzde, patates özellikle Doğu ve Orta Anadolu başta olmak

üzere hemen hemen ülkemizin her tarafında yetiştirilmektedir.

Patates üretiminin dünyada en çok yapıldığı ülkeler sırasıyla Çin, Rusya, Hindistan, Ukrayna, ABD ve Almanya'dır. TÜİK 2019 verilerine göre ise

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Erarslan, G., Kotan, R., 2021. Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'nin Biyolojik Mücadele İmkanlarının Araştırılması. Atatürk Univ. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 81-89. doi: 10.17097/ataunizfd.783496

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4801-2807> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6493-8936>

*Bu makale, Gökhan ERARSLAN'ın Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde kabul edilen Yüksek Lisans Tezi'nin bir kısmıdır.



ülkemizde; patates ekim alanı yaklaşık 1.408.967 dekar olup, toplam hasat edilen alan 1.407.661 da, toplam üretim miktarı ise 4.979.824 tondur (TÜİK, 2019).

Her yıl dünya tarım ürünlerinin bir bölümü olumsuz çevresel koşullar, zararlılar hastalıklar ve patojen mikroorganizmalardan dolayı kaybedilmektedir. Patates üretimine olumsuz etki yapan birçok hastalık ve zararlı olmakla birlikte en önemli zararlısı iç ve dış karantinaya dâhil olan patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae)]'dir.

Patates böceği ergini yaklaşık olarak 1 cm boyunda, sarımsı turuncu renkte ve sırtı bombelidir. Sertleşmiş üst kanatların üzerinde 5'er tane uzunlamasına siyah renkli bant mevcuttur. Yumurta 1 mm boyunda, oval ve koyu sarı renklidir. Zararlı toplamda dört larva dönemi geçirir. Olgun larvanın boyu yaklaşık 10-13 mm'dir. Larva gelişimini tamamlayınca, toprağın 1-14 cm derinliğinde pupa olmaktadır. Patates böceği kışı toprağın 1-30 cm derinliğinde ergin olarak geçirmektedir. Erginler, buldukları yerdeki toprağın sıcaklığı 14-15 dereceye ulaştığında ortaya çıkmaktadırlar. Topraktan çıkan erginler konukçuları varsa hemen beslenmeye başlamakta, beslendikten kısa bir süre sonra da çiftleşen dişi böcekler genel olarak yaprakların alt yüzeyine kümeler halinde yumurta bırakmaktadırlar. Yumurtadan çıkan larvalar kümeler halinde önce yumurta kabuklarını, daha sonra da yaprakların alt yüzeyindeki epidermisi yiyerek beslenmektedirler. Patates böceği Marmara Bölgesi şartlarında 3-4, Orta Anadolu Bölgesi koşullarında 1-5 döl (TAGEM, 2011), Erzurum koşullarında ise yılda 3 döl vermektedir (Şahin, 1997).

Polifag zararlı olan patates böceği, patates, patlıcan, domates, biber ve bazı yabancı otlar dâhil birçok kültür bitkisinde beslenmektedir (Hare, 1990). Ergin ve larvalar bitkilerin yeşil aksamında beslenmekte olup, en fazla zararı özellikle dördüncü dönem larvaları oluşturmaktadır. Herhangi bir mücadele yapılmaz ise zarar düzeyi %100'lere ulaşabilmektedir (Christie et al., 1991).

L. decemlineata'ya karşı mücadelede diğer zararlılarla mücadelede olduğu gibi kültürel önlemler önemli yer tutmaktadır. Bu zararlı ile kültürel mücadele kapsamında; patatesten boğaz dolumu ve bakım işlemlerinin iyi yapılmasına, hasat sırasında tarlada yumru bırakılmamasına ve bunların hemen depoya taşınmasına özen gösterilmelidir. Patateslerin depolandığı depo pencerelerine böceklerin geçemeyeceği şekilde kafes teller takılmasına, depoya bulaşık çuval ve malzemelerin konulmamasına, deponun temizliğine ve ilaçlanmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Patates böceği 10 °C'nin altında gelişemediğinden, patateslerin bu sıcaklığın altında güvenle

depolanması önerilmektedir. Patates böceği çok hareketli olmayıp, ergin ve larvaları büyük oldukları için kolaylıkla görülebilmektedir. Bu nedenle küçük bahçelerde larva ve erginlerin toplanarak yok edilmesi, yumurta gruplarının ezilmesi etkili olabilmektedir (TAGEM, 2011).

Dünyada ve ülkemizde patates böceğine karşı çoğunlukla kimyasal mücadele yapılmaktadır. Çünkü kimyasallar tarımsal üretimde zararlılara karşı hem kolay uygulanmakta hem de hızlı etki göstermektedirler. Bu zararlı ile kimyasal mücadele vejetatif aksam ve tohumluk ilaçlaması olarak uygulanmaktadır (TAGEM, 2011). Fakat uygulanan kimyasallar üründe kalıntı bırakmakta, insan sağlığına ve çevreye zarar vermektedir. Kullanılan kimyasalların zararlı etkilerinden dolayı, alternatif mücadele yöntemlerinin kullanımının daha uygun olacağı düşünülmektedir (Uygun vd., 2010; Tozlu et al., 2019; Kotan, 2020; Tozlu et al., 2020a,b). Bu anlamda akla gelen yaklaşımlardan birisi de mikrobiyal biyoajanların hastalık ve zararlı kontrolünde kullanılmasıdır.

Bir canlının diğer canlıya karşı kullanılması olarak bilinen biyolojik mücadele; ilk defa 1919'da ABD'de Smith tarafından uygulanmıştır. Biyolojik mücadele yöntemi ilk kez böcekler, akarlar ve yabancı otları kontrol etmek amacıyla kullanılmıştır (Julien, 1992). Çok sayıda tanımı bulunan biyolojik mücadelenin en yaygın kullanılanı; doğal veya genetik yapısı değiştirilmiş mikroorganizmalar (biyolojik savaş elemanları; genellikle fungus ve bakteriler) ya da onların ürettikleri metabolitler kullanılarak patojen mikroorganizmaların ve zararlıların yok edilmesi veya popülasyonlarının baskı altına alınmasını hedefleyen bir tarımsal mücadele yöntemi olarak yapılan tanımdır (Kotan, 2002).

L. decemlineata ile mücadelede bakteriyel ve fungal ajanların kullanımı ile ilgili dünyada ve ülkemizde birçok çalışma yapılmıştır.

Huger et al. (1986) yaptıkları çalışmada; *L. decemlineata*'nın larvalarına karşı *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* strainini denemişlerdir. Deneme sonucunun oldukça etkili olduğu kanısına varmışlardır. Bu nedenle bakterinin etki mekanizmasına olan ilgi ve çalışmalarda, günden güne artmıştır.

Yapılan başka bir çalışmada; patates böceğinden izole edilen *Pseudomonas putida* straini kullanılarak zararlı larvaları üzerindeki insektisidal etki testleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar bu strainin *L. decemlineata*'nın biyolojik kontrolünde önemli bir kontrol ajanı olabileceğini göstermiştir (Muratoğlu et al., 2011).

B. bassiana'nın ARSEF 2991 ve ATCC 44860 izolatlarından hazırlanan solüsyonlar ile yapılan bir çalışmada; bu solüsyonların etkinliği *L. decemlineata*

ve *Coleomegilla maculata lengi* larvalarına karşı denenmiş ve her iki solüsyonunda *L. decemlineata* larvaları için oldukça toksik olduğu gözlemlenmiştir (Todorova et al., 1994).

Bu çalışmada; toplam yedi adet bakteri straini ve bir adet fungus izolatının sera ve tarla şartlarında patates böceğinin ergin ve birinci, ikinci, üçüncü dönem larvalarına karşı biyolojik mücadelede kullanılabilirliği araştırılmıştır. Böylece patates böceğinin mücadelesinde kimyasallara alternatif olabilecek çevre ve insan sağlığına dost biyoajanların geliştirilmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırmanın ilk ayağı olan sera denemeleri, 27.07.2016-10.08.2016 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü araştırma serasında yapılmıştır. Tarla denemeleri ise 09.07.2017-24.07.2017 tarihleri arasında çiftçi koşullarında yürütülmüş olup, Erzurum ili Narman ilçesi Beyler köyünde bulunan patates ekili bir tarla

kullanılmıştır. Etkili biyoajanların test edildiği sera ve tarla çalışmalarında bölgede yaygın olarak ekimi yapılan Granola patates çeşidi kullanılmıştır.

Kullanılan potansiyel biyoajan mikroorganizmalar

Daha önce yürütülen çeşitli çalışmalarda izole edilen ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde mikroorganizma kültür koleksiyonu'nda muhafaza edilen (Çizelge 1) bakteri strainleri ve bir adet biyoajan fungus izolatı kullanılmıştır (Çizelge 2). Sera denemelerinde en etkili olan bakteri strainleri arasından seçilen üç strain (*Brevibacillus brevis* CP-1, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 ve *Pseudomonas fluorescens* KŞN-1) tarla koşullarında patates böceğinin kontrolü için yapılan çalışmalarda kullanılmıştır. Hazırlanan bakteriyel formülasyonlardaki canlı bakteri sayısı dilisyon metoduna göre belirlenmiş olup, 1×10^7 kob/ml olarak belirlenmiştir. Fungus sporları hemositometre ile 1×10^7 ml spor konsantrasyonuna ayarlanmıştır.

Çizelge 1. Bu çalışmada kullanılan potansiyel biyoajan bakteri strainleri

Table 1. Potential bioagent bacterial strains used in this studies

İzolat	MIS Tanı Sonucu	Bİ	Kaynak
CP-1	<i>Brevibacillus brevis</i>	0.65	Göktürk et al., 2017
FDP-41	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstakii</i>	0.57	Tozlu et al., 2011
EK-7	<i>Bacillus subtilis</i>	0.65	Tozlu et al., 2017
Nem-28	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	0.40	Göktürk et al., 2017
FD-49	<i>Bacillus sphaericus</i>	0.71	Dadaşoğlu, 2013
FD-63	<i>Bacillus cereus</i>	0,24	Dadaşoğlu, 2013
KŞN-1	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0.59	Göktürk et al., 2017

Bİ: Benzerlik indeksi oranı

Çizelge 2. Bu çalışmada kullanılan fungal izolat

Table 2. Fungal isolate used in this studies

İzolat	ITS Tanı Sonucu	Bİ	Erişim Numarası*	Kaynak
ET 10	<i>Beauveria bassiana</i>	0.99	GB KY806126	Tozlu et al., 2017

Bİ: Benzerlik indeksi oranı, *GenBank

Sera ve tarla çalışmalarında test edilen böcekler

Çalışmalar, patates böceğinin ergin ve üç larva (1., 2. ve 3.) dönemiyle yapılmıştır (Şekil 1). Zararlılığın dört larva dönemi olmasına rağmen; çalışmalara başlanmadan önce yapılan ön değerlendirmelerde, 4. dönem larvaların dış müdahale anında hemen pupa dönemine geçiş yaptıkları tespit edilmiş olup, mikroorganizma uygulamalarının etkililiğinin bu dönem larvalar

üzerinde test edilmemesine karar verilmiştir. Sera çalışmaları için zararlı böcekler, Erzurum İli Narman ilçesi Beyler Köyü'nden toplanmıştır. Toplanan böceklerin larva ve erginleri 7.5 lt'lik 30x20 cm ebatlarındaki plastik saklama kutularının içerisinde kurutma kâğıdı ve taze patates yaprağı ile beslenerek $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 'de $\%45 \pm 5$ nem seviyesinde iklim odasında 24 sa süre ile muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Denemelerde kullanılan patates böceğinin biyolojik dönemleri (a: 1. dönem larva, b: 2. dönem larva, c: 3. dönem larva, d: Ergin)

Figure 1. Biological stages of the potato beetle used in the experiments (a: 1st stage larva, b: 2nd stage larva, c: 3rd stage larva, d: adult)

Metot

Sera denemeleri

Sera koşullarında 2 lt'lik 13×15 cm ebatındaki saksılara 30 gün önceden her saksıya 1 yumru olacak şekilde ekilen ve büyütülen patates bitkileri, 20 lt'lik plastik kutu ve bez tülbentlerden oluşturulan kafesler içine alınmıştır (Şekil 2). Kafesler içindeki bitkilere kafes kapakları açılarak 12 saat önce Erzurum ili Narman ilçesi Beyler Köyü'ndeki patates ekilen alanlardan toplanan 1. dönem, 2. dönem, 3. dönem larvalar ve ergin böcekler sayılarak (larvalardan 10 adet, ergin böceklerden ise 5'er adet) bitkiler üzerine bırakıldıktan sonra bakteri süspansiyonları ve fungal süspansiyon püskürtülmüştür. Ergin böceklerde erkek

ve dişi ayrımı yapılmamıştır. Her kafese, hazırlanan süspansiyonlardan eşit miktarda püskürtülmüştür (10 ml). Kontrollü şartlar altında düzenli olarak sulanan bitkiler 13 günlük süre boyunca izlenerek; 3. gün, 8. gün, 13. günlerde; 1., 2. ve 3. dönem canlı, ölü larva ve pupa sayıları ile canlı ve ölü ergin sayıları kaydedilmiştir. Çalışmada negatif kontrol olarak %30 oranında steril NB besiyeri ve %70 oranında sıvı taşıyıcı karışımı kullanılmıştır. Pozitif kontrol olarak ise patates böceği ile mücadelede yaygın olarak kullanılan bir kimyasal ilaç olan Redsunny EC (50 g/L Lambda-cyhalothrin) kullanılmıştır. Deneme her bir kombinasyon için 5 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Uygulamalara ait sera denemelerinden genel bir görünüm (a: Böcekler bırakılmadan önce, b: Böcekler bırakıldıktan sonra)

Figure 2. An overview of the greenhouse trials of applications (a: Before releasing insects, b: After releasing insects)

Tarla denemeleri

Bu çalışma 09.07.2017-24.07.2017 tarihleri arasında Erzurum ili Narman ilçesi Beyler köyünde araştırmacıya ait patates ekili tarlada yapılmıştır. Deneme arazi koşullarında önceden yapılan sürvey çalışmalarında yapılan gözlemlerde patates böceğinin en yoğun olduğu dönemde yürütülmüştür. Sera koşullarında elde edilen sonuçlara göre en yüksek etkiyi gösteren 3 bakteri straini seçilerek tarla denemelerinde test edilmiştir. Tarlada şansa bağlı olarak 20 patates ocağı belirlenmiştir. Daha sonra seçilen ocaklarda bulunan bitkilerdeki böcek sayıları 1. dönem larvalardan 15'er adet, 2. dönem larvalardan 15'er adet, 3. dönem larvalardan 15'er adet, ergin böceklerden ise 5'er adet olarak ayarlanmıştır. Seçilen ocaklar üzerine ahşap çerçeve ve bez tülbenlerden oluşturulan kafesler yerleştirilerek kenarları toprakla iyice kapatılmıştır (Şekil 3). Kafes kapakları açılarak önceden

hazırlanan bakteri süspansiyonları püskürtülmüştür. Her kafese, hazırlanan süspansiyonlardan eşit miktarda püskürtülmüştür (10 ml). Sera denemelerinden farklı olarak tarla denemelerinde püskürtme işlemi 3. gün sayımları yapıldıktan sonra da yapılmıştır. Düzenli olarak sulanan bitkiler günlük olarak kontrol edilip uygulamanın yapıldığı ilk günden itibaren 3. gün, 8. gün ve 13. gün ölü ergin, ölü larva ve pupa sayıları kaydedilmiştir. 13 günlük süre sonunda denemenin son değerlendirilmesi yapılarak, ölü ergin, ölü larva ve pupa sayıları belirlenmiştir. Çalışmada negatif kontrol olarak %30 oranında steril NB besiyeri ve %70 oranında sıvı taşıyıcı karışımı kullanılmıştır. Pozitif kontrol olarak ise patates böceği ile mücadelede yaygın olarak kullanılan bir kimyasal ilaç olan Redsunny EC (50 g/L Lambda-cyhalothrin) kullanılmıştır. Deneme her bir kombinasyon için 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Uygulamalara ait tarla denemelerinden genel bir görünüm

Figure 3. An overview of field trials of applications

Sonuçlarının analiz edilmesi

Sera ve tarla denemelerinden elde edilen sonuçlar JMP 5.0 istatistik analiz programında

varyans analizine (ANOVA) göre değerlendirilmiştir. Yüzde ölüm oranları ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ölüm oranı (\%)} = 100 \times \frac{\text{Ölü larva veya ergin sayısı}}{\text{Toplam larva veya ergin sayısı}}$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, sera koşullarında test edilen toplam yedi adet bakteri straini ve bir adet fungus izolatının patates böceğinin 1., 2. ve 3. dönem larvalarında etkinlikleri açısından yapılan değerlendirmede en yüksek etkinliğe sahip üç bakteri izolatı *B. brevis* CP-1 (1. dönem larvada %10), *P. fluorescens* KŞN-1 (2. dönem larvada %10, erginde

%80) ve *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 (1. dönem larvada %10, erginde %20) tarla denemelerinde test edilmek için seçilmiştir (Çizelge 3). Bu uygulamalardan *P. fluorescens* KŞN-1'in 13. günde ergin böceklerde %80'lik bir ölüm oranına sebep olması oldukça önemli olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Sera denemelerinde larva dönemleri ve ergin böceklerde yapılan uygulamaların sonuçları
Table 3. The application results of larval stages and adult insects in greenhouse trials

Strain	Ölüm oranı (%)*			
	1. dönem larva	2. dönem larva	3. dönem larva	Ergin
FD-63	0.00 D	0.00 C	0.0	0.00 E
CP-1	10.00 C	0.00 C	0.0	0.00 E
KŞN-1	0.00 D	10.00 B	0.0	80.00 B
Nem-28	0.00 D	0.00 C	0.0	20.00 C
ET-10	0.00 D	10.00 B	0.0	20.00 C
FD-49	0.00 D	0.00 C	0.0	20.00 C
EK-7	0.00 D	0.00 C	0.0	0.00 E
FDP-41	10.00 B	0.00 C	0.0	20.00 C
KONTROL (-)	0.00 D	0.00 C	0.0	0.00 E
KONTROL (+)	100.00 A	100.00 A	10.00	100.00 A
CV	14.93	18.63	ÖS	2.60
LSD	0.22	0.28	ÖS	2.02

KONTROL (+):Redsunny, KONTROL (-): %30 NB-%70 taşıyıcı sıvı, ÖS: Önemsiz

*Aynı sütunda benzer harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur (P<0.01).

Yapılan tarla denemelerinde, *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *B. brevis* CP-1 ve *P. fluorescens* KŞN-1 strainleri birinci dönem larvalarda sırası ile %41.33, %20 ve %11.33 oranında ölüme sebep olmuştur. Bu bakteri strainleirinin ikinci dönem larvalardaki etkinlikleri sırası ile %20, %26.66 ve %4.66; üçüncü dönem larvalardaki

etkinlikleri ise %10, %24.66 ve %8.00 olarak belirlenmiştir. Ergin böceklerde ise *B. brevis* CP-1 straininin etkili olmadığı, *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 ve *P. fluorescens* KŞN-1 strainlerinin ise sırası ile %30 ve %4 öldürücü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. (Çizelge 4).

Çizelge 4. Tarla denemelerinde larva dönemleri ve ergin böceklerde yapılan uygulamaların sonuçları
Table 4. The application results of larval stages and adult insects in field trials

Strain	Ölüm oranı (%)*			
	1. dönem larva	2. dönem larva	3. dönem larva	Ergin
FDP-41	41.33 B	20.00 B	10.00 B	30.00 B
CP-1	20.00 C	26.66 BC	24.66 C	4.00 C
KŞN-1	11.33 D	4.66 D	8.00 C	0.00 C
KONTROL (-)	4.66 D	13.33 CD	1.33 C	0.00 C
KONTROL (+)	100 A	100 A	100 A	100 A
CV	14.97	23.8	20.45	27.05
LSD	1.23	1.76	1.37	0.56

KONTROL (+):Redsunny, KONTROL (-): %30 NB-%70 taşıyıcı sıvı

*Aynı sütunda benzer harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur (P<0.01).

Kryukov et al. (2009) yaptıkları çalışmada, *L. decemlineata*'ya karşı entomopatojenik bakteri olan *B. thuringiensis* ssp. ve entomopatojenik funguslar *Metarhizium anisopliae* ve *B. bassiana* fungal izolatlarını senkronize bir şekilde patates böceği larvalarına uygulamışlar ve %95-100 ölümüne neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Bakterilerin böceklerin beslenmesini durdurduğu gözlemlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada; *B. thuringiensis* FDP-41 straini tarla ve sera şartlarında, *B. bassiana* ET-10 izolatu ise sera şartlarında patates böceğinin 1., 2. ve 3. dönem larvalarına ve ergin böceklerle karşı uygulanmış, bu uygulamalar negatif kontrol ile kıyaslandığında her iki izolatu az da olsa böceklerde

pupa dönemine geçişi hızlandırarak beslenmeyi azaltıcı etki yaptığı gözlemlenmiştir. Böceklerin davranışlarını bozacak canlı mikroorganizmaların, bu mikroorganizmaların ürettiği bazı metabolitlerin, bitkisel ekstre veya uçucu yağların veya doğada bulunan bazı organik veya inorganik doğal bileşenlerin tarımda zararlılarla mücadelede kullanımı konusunun üzerinde çok daha önemle durulması gerektiğini vurgulamak isteriz.

Ertürk et al. (2008), *B. pumilus*, *B. sphaericus*, *B. megaterium* ve *B. cereus* strainleri ile laboratuvar ortamında, patates böceğine karşı yaptıkları deneyler sonucunda, *B. pumilus*'un larvalarda %95.7 ve ergin böceklerde %26.7

oranında ölüme neden olduğunu ve *B. sphaericus*'un ise böceğin larvalarında %74.5 ve ergin böceklerde %23.3 ölüme neden olduğunu saptamışlardır. *B. cereus* ve *B. megaterium* sırasıyla *L. decemlineata* larvalarının %51.1 ve %29.7'sini öldürmüştür. Yaptığımız bu çalışmada ise, sera şartlarında *B. sphaericus* FD-49 straini larva ve ergin böceklerde test edilmiş, larvalarda ölüm meydana gelmemiş, ergin böceklerde ise %20 oranında ölüm meydana gelmiştir. *B. sphaericus* straininin ergin böceklerdeki etkileri her iki çalışmada da paralellik gösterse de etkinliğinin düşük olması bakterilerde aynı türün farklı strainleri arasında biyolojik mücadeledeki etkinlikleri açısından bir farklılığın olabileceğini göstermektedir.

Özsarı vd. (2017) yaptıkları bir çalışmada laboratuvar stoklarından seçtikleri 19 endofitik bakteri (EB) straininin ve daha önce renk değişimi gözlenen patates böceği larvasından izole edilen bir *P. fluorescens* 184 (Pf) straininin *L. decemlineata* larvalarına etkilerini araştırmışlardır. Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü dönem *L. decemlineata* larvaları 16 saat süre ile aç bırakıldıktan sonra, EB süspansiyonu uygulanmış sağlıklı patates yaprakları bulunan petri kaplarına bırakılmıştır. Negatif kontrol olarak sadece steril su ile uygulama görmüş larva ve patates yaprakları kullanılmıştır. Petri kaplarında 8 gün süreyle tutulan larvaların ortalama ölüm oranı (%) saptanmıştır. EB strainlerinden *Pantoea agglomerans* (Pa) CC372-83 larvalarda %80 ölüm oranıyla en başarılı uygulama olmuştur. Yaptığımız çalışmada da *P. fluorescens* KŞN-1 straini sera ve tarla şartlarında 1., 2. ve 3. dönem larvalara ve erginlere karşı denenmiştir. Sera denemelerinde ikinci dönem larvalarda %10, erginlerde ise %80 oranında ölüm meydana getirmiştir. Erginlerde yaptığı etki negatif kontrole göre oldukça önemli bulunmuştur. Tarla denemelerinde ise birinci dönem larvalarda; %11,33, ikinci dönem larvalarda; %4,66, üçüncü dönem larvalarda; %6,66, erginlerde ise; %4 oranında etkinlik göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre *P. fluorescens* KŞN-1 straininin arazi koşullarında etkinliğinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Ginxin et al. (2009) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise; *B. thuringiensis* 3A-HBF tarafından üretilen Cry3Aa7 proteininin *L. decemlineata*'ya karşı toksik bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. 3A-HBF'nin *L. decemlineata*'ya karşı %50 ölümcül konsantrasyonunun ise 1,15 µg/ml olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada da *B. thuringiensis* straini sera ve tarla şartlarında *L. decemlineata* zararlısına karşı biyoajan olarak kullanılmıştır. Sera uygulamalarında 1. dönem larvalarda %10, ergin böceklerde ise %20 oranında

ölüm meydana getirmiştir. Tarla uygulamalarında ise, 1. dönem larvalarda %41.33, 2. dönem larvalarda %26.66, 3. dönem larvalarda %24.66, ergin böceklerde ise %30 ölüm meydana getirmiştir.

Bu çalışmada; biyoajan uygulamalarının etkinliklerinin farklı koşullar altında değişebileceği anlaşılmıştır. Nitekim, sera denemelerinde erginlerde %80 ölüm meydana getiren *P. fluorescens* KŞN-1 straininin tarla denemelerinde etkinliğinin %4'e kadar düştüğü tespit edilmiştir. Öte yandan sera denemelerinde erginlerde %20 oranında etkili olan *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 straininin tarla denemelerinde %30 oranında ölüm meydana getirdiği gözlemlenmiştir. *B. brevis* CP-1 straininin sera ve tarla denemelerinde erginlere karşı bir etkinliğinin olmadığı görülmüştür.

SONUÇ

Yapılan bu çalışmada; test edilen toplam 7 bakteri straini ve 1 fungal izolatu içerisinde özellikle *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *B. brevis* CP-1 ve *P. fluorescens* KŞN-1 strainlerinin patates böceğinin biyolojik mücadelesinde belli bir potansiyele sahip oldukları görülmüştür. Biyolojik mücadelede bakteri etkinliğinin bakteri içerikli formülasyonun uygulama dozu, uygulama sayısı ve hedef zararlının biyolojik dönemlerine göre değişebileceği bilinmektedir. Bu çalışmada biyoajan bakterilerin patates böceğinin yumurtaları üzerine etkilerine bakılmamıştır. Böceklerin biyopestisitlere karşı en hassas dönemlerinin yumurta dönemi olabileceği düşünülünce, daha sonra yapılacak çalışmalarda bu izolatların mutlaka bu yönü ile de test edilmesi gerekmektedir. İleride yapılacak formülasyon çalışmaları ile bu potansiyel izolatların hem etkinliklerinin artırılması hem de etki mekanizmalarının aydınlatılmasına yönelik çalışmaların yapılması düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

BAP/2016-263 no'lu proje kapsamında bu çalışmaya maddi olarak destek sağlayan Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP)'ne teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

Yazarlar, makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Alisdair, B., Ayyoubi, Z., Jawdat, D., 2001. The effect of gamma irradiation on potato microtuber production in vitro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 61 (3): 183-187.
- Christie, R.D., Sumalde, A.C., Schutz, J.T., Gudmestad, N.C., 1991. Insect transmission of the bacterial ring rot pathogen, *American J. of Potato Research*, 68 (6): 363-372.
- Dadaşoğlu, F., Çalmaşur, Ö., Karagöz, K., Kotan, R., 2014. Insecticidal effect of some bacteria on Cherry Slugworm (*Caliroa cerasi* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Tenthredinidae). *Fresenius Environmental Bulletin*, 23 (8): 11272-11280.
- Ertürk, Ö., Yaman, M., Aslan, İ., 2008. Effects of four *Bacillus* spp. of soil origin on the Colorado potato beetle *L. decemlineata* (Say.). *Entomological Research*, 38 (2): 135-138.
- Ginxin, Y., Fuping, S., Changlong, S., Liu, J., Chunqin, L., Dafang, H., Shuliang, F. Zhang, J., 2009. An engineered *B. thuringiensis* strain with insecticidal activity against Scarabaeidae (*Anomala corpulenta*) and Chrysomelidae (*L. decemlineata* and *Colaphellus bowringi*). *Biotechnology Letters*, 31 (5): 697-703.
- Göktürk, T., Tozlu, E., Kotan, R., 2017. Investigation of prospects of entomopathogenic bacteria and fungi for biological control of *Ricania simulans* (Walker, 1851) (Hemiptera: Ricaniidae). *Pakistan J. of Zoology*, 50 (1): 75-82.
- Hare, J.D., 1990. Ecology and management of the Colorado potato beetle. *Annu. Rev. Entomol.*, 35 (1): 81-100.
- Huger, A.M., Krieg, G.A., Langenbruch, W., 1986. Discovery of a new strain of *B. thuringiensis* effective against Coleoptera. *Biotechnology*, 3 (18): 83-96.
- Julien, M.H., 1992. Biological control of weeds: A world catalogue of agents and their target weeds. 3rd. Common Wealth Agricultural Bureaux International, Wallingford, U.K, pp. 223.
- Kotan, R., 2002. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yetiştirilen Yumuşak Çekirdekli Meyve Ağaçlarından İzole Edilen Patojen ve Saprotik Bakteriyel Organizmaların Klasik ve Moleküler Metotlar ile Tanısı ve Biyolojik Mücadele İmkânlarının Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 217 s.
- Kotan, R., 2020. Tarımda Biyolojik Çözümler. Harman Yayıncılık, ISBN: 978-605-68060, İstanbul, 158 s.
- Kryukov, V.Y., Khodyrev, V.P., Yaroslavtseva, O.N., Kamenova, O.A. S., Duisembekov, B.A., Glupov, V.V., 2009. Synergistic action of entomopathogenic Hyphomycetes and the bacteria *Bacillus thuringiensis* ssp. *morrisoni* in the infection of Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 45 (5): 511-516.
- Muratoğlu, H., Demirbağ, Z., Sezen, K., 2011. An entomopathogenic bacterium, *P. putida*, from *L. decemlineata*. *Turkish J. of Biology*, 35 (3): 275-282.
- Özsarı, P., Akbaba, M., Özaktan, H., Karsavuran, Y., 2017. *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın biyolojik mücadelesinde bakteriyel endofitlerin kullanılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Derg.*, 8 (2): 107-124.
- Şahin, M.E., 1997. Patates Böceği, *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera, Chrysomelidae)'nin Erzurum Ekolojik Koşullarında Biyo-ekolojisi, Popülasyon Yoğunluğu ve Doğal Düşmanlarının Tespiti. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 57 s.
- TAGEM, 2011. Patates Entegre Mücadele Teknik Talimatları. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara. https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/011_patates.pdf (Erişim Tarihi: 20 Kasım 2020).
- Todorova, S.I., Cote, J.C., Marte, P., Coderre, D., 1994. Heterogeneity of two *B. bassiana* strains revealed by biochemical tests, protein profiles and bio-assays of *L. decemlineata* (Col.: Chrysomelidae) and *Coleomegilla maculata lengi* (Col.: Coccinellidae) larvae. *Entomophaga*, 39 (2): 159-169.
- Tozlu, E., Dadaşoğlu, F., Kotan, R., Tozlu, G., 2011. Insecticidal effect of some bacteria on *Bruchus dentipes* Baudi (Coleoptera: Bruchidae). *Fresenius Environmental Bulletin*, 20 (4): 918-923.
- Tozlu, E., Kotan, R., Tozlu, G., 2017. The investigation of *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) as a biocontrol agent of rosestem sawfly, *Syrista parreyssii* (Spinola, 1843) (Hymenoptera: Symphyta; Cephidae) larvae. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12): 7091-7100.
- Tozlu, E., Kotan, R., Tozlu, G., 2020a. Evaluation of entomopathogenic bacteria against *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) (Hemiptera: Diaspididae). *Journal of Agricultural Studies*, 8 (4): 424-434.
- Tozlu, E., Tekiner, N., Tozlu, G., Kotan, R., Çalmaşur, Ö., Göktürk, T., Dadaşoğlu, F., 2020b. The investigation of the biological control of *Icerya purchasi* Maskell, 1878

- (Hemiptera: Margarodidae) with entomopathogenic fungi and bacteria. *Alnteri Journal of Agriculture Science*. 35 (1): 50-56.
- Tozlu, E., Saruhan, İ., Tozlu, G., Kotan, R., Dadasođlu, F., Tekiner, N., 2019. Potentials of some entomopathogens against the brown marmorated sting bug, *Halyomorpha halys* (Stal, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29 (76): 1-8.
- TÜİK, 2019. Tarımsal Ürünler İstatistiği, İstatistiklerle Türkiye. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2020).
- Uygun, N., Ulusoy, M.R., Satar, S., 2010. Biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Derg.*, 1 (1): 1-14.



Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt Fabrikasına Gelen Çiğ Sütlerin Kalitesinin Belirlenmesi*

Mustafa ŞENGÜL^{1,a} Bayram ÜRKEK^{2,**,b} Zeynep GÜRBÜZ KAÇAN^{1,c}

Tuba ERKAYA KOTAN^{3,d} Halil İbrahim AKGÜL^{4,e}

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

²Gümüşhane Üniversitesi, Şiran Mustafa Beyaz Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

³Atatürk Üniversitesi, Erzurum Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Erzurum, Türkiye

⁴Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye

**Sorumlu yazar e-mail: bayramurkek@gumushane.edu

doi: 10.17097/ataunizfd.806072

Geliş Tarihi (Received): 05.10.2020 Kabul Tarihi (Accepted):18.01.2021 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: Bu çalışmada insan sağlığının korunması ve kaliteli ürünlerin elde edilebilmesine yönelik bir durum tespiti çalışması yapılmıştır. Bu amaçla, Atatürk Üniversitesi Süt Fabrikasına gelen çiğ süt örneklerinden farklı mevsimlerde (yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar) 3 farklı üreticiden çiğ süt örnekleri alınmıştır. Bu örneklerde bazı fizikokimyasal analizler (kuru madde, yağ, kül, protein, yoğunluk, asitlik ve pH) ile mikrobiyolojik (somatik hücre sayısı, toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), maya-küf, koliform grubu bakteri ve *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*)) analizler yapılmıştır. Süt örneklerinin kuru madde, kül (P<0.05) ve yağ (P<0.01) değerleri toplandıkları firmadan etkilenirken, protein, yoğunluk, pH ve asitlik değerlerinin etkilenmediği (P>0.05) belirlenmiştir. Mevsimin çiğ süt örneklerinin kuru madde, protein, yağ (P<0.05), kül ve pH (P<0.01) değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, mevsimin sadece yoğunluk üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı (P>0.05) belirlenmiştir. TAMB, maya, küf sayılarının firmalara ve mevsimlere bağlı olarak önemli değişiklikler gösterdiği ortaya konulmuştur. Diğer taraftan, koliform bakteri sayılarının firmalardan ve mevsimlerden etkilenmediği (P>0.05), *S. aureus* sayıları üzerinde sadece mevsimlerin önemli bir etkisinin olduğu (P<0.01) tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çiğ süt, Fizikokimyasal özellikler, Mikrobiyolojik özellikler

Determination of Quality of Raw Milk Collected from Atatürk University Agriculture Faculty Pilot Dairy Plant

ABSTRACT: In this study, the quality of produced products have a great importance. For this purpose, raw milk samples is obtained from Atatürk University Dairy Plant for every four seasons separately (summer, autumn, winter, spring) to protect human health and produce quality products. Physical and chemical properties (dry matter, fat, ash, protein, specific gravity, acidity and pH) of raw milk samples and microbiological (somatic cell count, total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), mould, yeast, coliform bacteria and *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*)) properties were investigated. Dry matter, ash (P<0.05) and fat (P<0.01) values of raw milk samples were affected significantly by dairy farm, meanwhile protein, specific gravity, pH and acidity values were not affected (P>0.05). Seasons had a significant effect on dry matter, protein, fat (P<0.05), ash and pH (P<0.01) values of raw milk samples. But, seasons did not have a significant effect on only specific gravity and acidity values (P>0.05). TAMB, yeast, mould counts indicated significantly changes based on dairy farms and seasons. On the other hand, coliform bacteria was not affected (P>0.05) by dairy farms and seasons. *S. aureus* counts were affected statistically by only seasons (P<0.01).

Keywords: Raw milk, Physicochemical properties, Microbiological properties

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Şengül, M., Ürkek, B., Kaçan Gürbüz, Z., Kotan Erkaya, T., Akgül, H.İ., 2021. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt Fabrikasına Gelen Çiğ Sütlerin Kalitesinin Belirlenmesi. Atatürk Univ. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 90-97. doi: 10.17097/ataunizfd.806072

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8447-2256> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7909-7364>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4066-0241> ^dORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4571-3090>

^eORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8116-1484>



GİRİŞ

Süt, yavrunun doğduğu andan itibaren ihtiyacı olan tüm besin öğelerini içermekte ve sadece yavrunun süttten kesilinceye kadar olan döneminde değil, büyüme ve gelişme sürecinde de gerekli olan vitamin ve mineralleri içermektedir (Metin, 2001). Süt tüketiminin insan yaşamının tüm evrelerinde gerekli olması süt ve ürünlerini dünya genelinde en çok tüketilen gıda maddesi haline getirmiştir (Çelik, 2002). Böylece süt içerdiği bileşenlerle sadece yavrular için değil aynı zamanda insanlar için de önemli bir gıda olma özelliğini korumaktadır (Şanlıdere ve Öner, 2006). Gelişmiş ülkelerde insan sağlığı için gerekli olan protein ve yağın %30'una yakını süt ve ürünleri ile karşılanabilmektedir. Ülkemizde de hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında süt önemli bir yere sahip olup üretilen süttün yaklaşık %92 kadarı inek süttünden oluşmaktadır (TÜİK, 2018).

Kaliteli ve sağlıklı süt ürünü elde etmenin yolu kaliteli hammaddeden geçmektedir. Bu bağlamda, çiğ süttün ana bileşenlerinin oranı yalnızca süt kalitesini ve süt ineklerinin sağlık durumunu yansıtmakla kalmayıp, aynı zamanda süt ve ürünlerinin besin değerinin belirlenmesinde de etkili olmaktadır (Yang et al., 2013). Kaliteli çiğ süt elde etmek önemli bir konu olup, çiğ süt fiyatının belirlenmesi süttün kalitesiyle doğru orantılıdır (Akbaş vd., 2008; Turan, 2017). Bu nedenle de kaliteli çiğ süt üretimi yapabilmek için gerekli bilgilerin toplanması ve hataların ortaya konması gerekmektedir. Bu da ancak yapılacak araştırmalarla mümkün olabilmektedir (Beykaya vd., 2017; Diler ve Baran, 2014).

Son yıllarda tüketicilerin bilinçlenmesi ve sağlık kaygılarının artması nedeniyle besleyici ve sağlıklı gıdalara olan talep giderek artmaktadır. Bu amaçla mikrobiyolojik analiz sonuçları çiğ süt kalitesinin belirlenmesinde önemli bir göstergedir (Akıllı vd., 2014). Fabrikaya gelen süttlerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi çiğ süttün hangi ürünlere işleneceğinin belirlenmesine, üretimin planlanmasında ve uygulanacak olan teknolojik işlemler için oldukça önemlidir. Ülkemizde süt fabrikalarına çiğ süttlerin kabulü aşamasında çiğ süt özelliklerinin belirlendiği çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada çiğ süttün kalitesini belirlemek amacıyla süttün fabrikaya kabulünde bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılarak çiğ süttlerin kalitesi ve standartlara uygunluğu araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada kullanılan çiğ süttler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt Fabrikasından

3 farklı üreticiden alınmıştır. Süt sağlayan üreticiler A, B ve C olarak kodlanmış olup çiğ süttlerde farklı mevsimlerde (yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar) her mevsim örnekler alınmıştır.

Süt örneklerinde yapılan analizler

Fizikokimyasal analizler

Süt örneklerinin, pH değerleri pH metre ile, titrasyon asitliği tayini alkali titrasyon yöntemine göre kuru madde oranı gravimetrik yöntemle, yağ oranı Gerber yöntemi ile, protein oranı ise Kjeldahl yöntemi ile, yoğunluk ise laktodansimetre ile belirlenmiştir (AOAC, 2005).

Mikrobiyolojik analizler

1 ml süt örneği 9 ml steril fizyolojik tuzlu (%0.85'lik NaCl çözeltisi) su ile karıştırılmasından sonra uygun dilüsyonları hazırlanmıştır. TAMB sayıları plate count agarda (PCA) 30 °C'de 48 s inkübasyon sonrasında oluşan kolonilerin sayılmasıyla tespit edilmiştir (Messer et al., 1985). Örneklerin koliform bakteri sayıları violet red bile agarda (VRBA) belirlenmiştir. Besiyerleri ekim yapıldıktan 35 °C'de 48 s inkübe edilmiş ve oluşan koloniler sayılarak koliform bakteri sayısı belirlenmiştir (Speck, 1976). Baird-Parker agarda 37 °C'de 48 s inkübasyon sonrası oluşan tipik etrafı şeffaf haleli siyah koloniler *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) olarak sayılmıştır. Çiğ süt örneklerinde maya ve küf sayıları %10 tartarik asit ilave edilmiş patato dekstrozu agar (PDA) kullanılarak belirlenmiştir. Besiyerleri 25 °C'de 5 gün inkübe edildikten sonra oluşan koloniler maya ve küf olarak ayrı ayrı sayılmıştır (Koburger and Marth, 1984). Somatik hücre sayısı (SHS) DeLaval hücre sayıcı ve tek kullanımlık kitler ile tespit edilmiştir.

İstatistiksel analizler

Araştırma, 3 farklı üreticiden gelen çiğ süt örneği (A, B ve C üreticileri), 4 mevsimde (yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar) 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma sonucunda bulunan veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamalara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Fizikokimyasal analiz sonuçları

Süt kuru maddesi, süttün su dışında kalan yağ, protein, laktoz, vitaminler ve mineraller gibi ana bileşenlerinde oluşmaktadır. Kül ise süttün mineral içeriğini hakkında bilgi sahibi olmak için önemli bir parametredir (Metin, 2001). Süt örneklerinin kuru madde ve kül değerleri üzerinde mevsimin (sırası ile P<0.05 ve P<0.01) ve firmanın (P<0.05) etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. C firmasından elde edilen süttlerin kuru madde değeri

%12.79 ile diğer örneklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Örneklerin kül değerlerinin %0.65 ile %0.71 arasında değiştiği, A firmasının ait sütlerin kül değerlerinin diğer firma sütlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge1). Çiğ süt kuru madde ve kül değerleri mevsimsel olarak sırası ile %12.09-12.77 ve %0.62-0.71 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). En düşük kuru madde değeri yaz ve kış mevsiminde, kül değeri ise kış mevsiminde belirlenmiştir. Ürkek ve Şengül (2018) konvansiyonel sütlerin ortalama kuru madde ve kül değerlerini sırası ile % 12.06 ve %0.67 olarak bulmuşlardır. Baran and Adıgüzel (2020), Erzurum şarküterilerinden topladıkları çiğ süt örneklerinin en düşük kuru madde içeriğini %10.90. en yüksek %15.10 ve ortalama ise %13.21 olarak bulmuşlardır. Çelikel Güngör vd. (2020) Mardin'den topladıkları çiğ süt örneklerinin en düşük, en yüksek ve ortalama kuru madde ve kül değerlerini sırası ile %10.96. %13.85. %12.46 ve %0.61. %0.83. %0.72 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda bulunan değerler, bizim çalışmamızda bulduğumuz değerler ile benzerlikler göstermektedir.

Rutin analizler arasında yer alan protein ve yağ analizleri sütün kalitesi ve besleyiciliği özelliği hakkında bilgi vermesi bakımından süt endüstrisinde önemli bir parametredir (Kucheryavskiy et al., 2014). Örneklerin protein içerikleri üzerinde mevsimin

etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunurken, firmanın etkisinin önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Protein oranı %3.62-3.63 arasında değişen değerler aldığı ve firmalar arasında önemli bir farkın olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Yaz ve sonbahar mevsimindeki protein oranları ilkbahar ve kış mevsimlerine ait protein oranlarından daha düşük iken, kendi aralarındaki protein oranlarının istatistiksel olarak benzer olduğu ($P>0.05$) belirlenmiştir. Diler ve Baran (2014) Erzurum'un Hınıs ilçesinde topladıkları çiğ sütlerin ortalama protein değerini %3.11. Çelikel Güngör vd. (2020) Mardin'de topladıkları çiğ sütlerin protein değerlerinin %2.41-3.66 arasında ve ortalama değerinin %3.07 olduğunu bulmuşlardır. Akın vd. (2016) Adıyaman ilinde topladıkları çiğ sütlerin bileşimindeki mevsimsel değişimi incelemişlerdir. Yaz mevsiminde toplanan sütlerin protein oranlarının diğer mevsimlerde toplanan sütlere göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Akın vd. (2016) tarafından bulunan sonuçlar bizim çalışmamız ile benzerlik gösterirken, Diler ve Baran (2014) ve Çelikel Güngör vd. (2020) tarafından bulunan değerler bu çalışmada bulunan değerlerden düşük olduğu tespit edilmiştir. Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ de (Anonim, 2017) çiğ sütlerin en %2.8 protein içermeleri gerekmektedir. Buna göre bu çalışmada belirlenen değerler tebliğe uygun olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 1. Farklı firmalara ait çiğ süt örneklerinin bazı fizikokimyasal özellikleri (n=16)

Table 1. Some physicochemical properties of raw milk samples collected from different dair farms (n=16)

PARAMETRELER	FİRMALAR		
	A	B	C
Kuru madde (%)	12.25±1.13b	12.19±0.40b	12.79±2.32a
Kül (%)	0.65±0.08b	0.71±0.04a	0.68±0.13a
Protein (%)	3.62±0.44a	3.63±0.16a	3.62±0.79a
Yağ (%)	3.82±0.44a	3.35±0.39b	3.79±0.72a
Yoğunluk (g/ml)	1.029±0.002a	1.030±0.001a	1.031±0.002a
pH	6.66±0.17a	6.66±0.16a	6.67±1.12a
Asitlik (%LA)	0.177±0.021a	0.183±0.019a	0.179±0.037a

a,b,c: Farklı harfler aynı satırdaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$)

Süt ve ürünleri için yağ analizi kritik bir öneme sahiptir. Bununla birlikte sütün yağ içeriği ruminantlarda en çok değişebilen parametredir. Süt yağı konsantrasyonu hayvanın ırkı, cinsi, beslenme, laktasyon dönemi, mevsimler ve ortam sıcaklığı gibi birçok etkene bağlı olarak değişebilmektedir (Zhu et al., 2015). Çiğ süt örneklerinin yağ oranları üzerine hem firmanın ($P<0.01$) hem de mevsimin ($P<0.05$) etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. B firmasının süt örnekleri %3.35 ile diğer örneklerden daha düşük yağ oranına sahip olduğu, A ve C firmaları arasında istatistiksel olarak önemli farkın olmadığı ($P>0.05$) bulunmuştur. Mevsimsel olarak ilkbahar ve yaz mevsiminin yağ değerlerinin sonbahar ve kış

mevsimine toplanan örneklerin yağ değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ürkek ve Şengül (2018) konvansiyonel üretim yapan çiftliklerden topladıkları çiğ süt örneklerinin yağ oranlarının %3.09 ile %4.08 arasında ve ortalama değeri %3.67 olarak belirlemişlerdir. Erzurum'da yapılan çalışmalarda, Diler ve Baran (2014) topladıkları çiğ sütlerin ortalama değerini %3.60. Baran and Adıgüzel (2020) topladıkları çiğ süt örneklerinin yağ oranları %1.5-6.8 arasında ve ortalama %3.89 olarak bulmuşlardır. Yapılan bir başka çalışmada bir yıl boyunca her ay çiğ sütleri toplanmıştır. Toplanan örneklerin kuru madde, yağ, protein ve laktoz değerleri üzerinde toplandığı zamanın etkisinin

istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Yang et al., 2013). Bu sonuçlar bizim bulduğumuz sonuç ile örtüşmektedir. Yapılan çalışmalarda bulunan değerler bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğe göre çiğ sütlerin yağ oranlarının en az %3.4 olması gerekmektedir (Anonim, 2017). Kodekse göre sadece A firmasına ait sütlerin ortalama yağ değerinin (%3.35) uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Yoğunluk değerleri üzerinde süt toplanan firmanın ve mevsiminin etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Çiğ süt örneklerinin firmalara bağlı olarak yoğunluk

değerleri 1.029 ile 1.031 g/ml arasında, mevsimsel olarak ise 1.029 ile 1.033 g/ml arasında değiştiği ve değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Çiğ Sütün Arzında Dair Tebliğ'de çiğ inek sütlerinin yoğunluğunun en az 1.028 g/ml olması istenmektedir. Bu çalışmada bulunan değerlerin tümünün tebliğe uygun olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, toplanan çiğ süt örneklerinin yoğunlukları Adıyaman ilinden 1.0311 ile 1.0328 g/ml arasında (Akın vd., 2016), Mardin ilinde toplanan sütlerde 1.023-1.033 g/ml arasında (Çelikel Güngör vd., 2020), Erzurum'da şarküterilerden toplanan sütlerde 1.026-1.034 g/ml arasında ortalama 1.030 g/ml olarak bulunmuştur.

Çizelge 2. Süt örneklerinin bazı fizikokimyasal özelliklerinin mevsimsel değişimi (n=12)

Table 2. Seasonal variation of some microbiological properties of milk samples (n=12)

PARAMETRELER	MEVSİMLER			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Kuru madde (%)	12.52±0.70ab	12.25±0.26b	12.77±0.44a	12.09±2.62b
Kül (%)	0.70±0.06a	0.70±0.00a	0.71±0.01a	0.62±0.14b
Protein (%)	3.79±0.22a	3.39±0.26b	3.44±0.20b	3.86±1.00a
Yağ (%)	3.44±0.69b	3.53±0.20b	3.82±0.28a	3.83±0.80a
Yoğunluk (g/ml)	1.030±0.001a	1.029±0.001a	1.033±0.016a	1.030±0.021a
pH	6.50±0.19b	6.72±0.06a	6.72±0.03a	6.73±1.32a
Asitlik (%LA)	0.186±0.019a	0.178±0.016a	0.175±0.016a	0.180±0.046a

a,b,c: Farklı harfler aynı satırdaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$)

Süt doğal asidik bir ürün olup, süt endüstrisinde asitlik ve pH ölçümü büyük bir öneme sahiptir. Asitlik ve pH sütün kalitesi hakkında bilgi sahibi olmak için ilk ölçülen parametrelerdir (Isildak ve Gones, 2018; Metin, 2001). Asitlik ve pH değerleri sütün saklama, sağım ve besleme koşullarından, hasta bir hayvanın sütü olup olmadığına, sütte hile yapıp yapılmadığına kadar birçok konuda fikir sahibi olmamızı sağlar (Metin, 2001). Asitlik ve pH değerleri süt ürünlerinin raf ömrünü ve lezzetini etkileyen önemli parametrelerdir. Asitlik ve pH değerleri üzerinde sadece mevsimin etkisinin önemli ($P<0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Çiğ süt örneklerinin pH ve asitlik değerleri bakımından firmalar arasında istatistiksel önemli bir farkın olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 1). Çiğ süt örneklerinin pH değeri ilkbahar mevsiminde diğer örneklerden düşük olduğu, diğer mevsimler arasında önemli bir farkın olmadığı ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 2). Asitlik değerlerinin mevsimsel farklılıklar gösterdiği, fakat bu farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Baran and Adıgüzel (2020) yaptıkları çalışmada çiğ sütlerin ortalama pH ve asitlik değerlerini sırası ile 6.89 ve %0.189 olarak, Çelikel Güngör vd. (2020) ise ortalama pH ve asitlik değerlerini 6.56 ve %0.191 olarak bulmuşlardır. Baran and Adıgüzel (2020) tarafından bulunan değer bu çalışmadaki değerlerden yüksek olduğu, Çelikel

Güngör vd. (2020) belirlenen değerlerden ise pH değerinin düşük, asitlik değerinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur.

Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Süt ve süt ürünleri, yüksek kaliteli protein, karbonhidrat, yağ ve mineral madde içeriği bakımından insan beslenmesinde önemi büyüktür (Fagundes, 2011). Ayrıca yüksek su içeriği ve karmaşık biyokimyasal yapısı yönünden mikroorganizmaların gelişmeleri için uygun bir ortamdır. Bu nedenle çiğ sütün işlenmesinde mikrobiyolojik kalitesi ve SHS önemli kalite kriterleridir (Kesenkaş ve Akbulut, 2010). Uygun olmayan çevre koşulları sonucunda kontamine olmuş çiğ sütte asitlik gelişmekte ve ilerleyen aşamalarda önemli derecede kalite kayıpları görülmektedir. Sütün kalitesinin belirlenmesinde ve üretimden tüketimine kadar geçen sürede hijyenik şartların ortaya konulmasında süt mikrobiyolojisi önemli indikatördür (Diler ve Baran, 2014)

Çiğ süt örneklerinin toplandıkları firmaların maya ve küf ($P<0.01$) ve TAMB ($P<0.05$) sayıları üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olduğu, koliform ve *S. aureus* sayıları üzerindeki etkisinin ise önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Mevsimin ise küf, *S. aureus* ($P<0.01$), maya ve TAMB ($P<0.05$) sayıları üzerinde önemli bir etkiye

sahip olduğu, koliform bakteriler üzerindeki etkisinin önemsiz ($P>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Farklı firmalara ait çiğ süt örneklerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri ($n=16$)

Table 3. Some microbiological properties of raw milk samples collected from different dair farms ($n=16$)

PARAMETRELER	FİRMALAR		
	A	B	C
TAMB (log kob/ml)	6.28±0.24a	5.62±0.76b	5.98±0.60ab
Koliform bakteri (log kob/ml)	3.22±0.49a	3.11±0.35a	3.12±0.18a
<i>S. aureus</i> (log kob/ml)	1.72±0.73a	1.36±0.43a	1.32±0.43a
Maya (log kob/ml)	3.74±0.55a	3.44±0.08b	2.80±1.15c
Küf (log kob/ml)	2.55±0.22a	2.41±0.27a	1.87±0.76b
Somatik hücre sayısı (adet/ml) x1000	357.42±158.94a	382.38±113.41a	374.75±155.35a

a,b,c: Farklı harfler aynı satırdaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$)

Çiğ süt örneklerinin toplandıkları firmalara göre bazı mikrobiyolojik özellikleri Çizelge 3'te, örneklerin mevsimlere göre değişimi Çizelge 4'te verilmiştir. B firmasından alınan süt örneklerinde (5.62 log kob/ml) belirlenen TAMB sayısının A firmasına ait örneklere (6.28 log kob/ml) göre daha düşük olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 3). Mevsimsel olarak kış mevsimindeki TAMB sayısı 5.42 log kob/ml ile diğer mevsimlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yaz ve sonbahar mevsimlerindeki TAMB sayıları istatistiksel olarak benzer olmakla birlikte diğer mevsimlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Diler ve Baran'ın (2014) küçük ölçekli aile tipi işletmelerde yaptığı çalışmada toplam bakteri sayısı (TBS) ortalaması 5.29 log kob/ml olarak tespit edilmiştir. Yalçın vd. (1991), Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt Fabrikasına gelen sütlerde yaptığı çalışmada TAMB değerini 8.11 log kob/ml tespit etmişlerdir. Baran and Adıgüzel (2020), Erzurum'da süt ve süt ürünleri satışı yapılan şarküterilerden toplanan çiğ süt örneklerinin TAMB sayılarının 5.00 ile 8.42 log kob/ml arasında değiştiğini ve ortalamasının ise 6.96 log kob/ml olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmalarda bulunan değerler bizim çalışmamızda bulduğumuz değerler ile benzerlikler gösterdiği belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ'e göre (Anonim, 2017) TAMB sayısının 5 log kob/ml'nin altında olması gerekmektedir. Buna göre hem firmalara göre hem de mevsimlere göre süt örneklerinin TAMB sayıları yasal sınırlara uymamaktadır.

Koliform grubu mikroorganizmalar çiğ süte bulunabilecek diğer mikroorganizma gruplarındandır. Koliform grubu mikroorganizmaların çiğ süte bulunması sütin, yetersiz hijyen ve depolama koşullarının göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca mastitise neden olan başlıca bakteriler arasındandır (Hayes et al., 2001; Jayarao et al., 2004). Elde edilen sonuçlara göre koliform sayısı firmalar arasında ve mevsimsel olarak önemli bir değişiklik göstermediği ($P>0.05$) belirlenmiştir. Diler

ve Baran (2014), Erzurum Hınıs ilçesinden topladıkları çiğ sütlerin ortalama koliform sayısını 3.03 log kob/ml olarak tespit etmişlerdir. Yalçın vd. (1991), yapmış oldukları çalışmada ortalama koliform bakteri sayısını 6.32 log kob/ml olarak, Baran and Adıgüzel (2020), Erzurum ilindeki şarküterilerden topladıkları sütlerin ortalama koliform sayısını 5.47 log kob/ml belirlemişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlar yapılan çalışma sonuçlarına uygunluk göstermektedir. Diler ve Baran (2014) tarafından bulunan değer bu çalışmada bulunan değer ile benzerlik gösterdiği, Yalçın vd. (1991) ve Baran and Adıgüzel (2020) tarafından bulunan değerlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

İşlenecek sütin hijyenik özellikleri bakımından önemli indikatörlerden biri de çiğ sütin mikroorganizma yüküdür. Uygun koşullarda elde edilmeyen, depolanmayan, işlenmeyen ve gerekli kontrolleri yapılmayan sütler insan sağlığı açısından risk oluşturabilmektedir. Mikroorganizma kontaminasyonu sütte patojen potansiyeli oluşturmaktadır. Bu patojenlerden biride *S. aureus*'dur. *S. aureus*'un %40'ı insanlarda mukozal membranlarda bulunurlar. Süt ve ürünleri gıda işçileri enfekte deri lezyonları ile kontamine olabileceği gibi kendinden de kontamine olabilmektedir. *S. aureus*'un bazı türleri stafilkokal enterotoksin oluşturarak stafilkokal gıda zehirlenmesine neden olabilmektedirler. Bu belirtiler dünya çapında görülen gıda kaynaklı hastalılarda ikinci sırada yerini almaktadır. Bu nedenle gıda üretim zincirinde önemli risk oluşturan stafilkokal enterotoksinler büyük tehlike arz etmektedirler (Balaban and Rasooly, 2000; Di Pinto et al., 2004). Patojen olan bu mikroorganizma sayısının yüksek olması süt ürünlerinin tüketilmesi ile zehirlenmelere neden olabileceği gibi (Yalçın vd., 1991) özellikle de çiğ süttten işlenen ürünlerin tüketilmesi zehirlenmelere neden olacaktır (Yücel ve Anil, 2011).

Çizelge 4. Süt örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerinin mevsimsel değişimi (n=2)
Table 4. Seasonal variation of some microbiological properties of milk samples (n=2)

PARAMETRELER	MEVSİMLER			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
TAMB (log kob/ml)	5.89±0.20ab	6.17±0.25a	6.35±0.20a	5.42±1.03b
Koliform bakteri (log kob/ml)	3.21±0.08a	3.29±0.09a	3.02±0.34a	3.09±0.65a
<i>S. aureus</i> (log kob/ml)	2.06±0.34a	1.03±0.00b	1.11±0.00b	1.82±0.40a
Maya (log kob/ml)	3.03±1.38b	3.67±0.13a	3.03±0.40b	3.24±0.98ab
Küf (log kob/ml)	2.21±0.80b	2.53±0.22a	2.39±0.30ab	1.97±0.72b
Somatik hücre sayısı (adet/ml) x1000	476.08±11.51a	431.47±32.34b	269.58±75.50c	292.25±79.59c

a,b,c: Farklı harfler aynı satırdaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (P<0.05)

Çizelge 3'te görüldüğü üzere çiğ süt örneklerinin *S. aureus* sayıları firmalar bazında 1.32 log kob/ml ile 1.72 log kob/ml arasında değiştiği ve firmalar arasında önemli bir farkın olmadığı (P>0.05) tespit edilmiştir. Sütlerin mevsimlere göre *S. aureus* sayılarının 1.03 ile 2.06 log kob/ml arasında bulunmuştur. Mevsimsel olarak ise ilkbahar ve kış mevsimlerinde toplanan sütlerin *S. aureus* sayıları istatistiksel olarak benzer olduğu, yaz ve sonbahar mevsimlerine göre yüksek olduğu (P<0.05) tespit edilmiştir (Çizelge 4). Kesenkaş ve Akbulut (2010), İzmir'de satılan sokak sütlerinin *S. aureus* sayılarının 3.0 ile 5.4 log kob/ml arasında olduğunu bulmuşlardır. Yalçın vd. (1991) Erzurum'da inceledikleri çiğ süt örneklerinin *S. aureus* sayılarının en yüksek 3.4 log kob/ml, en düşük 1.36 log kob/ml ve genel ortalamasını ise 2.85 log kob/ml olarak tespit etmişlerdir. Yalçın vd. (1991) ve Kesenkaş ve Akbulut (2010) tarafından bulunan değerler bu çalışmada belirlenen değerlerden genel itibari ile daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mastitisin en önemli etkenlerinden olan *S. aureus* uygun şartlarda sağılmayan, saklanmayan sütlerde problemlere neden olabilmektedir (Diler ve Baran, 2014).

Çizelge 3'te görüldüğü üzere en düşük maya ve küf sayıları sırası ile 2.80 log kob/ml ve 1.87 log kob/ml ile C firmasında tespit edilmiştir. En yüksek maya sayısı 3.74 log kob/ml ile A firmasında iken küf sayıları bakımından A ve B firmaları arasında önemli bir fark belirlenmemiştir (P>0.05). Mevsimsel veriler Çizelge 4 incelendiğinde, en yüksek maya ve küf sayılarının sırası ile 3.67 log kob/ml ve 2.53 log kob/ml ile yaz mevsiminde belirlenmiştir. Çiğ süt örneklerinin maya sayıları ilkbahar ve sonbahar aylarında istatistiksel olarak benzer (P>0.05) iken diğer mevsimlerden düşük olduğu belirlenmiştir. En düşük küf sayısı ise sıcaklıkların düşük olduğu kış aylarında 1.97 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Çelikel Güngör vd. (2020) tarafından Mardin de toplanan 40 adet çiğ süt örneğinin maya-küf sayısını en düşük 3.00 log kob/ml, en yüksek 7.65 log kob/ml ve ortalamasını ise 4.87 log kob/ml olarak bulmuşlardır. Ürkek et al. (2017), yapmış oldukları çalışmada bir yıl boyunca

topladıkları çiğ süt örneklerinin ortalama maya-küf sayısını 3.58 log kob/ml olarak belirlemişlerdir. Maya ve küfler kirli hava ve malzemeden süte bulaşabilmektedir. Bu nedenle süütün bulunduğu ortamın havası ve kullanılan malzemeler en önemli kontaminasyon kaynaklarıdır (Evrensel vd., 2003).

SHS diğer süt parametreleri gibi süütün ekonomik değeri ve lezzetini belirlemenin yanı sıra meme sağlığı ve süütün kalitesini belirlemede önemli faktörlerden biridir. Gelişmiş ülkelerde sütte somatik hücre sayısının belirlenmesi süt işletmeleri için zorunlu kılınmış ve kalite standartları arasında yerini almıştır (Yılmaz vd., 2017).

SHS üzerinde mevsimlerin etkisi istatistiksel olarak önemli (P<0.01) iken firmaların etkisinin önemsiz olduğu (P>0.05) ortaya konulmuştur. Çiğ süt örneklerinin SHS'leri topladıkları firmalara göre 357.42 ile 382.38 (x1000) adet/ml arasında değiştiği, istatistiksel olarak aralarında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak çiğ süt örneklerinin SHS değerlerinin en düşük sonbahar ve kış mevsiminde, en yüksek ise ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. Yaz belirlenen SHS değerlerinin sonbahardan yüksek, ilkbahar mevsiminden düşük olduğu tespit edilmiştir. Ürkek et al. (2017), inceledikleri konvansiyonel çiğ süt örneklerinin ortalama SHS değerini 309.06 adet/ml (x1000) olarak belirlemişlerdir. Önal ve Özder (2007), Trakya'da farklı illerden topladıkları süt örneklerinin SHS'lerinin 5.370 log adet/ml ile 5.500 log adet/ml arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Patır vd. (2010) farklı illerden topladıkları süt örneklerinin SHS'lerini 6.04 log adet/ml ile 6.83 log adet/ml arasında belirlemişlerdir. Bu çalışmada bulunan değerler Ürkek et al. (2017) tarafından bulunan değerlerden yüksek, Önal ve Özder (2007) tarafından bulunan değerler ile benzer, Patır vd. (2010) tarafından belirlenen değerlerden ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda çiğ sütlerin SHS'lerinin mevsimlere ve aylara göre istatistiksel olarak önemli değişimler gösterdiği belirlenmiştir (Gillespie et al., 2012; Yang et al., 2013).

Çiğ sütlerin SHS değerlerinin Çiğ Süütün Arzına Dair tebliğe göre <400000 olması istenmektedir

(Anonim, 2017). Tebliğe göre firmalar bazında tüm firmaların sütlerinin SHS değerleri tebliğe uygun iken, mevsimsel olarak ilkbahar ve yaz mevsimlerine ait örneklerin SHS değerlerinin tebliğe uygun olmadığı belirlenmiştir. Barkema et al. (1999), arızalı makinelerle sağım yapmanın, süt ile temas eden alet ekipmanın kirliliğinin somatik hücre ve toplam bakteri sayısını etkilediğini ve bu sayının sınırların üstünde olmasının insan sağlığını tehdit edeceğini bildirmişlerdir.

SONUÇLAR

Çiğ süt kalitesi öncelikle insan sağlığı ve ekonomik nedenlerden dolayı çok önemlidir. Ayrıca bir süt işletmesinin başarı için en önemli unsur ana hammadde olan çiğ süttür. Kaliteli bir süt ürünü üretebilmek için kullanılan çiğ süütün istenilen özelliklere uygun olması gerekir. Çiğ süt örneklerinin kuru madde, kül, yağ değerleri bakımından firmalar arasında ve mevsimsel olarak önemli değişiklikler gösterirken ($P<0.05$), protein ve pH değerlerinin sadece mevsimlere bağlı olarak önemli bir değişiklik gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Yoğunluk ve asitlik değerleri ise hem firmadan hem mevsimlerden etkilenmediği ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Çiğ süt örneklerinin TAMB, maya ve küf sayıları hem firmalardan hem de mevsimlerden, *S. aureus* sayıları ve SHS sadece mevsimlerden etkilendiği ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Koliform bakteri sayılarının ise hem firmadan hem de mevsimden etkilenmediği ($P>0.05$) ortaya konulmuştur. Çiğ süt örneklerinin tüm protein ve yoğunluk değerleri yasal sınırlar uyduğu, yağ değerlerinden ise sadece B firmasına ait örneklerin ortalamasının uygun olmadığı bulunmuştur. Mikrobiyolojik özellikler bakımından tüm ortalama TAMB sayılarının tebliğe uygun olmadığı, SHS değerlerinden ise sadece ilkbahar ve yaz mevsimlerindeki değerlerin uygun olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak özellikle çiğ sütlerin SHS ve diğer mikrobiyolojik özelliklerini iyileştirmek için çiğ süütün sağımından fabrikaya ulaşıncaya kadarki sürede gerekli sanitasyon ve hijyenik kurallara uyulması gerekmektedir. Ayrıca, ülkemizde çiğ süütün özellikleri ile yasal zeminin açısından da netlik bulunmamaktadır. Çiğ sütler ile ilgili olarak Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği, Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ gibi farklı tebliğler bulunmaktadır. Bu tebliğlerde birçok çiğ sütte birçok özelliklerle alakalı kriterler bulunmamaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü Birimi tarafından PRJ2016/255 nolu proje ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışmalarının olmadığını beyan etmişlerdir.

Yazar Katkıları

Bu makalede tüm yazarlar eşit oranda katkıda bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Akbay, C., Bilgiç, A., Miran, B., 2008. Türkiye’de önemli gıda ürünlerinin talep esneklikleri. Tarım Ekonomisi Dergisi, 14 (2): 55-65.
- Akıllı, A., Atıl, H., Kesenkaş, H., 2014. Çiğ süt kalite değerlendirmesinde bulanık mantık yaklaşımı. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 20 (2): 223-229.
- Akın, M.S., Yapık, Ö., Akın, M.B., 2016. Adıyaman ilinde süt üretim çiftliklerinden ve toplayıcılardan sağlanan sütlerin bazı özellikleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20 (4): 253-265.
- Anonim., 2017. Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2017/20).
- AOAC., 2005. Official Methods of Analysis of the AOAC (18th ed.). Gaithersburg, MD, USA.
- Balaban, N., Rasooly, A., 2000. Staphylococcal enterotoxins. Int. J. Food Microbiol., 61 (1): 1-10.
- Baran, A., Adıgüzel, M.C., 2020. Some physicochemical and microbiological properties of cow milks collected from local dairy delicatessens in Erzurum, Turkey. KSÜ Tarım ve Doğa Derg., 23 (2): 493-505.
- Barkema, H.W., Van Der Ploeg, J.D., Schukken, Y.H., Lam, T.J.G.M., Benedictus, G., Brand, A., 1999. Management style and its association with bulk milk somatic cell count and incidence rate of clinical mastitis. J. Dairy Sci., 82 (8): 1655-1663.
- Beykaya, M., Özbey, A., Yıldırım, Z., 2017. Sivas ilindeki bazı süt işletmelerine gelen sütlerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5 (4): 388-396.
- Çelik, M., 2002. Batı Akdeniz Bölgesinde süt ve süt ürünleri sektörünün stratejik durum analizi ve gelişme olanakları. Akdeniz İ.İ.B.F. Derg., 4: 43-83.
- Çelikel Güngör, A., Gürbüz, S., Akın, M.S., Akın, M.B., Palabıçak, B., 2020. Mardin’de satılan çiğ sütlerin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. Harran Üniv. Vet. Fak. Derg., 9 (1): 1-5.
- Di Pinto, A., Forte, V.T., Ciccurese, G., Conversano, M.C., Tantillo, G.M., 2004. Comparison of reverse passive latex agglutination test and immunoblotting for detection of staphylococcal enterotoxin A and B. Journal of Food Safety, 24 (4): 231-238.

- Diler, A., Bara, A., 2014. Erzurum'un Hınıs ilçesi çevresindeki küçük ölçekli işletme tank sütlerinden alınan çiğ süt örneklerinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Alınları Zirai Bilimler Dergisi*, 26 (1): 18-24.
- Evrensel, S.S., Temelli, S., Anar, Ş., 2003. Mandıra düzeyindeki işletmelerde beyaz peynir üretiminde kritik kontrol noktalarının belirlenmesi. *Türk J. Vet. Anim. Sci.*, 27: 29-35.
- Fagundes, H., Pompeu, L.D., Corassin, C.H., Oliveira, C.A.F., 2011. Microbiological analysis and somatic cell counts in raw milk from farms of São Paulo State, Brazil. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 5 (21): 3542-3545.
- Gillespie, B.E., Lewis, M.J., Boonyayatra, S., Maxwell, M.L., Saxton, A., Oliver, S.P., Almeida, R.A., 2012. Short communication: Evaluation of bulk tank milk microbiological quality of nine dairy farms in Tennessee. *J. Dairy Sci.*, 95 (8): 4275-4279.
- Hayes, M.C., Ralyea, R.D., Murphy, S.C., Carey, N.R., Scarlett, J.M., Boor, K.J., 2001. Identification and characterization of elevated microbial counts in bulk tank raw milk. *J. Dairy Sci.*, 84 (1): 292-298.
- Isildak, I., Gones, A.G., 2018. Simultaneous SIA analysis of pH and total acidity measurements in milk. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12 (1): 403-411.
- Jayarao, B.M., Pillai, S.R., Sawant, A.A., Wolfgang, D.R., Hegde, N.V., 2004. Guidelines for monitoring bulk tank milk somatic cell and bacterial counts. *J. Dairy Sci.*, 87 (10): 3561-3573.
- Kesenaş, H., Akbulut, N., 2010. İzmir ilinde satılan sokak sütleri ile orta ve büyük ölçekli çiftliklerde üretilen sütlerin özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 47 (2): 161-169.
- Koburger, J.A., Marth, E.H., 1984. Yeasts and Moulds. İçinde G. H. Richardson (Ed.), *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (pp: 133-149). Washington DC.
- Kucheryavskiy, S., Melenteva, A., Bogomolov, A., 2014. Determination of fat and total protein content in milk using conventional digital imaging. *Talanta*, 121: 144-152.
- Messer, J.W., Behney, H.M., Leudecke, L.O., 1985. Microbiological count methods. İçinde G.H. Richardson (Ed.), *Standard methods for the examination of dairy products* (15th edition, pp: 133-149). Washington DC, USA: American Public Health Association.
- Metin, M., 2001. Süt Teknolojisi. İzmir, Turkey: Ege Üniv. Müh. Fak. Yayınları.
- Önal, A.R., Özder, M., 2007. Trakya'da özel bir süt işleme tesisi tarafından değerlendirilen çiğ sütlerin somatik hücre sayısı ve bazı bileşenlerinin tespiti. *Tekirdağ Ziraat Fak. Derg.*, 4 (2): 195-199.
- Patır, B., Can, Ö.P., Gürses, M., 2010. Farklı illerden toplanan çiğ inek sütlerinde somatik hücre sayıları. *F.Ü Sağ. Bil. Vet. Derg.*, 24 (2): 87-91.
- Şanlıdere, H., Öner, Z., 2006. Süt ürünlerinde bulunan biyoaktif peptitler ve fonksiyonları. *Gıda*, 31 (6): 311-317.
- Speck, N.L., 1976. *Compendium of Methods for The Examination of Foods*. Washington, DC, USA: American Public Health Association.
- Turan, Z., 2017. Türkiye'de hayvancılık sektöründen süt inekçiliğinin önemi ve yurt içi hasılaya katkısı ve de dış ülkelerle karşılaştırılması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10 (3): 60-74.
- Ürkek, B., Şengül, M., 2018. Türkiye'de üretilen organik ve konvansiyonel sütlerin bazı fizikokimyasal özellikleri ile yağ asitleri kompozisyonu ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (4): 452-459.
- Ürkek, B., Şengül, M., Erkaya, T., Aksakal, V., 2017. Prevalence and comparing of some microbiological properties, somatic cell count and antibiotic residue of organic and conventional raw milk produced in Turkey. *Korean J. Food Sci. An.*, 37 (2): 264-273.
- Yalçın, H., Özdemir, S., Gökalp, H.Z., Kurt, A., 1991. Ziraat Fakültesi süt fabrikasına farklı kaynaklardan gelen inek sütlerinde total, psikrofilik, laktik asit, koliform grubu ve *S. aureus* bakteri sayılarının belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Derg.*, 22 (1): 38-45.
- Yang, L., Yang, Q., Yi, M., Pang, Z.H., Xiong, B.H., 2013. Effects of seasonal change and parity on raw milk composition and related indices in Chinese Holstein cows in northern China. *J. Dairy Sci.*, 96 (11): 6863-6869.
- Yılmaz, Y., Ertekin, Ö., Işgın, B., Suna, S., 2017. Kırmızı alaca ve siyah alaca sığırlardan elde edilen sütlerde somatik hücre ve toplam bakteri sayıları. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 5 (2): 68-73.
- Yücel, N., Anil, Y., 2011. Çiğ süt ve peynir örneklerinden *Staphylococcus aureus* ve koagülaz negatif stafilokokların identifikasyonu ve antibiyotik duyarlılığı. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 68 (2): 73-78.
- Zhu, X., Guo, W., Liang, Z., 2015. Determination of the fat content in cow's milk based on dielectric properties. *Food Bioprocess Technol.*, 8 (7): 1485-1494.



Application of Selenium Nanoparticles Diets in Ruminants

Semra ÇİÇEK^{*a}  Serpil TURHAN^b  Sevda IŞIK^c 

Atatürk University, Agriculture Faculty, Department of Agriculture Biotechnology, Erzurum, Turkey

*Corresponding author e-mail: semra.cicek@atauni.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.786127

Geliş Tarihi (Received): 27.08.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 21.09.2020 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ABSTRACT: Selenium nanoparticles (Se NPs) are mineral elements with a particle size of 1 to 100 nm prepared by reducing selenate or selenite. Se NPs have a higher effect on glutathione peroxidase enzyme activity, body weight, nutrient conversion efficiency, nutrient utilization, free radical inhibition, meat quality, survival rate, Se content in tissues, rumen microbial activity, stimulation of enzyme activity compared to other selenium sources (sodium selenite, yeast-derived selenium, organic selenium sources) in animal nutrition with their large surface area/volume ratio. In addition, Se NPs exhibit lower toxicity than selenite. Se NPs can be used at lower doses and thus it may have the potential to reduce environmental pollution indirectly. This review aims to provide a summary of the studies conducted on the physical, chemical, and metabolic properties, oxidative stress, antioxidant defense, dietary requirement, deficiency, fertility, sperm quality and performance of Se NPs used in ruminants nutrition.

Keywords: Selenium nanoparticles, Nutrition, Ruminant, Health

Selenyum Nanopartikül Diyetlerinin Ruminantlarda Uygulamaları

ÖZ: Selenyum nanopartikülleri (Se NPs), selenat veya selenitin indirgenmesiyle hazırlanan 1 ila 100 nm partikül boyutuna sahip mineral elementlerdir. Se NPs, sahip olduğu geniş yüzey alanı/hacim oranı ile hayvan beslenmesinde diğer selenyum kaynaklarına (sodyum selenit, maya kaynaklı selenyum, organik selenyum kaynakları) kıyasla selenoenzimlerin yukarı regülasyonu, glutatyon peroksidaz enzim aktivitesi, vücut ağırlığı, besin dönüşüm verimliliği, besin kullanımı, serbest radikal inhibisyonu, et kalitesi, hayatta kalma oranı, dokulardaki Se içeriği, rumen mikrobiyal aktivitesi, enzim aktivitesinin uyarılması üzerinde daha yüksek etkiye sahiptir. Ayrıca, Se NPs selenite göre daha düşük toksisite sergilemektedir. Se NPs daha düşük dozlarda kullanılabilir ve böylece dolaylı olarak çevresel kirlenmeyi azaltma potansiyeline sahip olabilmektedir. Bu derleme, ruminatların beslenmesinde kullanılan Se NPs'nin fiziksel, kimyasal ve metabolik özellikleri, oksidatif stres, antioksidan savunma, diyet gereksinimi, eksikliği, doğurganlık, sperm kalitesi ve performans üzerindeki etkileri hakkında yapılan çalışmaların bir özeti vermeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Selenyum nanopartikülleri, Beslenme, Ruminant, Sağlık

INTRODUCTION

Selenium (Se: from the Greek word "selene" meaning "moon") is discovered by Jöns Jacob Berzelius in 1817, while trying to isolate tellurium in an impure sample (Köhrle, 2004). However, Se has been found to be a necessary trace element for living organisms due to studies by Schwarz and Foltz (Schwarz and Foltz, 1999). Se has organic and inorganic forms. Selenite, selenide, and selenate are inorganic selenium compounds, while selenomethionine, selenomethionine, selenocysteine, and selenocysteine are organic complexes.

Se is a micro element performing vital biological functions in animals (Pelyhe and Mezes, 2013). These functions are the regulation of thyroid hormone metabolism, cell growth, and antioxidant defense systems as well as growth, fertility, and immune system health (Reilly, 2006). Se is also a major component of the glutathione peroxidase (GPx), and thioredoxin reductase (TRx) enzyme families. GPx have a role in the reduction of hydrogen peroxide, protection of cell and cytoplasmic organelles from harmful metabolites. Se takes part in structures of compounds such as

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Çiçek, S., Turhan, S., Işık, S., 2021. Application of Selenium Nanoparticles Diets in Ruminants. Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty, 52 (1): 98-107. doi: 10.17097/ataunizfd.786127

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2927-2793> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8874-5688>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4486-759X>



iodothyronine deionizer enzyme family, selenoprotein P, selenoprotein W, thioredoxin reductase, and selenium binding proteins. Se has performed functional tasks such as protecting cell membrane bonds and structure, regulating prostaglandin metabolism, increasing antibody synthesis, and phagocytosis (Reilly, 2006; Jaramillo, 2006; Marmiroli and Maestri, 2008; El-Ramady et al., 2014).

Se deficiency is quite common in the animal because of the low Se level in some soil and forages. Se deficiency weakens the immune system and cause to important problems such as stiff lamb disease, unthriftiness, poor reproductive performance, impaired immunity, placental retention, exudative diathesis, hepatitis dietetica, deteriorative oxidative reactions, disrupts bone metabolism, osteopenia, low yield, white muscle disease and diarrhea (Moreno-Reyes et al., 2001; Saha et al., 2016). Therefore, Se supplements are generally used in animal feed, taking into account doses. The use of a high concentration of Se may result in chronic poisoning due to its toxicity (Alexander, 2015; Saha et al., 2016). Se supplements could increase live weight gains, wool production, growth rate, and improve the efficiency of the antioxidant system, enhance the disease resistance, and nutritional quality in animal (Mahima et al. 2006). Se uses in organic and inorganic forms, but Se NPs form has attracted attention (Shi et al., 2009; Weixing et al., 2009; Shi et al., 2010; Shi et al., 2011a; 2011b; Wu et al., 2011; Xun et al., 2012; Sadeghian et al., 2012; Kojouri et al., 2012a; Kojouri et al., 2012b; Kojouri et al., 2017; Yaghmaie et al., 2017; Saadi et al., 2019; Kachuee et al., 2019).

Selenium nanoparticles (Se NPs) are mineral elements having a particle size of 1 to 100 nm prepared by the reduction of selenate or selenite. Se NPs, which are bright red, highly stable, soluble, and nano defined size in the redox state of zero (Se^0), have been produced for use in animal nutrition (Zhang et al., 2001; Gao et al., 2002). Se NPs have features such as high surface activity, great specific surface area, and high catalytic efficiency. It has been reported that Se NPs have higher efficiency in upregulating selenoenzymes and their toxicity is less than selenite (Zhang et al., 2001; 2005; Jia et al., 2005; Wang et al., 2007; Hu et al., 2012). Therefore, the number of studies on the use of Se NPs has increased in ruminants. The effects of Se NPs in ruminants performance have been presented in Table 1. The purpose of this review is to present the current scenario for studies and findings on the application of Se NPs in ruminants nutrition.

Effects of selenium nanoparticles diets on growth parameters in ruminants

Se is a vital trace element for growth, health, productivity of economically important ruminants such as sheep, goats, cows, and cattle. The deficiency of Se causes many problems such as low sperm quality, scouring, lowered wool production, white muscle disease, exudative diathesis, abnormalities in the spermatozoal mitochondrion, low ATP concentrations, and lower GSH-Px activities (Marin-Guzman et al., 2000; Shi et al., 2010; Pappas and Zoidis, 2012; Mohapatra et al., 2014). Therefore, selenium supplementation is commonly used in ruminant nutrition. Sodium selenite, selenate, Se-enriched yeast are used as selenium sources. Recently, Se NPs have attracted considerable attention for these animals.

Se NPs have been evaluated for growth performance in some ruminants. In boar goats with fed 0.3 ppm Se NPs, the growth performance has not affected compared to control groups (Shi et al., 2009). However, in another study, body weight (BW) and average daily gain (ADG) increased in Taihang black goat with fed 0.3 mg/kg Se NPs (Shi et al., 2011b). It has been reported that weights of kidney and liver organs increased in fetal cashmere goats fed with 0.5 mg/kg Se NPs (Wu et al., 2011). Also, the favourable impact of Se NPs on weight gain reported for lambs (Yaghmaie et al., 2017). In another study, BW and daily body weight gain (DBWG) increased in rabbits fed with 25 mg/kg and 50 mg/kg Se NPs synthesized via a biological way, under heat stress condition. But, BW and DBWG decreased in rabbits fed with 50 mg/kg Se NPs synthesized via a chemical way, under heat stress condition (Sheiha et al., 2020).

Selenium is vital for insulin-like growth factor 1 (IGF-I) which represents peptide hormone in the liver and develops the proliferation, migration and morphogenesis of hair follicle cells. IGF I has important a role for some of the growth hormone (GH) functions and thus, it is involved in growth and development (Hosnedlova et al., 2017). The condition of hair follicles in goats is important for cashmere production. Wu et al. (2011) reported that the number of secondary hair follicles and the secondary to primary follicle (S/P) ratio increased in fetus cashmere goats fed with Se NPs.

Effects of selenium nanoparticles diets on digestive in ruminants

Dietary Se increase GSH-Px activity of rumen microorganisms. These microorganisms use Se to synthesize protein and cell wall components. Microbial protein synthesis may contribute to an increase in the production of total volatile fat acids, the rumen microbial population and decrease ammonia N (Arshad et al., 2020).

Researchers have studied the relationship between nutrient digestibility and Se NPs in ruminants. Digestibility dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE) and aNDF in total tract increased with Se NPs addition (Shi et al., 2011; Xun et al., 2012). In situ ruminal ED of *Leymus chinensis*, DM and aNDF also increased with increasing Se NPs addition (Shi et al., 2011; Xun et al., 2012). It has been suggested that Se NPs promote the activity of bacteria decomposing proteins, and the production of proteolytic digestive enzymes (Shi et al., 2011; Xun et al., 2012).

Ruminants such as sheep, cows, and cattle are vital protein sources. Therefore, efforts to increase digestive activity in the rumen are important for adequate and balanced ruminal fermentation. The use of Se NPs is an important issue for researchers to develop a rumen microbial ecosystem and ruminal fermentation and to ensure safe and quality animal production (Huang et al., 2003; Shi et al., 2011a; Xun et al., 2012). The pH balance and rumen microbial population are vital for balanced rumen fermentation. Lower pH harms fiber digestion because it prevents attachment of bacteria to plant cell walls. Shi et al. (2011a) reported that Se NPs addition improves rumen fermentation by increasing microbial fermentation and ruminal pH in sheep. The researchers have stated that the use of 3.0 g/kg dietary dry matter Se NPs, which is determined as the optimum dose, increase propionate production, mean ruminal pH, ammonia N content, and total volatile fatty acids. However, Xun et al. (2012) reported that Se NPs addition decrease mean ruminal pH, ammonia N content molar proportion of propionate in sheep. This situation is associated with a high dose of Se NPs (Shi et al., 2011a; Xun et al., 2012).

There is a linear correlation between urinary purine derivatives and ammonia N concentration. Urinary excretions of PD (allantoin, uric amino acids acid, xanthine, and hypoxanthine) reduce the concentration of ruminal ammonia N. It has been showed that the increase of total PD urinary extraction and decrease of ruminal ammonia N concentration in sheep fed with Se NPs (Shi et al., 2011a; Xun et al., 2012). However, when Se NPs compared to yeast Se, daily urinary excretion of uric acid, xanthine, hypoxanthine did not affected by selenium sources (Xun et al., 2012).

Effects of selenium nanoparticles diets on antioxidant status in ruminants

The increase of reactive oxygen species and weakness of antioxidant defense mechanism causes oxidative stress (Sadeghian et al., 2012). Huang et al. (2003) reported that Se NPs can play a role in the removal of free radicals and the protection of DNA against oxidation, depend on size. In studies on

oxidative stress and antioxidant defense mechanism, reduced production of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) values are evaluated as an indicator of oxidative stress and lipid peroxidation. In the study, which reported a decrease in TBARS values after 20 days in sheep fed Se NPs, it has been suggested that Se NPs show better antioxidative activity than sodium selenite (Sadeghian et al., 2012). Also, it has been reported that TBARS values in treated with Se NPs and sodium selenite higher than the control group on day 30 (Sadeghian et al., 2012).

Neutrophils are polynuclear cells, which are the body's first defense barrier. There is a linear relationship between the phagocytic activity of these cells and oxidative pressure. Besides, oxygen-free radicals can be released due to the respiratory burst and activation of the NADPH oxidase enzyme can be increased in the cell surface. These materials are toxic and destructive (Bernard et al., 2006; Hodgson et al., 2006). Se NPs can reduce toxic material (Kojouri et al., 2012a). Se NPs increased neutrophil counts on day 10 in sheep. This data provide that Se NPs have a strong effect on intracellular activities (Sadeghian et al., 2012). Se has important antioxidant effects due to its part of the active center of the GPx. It has been reported that Se deficiency causes structural disorders in spermatozoal mitochondria, low ATP concentrations, lower GSH-Px activities, low sperm concentrations, reduced sperm motility and sperm with a high incidence of cytoplasmic droplets. (Marin-Guzman et al., 2000; Shi et al., 2010). Se NPs possesses equal efficacy in increasing the activities of GPx in plasma and liver (Sadeghian et al., 2012). Se NPs increased the hepatic GSH level more strongly than selenite (Li et al., 2008). Serum, whole blood Se and GSH-Px activity were increased in goats fed with 0.3 ppm Se NPs. Se concentration also increased in liver, spleen, kidney, lung and testis in goat (Shi et al., 2009; Kachuee et al., 2019). Also, testicular and semen GSH-Px activities, spermatozoal ATPase concentrations, testis Se content increased in goat fed with 0.3 mg/kg DM Se NPs. The ATPase level provides information about the ATP level and metabolism (Shi et al., 2010). In another study, serum GSH-Px, superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), Se retention of whole blood, serum increased in Taihang black goat with fed 0.3 mg/kg Se NPs (Shi et al., 2011b). In another study, serum GSH-Px, superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), Se retention of whole blood, serum increased in Taihang black goat with fed 0.3 mg/kg Se NPs (Shi et al., 2011b). The effect of Se NPs on the antioxidant mechanism has been tried to be determined by molecular studies. In a study conducted with fetus cashmere goats, it has been reported that the addition of 0.5 mg/kg Se NPs increases GSH-Px, IGF-I and IGF-1R expressions. In

addition, in this study, an increase and a decrease has been observed in the SOD and the malondialdehyde (MDA) levels, respectively (Wu et al., 2011). MDA is generally used as a vital indicator to measure the degree of lipid peroxidation. The use of Se NPs increased the level of T-AOC associated with antioxidant capacity (Wu et al., 2011). Se NPs increased GPx levels and reduce oxidative stress in lambs (Yaghmaie et al., 2017). Increases in Se concentration and GPx activity may depending on the source of selenium. For example, in lambs, sodium selenite showed higher Se concentration and GPx activity peaks compared to Se NPs with a single dose of Se at 0.055 mg/kg (Saadi et al., 2019).

Dietary Se NPs increased the HDL concentration (37.33 vs 30.37 mg/dL), while decreased LDL (25.53 vs 32.27 mg/dL) in lambs. Also, the concentrations of T4 (1.59 vs 1.23 nmol/L) and GPx (447.39 vs 239.24 kat/L μ) were also increased with Se NPs diets. In this study, the combined diet of Se NPs and conjugated linoleic acid (CLA) had not a significant effect on these values PPAR γ isoforms are portion of the organising effects of dietary fatty acids on gene expression and interfere in the fat storage and is seen to be great in adipose tissue. SCD1 is one of the genes studied to change the ratio of saturated / unsaturated fatty acids. Se NPs increased the expression of GPX1 and SEPW 1 (the gene encoding Selenoprotein W protein) in the liver. The combined diet of Se NPs and CLA differently had important impacts on the expression of GPX1, SEPW1, PPAR β 1, and SCD1 genes. (Ghaderzadeh et al., 2019). Se NPs developed the antioxidant situation in dairy cows by promoted plasma Se and GSH-Px with enhance of gene expression. The total milk Se concentration and mammary gland mRNA expression levels of GSH-Px 1, 2, and 4; thioredoxin reductase 2 and 3; and selenoproteins W, T, K, and F were improved in cows fed with Se NPs (Han et al., 2020).

Effects of selenium nanoparticles diets on blood parameters in ruminants

Analysis results related to the relationship between Se NPs and hematological parameters have been reported. Red blood cell (RBC) count, packed cell volume (PCV) value, hemoglobin (Hb) concentration, and white blood cell (WBC) counts are among hematological parameters. Sadeghian et al. (2012) reported that Se NPs increased WBC on days 20 and 30 in sheep.

Some researchers have studied the relationship between selenium sources and iron (Fe), zinc (Zn),

copper (Cu), molybdenum (Mo), manganese (Mn), cobalt (Co) (Kojouri et al., 2012b; 2017; Yaghmaie et al., 2017; Kachuee et al., 2019). Kojouri et al. (2012b) evaluated the effects of Se NPs and sodium selenite on iron homeostasis, the expression of transferrin and transferrin binding receptor genes in Lori-Bakhtiary sheep. Transferrin and its receptor gene expression resulted in a significant increase with the use of 1 mg/kg Se NPs. However, transferrin expression and its receptor gene expression reduced after 20 days due to improved total iron-binding capacity and decreased serum iron concentration. In another study, Kojouri et al. (2017) stated that 1mg/kg Se NPs improved serum selenium, copper, manganese concentration and reduce serum zinc concentration in Lori-Bakhtiary sheep. Se NPs showed no effects on Cu, Zn, Fe in lambs (Yaghmaie et al., 2017). Se NPs decreased serum Cu concentration in goats and their kids (Kachuee et al., 2019). Se NPs and other Se sources have effects on these elements but these effects depend on a chemical or physical variety of body.

Effects of selenium nanoparticles diets of spermatozoa in ruminants

Shahin et al. (2020), stated a favorable impact of the involvement of Se NPs diets to semen extender for increasing the cryotolerance of camel epididymal spermatozoa. They stated that Se NPs could increase the progressive motility, sperm membrane integrity, and vitality and reduce the apoptosis of sperm when frozen and thawed. The favorable impact can be an outcome of size of Se NPs result in developed bioavailability and later decreasing refuse liberation of harmful matters (especially ROS). Se NPs have also demonstrated positive effects on cryopreservation of sperm, semen purification, and preservation treatments. Se NPs (0.5 and 1 μ g/mL) in extender showed positive effects on motility, acrosome and ram sperm membrane integrity protection compared to control group (Hozyen and Al-Shamy, 2018). Nateq et al., (2020) stated that 1 μ g/ml Se NPs increased the percentage of viability, total and progressive motility, plasma membrane integrity, and reduced acrosome membrane damaged and abnormal sperms according to others groups (2 μ g/ml Se NPs and control group). But, there is a requirement to research Se concentrations, compounds of diverse cryoprotectants, and confirmation of post-thaw ruminants sperm fertility.

Table 1. The effects of Se NPs diets in ovine-bovine nutrition

SN	Ovine species	Nano Se size	Dose	Time	Additive	Remarks	Effect	References
1	Boer Goat	60-80 nm	0.3 ppm	12 weeks		Se levels in liver, spleen, kidney, lung, and testis	+	Shi et al., 2009
						Se levels in serum and blood		
						Liver GPx		
						Growth performance	Ns*	
2	Holstein Cow	---	0.15, 3 mg/kg	--	Vitamin E (5000, 10000 IU)	Se and vitamin E levels in plasma	+	Weixing et al., 2009
						GPx in serum, TAOC		
						MDA, ROS	-	
3	Boer Goat	60-80 nm	0.3 mg/kg	12 weeks		Testicular Se level	+	Shi et al., 2010
						Semen and testicular GPx		
						ATPase activity		
						Semen quality	Ns	
5	Sheep	60- 80 nm	0.3, 3, 6 g /kg	80 days		Nutrients digestibility	+	Shi et al., 2011a
						Propionate		
						Total ruminal volatile fatty acids levels		
						Rumen microbial activity		
						Molar proportion of acetate and butyrate	Ns	
Ruminal pH	-							
6	Black Goat	60-80 nm	0.3 mg/kg	90 days		Se levels in blood and serum	+	Shi et al., 2011b
						Serum GPx, SOD, CAT		
						Se retention of whole blood, serum		
7	Cashmere Goats	10-50 nm	0.5 mg/kg	from 30 days prior to gestation to fetal day 110		Ammonia N content	+	Wu et al., 2011
						Ratio of acetate to propionate		
						Expression of GPx, IGF-1 and IGF- 1R		
						IGF-I, Se and TAOC in both fetal serum and skin		
						GPx, SOD		
						Weights of fetal liver and kidney tissues	Ns	
Secondary hair follicles and the secondary to primary follicle ratio	-							
8	Sheep	80-200 nm	1 mg/kg	30 days		Total	+	Sadeghian et al., 2012
						Ruminal volatile fatty acids concentration		
						Ruminal pH		
						Ammonia N concentration		
						Molar proportion of propionate	Ns	
						Ratio of acetate to propionate	-	
9	Sheep	80-200 nm	1 mg/kg	30 days		The neutrophil counts	+	Kojouri et al., 2012a
						TBARS		
10	Sheep	<220 nm	1 mg kg	30 days		WBC, PCV, RBC	+	Kojouri et al., 2012b
						Lymphocyte counts	Ns	
						Chemotactic activity	-	
						Respiratory burst activity		
						Iron binding capacity at 20 day		

Table 1. continues

11	Sheep	60-80 nm	4 mg/kg	25 days		ED of <i>L. chinensis</i>	+	Xun et al., 2012	
						DM and aNDF			
						Propionate			
						Total Purine derivates			
						Allantoin			
						Ruminal pH			-
Ammonia									
12	Lori–Bakhtiary Sheep	---	1 mg/kg	30 days		The expression of transferrin and transferrin binding receptor at 10, 20 day	+	Kojouri et al., 2017	
						Transferrin saturation percent			-
13	Lamb	-	0.1 mg/ kg	63 days		Zinc levels	+	Yaghmaie et al., 2017	
						Se in plasma and erythrocytes			Ns
14	Ram	40 nm	0.5, 1 and 2 µg/ml	At 4 °C for 2h after cooling 90 min		Sperm motility %	+	Hozyen and El-Shamy, 2018	
						Tail DNA %			Ns
						Tail moment			
						Acrosome defect %			-
15	Ossimi Lambs		0.3 mg/kg	4 months		FBW, ADG, FI,	+	Ibrahim and Muhamed, 2018	
						DM, OM, CP, CF, EE, NDF, NFE, DCP, TDN			
						Total protein, globulin, glucose, T-AOC, GSH-Px, Testosterone			
						FC			-
16	Moghani Lambs		1 and 2 mg/kg	90 days	Conjugated linoleic acid (CLA) 15 mg/kg	HDL, LDL, VLDL, Cholesterol	NS	Ghaderzadeh et al., 2019	
						T3, T4			
						GPx, Glucose, TG, TP			
						GPX1			+
						SEPW1			
						PPARβ1			
SCD1									
17	New Zealand White rabbits	60 -80 nm	4 mL (in week)	2 months		SOD, GPx, GSH, ATP, T-AOC, AST	+	Eid et al., 2019	
						Serum IgG and IgM, T3, T4			
						GSSG, NO, MDA, 8-OHdG, ALT			-
18	Khalkhali Goat	45 nm	0.6 mg head/day	4 weeks		GPx in erythrocyte	+	Kachuee et al., 2019a	
						Se, GPx levels in blood			-
19	Khalkhali Goat	45 nm	0.6 mg/head/day	4 weeks		Serum IgG concentration, colostrum IgG, and blood IgG	+	Kachuee et al., 2019b	
						Serum and blood selenium concentrations			+
20	Lamb	-	0.05, 0.1 mg/kg	20 days		Stearoyl-CoA desaturase enzyme	+	Esmaceli et al., 2020	
21	Dairy Cow		0.3 mg/kg	30 days		Plasma Se levels and GSH-Px activity, SeIT	+	Han et al., 2020	
						GPX1, GPX2, GPX4, THXNRD3			

Table 1. continues

22	Holstein Dairy Cow			28 days		Blood serum albumin	-	Hashemi et al., 2020	
						Blood serum bilirubin			
						Dry matter intake			Ns
23	Lamb	50 nm	0.055 mg/kg	8 weeks		Se and GPx in plasma, blood and erythrocytes	+	Saadi et al., 2020	
24	Tibetan Gazelle	-	0.5, 1, 1.5 mg/kg	30 days		Se in blood and hair	+	Shen et al., 2020	
						GSH-Px, SOD, CAT, T-AOC			
						MDA			-
25	Lamb		0.1 mg/kg (7 days)	28 days		Se in serum	+	Kojouri et al., 2020	
						TBARS, Weight gain			
						Copper and zinc in serum			-
26	Lamb	30 nm	1 and 2 µg/ml	2 months		Total motility for sperm	+	Nateq et al., 2020	
						Progressive motility for sperm			
						Viability for sperm			
						Plasma membrane integrity for sperm			
						MDA, Acrosome membrane damage for sperm			-
27	Rabbit		25 and 50 mg/kg (for biosynthesis)	8 weeks	Heat stres	BW, DBWG, Carcass percentage	+	Sheiha et al., 2020	
						FI, IFN γ			Ns
						FCR, GGT, TG, IL-4			-
						NO, MDA, SOD			-
						GSH, CAT, Lactic acid bacteria			+
						Total Bacteria Caunt			-
						Total Yeasts and Molds Caunt			-
						<i>Salmonella</i> and <i>Shigella</i> , <i>Esherichia coli</i>			-
						Total Enterococci Count			-
						28			Rabbit
FCR	Ns								
IFN γ , Carcass percentage	+								
GGT, TG, IL-4	-								
NO, MDA, SOD	-								
GSH, CAT, Lactic acid bacteria	+								
Total Bacteria Caunt	-								
Total Yeasts and Molds Caunt	-								
<i>Salmonella</i> and <i>Shigella</i> , <i>Esherichia coli</i>	-								
Total Enterococci Count	-								

*Ns, no significant differences ($p > 0.05$). *SN: Serial No; **GSH-Px**: Glutathione peroxidase; **GSSG**: Glutathione disulphide; **SOD**: Superoxide dismutase; **CAT**: Catalase; **TBARS**: Thiobarbituric acid reactive substances; **MDA**: Malondialdehyde; **IGF1**: Insulin-like growth factor 1; **IGF1-R**: Insulin-like growth factor 1 receptor; **NO**: Nitric oxide; **8-OHdG**: 8-hydroxy-2'-deoxyguanosin; **T3**: Triiodothyronine; **T4**: Thyroxine; **AST**: Aspartate aminotransferase, **ALT**: Alanine aminotransferase; **RBC**: Red blood cell; **WBC**: White blood cell; **PCV**: Packed cell volume; **DM**: Dry matter; **OM**: Organic matter; **CP**: Crude protein; **CF**: Crude fiber; **EE**: Ether extract; **NDF**: Neutral detergent fiber; **ADF**: Acid detergent fiber; **FC**: Feed conversion; **FI**: Feed intake; **DCP**: Digestible crude protein; **TDN**: Total digestible nutrients; **GGT**: Glutamyl transferase; **TG**: Triglyceride; **IL-4**: interleukin 4; **IFN γ** : Interferon-gamma; **GSH**: Reduced glutathione; **HDL**: High density lipoprotein; **LDL**: Low density lipoprotein; **T3**: Triiodothyronine.

CONCLUSIONS

Based on the information given in this review, it can be suggested that Se NPs promotes growth, antioxidant mechanism, immunological defense, and rumen fermentation in ruminants. Also, Se NPs can be used more effectively when compared to inorganic or organic Se resources. Therefore, Se NPs, as a substitute to the conventional Se sources, can be a good alternative in ovine-bovine feeding. Further extensive research for exploring absorption mechanisms, distribution, metabolic pathways, excretion, safety, optimum dose/form of Se NPs is proposed the best utilization of nano material based application of Se feeding in ovine-bovine.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Authors' Contributions

The contributions of authors are equal.

REFERENCES

- Alexander, J., 2015. Selenium. In: Nordberg GF Fowler BA Nordberg M (ed.) Handbook on the toxicology of metals, 4th edn, Academic Press, San Diego, pp. 1175-1208.
- Arshad, M.A., Ebeid, H.M., Hassan, Fu., 2020. Revisiting the effects of different dietary sources of selenium on the health and performance of dairy animals: a review. *Biol. Trace Elem. Res.*, <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02480-6> (Accessed Date: 10 December 2020)
- Bernard, P., Negretti, D.E., Bratter, V.E., 2000. Influence of high dietary selenium intake on the thyroid hormone level in human serum. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 20: 163-166.
- Eid, S.Y., El-Zaher, H.M., Emara, S.S., Farid, O.A., Michael, M.I., 2019. Nano selenium treatment effects on thyroid hormones, immunity and antioxidant status in rabbits. *World Rabbit Sci.*, 27: 93-100.
- El-Ramady, H.R., Domokos-Szabolcsy, E., Abdalla, N.A., Alshaal, T.A., Shalaby, T.A., Sztrik, A., Prokisch, J., Fári, M., 2014. Selenium and nano-selenium in agroecosystems. *Environ. Chem. Lett.*, 12 (4): 495-510.
- Esmaeeli, N.H., Kojouri, G.A., Ahadi, A., 2020. Effects of selenium nanoparticles on stearyl-CoA desaturase gene transcription rate in adipose tissue of prepubertal male lambs. *Vet. Clin. Pathol.*, 14 (53): 73-83.
- Gao, X.Y., Zhang, J.S., Zhang, L.D., 2002. Hollow sphere selenium nanoparticles: their in vitro anti hydroxyl radical effect. *Adv. Mater.*, 14: 290-293.
- Ghaderzadeh, S., Mirzaei Aghjeheshlagh, F., Nikbin, S., Navidshad, B., 2019. Correlation effects of nano selenium and conjugated linoleic acid on the performance, lipid metabolism and immune system of male Moghani lambs. *Iran J. Appl. Anim. Sci.* 9 (3): 443-451.
- Hashemi, S., Ganjkanloo, M., Rezayazdi, K., Zali, A., Rafipour, R., Amini, M., 2020. Study of selenium nanoparticles synthesis and investigation of its effect compared with other selenium sources on the blood parameters associated with the liver functional index of holstein dairy cow. *J. Vet. Res.*, 75 (1): 17-25.
- Han, L., Pang, K., Fu, T., Phillips, C.J., Gao, T., 2020. Nano-selenium supplementation increases selenoprotein (Sel) gene expression profiles and milk selenium concentration in lactating dairy cows. *Biol. Trace Elem. Res.*, 1-7.
- Hodgson, J.C., Watkins, C.A., Bayne, C.W., 2006. Contribution of respiratory burst activity to innate immune function and the effect of disease status and agent on chemiluminescence responses by ruminant phagocytes *in vitro*. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 112: 12-23.
- Hosnedlova, B., Kepinska, M., Skalickova, S., Fernandez, C., Ruttikay-Nedecky, B., Malevu, T.D., Sochor, J., Baron, M., Melcova, M., Zidkova, J., Kizek, R., 2017. A summary of new findings on the biological effects of selenium in selected animal species-A critical review. *Int. J. Mol. Sci.*, 18 (10): 220-267.
- Hozyen, H.F., El-Shamy, A.A., 2018. Screening of genotoxicity and oxidative stress effect of selenium nanoparticles on ram spermatozoa. *Curr. Sci. Int.*, 7 (4): 799-807.
- Hu, C.H., Li, Y.L., Xiong, L., Zhang, H.M., Song, J., Xia, M.S., 2012. Comparative effects of nano elemental selenium and sodium selenite on selenium retention in broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 177 (3-4): 204-210.
- Huang, B., Zhang, J., Hou, J., Chen, C., 2003. Free radical scavenging efficiency of nano-Se in vitro. *Free Radic. Biol. Med.* 35: 805-813.
- Ibrahim, E.M., Mohamed, M.Y., 2018. Effect of different dietary selenium sources supplementation on nutrient digestibility, productive performance and some serum biochemical indices in sheep. *Egypt. J. Nutr. Feeds.*, 21 (1): 53-64.
- Jamil, Z., 2013. Effects of inorganic and nanoform of selenium on growth performance and biochemical indices of mahseer (*Tor putitora*). Quaid-i-Azam University, Master's thesis, Islamabad, 87 p.
- Jaramillo, F., 2006. Selenium nutrition of morone hybrids including dietary requirements, bioavailability, toxicity and effects on immune

- responses and disease resistance. Texas A&M University, PhD thesis, Texas, 100 p.
- Jia, X., Li, N., Chen, J., 2005. A subchronic toxicity study of elemental Nano-Se in Sprague-Dawley rats. *Life Sci.*, 76: 1989-2003.
- Kachuee, R., Abdi-Benemar, H., Mansoori, Y., Sánchez-Aparicio, P., Seifdavati, J., Elghandour, M.M.M.Y., Guillén, R.J., Salem, A.Z.M., 2019a. Effects of sodium selenite, L-selenomethionine, and selenium nanoparticles during late pregnancy on selenium, zinc, copper, and iron concentrations in Khalkhali goats and their kids. *Biol. Trace Elem. Res.*, 191 (2): 389-402.
- Kachuee, R., Abdi Benmar, H., Mansoori, Y., Seif Davati, J. 2019b. The effect of nano-selenium, seleno-methionine and sodium selenite on milk production, selenium and IgG levels of Khalkhali goats and their kids. *J. Anim. Sci. Res.*, 29 (2): 57-71.
- Kojouri, G.A., Jahanabadi, S., Shakibaie, M., Ahadi, M.S., Shahverdi, A.R., 2012b. Effect of selenium supplementation with sodium selenite and selenium nanoparticles on iron homeostasis and transferrin gene expression in sheep: A preliminary study. *Vet. Res.*, 93 (1): 275-278.
- Kojouri, G.A., Sadeghian, S., Mohebbi, A., Dezfouli, M.R.M., 2012a. The effects of oral consumption of selenium nanoparticles on chemotactic and respiratory burst activities of neutrophils in comparison with sodium selenite in sheep. *Biol. Trace Elem. Res.*, 146: 160-166.
- Kojouri, G., Arbabi, F., Mohebbi, A., 2020. The effects of selenium nanoparticles (SeNPs) on oxidant and antioxidant activities and neonatal lamb weight gain pattern. *Comp. Clin. Path.*, 29: 369-374.
- Kojouri, G.H., Haghighi, N., Aliyari, S., Shadkhist, M., Eshareghi Samani, R., Kojouri, A., 2017. Trace mineral changes in response to organic and inorganic selenium supplementation. *Iran J. Rumin. Health Res.*, 5 (1,2): 39-45.
- Köhrle, J., 2004. Selenium in biology and medicine further progress and increasing interest. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 18 (1): 61-63.
- Li, H., Zhang, J., Wang, T., Luo, W., Zhou, Q., Jiang, G., 2008. Elemental selenium particles at nano-size (Nano-Se) are more toxic to Medaka (*Oryzias latipes*) as a consequence of hyper-accumulation of selenium: A comparison with sodium selenite. *Aquat. Toxicol.*, 89 (4): 251-256.
- Mahima, C., Garg, A.K., Mittal, G.K., Mudgal, V., 2006. Effect of supplementation of different levels and sources of selenium on the performance of guinea pigs. *Biol. Trace Elem. Res.*, 133: 217-226.
- Marin-Guzman, J., Mahan, D.C., Whitmoyer, R., 2000. Effect of dietary selenium and vitamin E on the ultrastructure and ATP concentration of boar spermatozoa, and the efficacy of added sodium selenite in extended semen on sperm motility. *Anim. Sci. J.*, 78: 1544-1550.
- Marmiroli, N., Maestri, E., 2008. Health implications of trace elements in the environment and the food chain. In: Prasad MNV (ed) Trace elements as contaminants and nutrients: consequences in ecosystems and human health, Wiley, Hoboken, pp. 23-53.
- Mohapatra, P., Swain, R.K., Mishra, S.K., Behera, T., Swain, P., Mishra, S.S., Behura, N.C., Sabat, S.C., Sethy, K., Dhama, K., Jayasankar, P., 2014. Effects of dietary nano-selenium on tissue selenium deposition, antioxidant status and immune functions in layer chicks. *Int. J. Pharm.*, 10 (3): 160-167.
- Moreno-Reyes, R., Egrise, D., Neve, J., Pasteels, J.L., Schoutens, A., 2001. Selenium deficiency-induced growth retardation is associated with an impaired bone metabolism and osteopenia. *J. Bone Miner. Res.*, 16: 1556-1563.
- Nateq, S., Moghaddam, G., Alijani, S., Behnam, M., 2020. The effects of different levels of nano selenium on the quality of frozen-thawed sperm in ram. *J. Appl. Anim. Res.*, 48: 434-439.
- Pappas, A.C., Zoidis, E., 2012. The role of selenium in chicken physiology: New Insights. In: Chickens: Physiology, Diseases and Farming Practices, Kapur, I. and A. Mehra (Eds.). Nova Science Publishers Inc., New York, USA.
- Pelyhe, C., Mezes, M., 2013. Myths and facts about the effects of nano-selenium in farm animals-mini review. *Eur. Chem. Bull.*, 2 (12): 1049-1052.
- Reilly, C., 2006. Selenium in food and health, 2nd edn. Springer, Berlin.
- Saadi, A., Dalir-Naghadeh, B., Asri-Rezaei, S., Anassori, E., 2020. Platelet selenium indices as useful diagnostic Surrogate for assessment of selenium status in lambs: an experimental comparative study on the efficacy of sodium selenite vs. selenium nanoparticles. *Biol. Trace Elem. Res.*, 1-9.
- Sadeghian, S., Kojouri, G.A., Mohebbi, A., 2012. Nanoparticles of selenium as species with stronger physiological effects in sheep in comparison with sodium selenite. *Biol. Trace Elem. Res.*, 146 (3): 302-308.
- Saha, U., Fayiga, A., Hancock, D., Sonon, L., 2016. Selenium in animal nutrition: deficiencies in soils and forages, requirements, supplementation and toxicity. *Int. J. Appl. Agric. Sci.*, 2: 112-125.

- Schwarz, K., Foltz, C.M., 1957. Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *J. Am. Chem. Soc.*, 79: 3292-3293.
- Shahin, M.A., Khalil, W.A., Saadeldin, I.M., Swelum, A.A.A., El-Harairy, M.A., 2020. Comparison between the effects of adding vitamins, trace elements, and nanoparticles to shotor extender on the cryopreservation of dromedary camel epididymal spermatozoa. *Animals*, 10 (1):78-93.
- Sheiha, A.M., Abdelnour, S.A., Abd El-Hack, M.E., Khafaga, A.F., Metwally, K.A., Ajarem, J.S., Maodaa, S.N., Allam, A.A., El-Saadony, M.T. 2020. Effects of dietary biological or chemical-synthesized nano-selenium supplementation on growing rabbits exposed to thermal stress. *Animals*, 10 (3): 430-440.
- Shen, X., Huo, B., Gan, S., 2020. Effects of nano-selenium on antioxidant capacity in Se-deprived Tibetan Gazelle (*Procapra picticaudata*) in the Qinghai-Tibet plateau. *Biol. Trace Elem. Res.*, 1-8.
- Shi, L., Yang, R., Yue, W., Wu, J., Zhao, P., Lei, X., 2009. Comparison of nano-selenium and methionine-selenium on growth and selenium content in blood and tissue of Boer goats lamb. *Acta Ecol. Anim. Domest.*, 21: 31-39.
- Shi, L., Yang, R., Yue, W., Xun, W., Zhang, C., Ren, Y., Shi, L., Leil, F., 2010. Effect of elemental nano-selenium on semen quality, glutathione peroxidase activity, and testis ultrastructure in male Boer goats. *Anim. Reprod. Sci.*, 118 (2-4): 248-254.
- Shi, L., Xun, W., Yue, W., Zhang, C., Ren, Y., Liu, Q., Wang, Q., Shi, L., 2011a. Effect of elemental nano-selenium on feed digestibility, rumen fermentation, and purine derivatives in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 163, (2-4): 136-142.
- Shi, L., Xun, W., Yue, W., Zhang, Z., Ren, Y., Shi, L., Wang, Q., Yang, R., Lei, F., 2011b. Effect of sodium selenite, Se-yeast and nano-elemental selenium on growth performance, Se concentration and antioxidant status in growing male goats. *Small Rumin Res.*, 96: 49-52.
- Wang, H.L., Zhang, J.S., Yu, H.Q., 2007. Elemental selenium at nano size possesses lower toxicity without compromising the fundamental effect on selenoenzymes: comparison with selenomethionine in mice. *Free Radic. Biol. Med.*, 42: 1524-1533.
- Weixing, D., Dongmei, W., Zheng, L., Cheng, M., Depo, Y., Chaoliang, L., Shaobao, L., 2009. Effects of nano-Se and vitamin E on anti-oxidative capability of dairy cows in heat stress. *China Dairy Cattle*, 22-24.
- Wu, X., Yao, J., Yang, Z., Yue, W., Ren, Y., Zhang, C., Liu, X., Wang, H., Zhao, X., Yuan, S., Wang, Q., Shi, L., Shi, L., 2011. Improved fetal hair follicle development by maternal supplement of selenium at nano size (Nano-Se). *Livest Sci.*, 142 (1-3): 270-275.
- Xun, W., Shi, L., Yue, W., Zhang, C., Ren, Y., Liu, Q., 2012. Effect of high-dose nano-selenium and selenium-yeast on feed digestibility, rumen fermentation, and purine derivatives in sheep. *Biol. Trace Elem. Res.*, 150 (1-3):130-136.
- Yaghmaie, P., Ramin, A., Asri-Rezaei, S., Zamani, A., 2017. Evaluation of glutathion peroxidase activity, trace minerals and weight gain following administration of selenium compounds in lambs. *Vet. Res. Forum.*, 8 (2): 133-137.
- Zhang, J.S., Gao, X.Y., Zhang, L.D., Bao, Y.P., 2001. Biological effects of a nano red elemental selenium. *Biofactors.*, 15: 27-38.
- Zhang, J.S., Wang, H., Yan, X., Zhang, L.D., 2005. Comparison of short-term toxicity between Nano-Se and selenite in mice. *Life Sci.*, 76: 1099-1109.



Timokinon, Timol ve Karvakrolün Antioksidan Aktiviteleri ve Lipit Oksidasyonunu Önleme Kapasiteleri

Şeyma YILDIZ^a Semra TURAN^{*b}

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: turan_s@ibu.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.773499

Geliş Tarihi (Received): 27.07.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 12.01.2021 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: Fenolik bileşikler bitkisel kaynaklı olup, aromatik halkasında bir veya daha fazla hidroksil grubu içeren bileşiklerdir. Bitki uçucu yağlarında bulunan bu bioaktif bileşikler, doğal antioksidan kaynakları olmaları, serbest radikalleri inaktive etmeleri, oksidatif stresi azaltmaları sebepleri ile terapötik ajan olarak kullanılmış, farmasötik, kozmetik ve gıda araştırma alanlarında yer almışlardır. Bu derlemede, gıda endüstrisinde sentetik antioksidanlar yerine kullanılabilen timokinon, timol ve karvakrol fenolik bileşikler incelenmiştir. Timokinon, dünya tarihinde çeşitli hayvan ve insan rahatsızlıklarının tedavisinde yüzyıllardır kullanılan *Nigella sativa* L.'nin ana aktif bileşenidir. Timol ve karvakrol farmakolojide yaygın olarak kullanılan kekik ve türevlerinin ana bileşenleri olarak bilinmektedir. Çeşitli araştırmalarda timokinon, timol ve karvakrolün sahip oldukları antioksidan aktiviteleri ile lipit oksidasyonunu önleme ve oksidasyonun olası etkilerini azaltma potansiyelleri incelendiğinden, bu çalışmada bu konuda yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Timokinon, Timol, Karvakrol, Antioksidan aktivite, Lipit oksidasyonu

Antioxidant Activities and Lipid Peroxidation Inhibition Capacities of Thymoquinone, Thmol and Carvacrol

ABSTRACT: Phenolic compounds possess an aromatic ring bearing one or more hydroxyl substituent and most are of plant origin. These bioactive components found in plant essential oils have been used as therapeutic agents because they are natural sources of antioxidants, inactivate free radicals, reduce oxidative stress, and have taken place in pharmaceutical, cosmetic and food research fields. In this review, phenolic compounds thymoquinone, thymol and carvacrol that can be used instead of synthetic antioxidants in the food industry were examined. Thymoquinone is the main active ingredient of *Nigella sativa* L., which has been used for centuries in the treatment of various animal and human ailments in world history. Thymol and carvacrol are known as the main components of thyme and its derivatives, which are widely used in pharmacology. Since various studies have investigated the antioxidant activities of thymoquinone, thymol and carvacrol and their potential to prevent lipid oxidation and to reduce the possible effects of oxidation, the studies conducted on this subject are summarized in this study.

Keywords: Thymoquinone, Thymol, Carvacrol, Antioxidant activity, Lipid peroxidation

GİRİŞ

Fenolik bileşikler; bitkilerde doğal olarak bulunan ve antioksidan özelliğe sahip olan çok önemli sekonder metabolitlerdir. Meyve ve sebzelerde yüksek oranda bulunur, çoğunlukla suda çözünür ve aromatik zincir halkasına bağlı bir veya daha fazla sayıda hidroksil grubu içeren, basit fenolik bileşiklerden, yüksek oranda polimerize olmuş çok sayıda fenolik maddeleri içeren geniş bir gruptur (Meral vd., 2012). Benzen halkası içeren organik maddeler genel olarak “fenolik bileşikler” olarak

bilinmektedir. “Fenol” adıyla bilinen hidroksibenzen, fenolik bileşiklerin en basit şeklidir. Diğer tüm bileşikler hidroksibenzenden türemiştir (Söylemezoğlu, 2003). Fenolik bileşikler, “fenolik asitler” ve “flavonoidler” olmak üzere iki gruba ayrılır (Koca ve Karadeniz, 2005). Antosiyaninler flavonoller, flavonlar, kateşinler, flavanonlar ve izoflavonoidler, flavonoid yapısındaki bileşiklerdendir (Karakaya ve El, 1997). Günümüzde doğal olarak bulunan 8000' den fazla flavonoid

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Yıldız, Ş., Turan S., 2021. Timokinon, Timol ve Karvakrolün Antioksidan Aktiviteleri ve Lipit Oksidasyonunu Önleme Kapasiteleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 108-118. doi: 10.17097/ataunizfd.773499

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7323-7741> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1005-3590>



bileşik çeşidi tanımlanabilmiştir (Janabi et al., 2020). Bunlar arasında kuersetin, rutin, kateşin, epikateşin, mirisetin, luteolin, apigenin sayılabilir (Yılmaz, 2010). Fenolik asitler ise, “hidroksisinamik asitler” ve “hidroksibenzoik asitler” olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır (Koca ve Karadeniz, 2005). Hidroksisinamik asitler arasında; ferulik asit, kafeik asit, o-kumarik asit ve sinapik asit ön plana çıkmaktadır. Salisilik asit, p-hidroksibenzoik asit, protokateşik asit, siringik asit, gallik asit ise en çok bilinen hidroksibenzoik asit türleridirler (Kolaç vd., 2017).

Fenolik bileşiklerin antioksidan etkileri lipit radikallerini kararlı bileşikler haline dönüştürerek zincir tepkimesini kırmaktır. Birincil antioksidan olarak görev yaparlar. Fenolik bileşikten ayrılan hidrojenler kararsız serbest (R·) radikalle birleşerek inaktif ürün oluşturmaktadır. Aynı zamanda yeni radikaller de bu etkileşme sonucu meydana gelebilmektedir. Fenolik bileşikler lipitlerin oksidasyonunda zincir tepkimesinin ilerleme aşamasında oluşan peroksit yapısındaki serbest radikallere (ROO·) hidrojen vererek onları termodinamik olarak nispeten daha kararlı ara ürünlere dönüştürmekte ve zincir tepkimesini kırmaktadırlar. Böylece fenolik bileşikler serbest radikal sayısını azaltarak dolaylı olarak oksidasyon hızını düşürmekte ve oksidasyonun başlangıç süresini uzatmaktadırlar (Kaya, 2009).

Bitkisel yağlar α , β , γ ve δ -tokoferollerini farklı oran ve miktarlarda içermektedirler. Rafinasyon işlemleri sırasında antioksidan etkili tokoferollerin bir kısmı kaybolmakta dolayısı ile yağların oksidasyona karşı direnci azalmaktadır. Bu kaybolan direnci tekrar kazanabilmek için antioksidan kullanılması gerekmektedir (Kıralan ve Bayrak, 2005).

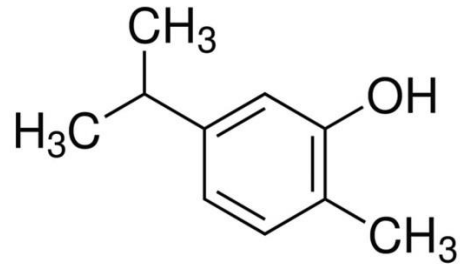
Günümüzde endüstriyel proseslerde gıda maddelerinin depolanma stabiliteğini artırmak için çoğunlukla bütillenmiş hidroksi anisol (BHA), bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) ve propil gallat (PG) gibi sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak, antioksidan olarak kullanılan kimyasalların muhtemel toksisite nedeniyle, son yıllarda ilgi doğal antioksidanlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Bitkiler (yağlı tohumlar, tahıllar, sebzeler, meyveler, baharatlar ve çay), hayvansal ürünler (peptitler, amino asitler ve karotenoidler) ve enzimler (glutatifon peroksidaz, süperoksit dismutaz ve katalaz) en önemli doğal antioksidan kaynakları arasında yer almaktadır. Bunların antioksidan aktiviteleri C vitamini, fenolik bileşikler, karotenoidler ve E vitamini gibi bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Turhan ve Üstün, 2006).

Uçucu yağlar, ikincil metabolitler olarak çeşitli bitki kısımlarından ekstrakte edilen aromatik ve

uçucu sıvılardır (Tohidi et al., 2017). Kimyasal bileşimleri, antimikrobiyal ve antioksidatif aktiviteleri ile bitkinin, hayvanın ve insan vücudunun birçok fizyolojik sürecini etkiler, böylece serbest radikal hasarına ve patojenik mikroorganizmaların gelişimine karşı koruma sağlarlar (Stanojevic et al., 2017). Monoterpenler, tıbbi bitkilerde uçucu yağların en sık görülen metabolitleridir (Tohidi et al., 2017).

Gıda endüstrisinde, aroma verme özelliklerinin yanında sahip oldukları farklı biyoaktif özellikler sebebi ile çörekotu (*Nigella sativa*) ve kekik türleri birçok araştırma konusu olmuştur. *Nigella sativa* antioksidan, antimikrobiyal, antitümör, antidiyabetik, antihipertansif gibi birçok farmakolojik özelliklere sahiptir (Benkaci–Ali et al., 2007; Ali and Blunden, 2003). Bu aktivitelerin çoğu timokinon, timol, karvakrol, karvon ve p-simene atfedilmiştir (Benkaci–Ali et al., 2007). Kekik yaprakları aromatik özelliklerinden dolayı dondurma, et, tereyağı, likör ve şekerleme gibi çeşitli endüstriyel gıda ürünlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca, ürünlere dahil edilmeleri oksidasyon sürecini yavaşlatır, renk değişimlerini ve antimikrobiyal aktiviteleri azaltarak raf ömrünü uzatır (Lorenzo et al., 2019). Antioksidan aktivite gibi bir dizi biyolojik aktivite sergileyen, kekik ve kekik türlerinin başlıca bileşenleri timol ve karvakroldür (Ündeğer et al., 2009).

Karvakrol ($C_{10}H_{14}O$) (Şekil 1) oregano (*Origanum vulgare*), dağ kekiği (*Thymus vulgaris*), tere (*Lepidium flavum*), yabani bergamot (*Citrus aurantium* var. *bergamia* Loisel) (Sharifi-Rad et al., 2018), *Trachyspermum ammi*, *Lepidium africanum* (Khan et al., 2017), *Satureja*, *Thymbra*, *Coridothymus* (Youssefi et al., 2019), *Nigella Sativa* (Mouwakeh et al., 2019) vb. bitkilerin uçucu yağlarında bulunan sıvı bir fenolik monoterpendir. Oregano bitkisi uçucu yağında daha fazla miktarda bulunmaktadır (Memar et al., 2017).



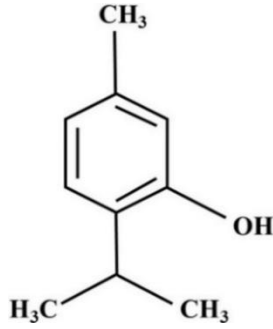
Şekil 1. Karvakrolün kimyasal yapısı (Jiang et al., 2015).

Figure 1. Chemical structure of carvacrol

Karvakrol (5-izopropil-2-metilfenol) lipofilik özellikte, oda sıcaklığında (25°C) 0.976 g/mL yoğunlukta, suda çözünmeyen, etanol, aseton ve

dietil eter içerisinde yüksek çözünürlüğe sahip bir fenoldür (Sharifi-Rad et al., 2018). Avrupa Komisyonu tarafından kimyasal aroma listesine dahil edilmiş (2012), FDA tarafından da toksikolojik açıdan onaylanarak (2017), güvenli gıda katkısı (GRAS) olarak adlandırılmıştır (Marinelli et al., 2018). İlaç, kozmetik ve parfüm endüstrisinde geniş kullanım alanına sahipken (Safaei-Ghomi et al., 2009), gıda endüstrisinde katkı maddesi ve aroma maddesi olarak kullanılmaktadır (Nostro and Papalia 2012). Karvakrolün, anti-enflamatuar, antioksidan, antitümör, antimutajenik, AChE inhibitörü, analjezik, antihepatotoksik, antiparazitik, insektisidal ve antimikrobiyal aktiviteler olmak üzere çok çeşitli biyolojik özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir (Nostro and Papalia 2012).

Timol (2-izopropil-5-metilfenol, $C_{10}H_{14}O$) (Şekil 2) anti-mikrobiyal, anti-enflamatuar, anti-tümör ve fungusit etkilere sahip beyaz kristal katı yapıda, doğal bir monoterpen fenoldür (Milovanovic et al., 2013; Zhu et al., 2016).

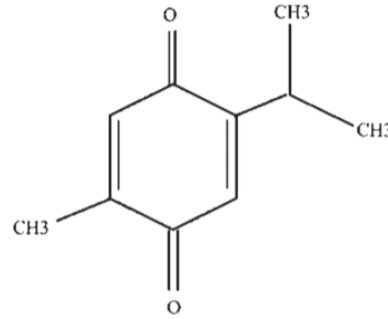


Şekil 2. Timolün kimyasal yapısı (Su et al., 2018)
Figure 2. Chemical structure of thymol

Timol fenolik zincirin farklı bir bölgesinde hidroksil gruba sahip olan karvakrola yapısal olarak çok benzemektedir. Doğada, özellikle aromatik bitkiler arasında yer alan, bir ya da çok yıllık otsu bitkilerin yer aldığı *Labiatae* (Ballıbabagiller) ailesinden çeşitli bitkilerin uçucu yağlarında bulunmaktadır. Timol, kekik (*Thymus vulgaris*) uçucu yağının en önemli bileşenidir (Çetinkaya, 2011). Kekik uçucu yağı gıda endüstrisinde ve kozmetikte antioksidan ve koruyucu olarak kullanılan başlıca yağlar arasındadır (Salehi et al., 2018). *Thymus vulgaris*, *Ocimum gratissimum*, *Thymus ciliates*, *Satureja thymbra*, *Thymus zygis*, *Trachyspermum ammi*, *Carum copticum*, *Satureja intermedia*, *Thymbra capitata*, *Lippia multiflora*, *Thymus pectinatus*, *Zataria multiflora*, *Satureja hortensis*, *Centipeda minima* ve *Nigella sativa* tohumları gibi bazı bitkilerde bol miktarda bulunur (Nagoor Meeran et al., 2017). Antioksidan, antibakteriyel, antifungal ve antiparazit aktiviteleri

gibi çeşitli biyolojik özellikleri ve bunun yanı sıra büyüme destekleyici ve immünomodülatör özellikleri bulunmaktadır (Najafloo et al., 2020).

Timokinon (2-izopropil-5-metilbenzo-1,4-kinon) (Şekil 3) benzokinon yapısında ve 164.2 molekül ağırlığında, doğal yollarla oluşan bir bileşiktir. Çörekotu tohumu (*Nigella sativa* L.) doğal ana kaynağı olarak kabul edilir. Çörekotu tohumunun uçucu yağında ana aktif fenolik bileşen olarak bulunur. Hidrofobik bir molekül olup, ışığa karşı hassasiyeti yüksektir. Yüksek pH'larda degradasyonu artarken, düşük pH'larda degradasyonu minimum seviyede kalmaktadır (Taborsky et al., 2012; Güzelsoy vd. 2018).



Şekil 3. Timokinonun kimyasal yapısı (Amin and Hosseinzadeh, 2016)

Figure 3. Chemical structure of thymoquinone

Kimyasal bileşimleri ve aromatik özelliklerinden dolayı kekik ve çörekotu, yüzyıllardır hem geleneksel tıpta kullanılmış, hem de dünya mutfaklarında tüketilmiştir. Bileşimlerinde yer alan timol, timokinon ve karvakrol gibi bioaktif bileşenler sayesinde bu biyolojik üstünlüğe sahip olmuşlardır. Timol ve geometrik izomeri olan karvakrol ile timol ve karvakrolün oksidasyon ürünü olan (Jukic et al., 2007), aynı zamanda *Nigella Sativa* L. (çörek otu)'nin ana bileşeni olan timokinon, antioksidan, antibakteriyel, antifungal ve birçok terapötik özellikleri ile günümüzde de farmakoloji, gıda, kimya endüstrilerindeki araştırma ve çalışmalarında yer almaktadırlar. Bu çalışmada, sonuçları bilime ve günümüz hastalıklarına, üretilen gıda ürünlerine ışık tutabilecek doğal bileşenlerden timol, timokinon ve karvakrolün antioksidan aktiviteleri ve yağ oksidasyonunu önleme potansiyelleri incelenmiştir. Bu fenolik bileşikler ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar özet halinde sunulmuştur.

Timokinonun antioksidan aktivitesi

Timokinon güçlü bir süperoksit radikal temizleyicisidir ve süperoksit karşı süpürme gücü süperoksit dismutaz kadar etkilidir (Nagi and Mansour, 2000). Timokinon sadece süperoksit anyon

temizleyicisi olarak değil, aynı zamanda genel serbest radikal temizleyicisi olarak da etki etmektedir (Mansour et al., 2002). Timokinonun çeşitli serbest radikalleri süpürme kabiliyeti, güçlü antioksidan potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (Badary et al., 2003).

Kıralan et al. (2017), rafine ayçiçeği yağı (SO) ile soğuk preslenmiş çörekotu yağı (*Nigella sativa*) (BCO) karışımlarını (%5, %10 ve %20, w/w) hızlandırılmış oksidasyon koşullarında depolayarak ayçiçek yağı ve BCO-SO karışımlarının oksidatif stabilitelelerini araştırmışlardır. Peroksit değeri, konjuge dien ve konjuge trien değerleri ve uçucu oksidasyon bileşikleri dikkate alındığında BCO-SO karışımlarının oksidatif stabilitesinin, ayçiçek yağından daha iyi olduğu saptanmış ve yüksek oksidatif stabiliteye çörekotu yağının timokinon ve tokoferol içeriklerinin neden olduğu belirtilmiştir.

Kıralan (2014), çörekotu yağının oksidatif stabilitesini ve uçucu oksidasyon ürünlerini 60°C ve 100°C sıcaklık değerlerinde incelediği bir çalışmada, birçok uçucu bileşenin termal oksidasyon sırasında hızla kaybolduğunu, timokinonun ise her iki sıcaklık seviyesinde de daha kararlı kaldığını ve yavaş yavaş azalış gösterdiğini bildirmiştir. Timokinonun güçlü bir antiradikal aktiviteye sahip olduğunu ve çörekotu yağının oksidasyona karşı gösterdiği güçlü direncin timokinon içeriğinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Bourgou et al. (2010), çörekotu uçucu yağı ve onun monoterpenlerinin antioksidan aktivitelerini, antiinflamatuvar, antikanser ve antibakteriyel aktivitelerini araştırmışlardır. İncelenen bileşenler içinde en yüksek antioksidan aktiviteye timokinonun sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Burits and Bucar (2000), çörekotundan Soxhlet ekstraksiyonu ile elde ettikleri yağın antioksidan aktivitesinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Lipit peroksidasyonunu *N. sativa*'nın temel uçucu yağ bileşenlerinden timokinon, karvakrol, 4-terpineol, *t*-anetol ve kuersetinin inhibe ettiğini öne sürmüşlerdir.

Ahmad and Beg (2013), timokinonun antioksidan özelliklere sahip olduğunu, lipit profilindeki olumsuz değişiklikleri iyileştirdiğini, özellikle koroner kalp hastalığı gibi serbest radikallerle ilişkili hastalıklarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Nigella sativa yağı ve timokinonun oksidatif hasarı önleme güçlerinin araştırıldığı çalışmada; sıçan hipokampusunda serebral iskemi-reperfüzyon hasarı sonrasında lipit peroksidasyon seviyesi tiyobarbitürik asit (TBA) ile reaksiyonuna dayanarak malondialdehit (MDA) olarak ölçülmüştür. Timokinon ve *Nigella sativa* yağının MDA düzeyinde anlamlı bir düşüşe yol açarak lipit peroksidasyon süreci üzerinde koruyucu etkileri

olabilecekleri belirtilmiştir (Hosseinzadeh et al., 2007).

Ahmad and Beg (2016), antioksidan bileşik olarak timokinon içeren metanol ekstraktının hiperlipidemik sıçanlarda üretilen serbest oksijen türlerini temizlediğini belirtmiştir.

Beydilli et al. (2015), timokinonun antioksidan özelliği nedeni ile diazinon zehirlenmesinden kaynaklanan oksidatif stresi tedavi etmek için kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Nagi and Mansour (2000), timokinonun, sıçan kalp homojenatı kullanılarak Fe³⁺/askorbat tarafından indüklenen lipit peroksidasyonu üzerinde inhibe edici bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Timolün antioksidan aktivitesi

2,2'- difenil -1-pikrilhidrazil (DPPH) radikalleri ile hidrojen peroksit yakalama gücü test sonuçlarına göre timolün antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu ve doğal antioksidan olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Esmaili and Khodadadi, 2012).

Uçucu yağların kimyasal kompozisyonu ile antioksidatif aktiviteleri arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmada, timolün yüksek antioksidan aktivitesinin, yapısında yer alan fenolik grupların, oksidasyonun ilk basamağında açığa çıkan peroksi radikallerinin oluşumunu azaltmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Bayaz, 2014).

Çoban ve Patır (2010), 40°C'de muhafaza edilen uskumru balığına %0.5 oranında kurutulmuş kekik uygulandığında antioksidan etkinliğinin %0.5 oranındaki kurutulmuş biberiye ve 200 ppm BHT'ye eşdeğer olduğunu ortaya koymuşlardır. Kekige antioksidan özellik kazandıran fenolik bileşiklerin timol ve karvakrol olduğu belirtilmiştir.

Yanislıeva et al. (1999) ise %0.02, 0.05, 0.1 ve 0.2 konsantrasyonlardaki timol ve karvakrolün domuz yağı ve ayçiçek yağı trigliseritlerinin otoksidasyonu üzerine etkisini ortam sıcaklığında araştırmışlardır. İncelenen lipit sistemlerinde, timolün antioksidan aktivitesinin karvakrolden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu nedenle timolün karvakrolden daha etkili bir antioksidan olduğu belirtilmiştir. Timolün ayçiçek yağı trigliseritlerinde domuz yağı trigliseritlerine kıyasla daha iyi antioksidan özellik gösterdiği, karvakrolün ise her iki lipit sisteminde de benzer şekilde etkili olduğu bulunmuştur.

Mastelić et al. (2008) yaptıkları çalışmada, basit kimyasal bir sentezle timol, karvakrol ve öjanolün dört farklı türevini sentezlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, timol ve karvakrol türevlerinin öjanol türevlerinden DPPH testi ve ransimat testi sonuçlarına göre daha etkili oldukları saptanmıştır.

Aktif gıda ambalajlamada, hassas gıda oksidasyonunu koruma amaçlı ambalaj malzemesine

biyolojik aktif antioksidan bileşik olarak timolün eklendiği bir çalışmada; timol içeren filmlerin göstermiş olduğu yüksek antioksidan aktiviteleri DPPH metodu ile kanıtlanmıştır (Dairi et al., 2019).

Enkapsüle edilmiş ceviz yağında timol ve karvakrolün antioksidan etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada; oksidatif stabilite, ransimat ve hızlandırılmış oksidasyon testi ile belirlenmiştir. Kapsüllenen ve antioksidan takviyesi yapılan ceviz yağı trigliseritlerinin indüksiyon periyodu, kapsüllememiş ve takviye yapılmamışlara göre daha yüksek bulunmuştur. Timol içeren enkapsüle edilmiş ceviz yağı trigliseritlerinin indüksiyon periyotları, karvakrolün tüm konsantrasyonlarından 1.5-2 kat daha fazla bulunmuştur. Fenolik maddelerin oksidatif stabilitelerini ölçme amaçlı yapılan hızlandırılmış fırın testinde de ortaya çıkan oldukça düşük peroksit değerleri, timol ve karvakrolün mikroenkapsüle ceviz yağı triağılglicerollerini oksidatif bozulmalara karşı etkili bir şekilde önlediğini göstermiştir (Gursul et al., 2019).

Aktif katkı maddesi olarak timol içeren polilaktik asit bazlı nano-biyokompozit filmlerin antioksidan özellikte bir aktif ambalaj malzemesi olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Ramos et al., 2014a).

Karvakrol ve timolün gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için aktif ambalajlamada antioksidan olarak kullanılabilecekleri ifade edilmiştir (Ramos et al., 2014b).

Timol ilavesi yapılan ve nano yara sargısı olarak kullanılmak istenilen jelatin filmlerinin özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada filmlerin mükemmel antioksidan özellik sergiledikleri ifade edilerek timolün antioksidan madde kaynağı olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır (Kavoosi et al., 2013a).

Yüksek konsantrasyonda çoklu doymamış yağ asitleri içermesi sebebi ile lipit oksidasyonuna duyarlı olan kanatlı etlerde gözlenen oksidasyonun timol ve karvakrol katkılı yemlerle önlenme derecesinin araştırıldığı çalışmada TBA değeri ölçülmüştür. Timol ve karvakrol takviyesi yapılan yemlerin lipit oksidasyonunu geciktirme konusunda BHT katkılı yemlerle benzer etki göstermeleri, karvakrol ve timolün et kalitesini artırmada kanatlı sektöründe kullanılabilecek doğal antioksidanlar olabileceğini göstermiştir (Luna et al., 2010).

Quiroga et al. (2015), kavrulmuş ayçiçek yağı tohumlarını oksidasyondan korumak için tohumları timol ve karvakrol ile muamele etmiştir. Bu monoterenlerin, peroksit ve hekzanal gibi oksidatif bozulma bileşiklerinin oluşumunu inhibe ettiği ve istenmeyen tat ve koku oluşumunu engellediği bulunmuş, sentetik antioksidanlara alternatif olarak kullanılabilecekleri belirtilmiştir.

Ana bileşenleri timol (%45) ve karvakrol (%37.4) olan (*Origanum vulgare* L.) güvey otu uçucu yağının antioksidan aktivitesinin DPPH ve TBA testleriyle incelendiği bir çalışmada; güvey otu uçucu yağının sentetik antioksidanlara alternatif olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. DPPH radikallerinin nötralizasyonundan ana bileşenleri olan karvakrol ve timolün sorumlu olabileceği ifade edilmiştir (Stanojevic et al., 2018).

Nagoor and Stanely (2012), izoproterenol (ISO) ile indüklenen miyokard enfarktüsü sıçanlarda timolün oksidatif strese karşı miyokardiyuma koruma sağladığını, güçlü antioksidan etkisi ile lipit peroksidasyon sisteminin inhibe ettiğini bildirmişlerdir.

Deighton et al. (1993), zater, kekik ve güvey otu bitkilerinin uçucu yağlarının ana bileşenlerini potasyum süperoksit ile muamele ederek, potasyum süperoksit ile reaksiyona girdiklerinde kararlı serbest radikal oluşturma yeteneklerini araştırmışlardır. Karvakrol ve timolü O₂⁻ ile reaksiyona giren etkili birer antioksidan olarak tanımlamışlardır.

Al-Malki et al. (2010), farelerin karaciğerinde, karbon tetraklorür kaynaklı lipit peroksidasyonunu önleme yetenekleri açısından timol ve butillenmiş hidroksitolüeni (BHT) test etmişlerdir. Timol ve BHT'nin, lipit peroksidasyonunu azaltarak ve antioksidan enzimlerin aktivitelerini artırarak karbondioksitlenmenin zararlı etkilerini azalttıklarını belirtmişlerdir.

Luna et al. (2018), timol takviyesinin, depolama sırasında yumurtaların ve etlerin oksidatif stabilitesini artırdığını ve çoklu doymamış yağ asitlerinin nispi oranını artırdığını belirterek, timolün kanatlılar için doğal yem takviyesi olarak kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Karvakrolün antioksidan aktivitesi

Avrupa Birliğinde kuzu burger etini koruma amaçlı kullanılan sülfitten sağlık sorunlarına yol açması sebebi ile sülfite yerine doğal antimikrobiyal ve antioksidan bileşik olarak karvakrol ve yeşil çayın kullanıldığı bir çalışmada lipit oksidasyonu TBA testi ile belirlenmiştir. Karvakrol 300 ppm konsantrasyonda bile lipit oksidasyonunu önlerken, konsantrasyona bağlı artan bir aktivite sergilemiştir. Sülfitten daha etkili olduğu ve antioksidan olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Belles et al., 2019).

Tchuenchieu et al. (2018), meyve sularına (portakal, ananas ve karpuz suları), genel pastörizasyon (>70°C) yerine doğal fenolik bileşik olan karvakrol ilavesi ile hafif ısıl işlem (50-70°C) uygulamışlardır. Karvakrol ilavesinin meyve sularının renklerini, antioksidan kapasitelerini, C vitamini içeriklerini daha iyi koruduğunu, toplam fenolik içeriğini de artırdığını belirtmişlerdir.

Altan et al. (2018), aktif gıda ambalajlamasında kullanılmak üzere, elektrospinleme kullanarak üç farklı konsantrasyonda (%5, 10 ve 20) karvakrol içeren zein ve polilaktikasitten (PLA) kompozit fibröz filmler geliştirmişlerdir. DPPH antioksidan aktivite testinin kullanıldığı çalışmada hem zein hem de PLA liflerinin DPPH süpürme aktivitesinin, karvakrol içeriği arttıkça arttığı gösterilmiştir.

Karvakrol içeren (%81.8) *Thymus capitatus* yapraklarından elde edilen uçucu yağın DPPH testi sonuçlarına EC₅₀ değeri 1.03 µg/mL; yapay antioksidan olan BHT için ise 328 µg/mL olarak bulunmuştur. Uçucu yağın, antioksidan aktivitesi yüksek olan karvakrol bakımından zengin olması sebebi ile düşük EC₅₀ değeri gösterdiği ve işlenmiş gıdaların raf ömrünü uzatmada antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Marin et al., 2018).

Aeschbach et al. (1994), timol, karvakrol ve 6-gingerolün antioksidan özelliğe sahip olduğunu ve sentetik antioksidanlara alternatif olabileceklerini bildirmişlerdir.

Tepe et al. (2005), timol ve karvakrolün hem DPPH, hem de β- karoten/linoleik asit test sistemlerinde güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermişlerdir.

Katkı maddesi olarak eşit miktarda timol ve karvakrol ilave edilen yemlerin broilerlerde et performansını artırdığı, antioksidan enzim aktivitelerini artırdığı, lipit oksidasyonunu geciktirdiği, sindirim enzimi aktivitelerini artırdığı, ortaya koyulmuştur (Hashemipour et al., 2013).

Karvakrol ile hazırlanan kitosan filmlerin, DPPH testi ve trolox eşdeğeri antioksidan kapasite tayini sonucunda, kontrol kitosan filmlere göre yüksek antioksidan kapasiteye sahip oldukları görülerek, gıda ürünlerini korumak için aktif paketlenmede kullanılabilecekleri belirtilmiştir (López et al., 2013).

Kavoosi et al. (2013b), karvakrol içeren jelatin filmlerin (antioksidan madde ile zenginleştirilmiş biyobozunur film) mükemmel antioksidan aktivite sergilediklerini ifade etmişlerdir.

Guimarães et al. (2010), karvakrolün, TRAP/TAR (Toplam radikal yakalama antioksidan parametresi) testine göre güçlü bir antioksidan potansiyeline sahip olduğunu; ayrıca nitrik okside karşı temizleyici aktivite sunduğunu ve in vitro olarak lipit peroksidasyonunu önlediğini belirtmişlerdir.

Safaei-Ghomi et al. (2009), *Thymus caramanicus*' un uçucu yağının %85.9 karvakrol, %3.3 timol bileşimine sahip olduğunu; radikal temizleme aktivitesinin DPPH testinde (EC₅₀ = 43.0 µg/mL) BHT'den (BHT, IC₅₀ = 19.7 g/mL) yüksek,

β-karoten/linoleik asit testinde (%84.4) ise BHT (%93.3)'den daha düşük olduğunu bulmuşlardır.

Gavaric et al. (2015), kekik ve güvey otu uçucu yağları ile karvakrol ve timolün antibakteriyel ve antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Çalışılan tüm örneklerin güçlü antioksidan ve antibakteriyel aktiviteye sahip oldukları; sinerji testinde de her iki kombinasyonun (kekik/güvey otu uçucu yağları ve timol/karvakrol) daha etkili olduğu bulunmuştur.

Yuan et al. (2015), kitosan bazlı aktif filmlere karvakrol, nar kabuğu ekstresi ve karvakrol + narkabuğu ekstresinin katılması ile toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesinin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.

Horuz and Maskan (2015), mısır ve palm yağı üzerinde bitki bazlı dört aktif bileşenin etkisini araştırmışlardır. Karvakrolün her iki yağın indüksiyon sürelerini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Karvakrolün etkinliğini doğrulamak için sadece mısır yağı ile yapılan gerçek bir kızartma deneyinde serbest yağ asidi (%), peroksit değeri (meq/kg), *p*-anisidin ve toplam polar miktarları (%) belirlenmiştir. Karvakrolün yağların kızartma sıcaklıklarında korunması için BHT'ye alternatif olabileceği öne sürülmüştür.

Homayouni et al. (2017), karvakrolün manyok kökünden çıkarılan tapyoka nişastasına eklenmesi ile nişasta dispersiyonlarının antioksidan aktivitesinde önemli ölçüde artış gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Aristatle et al. (2015), karvakrolün hidrojen verme kabiliyetinden dolayı belirgin serbest radikal temizleme aktivitesi gösterdiğini; güçlü bir süperoksit anyon temizleyicisi olduğunu, ayrıca belirgin DPPH ve ABTS radikal süpürme aktivitesi gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, karvakrolün serbest bir radikal inhibitörü ve ayrıca serbest radikallerle reaksiyona giren primer bir antioksidan olduğunu belirtmişlerdir.

Lucera et al. (2009), hava ve modifiye edilmiş atmosferde paketlenmiş kanatlı eti preparatlarında timol ve karvakrolün sekonder oksidasyon ürünleri olan malonaldehit (MDA) değerini 2 mg kg⁻¹ altında tutarak oksidasyon sürecini geciktirdiğini gözlemlemişlerdir.

İnanç and Maskan (2014), tekrarlanan kızartma işlemi sırasında karvakrol kullanımının, palm yağının oksidatif stabilitesini önemli ölçüde geliştirdiğini ortaya koymuşlardır. Kızartma yağında kullanılan karvakrolün, BHT ve kontrol yağıyla karşılaştırıldığında konjuge dien ve trien oluşum hızını yavaşlattığını belirtmişlerdir.

SONUÇ

Yapılan çalışmalar timol, timokinon ve karvakrolün uygulanan farklı antioksidan aktivite testlerinde yüksek antioksidan aktivite

sergilediklerini göstermiştir. Gıdalarda ve yemlerde lipit oksidasyonunu önleyen doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılacakları, özellikle kızartma yağlarında BHT gibi sentetik antioksidana kıyasla etkili sonuç verdikleri, toksisitesinin düşük olması sebebi ile sentetik antioksidanlara alternatif olarak kullanılacakları, ürünlerin raf ömürlerini artıracakları yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Timol, timokinon ve karvakrolün termal oksidasyon sırasında daha kararlı kalabildikleri, gıdaların renk, tat, koku gibi kalite özelliklerini ve vitamin gibi besin içeriklerini daha iyi koruyabildikleri, gıda ambalajlamasında antioksidan özellik kazandıran ajan olarak katılabilecekleri de belirtilmiştir. Yem katkısı olarak kullanıldıklarında ürün performansını ve antioksidan enzim aktivitelerini artırdıkları, lipit oksidasyonunu geciktirdikleri öne sürülmüştür. Timol/karvakrol kombinasyonunun, fenoliklerin bireysel kullanımlarından daha etkili sonuç verdiği bulguları, bioaktif bileşenler hakkında sinerjistik kullanımları kapsayan daha çok çalışma yapılabileceğini göstermiştir. Timol, timokinon ve karvakrolün oksidatif stresi baskılayan, lipit oksidasyonunun olumsuz etkilerini azaltan, serbest radikalleri temizleyen primer antioksidan olarak etki gösterdikleri de araştırmalarda yer almaktadır.

TEŞEKKÜR

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine 2018.09.04.1288 numaralı projedeki desteklerinden dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

ŞY ve ST literatür taramasını yaparak derlemeyi hazırlamışlardır. Tüm yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

KAYNAKLAR

Aeschbach, R., Löliker, J., Scott, B.C., Murcia, A., Butler, J., Halliwell, B., Aruoma, O.I., 1994. Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food and Chemical Toxicology*, 32 (1): 31-36.

Ahmad, S., Beg, Z.H., 2013. Hypolipidemic and antioxidant activities of thymoquinone and limonene in atherogenic suspension fed rats. *Food Chemistry*, 138 (2-3): 1116-1124.

Ahmad, S., Beg, Z.H., 2016. Evaluation of therapeutic effect of omega-6 linoleic acid and thymoquinone enriched extracts from *Nigella Sativa* oil in the mitigation of lipidemic

oxidative stress in rats. *Nutrition*, 32 (6): 649-655.

- Ali, B.H., Blunden, G., 2003. Pharmacological and toxicological properties of *Nigella sativa*. *Phytotherapy Research: An international journal devoted to pharmacological and toxicological evaluation of natural product derivatives*, 17 (4): 299-305.
- Al-Malki, A.L., 2010. Antioxidant properties of thymol and butylated hydroxytoluene in carbon tetrachloride-induced mice liver injury. *Journal of King Abdulaziz University*, 22 (1): 239.
- Altan, A., Aytac, Z., Uyar, T., 2018. Carvacrol loaded electrospun fibrous films from zein and poly (lactic acid) for active food packaging. *Food Hydrocolloids*, 81: 48-59.
- Amin, B., Hosseinzadeh, H., 2016. Black cumin (*Nigella sativa*) and its active constituent, thymoquinone: An overview on the analgesic and anti-inflammatory effects. *Planta Medica*, 82 (1-2): 8-16.
- Aristatile, B., Al-Numair, K.S., Al-Assaf, A.H., Veeramani, C., Pugalendi, K.V., 2015. Protective effect of carvacrol on oxidative stress and cellular DNA damage induced by UVB irradiation in human peripheral lymphocytes. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 29 (11): 497-507.
- Badary, O.A., Taha, R.A., Gamal El-Din, A.M., Abdel-Wahab, M.H., 2003. Thymoquinone is a potent superoxide anion scavenger. *Drug and Chemical Toxicology*, 26 (2): 87-98.
- Bayaz, M., 2014. Esansiyel yağlar: antimikrobiyal, antioksidan ve antitumörjenik aktiviteleri. *Akademik Gıda*, 12: 45-53.
- Benkaci-Ali, F., Baaliouamer, A., Meklati, B.Y., Chemat, F., 2007. Chemical composition of seed essential oils from Algerian *Nigella sativa* extracted by microwave and hydrodistillation. *Flavour and Fragrance Journal*, 22 (2): 148-153.
- Bellés, M., Alonso, V., Roncalés, P., Beltrán, J.A., 2019. Sulfite-free lamb burger meat: Antimicrobial and antioxidant properties of green tea and carvacrol. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (1): 464-472.
- Beydilli, H., Yılmaz, N., Cetin, E.S., Topal, Y., Topal, H., Sozen, H., Cigerci, I.H., 2015. The effects of thymoquinone on nitric oxide and superoxide dismutase levels in a rat model of diazinon-induced brain damage. *Studies on Ethno-Medicine*, 9 (2): 191-195.
- Bourgou, S., Pichette, A., Marzouk, B., Legault, J., 2010. Bioactivities of black cumin essential oil and its main terpenes from Tunisia. *South African Journal of Botany*, 76: 210-216.

- Burits, M., Bucar, F., 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research*, 14 (5): 323-328.
- Çetinkaya, A., 2011. Timol, karvakrol, eugenol ve alfa terpineolun soğukta depolanan vakum paketlenmiş hamsi filetoları üzerine etkilerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 114 s.
- Çoban, Ö.E., Patr, B., 2010. Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5: 7-19.
- Dairi, N., Ferfera-Harrar, H., Ramos, M., Garrigós, M.C., 2019. Cellulose acetate/agnps-organoclay and/or thymol nano-biocomposite films with combined antimicrobial/antioxidant properties for active food packaging use. *International Journal of Biological Macromolecules*, 121: 508-523.
- Deighton, N., Glidewell, S.M., Deans, S.G., Goodman, B.A., 1993. Identification by EPR spectroscopy of carvacrol and thymol as the major sources of free radicals in the oxidation of plant essential oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 63 (2): 221-225.
- Esmaeili, A., Khodadadi, A., 2012. Antioxidant activity of a solution of thymol in ethanol. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 14 (7): 14-18.
- Gavaric, N., Mozina, S.S., Kladar, N., Bozin, B., 2015. Chemical profile, antioxidant and antibacterial activity of thyme and oregano essential oils, thymol and carvacrol and their possible synergism. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18 (4): 1013-1021.
- Guimarães, A.G., Oliveira, G.F., Melo, M.S., Cavalcanti, S.C., Antonioli, A.R., Bonjardim, L.R., Araújo, A.A., 2010. Bioassay-guided evaluation of antioxidant and antinociceptive activities of carvacrol. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 107 (6): 949-957.
- Gursul, S., Karabulut, I., Durmaz, G., 2019. Antioxidant efficacy of thymol and carvacrol in microencapsulated walnut oil triacylglycerols. *Food Chemistry*, 278: 805-810.
- Güzelsoy, P., Aydın, S., Başaran, N., 2018. Çörekotunun (*Nigella sativa* L.) aktif bileşeni timokinonun insan sağlığı üzerine olası etkileri. *Journal of Literature Pharmacy Sciences*, 7 (2): 118-135.
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., Veldkamp, T., 2013. Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92 (8): 2059-2069.
- Homayouni, H., Kavooosi, G., Nassiri, S.M., 2017. Physicochemical, antioxidant and antibacterial properties of dispersion made from tapioca and gelatinized tapioca starch incorporated with carvacrol. *LWT-Food Science and Technology*, 77: 503-509.
- Horuz, T.İ., Maskan, M., 2015. Effect of the phytochemicals curcumin, cinnamaldehyde, thymol and carvacrol on the oxidative stability of corn and palm oils at frying temperatures. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (12): 8041-8049.
- Hosseinzadeh, H., Parvardeh, S., Asl, M.N., Sadeghnia, H.R., Ziaee, T., 2007. Effect of thymoquinone and *Nigella sativa* seeds oil on lipid peroxidation level during global cerebral ischemia-reperfusion injury in rat hippocampus. *Phytomedicine*, 14 (9): 621-627.
- Inanc, T., Maskan, M., 2014. Effect of carvacrol on the oxidative stability of palm oil during frying. *Grasas y Aceites*, 65 (4): e042.
- Janabi, A.H.W., Kamboh, A.A., Saeed, M., Xiaoyu, L., BiBi, J., Majeed, F., Alagawany, M., 2020. Flavonoid-rich foods (FRF): A promising nutraceutical approach against lifespan-shortening diseases. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 23 (2): 140.
- Jiang, Z.S., Pu, Z.C., Hao, Z.H., 2015. Carvacrol protects against spinal cord injury in rats via suppressing oxidative stress and the endothelial nitric oxide synthase pathway. *Molecular Medicine Reports*, 12 (4): 5349-5354.
- Jukic, M., Politeo, O., Maksimovic, M., Milos, M., Milos, M., 2007. In vitro acetylcholinesterase inhibitory properties of thymol, carvacrol and their derivatives thymoquinone and thymohydroquinone. *Phytotherapy Research*, 21 (3): 259-261.
- Karakaya, S., El, S.N., 1997. Flavonoidler ve sağlık. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 26 (2): 54-60.
- Kavooosi, G., Dadfar, S.M.M., Purfard, A.M., 2013a. Mechanical, physical, antioxidant, and antimicrobial properties of gelatin films incorporated with thymol for potential use as nano wound dressing. *Journal of Food Science*, 78 (2): e244-e250.
- Kavooosi, G., Dadfar, S.M.M., Mohammadi Purfard, A., Mehrabi, R., 2013b. Antioxidant and antibacterial properties of gelatin films incorporated with carvacrol. *Journal of Food Safety*, 33 (4): 423-432.
- Kaya, Ü., 2009. İznik'te yetiştirilen Gemlik zeytininin ve yağının bazı fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 71 s.

- Khan, I., Bahuguna, A., Kumar, P., Bajpai, V.K., Kang, S.C., 2017. Antimicrobial potential of carvacrol against uropathogenic *Escherichia coli* via membrane disruption, depolarization, and reactive oxygen species generation. *Frontiers in Microbiology*, 8: 2421.
- Kiralan, M., Bayrak, A., 2005. Bitkisel yağların stabilizasyonunda doğal antioksidanların rolü. *Gıda/The Journal of Food*, 30: 247-254.
- Kiralan, M., 2014. Changes in volatile compounds of black cumin (*Nigella sativa* L.) seed oil during thermal oxidation. *International Journal of Food Properties*, 17: 1482-1489.
- Kiralan, M., Özdemir, N., Özkan, G., Bayrak, A., Ramadan, M.F., 2017. Blends of cold pressed black cumin oil and sunflower oil with improved stability: A study based on changes in the levels of volatiles, tocopherols and thymoquinone during accelerated oxidation conditions. *Journal of Food Biochemistry*, 41: e12272, 1-10.
- Koca, N., Karadeniz, F., 2005. Gıdalardaki doğal antioksidan bileşikler. *Gıda*, 30 (4): 229-236.
- Kolaç, T., Gürbüz, P., Yetiş, G., 2017. Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi, 5 (1): 26-42.
- Lorenzo, J.M., Mousavi Khaneghah, A., Gavahian, M., Marszałek, K., Eş, I., Munekata, P.E., Barba, F.J., 2019. Understanding the potential benefits of thyme and its derived products for food industry and consumer health: From extraction of value-added compounds to the evaluation of bioaccessibility, bioavailability, anti-inflammatory, and antimicrobial activities. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59 (18): 2879-2895.
- Lucera, A., Mastromatteo, M., Sinigaglia, M., Corbo, M.R., 2009. Combined effects of thymol, carvacrol and grapefruit seed extract on lipid oxidation and colour stability of poultry meat preparations. *International Journal of Food Science & Technology*, 44 (11): 2256-2267.
- López-Mata, M.A., Ruiz-Cruz, S., Silva-Beltrán, N.P., Ornelas-Paz, J.D.J., Zamudio-Flores, P.B., Burrueal-Ibarra, S.E., 2013. Physicochemical, antimicrobial and antioxidant properties of chitosan films incorporated with carvacrol. *Molecules*, 18 (11): 13735-13753.
- Luna, A., Labaque, M.C., Zygadlo, J.A., Marin, R.H., 2010. Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. *Poultry Science*, 89 (2): 366-370.
- Luna, A., Labaque, M.C., Fernandez, M.E., Zygadlo, J.A., Marin, R.H., 2018. Effects of feeding thymol and isoeugenol on plasma triglycerides and cholesterol levels in Japanese quail. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 28 (1): 56-62.
- Mansour, M.A., Nagi, M.N., El-Khatib, A.S., Al-Bekairi, A.M., 2002. Effects of thymoquinone on antioxidant enzyme activities, lipid peroxidation and DT-diaphorase in different tissues of mice: A possible mechanism of action. *Cell Biochemistry and Function*, 20 (2): 143-151.
- Marin, M., Novakovic, M., Vuckovic, I., Tešević, V., Kolarevic, S., Vukovic-Gacic, B., 2018. Wild *Thymus capitatus* Hoff. Et Link. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21 (2): 388-399.
- Marinelli, L., Di Stefano, A., Cacciato, I., 2018. Carvacrol and its derivatives as antibacterial agents. *Phytochemistry Reviews*, 17 (4): 903-921.
- Mastelić, J., Jerković, I., Blažević, I., Poljak-Blaži, M., Borović, S., Ivančić-Baće, I., Smrečki, V., Žarković, N., Brčić-Kostić, K., Vikić-Topić, D., Müller, N., 2008. Comparative study on the antioxidant and biological activities of carvacrol, thymol, and eugenol derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (11): 3989-3996.
- Memar, M.Y., Raei, P., Alizadeh, N., Aghdam, M.A., Kafil, H.S., 2017. Carvacrol and thymol: Strong antimicrobial agents against resistant isolates. *Reviews in Medical Microbiology*, 28 (2): 63-68.
- Meral, R., Doğan, İ.S., Kanberoğlu, G.S., 2012. Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (2): 45-50.
- Milovanovic, S., Stamenic, M., Markovic, D., Radetic, M., Zizovic, I., 2013. Solubility of thymol in supercritical carbon dioxide and its impregnation on cotton gauze. *The Journal of Supercritical Fluids*, 84: 173-181.
- Mouwakeh, A., Kincses, A., Nové, M., Mosolygó, T., Mohácsi-Farkas, C., Kiskó, G., Spengler, G., 2019. *Nigella sativa* essential oil and its bioactive compounds as resistance modifiers against *Staphylococcus aureus*. *Phytotherapy Research*, 33 (4): 1010-1018.
- Nagi, M.N., Mansour, M.A., 2000. Protective effect of thymoquinone against doxorubicin-induced cardiotoxicity in rats: a possible mechanism of protection. *Pharmacological Research*, 41 (3): 283-289.
- Nagoor Meeran, M.F., Stanely Mainzen Prince, P., 2012. Protective effects of thymol on altered plasma lipid peroxidation and nonenzymic antioxidants in isoproterenol-induced myocardial infarcted rats. *Journal of*

- Biochemical and Molecular Toxicology, 26 (9): 368-373.
- Nagoor Meeran, M.F., Javed, H., Al Taei, H., Azimullah, S., Ojha, S.K., 2017. Pharmacological properties and molecular mechanisms of thymol: Prospects for its therapeutic potential and pharmaceutical development. *Frontiers in pharmacology*, 8: 380.
- Najafloo, R., Behyari, M., Imani, R., Nour, S., 2020. A mini-review of Thymol incorporated materials: Applications in antibacterial wound dressing. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 60: 101904.
- Nostro, A., Papalia, T., 2012. Antimicrobial activity of carvacrol: current progress and future perspectives. *Recent patents on anti-infective drug discovery*, 7 (1): 28-35.
- Quiroga, P.R., Asensio, C.M., Nepote, V., 2015. Antioxidant effects of the monoterpenes carvacrol, thymol and sabinene hydrate on chemical and sensory stability of roasted sunflower seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (3): 471-479.
- Ramos, M., Jiménez, A., Peltzer, M., Garrigós, M.C., 2014a. Development of novel nanobiocomposite antioxidant films based on poly (lactic acid) and thymol for active packaging. *Food Chemistry*, 162: 149-155.
- Ramos, M., Beltrán, A., Peltzer, M., Valente, A.J., del Carmen Garrigós, M., 2014b. Release and antioxidant activity of carvacrol and thymol from polypropylene active packaging films. *LWT-Food Science and Technology*, 58 (2): 470-477.
- Safaei-Ghomi, J., Ebrahimabadi, A.H., Djafari-Bidgoli, Z., Batooli, H., 2009. GC/MS analysis and in vitro antioxidant activity of essential oil and methanol extracts of *Thymus caramanicus* *Jalal* and its main constituent carvacrol. *Food Chemistry*, 115 (4): 1524-1528.
- Salehi, B., Mishra, A.P., Shukla, I., Sharifi-Rad, M., Contreras, M.D.M., Segura-Carretero, A., Sharifi-Rad, J., 2018. Thymol, thyme, and other plant sources: Health and potential uses. *Phytotherapy Research*, 32 (9): 1688-1706.
- Sharifi-Rad, M., Varoni, E.M., Iriti, M., Martorell, M., Setzer, W.N., del Mar Contreras, M., Sharifi-Rad, J., 2018. Carvacrol and human health: A comprehensive review. *Phytotherapy Research*, 32 (9): 1675-1687.
- Söylemezoğlu, G., 2003. Üzümde fenolik bileşikler. *Gıda*, 28 (3): 277-285.
- Stanojevic, L.P., Marjanovic-Balaban, Z.R., Kalaba, V.D., Stanojevic, J.S., Cvetkovic, D.J., Cakic, M.D., 2017. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20 (6): 1557-1569.
- Stanojević, L.P., Stanojević, J.S., Cvetković, D.J., Ilić, D.P., 2018. Antioxidant activity of oregano essential oil (*Origanum vulgare* L.). *Biologica Nyssana*, 7 (2): 131-139.
- Su, G., Zhou, X., Wang, Y., Chen, D., Chen, G., Li, Y., He, J., 2018. Effects of plant essential oil supplementation on growth performance, immune function and antioxidant activities in weaned pigs. *Lipids in Health and Disease*, 17 (1): 139.
- Taborsky, J., Kunt, M., Kloucek, P., Lachman, J., Zeleny, V., Kokoska, L., 2012. Identification of potential sources of thymoquinone and related compounds in Asteraceae, Cupressaceae, Lamiaceae, and Ranunculaceae families. *Central European Journal of Chemistry*, 10: 1899-1906.
- Tohidi, B., Rahimmalek, M., Arzani, A., 2017. Essential oil composition, total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of *Thymus* species collected from different regions of Iran. *Food Chemistry*, 220: 153-161.
- Tchuenchieu, A., Essia Ngang, J.J., Servais, M., Dermience, M., Sado Kamdem, S., Etoa, F. X., Sindic, M., 2018. Effect of low thermal pasteurization in combination with carvacrol on color, antioxidant capacity, phenolic and vitamin c contents of fruit juices. *Food Science & Nutrition*, 6 (4): 736-746.
- Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H.A., Daferera, D., Polissiou, M., Sokmen, A., 2005. Antioxidative activity of the essential oils of *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* and *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans*. *Journal of Food Engineering*, 66: 447-454.
- Turhan, S., Üstün, N.Ş., 2006. Doğal antioksidanlar ve gıdalarda kullanımı. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, s: 273-276.
- Ündeğer, Ü., Başaran, A., Degen, G.H., Başaran, N., 2009. Antioxidant activities of major thyme ingredients and lack of (oxidative) DNA damage in V79 Chinese hamster lung fibroblast cells at low levels of carvacrol and thymol. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (8): 2037-2043.
- Yanishlieva, N.V., Marinova, E.M., Gordon, M.H., Raneva, V.G., 1999. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chemistry*, 64 (1): 59-66.
- Yılmaz, D.Ç., 2010. Flavonoidlerin ve metal komplekslerinin yüksek basınçlı sıvı kromatografisi yöntemiyle yan yana

- belirlenmesi. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 92 s.
- Youssefi, M.R., Tabari, M.A., Esfandiari, A., Kazemi, S., Moghadamnia, A.A., Sut, S., Maggi, F., 2019. Efficacy of two monoterpenoids, carvacrol and thymol, and their combinations against eggs and larvae of the west Nile vector *Culex pipiens*. *Molecules*, 24 (10): 1867.
- Yuan, G., Lv, H., Yang, B., Chen, X., Sun, H., 2015. Physical properties, antioxidant and antimicrobial activity of chitosan films containing carvacrol and pomegranate peel extract. *Molecules*, 20 (6): 11034-11045.
- Zhu, P., Chen, Y., Fang, J., Wang, Z., Xie, C., Hou, B., Xu, F., 2016. Solubility and solution thermodynamics of thymol in six pure organic solvents. *The Journal of Chemical Thermodynamics*, 92: 198-206.

TELİF HAKKI DEVRİ FORMU
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
YAYIN KOORDİNATÖRLÜĞÜ

Aşağıda imzaları bulunan;

..... tarafından yazılmış,
“.....
.....”

adlı makalenin orijinal olduğunu; başka herhangi bir dergiye yayınlanmak üzere sunulmadığını; daha önce yayınlanmadığını; eğer, tümüyle ya da bir bölümü yayınlandı ise yukarıda adı geçen dergide yayınlanabilmesi için gerekli her türlü iznin alındığını ve orijinal telif hakkı formu ile birlikte Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Yayın Koordinatörlüğü'ne gönderildiğini taahhüt ederiz.

Makalenin telif hakkından aşağıdaki haklar saklı kalmak şartıyla feragat etmeyi kabul ederek sorumluluğu üstlenir ve imza ederiz.

1. Telif hakkı dışında kalan patent vb. bütün tescil edilmiş/edilecek haklar.
2. Yazarın gelecekteki kitaplar ve dersler gibi çalışmalarında; makalenin tümü ya da bir bölümünü ücret ödemeksizin kullanmak hakkı ve
3. Makaleyi satmamak koşulu ile kendi amaçları için çoğaltma hakkı.

NOT: Yukarıdaki bütün durumlarda makalenin Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi tarafından yayınlandığına dair referans verilmelidir.

Bütün yazarlar tarafından imzalanmak üzere:

Adı ve Soyadı	İmza	Tarih	E-mail

Sorumlu Yazar Yazışma Adresi :

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

Telefon: Faks : E-mail:

NOT: Lütfen formu doldurunuz, imzalayınız ve aşağıdaki adrese veya e-mail adresine gönderiniz.

Adres: Prof. Dr. Göksel TOZLU

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Editörü,
25240, ERZURUM

Tel: 0 442 231 26 09

Faks: 0 442 231 58 78

E-mail: auzfdeditor@atauni.edu.tr

COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT FORM

Coordination Unit of Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Name of author(s)

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

Title of article

“.....
.....
.....”

By this agreement, the author(s) warrant that; submitted manuscript to the journal is original work, is not under consideration by another journal, and has not been previously published elsewhere. The authors accept to take all responsibility of the manuscript. For any prior publication of the article elsewhere in part, the author(s) warrant(s) that any permission necessary to publish it in the Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University. I/We sign and accept the responsibility for releasing this material.

Copyright to the above article, to be effective upon acceptance for publication, is hereby transferred to Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University. The Editorial Board of the journal reserves all rights to reproduce post and distribute the article to the public. However, the following rights are reserved by the author(s):

1. All proprietary rights other than copyright, such as patent rights.
2. The right to use, free of charge, all or part of this article in future works of his/her (their) own, such as books or lectures.
3. The right to reproduce the article for his/her (their) own purposes provided the copies are not offered for sale.

NOTE: In all cases above , it must be referred that the manuscript was published by Journal Agricultural Faculty of Atatürk University.

All authors should fill and sign:

Name-Surname	Signature	Date	E-mail

Address of Corresponding Author:

.....
.....

Phone: Fax : E-mail :

.....

NOTE :.Please fill the form, sign and send to the address or e-mail below.

Address: Prof. Dr. Göksel TOZLU

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Editörü,
25240 - ERZURUM

Phone: +90 442 231 26 09

Fax: +90 442 236 58 78

E-mail : auzfdeditor@atauni.edu.tr

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Genel Yayın İlkeleri

1. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde tarım alanında yazılan makaleler (orijinal araştırma, derleme, kısa makale, teknik not ve editöre mektup) yayınlanır. Dergi yılda üç sayı olarak yayınlanır ve orijinal araştırma makalelerine öncelik verilir.
2. Sorumlu yazar tarafından DergiPark (<http://dergipark.gov.tr>) sistemi üzerinden dergiye sunulan makale daha önce başka bir dergide yayınlanmamış veya başka bir dergiye eş zamanlı olarak sunulmamış olmalıdır.
3. Makaleler Türkçe veya İngilizce olarak hazırlanabilir. Sorumlu yazar, ilgili makaleyi tüm yazarlar tarafından imzalanan "Telif Hakkı Devir Sözleşmesi Formu" ile beraber DergiPark üzerinden sisteme yüklemelidir. Yazım kurallarına uygun şekilde hazırlanmayan veya dergi amacına uygun olmayan makaleler değerlendirmeye alınmaz.
4. Makaleler değerlendirilmek üzere konu ile ilgili en az iki hakeme (gerekli görüldüğünde üçüncü hakeme) gönderilir. Makalelerin yayına kabulü, hakem görüşleri doğrultusunda, Yayın Kurulunca karara bağlanır. Makalelerin işlem süresi 3-6 aydır. Yayına kabul edilen makaleler hakemlerden gelen öneriler doğrultusunda düzeltilmek üzere sorumlu yazara iletilir. Öneriler doğrultusunda düzeltilen makale tekrar sistemden geri gönderilir.
5. Yayınlanan makalelerin tüm sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.
6. Makale değerlendirme sürecinde iThenticate ve Turnitin yazılımları kullanarak sunulan makalelerin benzerlik oranı değerlendirilir. Sunulan makalenin benzerlik oranı kaynaklar kısmı dahil edilmeksizin %20'nin altında olmak zorundadır.
7. Makale yayın ücreti; **makale kabul edildikten sonra** Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nin Vakıfbank Atatürk Üniversitesi Şubesindeki hesabına (IBAN: TR780001500158007287616201) yatırılır ve dekont Yayın Koordinatörlüğü'ne e-mail yolu ile gönderilir. Basım ücreti 16 sayfaya kadar 100 TL, bunu geçen her sayfa için ilave 10 TL'dir. Renkli sayfaların ücreti ise ilave olarak daha sonra belirlenir.

MAKALE HAZIRLAMA

1. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde yayınlanmak üzere gönderilen makaleler, A4 boyutunda 12 punto Times New Roman yazı karakterinde ve 2 satır aralıklı yazılmalıdır. Sayfa boşlukları üstten 4 cm, alttan, sağdan ve soldan 2.5 cm olmalıdır. Makalenin her sayfasının sağ alt köşesine sayfa numarası verilmeli ve satırları numaralandırılmalıdır. Makale toplam 16 sayfayı geçmemelidir.
2. Dergiye sunulan makale: Öz, Abstract, Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular, Tartışma, Sonuç ve Kaynaklar bölümlerinden oluşmalıdır. Bulgular ve Tartışma bölümleri birlikte de verilebilir. Ayrıca gerekiyorsa 'Sonuç ve Öneriler' ile 'Teşekkür' bölümleri de ilave edilebilir. Makale metninde ana başlıklar büyük harflerle alt başlıklar ise ilk harfi büyük diğerleri küçük yazılmalıdır.

Başlık: Küçük harflerle ve kelimelerin ilk harfi büyük olacak şekilde yazılmalıdır. Başlık kısa olmalı, ve yayınlanan eserin tüm yönlerini yansıtmalıdır. Araştırmayı destekleyen kuruluş(lar)

ve makaleye esas olan proje, tez vb. bilgiler dipnot halinde belirtilebilir. Dipnotlar başlıkta “*” ile gösterilmelidir.

Yazar adları ve adresleri: Yazar adları açık olarak yazılmalı (akademik unvan belirtilmemeli), tüm yazarların adres bilgileri ile sorumlu yazarın iletişim bilgileri (e-mail) belirtilmelidir. Adresler kelimelerin ilk harfi büyük olacak şekilde, yazar adlarının hemen altında açıkça yazılmalıdır.

Öz: Makalenin amaç, materyal-metot, bulgular ve sonuçlarını kapsamlı ve 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde tek paragraf olarak Türkçe ve İngilizce özet yazılmalıdır. **Anahtar kelimeler** her iki özeti altına altı kelimeyi geçmeyecek şekilde anahtar kelimeler ilave edilmelidir.

Giriş: Çalışmanın amacı açıkça ortaya konulmalı, güncel literatür ile konunun önemi vurgulanmalıdır.

Materyal ve Metot: Çalışmada kullanılan tüm materyaller ve yöntemler detaylı olarak açıklanmalıdır.

Bulgular ve Tartışma: Çalışmadaki elde edilen bulgular detaylı bir şekilde sunulmalı ve güncel çalışma sonuçları ile yorumlanarak tartışılmalıdır.

Teşekkür: Çalışmanın yapılmasına katkı veren kişi, kurum ve projeler belirtilebilir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmelidirler.

Yazar Katkıları: Yazarların makaleye bireysel katkıları bu bölümde belirtilmelidir. Lütfen her bir yazarın bu bölümdeki katkısına atıfta bulunmak için baş harfleri kullanınız. **Örneğin:** TG, ET ve RK araştırmayı tasarladı. ET, FD ve RK fungus ve bakteri uygulamaları için denemeyi kurdu. TG, ET ve NT sayımları yaptı. ET verileri analiz etti. TG, GT ve RK makaleyi yazdı. Tüm yazarlar makalenin son halini okudu ve onayladı.

Çizelge ve Şekiller: Şekil, grafik, fotoğraf ve resimlerin hepsi makalede ‘Şekil’ olarak, tablolar ise ‘Çizelge’ olarak verilmeli, ‘Şekil’ ve ‘Çizelge’lere metin içerisinde atıf yapılmalı ve geçiş sırasına göre kendi içerisinde sırayla numaralandırılmalıdır. Resimler (jpeg formatlı) 600 dpi çözünürlükte olmalıdır. Türkçe yazılan makalelerde şekil ve çizelge başlıkları İngilizce karşılıklarıyla verilmeli (Örnek: **Şekil 1.** Erzurum il haritası /**Figure 1.** Erzurum district map, şekil başlıkları şeklin altında, çizelge başlıkları ise çizelgenin üstünde olmalıdır).

Birimler ve Kısaltmalar: Metin içerisindeki ölçü birimlerinde uluslararası standart birimler (SI) kullanılmalı, yapılacak diğer kısaltmalarda ulusal ve/ya uluslararası kısaltmalar esas alınmalıdır. Cins ve tür isimleri italik olarak yazılmalıdır.

Atıflar: Metin içerisinde kaynak bildirimleri ‘Soyadı-tarih’ sistemine göre yapılmalıdır. Örnek ‘Öztaş (2018) olduğunu belirlemiştir.’ veya ‘Bitkilerin fotoperyoda gösterdikleri araştırılmıştır (Yılmaz, 2015; Akçay vd., 2018)’. Birden fazla yazarlı eserlerde, iki yazar ‘Akçay ve Turgut (2018)’, üç veya daha fazla yazar ise ‘Güzel vd. (2014)’ şeklinde verilmelidir. Yabancı yazarlara yapılan atıflarda ‘ve’ yerine ‘and’, ‘vd.’ yerine ‘et al.’ kullanılmalıdır. Aynı yazar ismi ve tarihe sahip kaynaklar ayrıca harf kullanılarak ayrılmalıdır (Canbolat, 2017a; 2017b).

Kaynaklar: Yararlanılan kaynaklar, makalenin sonunda, soyadı-tarih sırasına göre alfabetik olarak, aşağıdaki örneklere uygun şekilde verilmelidir.

Kaynak verilen periyodiklerin kısa isimlerinin yazılmasında derginin önerdiği uluslararası kısaltılmış şekli kullanılmalıdır. Türkçe kaynaklarda Üniversite; Üniv., Ziraat Fakültesi; Ziraat Fak., Dergi; Derg. şeklinde kısaltılmalıdır.

Kaynak makale ise;

Aksoy, A., 1973. Yumurta kabuk kalitesine tesir eden faktörler. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 4 (1): 129-141.

Snedecor, G., Hanway, A.W., Hoane, H.G., Anderson, G.H., 1981. Effect of photoperiod upon the flowering of onions. Agron. J., 7 (22): 311-316.

Kaynak kitap ise;

Ertuğrul, H., Apan, M., 1979. Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Atatürk Üniv. Yayınları, No: 562, Erzurum, 65 s.

Agrios, G.N., 2005. Plant Pathology. 5th Edition, Elsevier Academic Press, New York, 952 p.

Kaynak kitaptan bir bölüm ise;

Brown, B., Aaron, M., 2001. The politics of nature. In: Smith J (ed) The rise of modern genomics, 3rd edn. Wiley, New York, pp. 230-257.

Kaynak sempozyum veya kongre’de sunulmuş bir bildiri ise;

Alaoğlu, 1996. Türkiye faunası için yeni eriophyid türü (Acarina: Eriophyidae). Türkiye III. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 24-28 Eylül 1996, Ankara, s: 479-486.

Kaynak tez ise;

Tozlu, G., 1992. Ordu İli Mısır (*Zea mays* L.) Ekim Alanlarında Bulunan Fitofag ve Predatör Böcek Türleri Üzerinde Çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 54 s.

Kaynak bir kuruluşun yayını ise;

TÜİK, 2017. Tarımsal Ürünler İstatistiği, İstatistiklerle Türkiye. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

AOAC, 1980. Official method of analysis. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

FAO, 1994. Production and Trade Yearbook, 1993. Food and Agricultural Organization, Rome.

Kaynak bir yazılım ise;

SAS, 1990. SAS user’s guide: Statistics. 4th ed. SAS Institute, Cary, NC.

Kaynak internet ortamında ise;

Bustamente, P.I., Hull, R., 1998. Plant virus gene expression strategies, Electronic J. Biotech (Online) <http://www.ejb.org/content/Vol-1/Issue-2/Full3> (Erişim Tarihi: 1 Nisan 2010).

TÜİK, 2017. Tarımsal Ürünler İstatistiği, İstatistiklerle Türkiye. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 15 Şubat 2017).

ATATÜRK UNIVERSITY JOURNAL OF AGRICULTURAL FACULTY

General Publication Policies

1. Journal of Atatürk University Faculty of Agriculture publish original research articles, review articles, short communications, technical notes and letter to editor in various fields of agriculture. The Journal is published three times per year.
2. Articles submitted through DergiPark (<http://dergipark.gov.tr>) by corresponding author must be original, previously unpublished, and not under consideration for publication in any other scientific or technical journal.
3. Papers could be written in either Turkish or English. Corresponding author should upload the manuscript together with Copyright Transfer Agreement Form signed by all authors to DergiPark System. Manuscripts which fall outside the aims and scope of the journal or is not enough for requirements of Journal Instruction are rejected. .
4. The manuscripts are sent to at least two referees (to the third referee when necessary) which are determined editor and/or editorial board. The Editorial Board decides whether a paper reviewed and evaluated by referees is accepted or rejected for publication. The processing of the manuscript is 3-6 months. The manuscript accepted for publication will be forwarded to the corresponding author for correcting them according to the suggestions of the referees. The manuscript corrected in according to the suggestions is sent back to corresponding author from the system again.
5. All responsibility of the published articles belongs to the author (s).
6. In the article evaluation process, the similarity rate of the articles presented by using iThenticate and Turnitin software is evaluated. The similarity of the submitted article must be below 20% without including the references part.
7. After the manuscript is accepted, the corresponding author will be required to transfer **Manuscript Fee** to the account of Vakıfbank Atatürk University Bank Branch of Atatürk University Journal of Agricultural Faculty (IBAN: TR780001500158007287616201) and bank receipt sent to Publication Coordinator by e-mail. The Journal publication fee is 100 TL up to 16 printing page each accepted article. The author is required to pay 10 TL for each additional page. Colored pages fee is settled additionally.

Manuscript Submission

1. Manuscripts submitted to Atatürk University Journal of Agriculture Faculty should be written in Microsoft Word format with Times News Roman 12 font size and double-spaced. Page layout should be A4 format and margins should be 4 cm from the top, 2.5 cm from the bottom, right and left. Page numbers should be located on the right bottom side of the paper and lines should be numbered. The manuscripts which are not suitable for the conditions related to the formatting are returned back to the author(s) without sending to the referees.
2. The manuscript should consist of the following sections: Title page, Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References. The Results and Discussion sections might be merged and 'Conclusion and Suggestions' and 'Acknowledge'

sections can be added if preferred. The main headings of the manuscript and the first letter of sub-heading should be written capital letters.

Title: The title of the manuscript should be written in bold (first letters in capital letters) and in the center of the page. The title should be brief and should reflect all aspects of the work published. The organisation(s) supporting the research and some other information such as the project, thesis, information etc. can be specified as footnotes. Footnotes must be shown in the title with “*”.

The names and addresses of the author(s): The name(s) of the author(s) should be written clearly (do not include academic degrees). All authors’ addresses and corresponding author’s e-mail address should be indicated.

Abstract: The abstract should concisely state the scope of the work, the methodology and the results. The abstract should be written as a single paragraph, with a limit of 200 words. The abstract is published in both Turkish and English. **Keywords** should not exceed 6 words.

Introduction: The purpose of the study should be clearly explained and the importance of the subject should be emphasized with the current literature.

Materials and Methods: All materials and methods used in the study should be explained in detail.

Results and Discussion: The results in the study should be presented in detail and they should be discussed with the current study results.

Acknowledgement: All the contribution for manuscript preparation from people, grants, funds, must be indicated in this section.

Statement of Conflict of Interest: The authors should declare that they are no conflict of interest.

Authors’ Contributions: The individual contributions of authors to the manuscript should be specified in this section. Please use initials to refer to each author's contribution in this section, **for example:** TG, ET, and RK conceived and designed research. ET, FD, and RK set up the experiment for fungal and bacterial applications. TG, ET, and NT studied controlled assay. ET analyzed the data. TG, GT, and RK wrote the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Tables and Figures: Figures, graphics and photographs should be given as figure. Tables and figures must be numbered according to their sequence in the text and be referred to in the text. Figures should be 600 dpi (JPG) resolution. Title of the figures and tables should be given both English and Turkish if manuscript is submitted in Turkish (Example: **Şekil 1.** Erzurum il haritası /**Figure 1.** Erzurum district map). The titles of the tables should be placed at the heading of the tables, and the title of the figures should be under them.

Units, Abbreviations and Nomenclature: All data should be expressed in metric units; use of SI units is encouraged. Genus and species names should be written in italics.

Citation style: Author-year system should be used in the text (Yılmaz, 2015), for papers with two authors, name both: Akçay and Turgut (2018), with three or more authors, use ‘et al.’ Güzel

et al. (2014). For two or more articles with same author name and date; add a distinguishing letter to the year in both text and list (Canbolat, 2017a; 2017b).

References: Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list. The references used in the text should be listed in alphabetical order according to author-year system as follows. **Journal** titles **abbreviated** according to common **usage**. For instance; Atatürk Univ. Ziraat Fak. Derg.

Journal Article;

Snedecor, G., Hanway, A.W., Hoane, H.G., Anderson, G.H., 1981. Effect of photoperiod upon the flowering of onions. *Agron. J.*, 7 (22): 311-316.

Book;

Agrios, G.N., 2005. *Plant Pathology*. 5th Edition, Elsevier Academic Press, New York, 952 p.

Chapter in a book;

Brown, B., Aaron, M., 2001. The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp. 230-257.

A statement presented at the Symposium or Congress;

Alaoglu, Ö., 1996. Six new records of eriophyid mites (Acarina: Eriophyidae) for the Turkish fauna. Turkey III. Entomology Congress, 24-28 September 1996, Ankara, pp: 479-486.

Thesis;

Tozlu, G., 1992. Investigation on phytolog and predator insect species in corn (*Zea mays* L.) cultivation areas of Ordu province. Atatürk Univ., Graduate School of Natural and Applied Sciences, Master Thesis, Erzurum, 54 p.

Published by an organization;

AOAC, 1980. *Official method of analysis*. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

FAO, 1994. *Production and Trade Yearbook, 1993*. Food and Agricultural Organization, Rome.

Computer program;

SAS, 1990. *SAS user's guide: Statistics*. 4th ed. SAS Institute, Cary, NC.

Published on the Web;

Bustamente, P.I., Hull, R., 1998. Plant virus gene expression strategies, *Electronic J. Biotech* (Online) <http://www.ejb.org/content/Vol-1/Issue-2/Full3> (Accessed Date: 1 April 2010).