



KSÜ Tarım ve Doğa Derg

KSU J. Agric Nat

e-ISSN : 2619-9149

T.C.

KAHRAMANMARAŞ

SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Journal of Agriculture and Nature

Cilt-Volume 26 Sayı-Number 3 Yıl-Year: 2023



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

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

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

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.
Tarım ve Doğa Dergisi,
46100 – Kahramanmaraş/TÜRKİYE
Tel : (+90-344) 300 2108

E-mail: dogabilimleri@ksu.edu.tr

Web: <http://dergipark.org.tr/ksudobil>
<http://dogadergi.ksu.edu.tr>

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

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

Derginin Eski Adı/Previous Name of Journal

KSU Fen ve Mühendislik Dergisi
KSU Journal of Science and Engineering
KSU Doğa Bilimleri Dergisi
KSU Journal of Natural Science
Derginin Eski ISSN Numarası/Previous ISSN Number
1301-2053



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Sahibi/ Owner

Prof.Dr. Alptekin YASIM
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Rektörü

Editörler / Editors

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

Prof.Dr. İ. Ersin AKINCI
KSÜ Ziraat Fak.
Bahçe Bitkileri Böl.
akinci.ie@ksu.edu.tr

Prof.Dr. İsmail AKYOL
Ankara Üniv. Ziraat Fak.
Zootečni Böl.
ismail.akyol@ankara.edu.tr

Prof. Dr. Burhan ARSLAN
Tekirdağ Namık Kemal Üniv.
Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl.
barslan@nku.edu.tr

Prof.Dr. Sakine Serap AVGIN ♂
KSÜ Eğitim Fak. Biyoloji Böl.
ssavgin@ksu.edu.tr

Doç. Dr. Ali ÇAYLI
KSÜ Ziraat Fak. Biyosistem Müh. Böl.
alicyayli@ksu.edu.tr

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

Doç. Dr. Mustafa KÜSEK
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.
Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl.
mkusek@ksu.edu.tr

İngilizce Editörleri/English Editors

Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin CÖMERTPAY
KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl.
sabahattin@ksu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Turhan YILMAZ
KSÜ Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl.
turhanyilmaz@ksu.edu.tr

İstatistik Editörleri/English Editor

Doç. Dr. Şenol ÇELİK
Bingöl Üniv.
senolcelik@bingol.edu.tr

Prof. Dr. Hikmet ORHAN
Isparta Süleyman Demirel Üniv.
hikmetorhan@hotmail.com

Alan Editörleri/Associate Editors

Prof. Dr. Levent BAT
Sinop Üniv.
leventbat@gmail.com

Prof. Dr. Hikmet ORHAN
Isparta Süleyman Demirel Üniv.
hikmetorhan@hotmail.com

Doç. Dr. Ahmet Levent İNANÇ
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.
linanc@ksu.edu.tr

Doç. Dr. Köksal KARADAŞ
İğdır Üniv.
kkaradas2002@igdir.edu.tr

Doç. Dr. Oğuz Ayhan KİREÇCİ
Bitlis Eren Üniv.
kireccioguzayhan@gmail.com

Prof. Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN
Bitlis Eren Üniv.
molekuler@gmail.com

Doç. Dr. Tugay AYAŞAN
Osmaniye Korkutata Üniv.
tayasan@gmail.com



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Danışmanlar Kurulu/Advisory Board

Prof.Dr. Mohammed H ABU-DIEYEH
Qatar University, QATAR

Doç. Dr. Khairulmazmi AHMAD
University of Putra
MALAYSIA

Dr. Eslam FAID-ALLAH
Minoufiya University, EGYPT

Prof. Dr. Fikri BALTA
Ordu Üniv. ORDU

Prof. Dr. Hakan M BÜYÜKÇAPAR
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv

Dr. Larisa CAISIN
State Agrarian University, MOLDOVA

Prof.Dr. Mahfuz ELMASTAŞ
Sağlık Bilimleri Üniv. İSTANBUL

Prof.Dr. Wayne GARDNER,
The University of Georgia, USA

Prof. Dr. İlhami GÜLÇİN
Atatürk Üniv. ERZURUM

Prof.Dr. Rüştü HATİPOĞLU
Çukurova Üniv., ADANA

Prof.Dr Stanislaw HURUK
Jan Kochanowski Univ. POLAND

Prof. Dr. Khalid JAVED
University of Veterinary and Animal
Sciences, PAKİSTAN

Prof.Dr. A Salah KHATTAB
Tanta University, EGYPT

Prof.Dr. K Mahmood KHAWAR
Ankara Üniv., ANKARA

Doç. Dr. Murat KÜTÜK
Gaziantep Üniv. GAZİANTEP

Prof.Dr. Yeşim Yalçın MENDİ
Çukurova Üniv., ADANA

Prof. Dr. Ramazan MERAL
Bilecik Şeyh Edepli Üniv.
BİLECİK

Dr. Alisa PİRLOG
State Agrarian University, MOLDOVA

Doç. Dr. Mehdi RAHİMİ
Graduate University of Advanced
Technology, İRAN

Dr. Ahmad K. SALAMA
Autonomous University of
Barcelona, SPAIN

Prof.Dr. Fatih SATIL
Balıkesir Üniv. Balıkesir

Prof.Dr. Hüseyin SÜZEK
Muğla Sıtkı Koçman Üniv. MUĞLA

Prof.Dr. Nazım ŞEKEROĞLU
Gaziantep Üniv. GAZİANTEP

Prof.Dr Vytautas TAMUTIS
Uniwersytet Aleksandra, LITVANIA

Prof. Dr. Mohammad TARİQ
BALOCHİSTAN University
PAKİSTAN

Dr. Thobela Louis TYASI
University of Limpopo
GÜNEY AFRİKA

Dr. Saravanan VİVEKANANDARAJAH
Boigai Institute, Batticaloa,
SRI LANKA

Prof. Dr. Abdulmojeed YAKUBU
Nasarawa State Üniversitesi, NİJERYA

Prof. Dr. İbrahim YILMAZ
Akdeniz Üniv. ANTALYA

Prof. Dr. Kadir YILMAZ
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv

Prof.Dr. Jose Cola ZANUNCIO
Federal Univ. of Vicosa, BRAZIL

Doç. Dr. Daniel ZABORSKIWEST
Pomeranian University of
Technology POLONYA

Prof. Navid GHAVİ HOSSEİN-ZADEH
University Of Guilan İRAN



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE

- Evaluation of Some Elements (Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺²) Levels in Vernix Caseosa Substance
Evaluation of Some Elements (Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺²) Levels in Vernix Caseosa Substance
Verniks Kazeoza Maddesinde Bulunan Bazı Element (Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺²) Düzeylerinin Değerlendirilmesi
Rumeysa DUYURAN, Metin KILINÇ, Hasan DAĞLI 471-476
- 'Skualen' Triterpeninin Somatik Mutasyonlar Üzerine Etkisinin *Drosophila melanogaster*'de *in vivo* Kanat Benek Testi ile Araştırılması
Investigation of the Effect of 'Squalene' Triterpene on Somatic Mutations in *Drosophila melanogaster* by *In vivo* Wing Spot Test
Handan UYSAL, Hatice ÇELİK 477-486
- Bupleurum lancifolium* Hornem.'un Antibakteriyel Etkisinin İncelenmesi
Investigation of Antibacterial Effect of *Bupleurum lancifolium* Hornem
Mehtap AKIN, Zeynep ALATAŞ, Hatice TANER SARAÇOĞLU 487-492
- Selective Cytotoxicity of Chemical Composition of *Spirulina platensis* Extract In Endometrial Cells: *In Vitro* and *In Silico* Approach
Endometriyal Hücrelerde *Spirulina platensis* Ekstresinin Kimyasal Bileşiminin Seçici Sitotoksitesi: *In Vitro* ve *In Silico* Yaklaşım
Belkis ATASEVER ARSLAN, Kaan YILANCIOĞLU, Ahmet Can TİMUÇİN
Zeynep KALKAN, Seda KUŞOĞLU GÜLTEKİN, Selim ÇETİNER 493-503
- Clinopodium debile* (Bunge) Kuntze (Lamiaceae), A New Record for the Flora of Türkiye
Clinopodium debile (Bunge) Kuntze (Lamiaceae), Türkiye Florası İçin Yeni Bir Kayıt
Lütfi BEHÇET, İrfan ALTINSOY 504-510
- Determination of the Effects of Combined use of *Paenibacillus* sp. S1S22 Strain and *Ulva lactuca* Extract on Seed Germination and Growth of Tomato Plant
Paenibacillus sp. S1S22 suşu ile *Ulva lactuca* Ekstresinin Kombine Kullanımının Domates Bitkisinin Tohum Çimlenmesi ve Büyüme Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi
Fadime ÖZDEMİR KOÇAK, Gülçin SEVİM, Uğur ÇİĞDEM, Dilek ÜNAL 511-519
- 0900 Ziraat Kiraz Çeşidinde Derim Sonrası Aloe Vera Jeli ve Farklı Paketleme Uygulamalarının Muhafaza Süresi ve Kalite Üzerine Etkileri
Effects of Aloe Vera Gel and Different Packaging Applications on Storage Time and Quality in 0900 Ziraat Cherry Varieties
Ömür DÜNDAR, Nazmiye ERİŞKİN 520-530
- Effects of Grape Marc on Vase Life of Carnation Flowers
Üzüm Cibresinin Karanfil Çiçeklerinin Vazo Ömrüne Etkileri
Tuğba KILIÇ, Emine Sema ÇETİN, Selda DALER 531-544
- First Record of Native Egg Parasitoid, *Anastatus bifasciatus*, on *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae) Eggs in Türkiye
Halyomorpha halys (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae) Yumurtalarında Yerli Yumurta Parazitoiti olarak *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera: Eupelmidae)'un Türkiye'de ilk Kaydı
Ercan ALTANLAR, Mustafa KILIÇ, Kaan ALTAŞ, Elijah TALAMAS, Celal TUNCER 545-551



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Raising *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 and *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 (Hydropsychidae, Trichoptera) Larvae in the Laboratory: Larval Morphology and Male Genital Characterization
Hydropsyche instabilis Curtis, 1834 ve *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 (Hydropsychidae, Trichoptera) Larvalarının Laboratuvarında Yetiştirilmesi: Larva Morfolojisi ve Erkek Genital Karakterizasyonu
Ergin YILMAZ, İbrahim KÜÇÜKBASMACI 552-559
- İğdir İli Meyve Bahçelerinde *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritida)'nın Popülasyon Gelişimi, Yoğunluğu ve Bulaşıklık Oranının Belirlenmesi
Determination of Population Development, Density and Infection Rate of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) in Orchards of İğdir Province
Erdoğan TAMER, Erol YILDIRIM 560-569
- Bazı Bitki Ekstraktlarının *Tribolium confusum*'un Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) Larva ve Ergin Dönemleri Üzerine Etkileri
Effects of Some Plant Extracts on Larva and Adult Stages of *Tribolium confusum* Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae)
Yeter KÜÇÜKTOPCU, Beyza CAN, İslam SARUHAN 570-578
- Bazı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların Amerikan Hamamböceği (*Periplaneta americana* L.) Erginlerine Karşı Ölüm Etkisi
Toxicity of Same Plant-Based Essential Oils Against American Cockroaches (*Periplaneta americana* L.) Adults
Merve YIKINÇ, Hasan TUNAZ 579-587
- Effect of Different Irrigation Water Levels on Yield and Quality Parameters of Fodder Beet
Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Yem Pancarının Verim ve Kalite Parametrelerine Etkisi
Emmanuel HAKIRUWIZERA, Yusuf UÇAR 588-599
- Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis*)'nın *in vitro* Çoğaltımı Üzerine Temel Besin Ortamlarının ve Büyüme Düzenleyici Tiplerinin Etkisi
Effect of Basic Nutrient Media and Growth Regulatory Types on *In vitro* Propagation of Common Sage (*Salvia officinalis*)
Selcan ÖZYALIN, Cennet YAMAN 600-609
- Comparison of Quality and Yield Components of Peanut Market Types Using PCA
Yerfıstığı Pazar Tiplerinin Kalite ve Verim Bileşenlerinin TBA Kullanılarak Karşılaştırılması
Cenk Burak ŞAHİN, Mustafa YILMAZ, Reşat YILDIZ, Necmi İŞLER 610-618
- Determination of High Yield and Quality Sainfoin Genotypes (*Onobrychis viciifolia* Scop.) For The Eastern Anatolia Region of Turkey
Bingöl İli İçin Yüksek Verim ve Kaliteye Sahip Korunga Genotiplerinin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) Belirlenmesi
Erdal ÇAÇAN, Kağan KÖKTEN, Ali KOÇ 619-628
- Germination and Growth Parameters in Sorghum Cultivars (*Sorghum bicolor* L.) Effected by Boron Application under Salinity Stress
Tuzluluk Stresi Altında Bor Uygulamasından Etkilenen Sorgum Çeşitlerinde (*Sorghum bicolor* L.) Çimlenme ve Büyüme Parametreleri
Tuğba Hasibe GÖKKAYA, Mehmet ARSLAN 629-638



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Fertilizer Use Efficiencies of Some Greenhouse Plants Grown under Farmer Practices**
Nutrient Uptakes and N, P, K and Ca Utilization Rates of Some Plants Grown Under Greenhouse Conditions According to Farmer Practices 639-649
Sera Koşullarında Çiftçi Uygulamalarıyla Yetiştirilen Bazı Bitkilerin Besin Elementi Alımlarıyla N, P, K ve Ca Yararlanma Oranları
Ferhat BULUT, İbrahim ERDAL
- Exploring the Causal Relationship Among Trout Production, Price and Subsidy in Türkiye**
Türkiye'de Alabalık Üretimi, Fiyatı ve Sübvansiyon Arasındaki Nedensel İlişkinin Araştırılması 650-663
Mehmet AYDOĞAN, Orhan GÜNDÜZ
- Konya İli Tarım Arazileri için Kapitalizasyon Oranı ve Değer Tespiti**
Determination of Capitalization Rate and Value for Agricultural Land in Konya 664-672
Zuhal KARAKAYACI
- Zooplankton Fauna of High Mountain Lake: Sarıncof (Çamlıhemşin, Rize, Turkey)**
Yüksek Dağ Gölü Sarıncof 'un (Çamlıhemşin, Rize, Türkiye) Zooplankton Faunası 673-679
Pınar GÜRBÜZER, Ahmet ALTINDAĞ, Gülşah TEKATLI, Çağrı TEKATLI
- Çanakkale Sakız ve Tahirova Koyun İşletmelerinde Verimli Ömür, Ayıklama Oranı ve Ayıklama Nedenleri**
Productive Life, Culling Rate, and Culling Reasons in Sakız and Tahirova Sheep Farms of Çanakkale 680-691
Korhan BOSDAN, Cemil TÖLÜ, Türker SAVAŞ
- Kilis Keçilerinde Süt Verimi ve Meme Sarkıklığı Arasındaki İlişkiler**
The Relationships Between Udder Sagging and Milk Productivity in Kilis Goats 692-701
Sinan BAŞ, Abdullah KUTLAR, Adile TATLIYER TUNAZ
- The Effect of Sumac Juice Given to Broilers by Drinking and Inhalation on Performance, Immunity Response and Some Blood Parameters**
Etlik Piliçlere İçme ve İnhalasyon Yoluyla Verilen Sumak Suyunun Performans ve Bağışıklık Tepkisi Üzerine Etkisi 702-710
Hersih IZADEEN RASHEED, Sabri YURTSEVEN, Sleman Said Mohammed BESKİ



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

HAKEMLER/Referees*

Prof. Dr. Ramazan ACAR	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Konya
Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Adana
Prof. Dr. Deniz ALIÇ URAL	Aydın Adnan Menderes Üniv. Sultanhisar MYO Aydın
Dr. Öğr. Üyesi Fevzi ALTUNER	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Gevaş MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Van
Prof. Dr. Burhan ARSLAN	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Tekirdağ
Doç. Dr. Barış Bülent AŞIK	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Bursa
Prof. Dr. Zühal AŞÇI TORAMAN	Fırat Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Elazığ
Doç. Dr. Arif AYAR	Amasya Üniv. Sabuncuoğlu Şerefeddin Sağlık Hizmetleri MYO Amasya
Doç. Dr. Tugay AYAŞAN	Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadiri Uygulamalı Bilimler Fak. Osmaniye
Prof. Dr. Cem AYGİN	Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Temel Bilimleri Böl. İzmir
Doç. Dr. Turgut ATAY	Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Tokat
Prof. Dr. Bilge BAHAR	Gümüşhane Üniv. Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fak. Gıda Müh. Böl. Gümüşhane
Prof. Dr. Bilge BAHAR	Gümüşhane Üniv. Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fak. Gıda Müh. Böl. Gümüşhane
Doç. Dr. Pelin BALÇIK ERÇİN	Dokuz Eylül Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. İzmir
Doç. Dr. Adem BARDAK	KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. Sinan BAŞ	Ordu Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Ordu
Dr. Öğr. Üyesi Alamettin BAYAV	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Isparta
Doç. Dr. Elif BAYRAMOĞLU	Karadeniz Teknik Üniv. Orman Fak. Peyzaj Mimarlığı Böl. Trabzon
Dr. Öğr. Üyesi Yeliz GENÇ BEKİROĞLU	Ondokuz Mayıs Üniv. Bafra MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Samsun
Doç. Dr. Abdullah BEYAZ	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makineleri ve Teknolojileri Müh. Böl. Ankara
Prof. Dr. Uğur BİLGİLİ	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Bursa
Prof. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Isparta
Prof. Dr. Avni BİRİNCİ	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Erzurum
Doç. Dr. Halil BOLU	Dicle Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Diyarbakır
Prof. Dr. Ahmet BOZKURT	İskenderun Teknik Üniv. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fak. İskenderun
Doç. Dr. Gökhan BÜYÜK	Adıyaman Üniv. Ziraat Fak. Ziraat Mühendisliği Böl. Adıyaman
Prof. Dr. Burak Nazmi CANDOĞAN	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Bursa
Prof. Dr. Ayhan CEYHAN	Niğde Ömer Halisdemir Üniv. Bor MYO Veterinerlik Böl. Niğde
Doç. Dr. Asime Filiz ÇALIŞKAN KEÇE	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Prof. Dr. Önder ÇALMAŞUR	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Erzurum
Prof. Dr. Mehmet Akif ÇAM	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Samsun
Doç. Dr. Ali ÇAYLI	KSÜ Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş
Doç. Dr. Şenol ÇELİK	Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bingöl
Doç. Dr. Şenol ÇELİK	Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bingöl

* Soyada göre sıralanmıştır.



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Doç. Dr. İ. Gürkan ÇIKIM
Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK
Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN
Prof. Dr. Hasan DEĞİRMENÇİ
Doç. Dr. Gürkan DEMİRKOL
Prof. Dr. Enes DERTLİ
Prof. Dr. Levent EFİL
Prof. Dr. İsmail EKER
Prof. Dr. Naime Zülal ELEKCİOĞLU
Prof. Dr. Figen ERASLAN İNAL
Doç. Dr. Yakup Erdal ERTÜRK
Prof. Dr. Nimet Sema GENÇER
Prof. Dr. Hakan GEREN
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet GÖL
Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK
Prof. Dr. Mustafa GÜRSES
Prof. Dr. İskender GÜLLE
Prof. Dr. Serra HEPAKSOY
Prof. Dr. Bülent İÇGEN
Doç. Dr. Önder İDİL
Prof. Dr. Ali İrfan İLBAŞ
Prof. Dr. Ahmet İLÇİM
Prof. Dr. Ahmet İLÇİM
Prof. Dr. Fatih KAHRIMAN
Dr. Öğretim Üyesi Doğanca KAHYA
Prof. Dr. Davut KARAASLAN
Prof. Dr. Şengül KARAMAN
Prof. Dr. Soner KAZAZ
Doç. Dr. Mehmet KEÇECİ
Prof. Dr. Mahmut KESKİN
Dr. Öğretim Üyesi Münevver KODAN
Prof. Dr. Yusuf KONCA
Prof. Dr. Mehmet KOYUNCU
Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK
Doç. Dr. Cemal KURT
Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

Adıyaman Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Adıyaman
Gaziantep Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Gaziantep
Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Aydın
KSÜ Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş
Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Tokat
Yıldız Teknik Üniv. Kimya-Metalurji Fak. Gıda Mühendisliği Böl. İstanbul
Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Çanakkale
Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Bolu
Çukurova Üniv. Karaisalı MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Adana
Isparta Uygulamalı Bil. Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Isparta
Iğdır Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Iğdır
Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bursa
Ege Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. İzmir
Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bil. Böl. Gaziantep
Iğdır Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Iğdır
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Erzurum
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Burdur
Ege Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. İzmir
Orta Doğu Teknik Üniv. Mühendislik Fak. Çevre Mühendisliği Böl. Ankara
Amasya Üniv. Eğitim Fak. Temel Eğitim Böl. Amasya
Erciyes Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kayseri
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Hatay
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Hatay
Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Çanakkale
Eskişehir Osmangazi Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Eskişehir
Dicle Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Diyarbakır
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Kahramanmaraş
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Ankara
Malatya Turgut Özal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Malatya
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Hatay
Uşak Üniv. Sivahlı MYO Bitkisel Ve Hayvansal Üretim Böl. Uşak
Erciyes Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Kayseri
Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Bursa
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Nevşehir
Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Adana
Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Konya



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Doç. Dr. Çetin MUTLU	Harran Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Şanlıurfa
Prof. Dr. Birol MUTLU	İnönü Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Malatya
Prof. Dr. Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU	ÇOMÜ Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Çanakkale
Prof. Dr. İlker NİZAM	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Tekirdağ
Doç. Dr. Mehmet ÖTEN	Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Sakarya
Doç. Dr. Cumali ÖZASLAN	Dicle Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Diyarbakır
Prof. Dr. Ceyhan ÖZBEYAZ	Ankara Üniv. Veteriner Fak. Zootečni ve Hayvan Besleme Böl. Ankara
Prof. Dr. Muharrem ÖZCAN	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Samsun
Prof. Dr. Sevcan ÖZTEMİZ	Düzce Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Düzce
Prof. Dr. Mehmet Oğuz ÖZTÜRK	Afyon Kocatepe Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Afyon
Dr. Öğretim Üyesi Kamil SARP KAYA	Karabük Üniv. Orman Fak. Orman Mühendisliği Böl. Karabük
Prof. Dr. İsmail SEVEN	Fırat Üniv. Sivrice MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Elazığ
Prof. Dr. Ekrem SEZİK	Yeditepe Üniv. Eczacılık Fak. Farmakognozisi Böl. İstanbul
Prof. Dr. Süleyman SOYLU	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Konya
Dr. Öğr. Üyesi Kasım ŞAHİN	Iğdır Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Iğdır
Doç. Dr. Ümit ŞİRİN	Eskişehir Osmangazi Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Eskişehir
Prof. Dr. Mustafa TAN	Trakya Üniv. Havsa MYO Park ve Bahçe Bitkileri Böl. Trakya
Prof. Dr. Turgay TAŞKIN	Ege Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. İzmir
Prof. Dr. Süleyman TEMEL	Iğdır Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Trakya
Doç. Dr. Basak TOĞAR	Bayburt Üniv. Sağlık Hizmetleri MYO Bayburt
Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Van
Prof. Dr. Şifa TÜRKÖĞLU	Sivas Cumhuriyet Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Sivas
Prof. Dr. Mehmet Rifat ULUSOY	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Prof. Dr. EYYÜP MENNAN YILDIRIM	Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Aydın
Prof. Dr. Hasan YILMAZ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Isparta
Prof. Dr. Mahmut YILMAZ	Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kırşehir
Doç. Dr. İsa YILMAZ	Muş Alparslan Üniv. Uygulamalı Bilimler Fak. Muş
Prof. Dr. Okan YILMAZ	ÇOMÜ Mimarlık ve Tasarım Fak. Peyzaj Mimarlığı Böl. Çanakkale
Prof. Dr. Navid G.HOSSEİN-ZADEH	Animal Breeding And Genetics At University Of Guilan, Rasht, IRAN
Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Van



Evaluation of Some Elements (Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺²) Levels in Vernix Caseosa Substance

Rumeysa DUYURAN^{1*}, Metin KILINC², Hasan DAĞLI³

¹Gaziantep University, Institute of Health Sciences, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep-Türkiye, ^{2,3}Kahramanmaraş Sutcu Imam University (KSU), Faculty of Medicine Department of Medical Biochemistry, Kahramanmaraş-Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-7110-0303>, ²<https://orcid.org/0000-0002-1623-0201>, ³<https://orcid.org/0000-0003-2756-6277>

✉: rduyuran@hotmail.com

ABSTRACT

The substance "Vernix Caseosa" (VC), which begins to be secreted in the third trimester of the human fetus, is a natural product that occurs spontaneously. This substance, which protects the baby against external factors, has a feature that facilitates birth by providing lubrication during normal birth. 52 infants were included in the study. A sterile soft-tipped device was used to collect the VC, and a swab was taken from the baby's skin immediately after birth. In addition, mothers under the age of 35 and over the age of 35 were grouped as multiparous and nulliparous and their VC was examined separately. In VC, the levels of the elements responsible for production and repair in the human body were investigated. Homogenized samples were measured by Atomic Absorption Spectrophotometer. Element results were given as mean and standard deviation; *Na⁺: 12.09 ± 0.58, *Cl⁻: 10.27 ± 1.08, *K⁺: 1.84 ± 0.54, **Fe⁺²: 72.39 ± 4.84, **Mg⁺²: 67.07 ± 3.31, **Ca⁺²: 864.51 ± 32.61, **Cu⁺²: 12.98 ± 2.01, **Zn⁺²: 11.00 ± 1.55 (*:mg/g tissue, **:ug/g tissue). According to the results of literature review and to the best of knowledge, limited information on element levels of VC has been reported. The studied elements are found as cofactors in growth and development and in many biochemical mechanisms. Protein and lipid contents have been investigated in previous studies and it has been reported that VC has an important role in protecting the fetus from external factors and infections. In addition, the protection of amniotic fluid from maceration and the prevention of fluid and electrolyte losses of the skin are also mentioned. It is thought that this research will make an important contribution to the determination of the biochemical structure of VC, which is a natural and protective substance.

Biochemistry

Research Article

Article History

Received : 14.09.2022
Accepted : 15.11.2022

Keywords

Vernix caseosa
Elements
Newborn

Verniks Kazeoza Maddesinde Bulunan Bazı Element (Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺²) Düzeylerinin Değerlendirilmesi

ÖZET

İnsan fetüsünün 3. trimestrinde salgılanmaya başlayan "Vernix Caseosa" (VC) maddesi kendiliğinden oluşan doğal bir üründür. Bebeği dış etkenlere karşı koruyan bu madde, normal doğum sırasında kayganlık sağlayarak doğumu kolaylaştıran bir özellik taşımaktadır. Çalışmaya 52 bebek dahil edilmiştir. VC toplanırken steril yumuşak uçlu aparat kullanılmıştır ve doğumdan hemen sonra bebeğin derisinden sürüntü şeklinde alınmıştır. Ayrıca 35 yaş altı ve 35 yaş üstü anneler, multipar ve nullipar olarak gruplandırılarak VC'si ayrı ayrı incelenmiştir. VC' da insan vücudunda bulunan, yapım ve onarımdan sorumlu elementlerin seviyeleri araştırılmıştır. Homojenize numuneler Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazı ölçülmüştür. Element sonuçları ortalama ve standart sapma olarak verildi; *Na⁺: 12.09 ± 0.58, *Cl⁻: 10.27 ± 1.08, *K⁺: 1.84 ± 0.54, **Fe⁺²: 72.39 ± 4.84, **Mg⁺²: 67.07 ± 3.31, **Ca⁺²: 864.51 ± 32.61, **Cu⁺²: 12.98 ± 2.01, **Zn⁺²: 11.00 ± 1.55 (*:mg/g doku, **:ug/g doku). Literatür taramasının sonuçlarına göre ve bildiği kadarıyla VC' nin element seviyeleri hakkında hiçbir bilgi rapor edilmemiştir. Çalışılan elementler, büyüme gelişmede ve birçok

Biyokimya

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 14.09.2022
Kabul Tarihi : 15.11.2022

Anahtar Kelimeler

Verniks kazeoza
Elementler
Yenidoğan

biyokimyasal mekanizmada kofaktör olarak bulunmaktadır. Daha önceki çalışmalarda protein ve lipid içerikleri araştırılmış ve VC'nin fetüsü dış etkenlerden ve enfeksiyonlardan korumada önemli rolü olduğu bildirilmiştir. Ek olarak amniyotik sıvının maserasyondan korunması ve cildin sıvı elektrolit kayıplarının önlenmesinden de bahsedilmiştir. Bu araştırmanın doğal ve koruyucu bir madde olan VC'nin biyokimyasal yapısının belirlenmesine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

- Atıf Şekli:** Duyuran, R., Kılınc M.& Dağlı, H. (2023) Verniks Kazeoza Maddesinde Bulunan Bazı Element (Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺²) Düzeylerinin Değerlendirilmesi . *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26* (3), 471-476. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1175469>
- To Cite :** Duyuran, R., Kılınc M.& Dağlı, H. (2023). Evaluation of Some Elements (Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺²) Levels in Vernix Caseosa Substance *KSU J. Agric Nat 26*(3), 471-476. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1175469>

INTRODUCTION

Vernix caseosa (VC) is a waxy or cheese-like white substance and is a layer formed by sebum, the sebaceous cells (Meng et al., 2021). The sebaceous cells formed in the skin of babies increase the secretion of oil by the effects of hormones that pass to them through their mothers. Its formation in the mother's womb begins in the last trimester (Visscher et al., 2015). It forms the vernix layer by combining it with the shredded epithelial cells from the skin of the baby (Nishijima et al., 2019). The periderm cells are continuously keratinized and poured into the amniotic fluid and get renewed from basal. The sloughed-off cells join to form VC, a protective layer that covers the fetal skin (Baker et al., 1995). VC along with sebum secretion of sebaceous glands protects the fetus in amniotic fluid throughout the fetal period (Paling & Koch, 2022). Sebaceous and sweat glands differentiate from the epidermis and develop into the dermis (Pickens et al., 2000). It is extremely rich in lipids but its composition has not yet been fully characterized despite many studies. The vernix is a biofilm that covers the fetus and is composed of about 80% water, 10% lipid, and 10% protein (Herman, 2022). This substance is formed by a human baby and is coated with a material that has endogenous cleaning ability before and after the birth of a baby. Such material is made up of lipids that can integrate easily with the skin surface and pores. The most abundant lipid classes found are wax esters, cholesterol esters, diol diesters, and triacylglycerols (Mihajlović et al., 2022). The high content of squalene and wax ester in VC is a significant portion of the lipid content and is strongly likely to be of sebaceous origin (Boiten et al., 2018). It is thought that several factors affect the vernix structure during the formation of VC such as the age of the pregnancy, the health of the mother and the baby, the drugs used during fetal development, or the chemical or biological elements exposed in the environment of the mother (Bamalan & Menezes, 2021). In general, this information can likely be used in present neonatology and for the benefit of some diseases in medical fields. VC shows features in the treatment of burn wounds and skin impairment after

the loss of skin integrity as a result of dermatological diseases (Bosnar et al., 2022). It is emphasized that VC in the skin of newborns should be developed artificially for clinical therapeutic use. Peptide LL-37, one of the protective proteins in the dermal layer, acts as an antimicrobial barrier (Paling & Koch, 2022). Observing information from the past, VC is known to be used as a potential wound-healing ointment. (Setiawandari et al., 2022). The formation of synthetic creams as a prototype having a similar composition of VC has not yet been accomplished. Limited information is available about VC due to less number of studies on its chemical structure, its biological requirements, and its physical properties. As far as is known, no study has been done to find the elemental content of VC. Therefore, there is a need for work to be done in this regard. This study aims to reveal the values of some elements like Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², and Zn⁺² in VC content not known to much extent.

MATERIAL and METHOD

This study was designed in Kahramanmaraş Sütçü İmam University research and application Hospital, Department of Medical Biochemistry. After obtaining the necessary information and permissions about the study, the family signed an informed consent form. Approval was obtained from the Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Medical Faculty Ethical Committee before the study (doc.no:34/2017).

Study population: The VC samples were collected from 52 infants by swabbing with a sterile soft-tipped apparatus. There were several criteria taken into account for this study like the age of the mother, the gestation week, the number of gestations, the health of mother and baby, APGAR score for 1st and 5th minute, and gender of the babies. The babies were evaluated as a term (37-41 weeks+6 days), preterm (<37 weeks), and post-term (> 42 weeks). The age of the mother was divided into two categories: less than 35 years (<35) and more than 35 (>35) years.

It was placed in the tubes and kept at -20°C till the day of the experiment. For homogenization and solubilization, VC was added to 250 ml of PBS (pH 7.4)

containing 0.5% propylene glycol (Merck, Germany) and 2% sodium dodecyl sulfate (SDS). The solution was homogenized with a homogenizer at 4°C. The prepared homogenates were centrifuged at 4000 rpm for 10 min at 4°C. As a result, a solid layer of fat formed as the upper layer, and the liquid portion under the layer was carefully transferred to clean tubes and the samples were ready for analysis.

The levels of Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², and Ca⁺² elements in homogenized specimens were measured in a fully automatic autoanalyzer using a Siemens ADVIA 1800 Chemistry. The results of the test sample and the controls were calculated and reported based on the absorbance measurement during calibration. The levels of the other two elements Cu⁺² and Zn⁺² were analyzed on a flame photometer with Atomic Absorption Spectrophotometer (Perkin Elmer Analyst 800, USA).

Samples and calibration standards were diluted with 10% glycerol in a ratio of 1/2 for copper measurement¹⁷ and it is by diluting with 5% glycerol in a ratio of 1/4 for zinc measurement¹⁸. Standards for the samples were prepared using standards of 1000 mg/L commercial Cu⁺² and Zn⁺. The absorbance of unknown samples were calculated according to the standard curve.

Statistics: SPSS 16 program was used for the statistical analysis of results. The homogeneity of the groups was tested by Kolmogorov-Smirnov analysis and the Mann-Whitney U test method was chosen as the nonparametric test for comparison of the non-homogenous groups.

RESULTS

The average levels, standard deviation, and min-max values of elements Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², and Zn⁺ found in VC per gram in all cases are shown in Table 1. The VC element levels of male and female infants and their respective differences are shown in Table 2. According to this, in female infants, VC Ca⁺² (p <0.016) and Zn⁺² (p <0.024) levels were significantly higher than in male infants. The element levels of VC in infants (regardless of their gender) who were born from mothers of age groups above and below 35 are shown in Table 3. According to this, only the level of Cu⁺² in VC of the infants of mothers over age 35 showed a significant decrease (p <0.03). There was no significant difference between the element values of VC in infants of nulliparous and multiparous mothers (p > 0.05) as shown in Table 4.

In Table 2, only Zn and Ca elements show a significant difference (p <0.05) in element values between girls and boys. Zinc and calcium element amounts differ according to gender. It appears to be higher in female infants and lower in male infants. Na, Cl, K, Fe, Mg, Cu, Zn elements are similar in amount between the two genders.

There is a significant difference (p <0.05) only in Cu element between the elements of infants of mothers younger than 35 years old and above. Among the other analyzed elements, a remarkable difference appears in this element due to the age difference of the mothers. (Table 3).

Comparison according to the number of pregnancies was grouped as nulliparous mothers and multiparous mothers, and there was no significant difference (p <0.05) for any element value in Table 4.

Table 1. The average levels of Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺ elements/ per gram of VC tissue.

Çizelge 1. Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺ elementlerinin/ gram VC doku başına ortalama seviyeleri.

Elements							
*Na ⁺	*Cl ⁻	*K ⁺	**Fe ⁺²	**Mg ⁺²	**Ca ⁺²	**Cu ⁺²	**Zn ⁺²
12.01±58.40 (6.20-34.39)	10.46±1.08 (2.00-52.06)	1.84±0.54 (1.68-1.92)	78.19±5.48 (27.87-224.83)	67.07±3.31 (16.18-105.19)	864.52±32.62 (119.88-332.00)	14.69±2.14 (2.38-43.83)	11.59±1.59 (2.33-47.62)
n: 50	n: 47	n: 52	n: 48	n: 52	n: 52	n: 26	n: 34

*: mg/g tissue, **: ug/g tissue. All elements values were given as mean±standart error and min-max, n: subject number.

Table 2. The average levels of Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺² elements/ per gram VC tissue in a girl and a boy baby.

Çizelge 2. Kız ve erkek bebekte VC dokusunun gram başına ortalama Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe⁺², Mg⁺², Ca⁺², Cu⁺², Zn⁺² element seviyeleri.

	Newborn girls (n:23)	Newborn boys (n:29)	P values
*Na ⁺	11.63±0.55	12.46±0.94	0.992
*Cl ⁻	9.75±1.04	11.28±1.72	0.834
*K ⁺	1.84±0.01	1.84±0.01	0.244
**Fe ²⁺	67.87±7.51	77.54±4.88	0.126
**Mg ²⁺	73.18±5.05	62.22±4.25	0.092
**Ca ²⁺	961.94±40.83	824.46±39.56	0.016
**Cu ²	18.75±3.85	13.12±2.30	0.310
**Zn ²⁺	15.66±2.90	8.48±1.26	0.024

*: mg/g tissue, **: ug/g tissue. All elements values were given as mean±standart error and min-max, n: subject number.

Table 3. The element levels of VC in infants (regardless of their gender) taking birth from mothers of an age group above and below 35.

Çizelge 3. 35 yaş üstü ve altı annelerden doğan bebeklerde (cinsiyetinden bağımsız olarak) VK element düzeyleri

	Mothers age<35 years	Mothers age>35 years	P values	Mothers age<35 years
*Na ⁺	11.31±0.37 (n:37)	12.64±1.04(n:13)		0.167
*Cl ⁻	9.12±0.74 (n:36)	11.68±1.30(n:11)		0.070
*K ⁺	1.83±0.01 (n:39)	1.85±0.01 (n:13)		0.127
**Fe ²⁺	76.70±4.95 (n:36)	61.83±8.30 (n:12)		0.159
**Mg ²⁺	68.68±3.21 (n:39)	62.24±9.27 (n:13)		0.596
**Ca ²⁺	890.02±31.30 (n:39)	870.92±76.00 (n:13)		0.874
**Cu ²⁺	16.89±2.49 (n:15)	9.95±2.21 (n:8)		0.028
**Zn ²⁺	10.67±1.27 (n:23)	8.70±2.00 (n:11)		0.467

*: mg/g tissue, **: ug/g tissue. All elements values were given as mean±standart error and min-max, n: subject number, #: p<0,05 significance.

Table 4. The element values of VC in infants of nulliparous and multiparous mothers.

Çizelge 4. Nullipar ve multipar annelerin bebeklerinde VC element değerleri

	Infants of nulliparous mothers	Infants of multiparous mothers	P values
*Na ⁺	11.75±0.93 (n:9)	12.15±0.68 (n:41)	0.990
*Cl ⁻	8.60±1.77 (n:9)	18.88±1.26 (n:38)	0.267
*K ⁺	1.83±0.01 (n:9)	1.84±0.01 (n:43)	0.510
**Fe ²⁺	80.83±11.17 (n:8)	74.00±3.56 (n:40)	0.599
**Mg ²⁺	58.44±8.72 (n:9)	68.87±3.56 (n:43)	0.280
**Ca ²⁺	848.04±78.86 (n:9)	893.06±32.8 (n:43)	0.594
**Zn ²⁺	6.66±1.30 (n:7)	12.51±1.89 (n:27)	0.088

*: mg/g tissue, **: ug/g tissue. All elements' values were given as mean ± standard error and min-max, n: subject number, #: p<0,05 significance.

DISCUSSION

Each produced material is used for a purpose in biological organisms. And for this reason, VC has a protective barrier effect for babies. It protects the deep surface of the skin from external factors and infections; moisturizes the skin and contributes to wound healing. It also facilitates childbirth by providing lubrication during normal labor (Visscher & Narendran, 2014). Moreover, it protects the amniotic fluid from maceration and prevents the loss of fluid and electrolytes. Looking at the content of VC, it is seen that it contains 80% water, 10% protein and 10% lipid in the rest. (Meng et al., 2021).

The publications so far have focused particularly on the analysis of its lipid content. The lipid composition of VC includes fatty acids in triglycerides form as well as it contains ceramides, cholesterol, sterol esters, wax esters, dihydroxy wax esters, squalene, diacylglycerol, monoacylglycerol and phospholipids (Boiten et al., 2018).

Miková et al. (2014) reported that the number of wax esters and triacylglycerol was higher in newborn girls than boys when they examined lipid composition compared to the sexes. This shows that some structural molecules will be different according to sex. A similar situation was also observed in Ca²⁺ and Zn²⁺ levels of VC in boy and girl infants in this work. Also, the same differences seen in Cu²⁺ elements of VC of the infants who were born from mothers of age groups above and below 35 were found statistically significant. In addition, it was reported that the

hormonal level of the mother affects the chemical structure of the formation on the skin of the baby (Miková et al., 2014; Vavrušová et al., 2020).

In one of the studies, it was stated that estrogen has an accelerating effect and testosterone has a retarding effect on the formation of the skin barrier. Its protein content is quite diverse and more than two hundred proteins are mentioned among which the important ones are enzyme modulators, hydrolyses, proteases, structural proteins, cytoskeleton-forming proteins, calcium-binding proteins, and other carrier proteins and proteins acting on immunity and other signal molecules (Hanley et al., 1996; Harazim et al., 2018). When the literature is examined, it is seen that there are not enough studies on element contents. Therefore, in this study, it is thought that it would be appropriate to consider the elemental contents of VC such as Na⁺, Cl⁻, K⁺, Fe²⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺. When the VC element levels in male and female infants were examined, Ca²⁺ and Zn²⁺ VC levels in male infants were lower than in female infants. In addition to this, it was observed that the Cu²⁺ level in VC of infants taking birth from mothers below 35 years of age was significantly higher than that of infants taking birth from mothers above 35 years of age. From the obtained values, it is seen that the level of some elements in VC varies according to the sex of the child and the age of the mother. Since there is not enough data to discuss VC in terms of element levels, further studies on the element content of VC are recommended as a result of this study. The increase in water percentage, lipids,

enzymes, and peptides (e.g., glutamine as a trophic agent) aids in a neonatal wound and burn to healing. Therefore, researchers are testing the possibility of applying similar methods to adult wounds and skin-grafting of burns with associate layers of a similar structure as the vernix; moreover, vernix-based topical creams might demonstrate sufficient potency in treating epidermal wounds and augmenting stratum corneum repair and maturation in infants (Bamalan & Menezes, 2021).

As mentioned in another study, The ceramide substance prevents the skin from drying out and protects it from the formation of microbial infections, and they are essential lipids for the skin barrier function. Together with free fatty acids and cholesterol, they form a membranous structure that superficially surrounds the corneocytes in the stratum corneum. The level of barrier-forming lipids is significantly lower than in the stratum corneum, and the predominant components of vernix caseosa are apolar lipids. (Schlessinger et al., 2021). This molecular structure composition prevents and protects the skin from direct contact with the amniotic fluid during the fetal period, and facilitates the maturation of the epidermis. (Harazim et al., 2018; Rissmann et al., 2006; Youssef et al., 2001)

There are many birth plan variations that a mother-to-be can choose regarding her pregnancy, it is known that leaving the vernix caseosa on the newborn skin immediately after birth and leaving this substance on the skin of the newborn has health and well-being benefits. It is known how important it is, especially when considering the thermal need of newborns and the risk that may occur if this need is not met (Kusari et al., 2019). Vernix caseosa, which is formed at 21 weeks of pregnancy, continues to act as a bacteria-fighting and antimicrobial barrier even after birth. It helps to prevent possible infections that may occur after the birth process is completed. (Buyuk et al., 2021; Qiao et al., 2019). Another important role of this layer is to maintain the hydration of the newborn. As it is known, newborn skin is very sensitive and when exposed to weather conditions without adaptation at first, cracking of the lips, drying of the skin, and crusting may occur. It is very important to moisturize the skin to prevent such situations. (Shamloul & Khachemoune, 2021). If the vernix does not clear the caseosa and is left on the baby, the baby's skin can maintain hydration longer. Improved mother/infant bonding is also observed, as moist skin better perceives contact earlier than when the baby is bathed immediately. Therefore, it can also aid sucking and breastfeeding abilities. On a closer look at these attributes, the health benefits and probabilities in risk and reward associated with vernix caseosa and delayed bathing may be significant. (Cui et al., 2016; Herman, 2022; Sampah & Hackam, 2020).

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was supported by the individual research projects unit of Kahramanmaraş Sutcu Imam University.

Statement of Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Bamalan, O. A., & Menezes, R. G. (2021). Vernix Caseosa. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Boiten, W. A., Berkers, T., Absalah, S., Van Smeden, J., Lavrijsen, A. P., & Bouwstra, J. A. (2018). Applying a vernix caseosa based formulation accelerates skin barrier repair by modulating lipid biosynthesis. *Journal of lipid research*, *59*(2), 250-260.
- Buyuk, G. N., Oskovi-Kaplan, Z. A., Kahyaoglu, S., & Engin-Ustun, Y. (2021). Echogenic particles in the amniotic fluid of term low-risk pregnant women: does it have a clinical significance? *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, *41*(7), 1048-1052.
- Cui, L., Jia, Y., Cheng, Z. W., Gao, Y., Zhang, G. L., Li, J. Y., & He, C. F. (2016). Advancements in the maintenance of skin barrier/skin lipid composition and the involvement of metabolic enzymes. *Journal of Cosmetic Dermatology*, *15*(4), 549-558.
- Hanley, K., Rassner, U., Jiang, Y., Vansomphone, D., Crumrine, D., Komüves, L., Elias, P., Feingold, K., & Williams, M. (1996). The hormonal basis for the gender difference in epidermal barrier formation in the fetal rat. Acceleration by estrogen and delay by testosterone. *The Journal of clinical investigation*, *97*(11), 2576-2584.
- Harazim, E., Vrkoslav, V., Buděšinský, M., Harazim, P., Svoboda, M., Plavka, R., Bosáková, Z., & Cvačka, J. (2018). Nonhydroxylated 1-O-acylceramides in vernix caseosa. *Journal of lipid research*, *59*(11), 2164-2173.
- Herman, S. (2022). Optimizing Vernix Caseosa in Neonates. <https://nwcommons.nwciowa.edu/celebrationofresearch/2022/researchprojects2022/33/>
- Kusari, A., Han, A. M., Virgen, C. A., Matiz, C., Rasmussen, M., Friedlander, S. F., & Eichenfield, D. Z. (2019). Evidence-based skin care in preterm infants. *Pediatric dermatology*, *36*(1), 16-23.
- Meng, H., Yin, Y., Wu, W., Liu, Y., Li, L., Dong, Y., Fan, Y., Li, Y., & He, Y. (2021). Raman spectroscopic analysis of skin penetration and moisturizing effects of Bionics vernix caseosa cream compared with Vaseline. *Technology and Health Care*, *29*(S1), 327-334.

- Míková, R., Vrkoslav, V., Hanus, R., Háková, E., Hábová, Z., Doležal, A., Plavka, R., Coufal, P., & Cvačka, J. (2014). Newborn boys and girls differ in the lipid composition of vernix caseosa. *PloS one*, *9*(6), e99173.
- Qiao, W., Jia, T., Gu, H., Guo, R., Kaku, K., & Wu, W. (2019). A Novel Effect of Lipids Extracted from Vernix Caseosa on Regulation of Filaggrin Expression in Human Epidermal Keratinocytes. *Annals of Dermatology*, *31*(6), 611-620.
- Rissmann, R., Groenink, H. W., Weerheim, A. M., Hoath, S. B., Ponec, M., & Bouwstra, J. A. (2006). New insights into ultrastructure, lipid composition and organization of vernix caseosa. *Journal of investigative dermatology*, *126*(8), 1823-1833.
- Sampah, M. E. S., & Hackam, D. J. (2020). Dysregulated mucosal immunity and associated pathogenesis in preterm neonates. *Frontiers in immunology*, *11*, 899.
- Schlessinger, D. I., Patino, S. C., Syed, S. Y. B., & Sonthalia, S. (2021). Embryology, epidermis. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Shamloul, G., & Khachemoune, A. (2021). An updated review of the sebaceous gland and its role in health and diseases Part 1: Embryology, evolution, structure, and function of sebaceous glands. *Dermatologic Therapy*, *34*(1), e14695.
- Vavrušová, A., Vrkoslav, V., Plavka, R., Bosáková, Z., & Cvačka, J. (2020). Analysis of (O-acyl) alpha-and omega-hydroxy fatty acids in vernix caseosa by high-performance liquid chromatography-Orbitrap mass spectrometry. *Analytical and bioanalytical chemistry*, *412*(10), 2291-2302.
- Visser, M., & Narendran, V. (2014). Vernix caseosa: Formation and functions. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, *14*(4), 142-146.
- Youssef, W., Wickett, R. R., & Hoath, S. B. (2001). Surface free energy characterization of vernix caseosa. Potential role in waterproofing the newborn infant. *Skin research and technology*, *7*(1), 10-17.



'Skualen' Triterpeninin Somatik Mutasyonlar Üzerine Etkisinin *Drosophila melanogaster*'de *In vivo* Kanat Benek Testi ile Araştırılması

Hatice ÇELİK¹, Handan UYSAL^{2*}

¹Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı 25240 Erzurum, ²Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü 25240 Erzurum

¹<https://orcid.org/0000-0003-2531-6020>, ²<https://orcid.org/0000-0002-4290-8223>,

✉: hauysal@atauni.edu.tr

ÖZET

Sekonder metabolitlerin triterpenler grubuna ait olan ve bitkiler tarafından sentezlenen skualen (SKU) terpeni, antioksidan, antienflamatuar, antibakteriyel ve antikanserojen özellikleri nedeniyle kozmetik, ilaç ve gıda endüstrisi gibi farklı alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. SKU, alternatif tıp yöntemlerinde de sahip oldukları bioaktiviteler nedeniyle tercih edilmektedir. Bu çalışmada, farklı birçok alanda kullanılan ve temas ya da oral yollarla vücuda alınan SKU'nun doz-süre etkileşimine bağlı olarak olası genotoksik etkileri araştırılmıştır. Genetik alanında yapılan araştırmalarda önemli bir model organizma olan *Drosophila melanogaster*'in yabancıl ve mutant soyları kullanılmaktadır. SKU'nun genotoksik etkisi somatik mutasyon ve rekombinasyon testi (SMART) ile belirlenmiş ve *Drosophila melanogaster*'in *multiple wing hair (mwh)* ve *flare (flr³)* mutant soyları kullanılmıştır. Bu amaçla SKU'nun farklı konsantrasyonlarını (50, 100, 200 ve 400 ppm) içeren uygulama gruplarına ait verilerin analizi dimetilsülfoksit (DMSO) negatif kontrol grubu ile karşılaştırılarak istatistiki olarak değerlendirilmiştir. SMART sonucundan elde edilen verilere göre; klon indüksiyon frekansı DMSO kontrol grubunda 0.57 iken bu değer doz artışına bağlı olarak 50 ppm için 0.41; 100 ppm için 0.52; 200 ppm için 0.93 ve 400 ppm içinde 1.30 olarak belirlenmiştir. Klon indüksiyon frekansındaki bu artış SKU'nun somatik mutasyonları uyardığı ve genotoksik etki sergilediğinin göstergesi olarak kabul edilebilir.

Genetik

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 14.04.2022

Kabul Tarihi : 20.10.2022

Anahtar Kelimeler

Drosophila melanogaster

Genotoksisite

Somatik mutasyonlar

Terpenler

Investigation of the Effect of 'Squalene' Triterpene on Somatic Mutations in *Drosophila melanogaster* by *In vivo* Wing Spot Test

ABSTRACT

Squalene (SKU) terpene, which belongs to the triterpenes group of secondary metabolites and is synthesized by plants, is frequently used in different fields such as cosmetics, medicine and food industry due to its antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial and anticarcinogenic properties. SKU, are also preferred in alternative medicine methods because of their bioactivity. In this study, the possible genotoxic effects of SKU, which is used in many different areas and taken into the body by contact or oral route, were investigated depending on the dose-time interaction. Wild and mutant strains of *Drosophila melanogaster*, an important model organism, are used in research in the field of genetics. The genotoxic effect of SKU was determined by somatic mutation and recombination test (SMART) and *multiple wing hair (mwh)* and *flare (flr³)* mutant strains of *Drosophila melanogaster* were used. For this purpose, the analysis of the data of the application groups containing different concentrations of SKU (50, 100, 200 and 400 ppm) was statistically evaluated by comparing them with the dimethylsulfoxide (DMSO) negative control group. According to the data obtained from the SMART result; while the clone induction frequency was 0.57 in the DMSO control group, this value was 0.41 for 50 ppm depending on the dose increase; 0.52 for 100 ppm; 0.93 for 200 ppm and 1.30 for 400 ppm.

Genetic

Research Article

Article History

Received : 14.04.2022

Accepted : 20.10.2022

Keywords

Drosophila melanogaster

Genotoxicity

Somatic mutation

Terpenes

This increase in clone induction frequency can be considered as an indication that SKU induces somatic mutations and exhibits genotoxic effects.

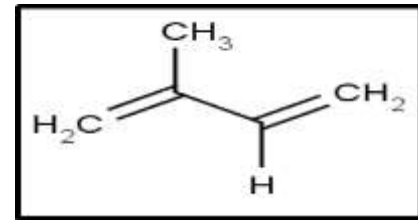
- Atıf Şekli:** Çelik, H., & Uysal, H., (2023) 'Skualen' Triterpeninin Somatik Mutasyonlar Üzerine Etkisinin *Drosophila melanogaster*'de *In vivo* Kanat Benek Testi İle Araştırılması. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3), 477-486. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1103555>
- To Cite :** Çelik, H., & Uysal, H., (2023). Investigation of the Effect of 'Squalene' Triterpene on Somatic Mutations in *Drosophila melanogaster* by *In vivo* Wing Spot Test. *KSU J. Agric Nat* 26 (3), 477-486. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1103555>

GİRİŞ

Bitkiler, canlılar için temel besin ve oksijen kaynağı olmasının yanı sıra tarihin çok eski devirlerinden beri çeşitli hastalıklara karşı tedavi edici olarak da kullanılmaktadır. Bitkilerin tedavi amaçlı kullanımlarının antik çağlara dayandığı, Çin, Hindistan, Mezopotamya, Amerika, Afrika ve Roma gibi farklı coğrafyadaki kültürlerin, kendi tarihsel gelişimleri içerisinde endemik bitkileri farklı şekillerde uyguladıkları bilinmektedir (Eichorn & Evert, 2016). Eski Mısır, Yunan ve Roma'da temelleri atılmış olan bitkilerle tedavi yöntemleri yüzyıllar boyunca kullanılmış ve geliştirilmiştir. 19. ve 20. yüzyılda bitkisel tedaviye yönelime bağlı olarak bitki bileşenlerinin sahip oldukları aktiviteler detaylı bir şekilde araştırılmaya başlanmıştır (Erdoğan, 2012). Çeşitli araştırmacılara göre, şifalı bitkiler ya da tıbbi bitkiler olarak da tanımlanan bu tür bitkiler sahip oldukları bileşenler ile antienflamatuar, antioksidan, antimutajen gibi farklı bioaktiviteler sergilerler (Dorman ve ark, 2004; Clark, 2009; Moon ve ark., 2011; Erdoğan, 2012). Etkinlikleri belirlenmiş bitki bileşenlerinin yararlı etkilerinden faydalanmak için hangi dozlarda kullanılması gerektiğine dair bilgiler de yapılan bu çalışmalarda sunulmaktadır. Yine yapılan incelemeler, tıbbi bitkilerde bulunan fonksiyonel bileşenlerin sentetik yollarla elde edilenlere göre daha etkili olduğunu da göstermiştir (Öztürk ve ark., 2012).

Özellikle son yıllarda sentetik ürünlerin kullanımından uzaklaşmak isteyen kişilerin bioaktif bileşenlere sahip olan bitkilere ilgilerinin arttığı görülmektedir (Dağcı & Dığrak, 2005; Ahıskaloğlu, 2007). Bu bitki bileşenleri bitkilerin kök, çiçek, yaprak gibi kısımlarından elde edilen sekonder metabolitlerdir ve buldukları canlının yaşamsal işlevleri için birincil derece ilişkili olmamakla birlikte (Erdem & Eren, 2009) tuzluluk, UV ışınları, kuraklık gibi çevresel stres şartlarına uyum sağlamasında (Sökmen & Gürel, 2001), yabancı türlere karşı mücadelesinde (Verpoorte ve ark., 1999), bakteriyel ya da fungal patojenlere karşı geliştirilen savunma mekanizmalarında (Osborn, 1996), tozlaşma ve simbiyotik ilişkilerin kurulmasında rol almaktadırlar (Briksin, 2000). Bu metabolitler alternatif tıp dışında gıda, ilaç, kozmetik sanayi gibi farklı endüstriyel alanlarda da kullanılmaktadırlar.

Sekonder metabolitler içerisinde tanımlanan bileşenlerin en yaygın olanlarından birisi terpenlerdir. Terpenler izopren birimlerinden oluşurlar (Şekil 1) ve içerdikleri izopren birim sayısına göre monoterpen, seskiterpen, diterpen, triterpen tetraterpen ve politerpen olarak sınıflandırılırlar.

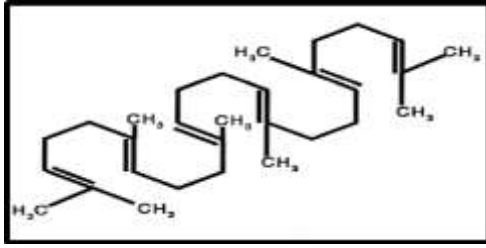


Şekil 1. İzopren biriminin yapısı
Figure 1. Structure of the isoprene unit

Sekonder metabolitlerin bu grubu antialerjik, antioksidan, antienflamatuar, antimikrobiyal, antikanser ve antidiyare gibi aktiviteleri ile solunum, sinir, üriner ve özellikle karaciğer ile ilgili sindirim sistemi hastalıklarında, viral enfeksiyonlarda, onkoloji alanında ve immün sistemin güçlendirilmesinde farklı terpenler tercih edilmektedir (Güçlü & Yüksel, 2017). Hem tıbbi olarak hem de farklı endüstriyel alanlarda kullanılan Skualen (SKU) metaboliti altı izopren biriminden (C₃₀H₅₀) oluşan bir triterpendir (Şekil 2). SKU, amarant çiçeği, zeytin, buğday tohumu, pirinç kepeği gibi farklı ürün gruplarından bitkisel kökenli olarak elde edilebildiği gibi köpekbalığı karaciğer yağında da bulunmaktadır. Farklı araştırmacılara göre, SKU antibakteriyel (Gupta ve ark., 2009), antihiperglisemik (Edwin ve ark., 2006), antifungal (Alanis-Garza ve ark., 2007), analjezik, antienflamatuar (Elumalai ve ark., 2012), antioksidan ve nöroprotektif (Rani ve ark., 2012) etkilere sahiptir. Ancak terpenlerin bu aktivitelerinden faydalanılabilmesi amacıyla hazırlanan tıbbi çay, standardize edilmiş şurup, tablet, kapsül draje, pomad, krem, şampuan, sabun olarak piyasada bulunan ürünlerin bilinçli ve uygun dozlarda kullanılması gerekmektedir.

Aksi takdirde istenmeyen durumlarla karşılaşılabilceği de çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Calixto, 2000; Valerio & Gonzales, 2005). Ürünlerin içeriğinde bulunan farklı bitkisel bileşenlerin alerjik reaksiyon, mide rahatsızlıkları ve

baş ağrısı gibi bir takım yan etkilere sebep olabileceği, kişiler tarafından kullanılan ilaçlarla etkileşebileceği, ayrıca sürekli kullanım durumunda doz aşımına bağlı olarak terpenlerin toksik hatta genotoksik etkili olduğu da daha önce yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Morton ve ark., 1995; Shah ve ark., 1996; Saltan, 2012). Benzeri olumsuz etkiler SKU triterpeni için de gözlenmiş ve yüksek konsantrasyonlarda akut toksisiteye sebep olduğu Huang ve ark. (2009) tarafından gözlenmiştir.



Şekil 2. Skualenin kimyasal yapısı
Figure 2. Chemical structure of squalene

Oldukça geniş bir şekilde endüstriyel alanda ve alternatif tıp yöntemlerinde tercih edilen terpenlerin olumsuz bioaktivitelerinin bulunduğu dair bilgilerden yola çıkılarak, model bir organizma olan *D. melanogaster*'de SKU'nun genotoksik etkili olup/olmadığı Somatik Mutasyon ve Rekombinasyon Testi (SMART) ile araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Kullanılan Kimyasal Maddeler

Çalışmada genotoksik etkilerinin belirlenmesi için kullanılan SKU triterpeni (2,6,10,15,19,23 heksametil-2,6,10,14,18,22-tetrakosaheksaen, Cas No: 111-02-4), SKU'nun çözücüsü olan dimetil sülfoksit (DMSO: % 99.5, CAS No. 67-68-5) ile mutajenik etkili olan ve genotoksisite çalışmalarında pozitif kontrol olarak tercih edilen etil metansülfonat (EMS: CAS No.62-50-0) Sigma-Aldrich Şirketi'nden (St Louis, Missouri, ABD), Drosophila Instant Medium (DIM, Formül 4-24) ise Carolina Biyolojik Tedarik Şirketi'nden (2700 York Road, Burlington, ABD) satın alınmıştır. Çalışma kapsamında Standart Drosophila besiyeri (SDB) ile kanat preparatlarının hazırlanması ve ergin bireylerin eterizasyonu için kullanılan agar agar, dietil eter, propionik asit, gliserol, kloral hidrat, arap zıncığı, entellan, etil alkol gibi kimyasal maddeler de yine Sigma-Aldrich (St Louis, MO, USA) şirketinden temin edilmiştir.

Kullanılan *Drosophila* Soyları

Mendel genetiği alanında sürdürülen genotoksisite çalışmaları, farklı model organizmalar ile yapılmaktadır. Bu organizmaların en önemlilerinden birisi olan *D. melanogaster* Meigen, 1830 (meyve/sirke sineği) Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji

Bölümü, Genetik Araştırma Laboratuvarı'nda uzun yıllardan beri kendileştirilmiş genetik olarak homozigot, hiçbir mutant karakter taşımayan yabancıl bir laboratuvar stoğudur. Bu çalışmada kullanılan mutant soylar ise *D. melanogaster*'in normal metabolik aktiviteye sahip *multiple wing hair (mwh)* ile *flare (flr^s)* soylarıdır ve diğer yabancıl soylar gibi Genetik Araştırma Laboratuvarı'nda uzun yıllardan beri kendileştirilerek yaşatılmaktadır. *mwh* mutant soyunda bulunan *mwh* resesif geni, III. kromozomun telomere yakın kısmında (3-0.3) bulunmaktadır. *flr^s* geni de yine III. kromozomda sentromere yakın (3-38.8) yer almaktadır ve bu gen homozigot resesif durumda embriyoda letaliteye sebep olduğu için ergin bireyler oluşmamaktadır. *flr^s* geninin embriyonik letal etkisinden dengeleyici bir kromozom olan TM3 kromozomu ile heterozigotluk sağlanarak korunmakta ve embriyonun kanat imajinal disklerinden mutant kanat hücrelerinin gelişimi sağlanmaktadır. Ayrıca dengeleyici TM3 kromozomunda bulunan BdS geni, mutant bireyin kanat kenarlarının testere dişi şeklinde fenotip göstermesine neden olmaktadır. Fenotipik olarak yuvarlak-kırmızı gözlü, uzun kanatlı ve kahverengi vücutlu olan mutant soylarda (Şekil 3a ve 3b) resesif belirleyici genler kanat kıllarının (trikom) şeklinde değişikliğe sebep olmaktadır. *mwh* geni, fenotipte normal kanat (Şekil 3a) ve hücre başına bir kanat kıllı yerine çoklu kanat kıllarını oluştururken (Şekil 4a) *flr^s* geni sineklerin testere dişi şeklinde kanatlara (Şekil 3b) ve kanatlarındaki normal, düz ve uzun kıllar yerine körelmiş, amorfik kıl (Şekil 4b) oluşmasına sebep olmaktadır (Graf ve ark., 1998).

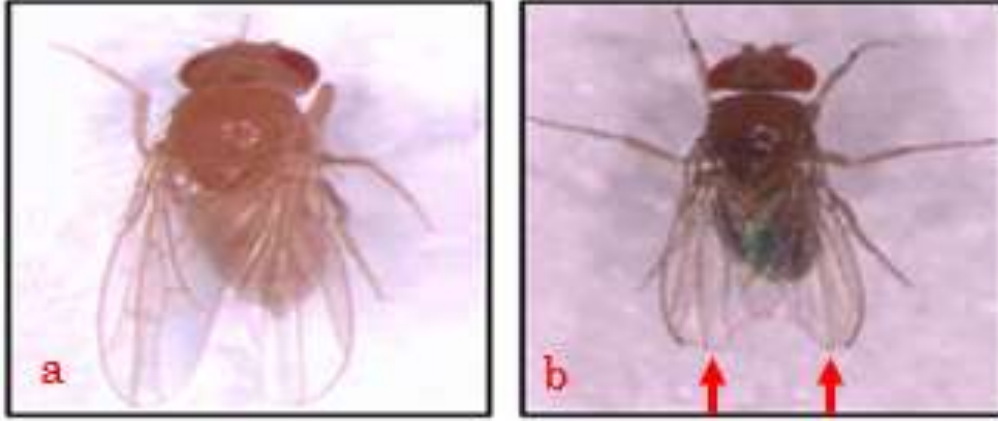
Somatik Mutasyon ve Rekombinasyon Testinin Yapılışı (SMART)

Bu test için öncelikle *mwh* ve *flr^s* mutant türlerine ait erkek ve dişi bireylerin sayısını artırmak için ön çaprazlamalar yapılmıştır. Hazırlanan kültür şişelerine *flr^s* ve *mwh* türleri ayrı ayrı konulmuş ve çaprazlamalar gerçekleştirilmiştir. Çaprazlamalar sonucunda metamorfozu tamamlayan 1-3 günlük (72±4 saatlik) aynı yaşlı *flr^s* ve *mwh* ergin bireyleri, 4'er saatlik periyotlar halinde henüz çiftleşmeden toplanmıştır. Daha sonra çalışma kapsamında kullanılacak olan trans-heterozigot larvaların elde edilmesi için 40 *flr^s* dişi ve 40 *mwh* erkek kullanılarak yeni çaprazlamalar yapılmıştır.

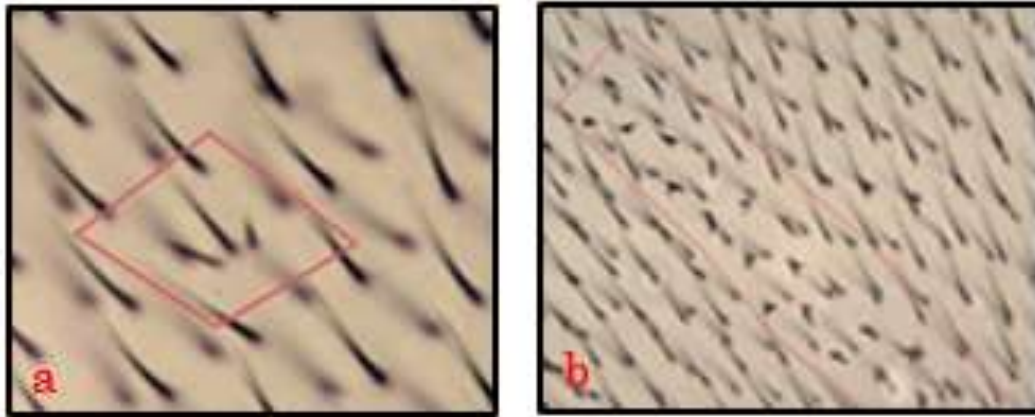
SMART için de iki farklı deney seti hazırlanmıştır. İlk deney setinde SKU'nun çözücüsü olan %1'lik DMSO ve distile suyla hazırlanan negatif kontrol grupları ile etil metansülfonat (1 ppm EMS) pozitif kontrol grubu bulunmaktadır. Diğer deney seti ise farklı konsantrasyonlarda SKU içeren (50, 100, 200 ve 400 ppm) uygulama gruplarıdır. Yapılan ön denemelerde 50 ppm'den daha düşük uygulamalarda genotoksik etki gözlenmezken 400 ppm'den yüksek

uygulamalarda larvaların yaşama oranı düştüğü için kanat preparatı hazırlayacak kadar ergin birey elde edilememiştir. Bu nedenle 50 ppm'den daha düşük ve 400 ppm'den daha yüksek konsantrasyonlar ile çalışılmamıştır. Kontrol ve uygulama gruplarına ait kültür şişelerine, 100'er üçüncü evre trans-heterozigot larva konulmuş ve larvalar başkalaşımını

tamamlayıp ergin birey haline gelinceye kadar ısıtmalı-soğutmali etüvlerde muhafaza edilmiştir. Larvalardan hayat devrini tamamlayıp ergin hale gelen bireyler normal kanatlı ve serrat kanatlı ayrımları yapılarak toplanmış ve kanat preparatlarının hazırlanması için %70'lik etil alkol içeren ependorf tüpleri içerisinde +4°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3a. *mwh* genotipli bireylerde normal kanat yapısı, b. *flr³* genotipli bireylerde testere dişi kanat yapısı (10x40)
Figure 3a. Normal wing structure in individuals with *mwh* genotype, b. Sawtooth wing structure in individuals with *flr³* genotype (10x40)



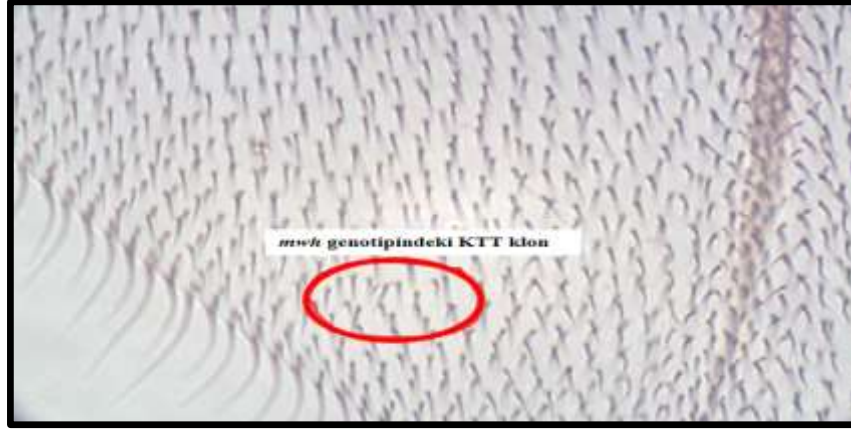
Şekil 4a. *mwh* genotipli bireylerde çoklu kanat kılları (10x100), b. *flr³* genotipli bireylerde körelmiş ve amorfik kanat kılları (10x40)
Figure 4a. Multiple wing hairs in individuals with the *mwh* genotype (10x100), b. Amorphous wing hairs in individuals with *flr³* genotype (10x40)

Daha sonra ergin sinekler çukur lamda faure solüsyonuna alınarak binoküler mikroskop altında ince uçlu pensler ile onlara ait kanatlar vücuda bağlandığı yerden ayrılarak kanat preparatları hazırlanmıştır. Her bir bireyin kanatları çiftler halinde yan yana gelecek şekilde lam üzerinde belirli aralıklarla dizilmiş ve lam üzerine ortalama 80 adet kanat yerleştirildikten sonra preparatlar bir gün kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan preparatlara bir iki damla entellan damlatılarak üzerlerine lamel kapatılıp daimi preparatlar hazırlanmıştır. Tüm preparatlar Boeco marka digital kameralı trinoküler ışık mikroskobu ile incelenmiş ve belirlenen mutant hücre klonları tekli ve ikili benekler şeklinde gruplandırılmıştır. SMART yönteminden elde edilen

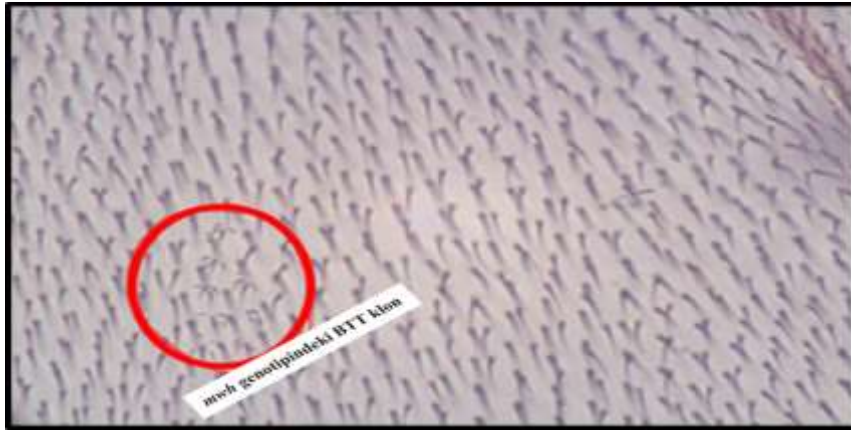
sonuçların istatistiksel analizi de Microsta bilgisayar programı ile yapılmıştır. Microsta ile hesaplanan orijinal ve alternatif hipotezlerin sonuçları, Frei & Würzler (1988)'in çoklu karar prosedürüne göre değerlendirilmiştir.

BULGULAR

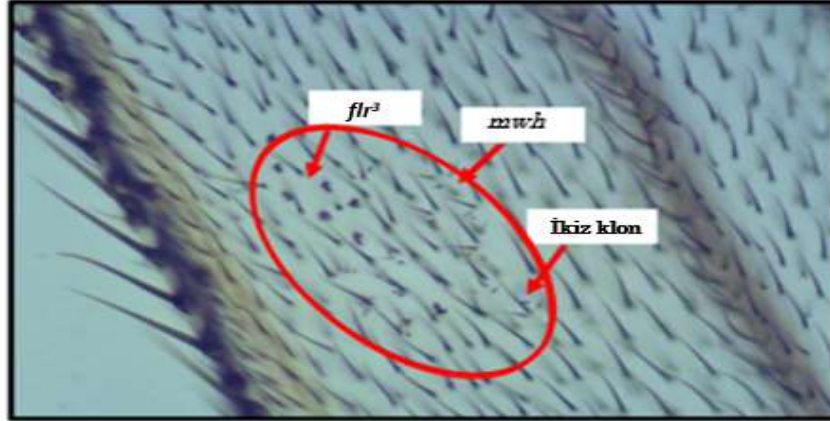
Çalışma kapsamında hem uygulama hem de pozitif ve negatif kontrol gruplarına ait preparatlar incelenerek mutant klonların tipleri ve sayıları kayıt altına alınmıştır. Gözlenen mutant klonlar *mwh* fenotipinde küçük tek tip (KTT) (Şekil 5), *flr³* veya *mwh* fenotipinde büyük tek tip (BTT) (Şekil 6) ve hem *mwh* hem de *flr³* hücrelerini birlikte içeren ikiz klonlardır (Şekil 7).



Şekil 5. Küçük tek tip *mwh* mutant klonların mikroskoptaki görünümü (10x40)
Figure 5. Microscopic view of small single *mwh* mutant clones (10x40)



Şekil 6. Büyük tek tip *mwh* mutant klonların mikroskoptaki görünümü (10x40)
Figure 6. Microscopic view of large single *mwh* mutant clones (10x40)



Şekil 7: İkiz mutant klonların mikroskoptaki görünümü (10x40)
Figure 7. Microscopic view of twin mutant clones (10x40)

Yapılan incelemelerde distile su ve DMSO negatif kontrol gruplarında sırasıyla 8 ve 9 KTT, DMSO kontrol grubunda ise yalnızca 2 BTT gözlenirken hiç ikiz klon gözlenmemiştir. Distile su ve DMSO negatif kontrol gruplarında KTT ve BTT, ikiz, toplam Σ *mwh* ve Σ klon için gözlenen değerler birbiriyle karşılaştırıldığı zaman sonuç istatistiki olarak ya negatif (-) ya da önemsiz (i) etkili bulunmuştur. EMS pozitif kontrol grubunda ise tüm mutant klonların

sayısında artış gözlenmiştir ve bu sonuçlar negatif kontrol gruplarına ait sonuçlar ile karşılaştırıldığı zaman aradaki fark istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir (Çizelge 1).

SKU'nun uygulama gruplarına ait veriler ise DMSO negatif kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. SKU'nun en düşük uygulama grupları olan 50 ve 100 ppm'de normal kanat fenotipi için sırasıyla 8 KTT ve 10 KTT klon gözlenmiş ve yine sırasıyla Σ klon frekansları 0.10

ve 0.12 olarak bulunmuştur. Bu iki uygulama grubuna ait verilerin istatistiksel analiz sonuçları $p>0.05$ düzeyinde negatif (-) ya da önemsiz etkili (i)'dir. Diğer bir uygulama grubu olan 200 ppm'de 17 KTT, 1 BTT klon olmak üzere toplam 18 mutant klon görülmüştür. En yüksek uygulama grubu olan 400 ppm'de ise toplamda 25 mutant klon incelenmiş olup ve bu klonların 21'i KTT, 3'ü BTT ve 1 tanesi de ikiz klondur. 200 ve 400 ppm uygulama gruplarının Σ klon frekansları ise sırasıyla 0.22 ve 0.31 olarak

belirlenmiştir. 200 ppm uygulama grubuna ait veriler, DMSO kontrol grubu ile karşılaştırıldığı zaman KTT, BTT ve Σmwh için aradaki fark önemsiz (i) etkili olarak değerlendirilmiştir ($p<0.05$). 400 ppm uygulama grubuna ait KTT ve Σmwh klon sonuçları DMSO kontrol grubu ile karşılaştırıldığı zaman ise aradaki fark pozitif etkili (+) bulunmuştur. En düşük uygulama grubu olan 50 ppm'de KİF değeri 0.41 olup artan konsantrasyona bağlı olarak bu değer 400 ppm'de 1.30'a kadar yükselmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Skualen uygulama gruplarına ait SMART bulguları ve istatistiki analiz sonuçları
Table 1. SMART findings and statistical analysis results of squalene application groups

Kontrol ve uygulama grupları (ppm)	Kanat sayı	KTT klon (m = 2)			BTT klon (m = 5)			İkiz klon (m = 5)			Σmwh klon (m = 2)			Σ klon (m = 2)			Klon indüksiyon frekansı (KİF)
		No	Fr.	D	No	Fr.	D	No	Fr.	D	No	Fr.	D	No	Fr.	D	
(mwh/flr⁹) Normal kanat																	
Distile su	80	8	(0.10)	0	(0.00)	0	(0.00)	8	(0.10)	8	(0.10)	0.41					
DMSO (%1)	80	9	(0.11)	i	2	(0.02)	i	0	(0.00)	-	11	(0.13)	i	11	(0.13)	i	0.57
EMS (1 ppm)	80	24	(0.30)	+	8	(0.10)	i	6	(0.07)	+	32	(0.40)	+	38	(0.47)	+	1.97
50 ppm	80	8	(0.10)	i	0	(0.00)	-	0	(0.00)	-	8	(0.10)	i	8	(0.10)	i	0.41
100 ppm	80	10	(0.12)	i	0	(0.00)	-	0	(0.00)	-	10	(0.12)	i	10	(0.12)	i	0.52
200 ppm	80	17	(0.21)	i	1	(0.01)	i	0	(0.00)	-	18	(0.22)	i	18	(0.22)	i	0.93
400 ppm	80	21	(0.26)	+	3	(0.03)	i	1	(0.01)	i	24	(0.30)	+	25	(0.31)	+	1.30
(mwh/TM3) Serrat kanat																	
Distile su	80	7	(0.08)	0	(0.00)	7	(0.08)	7	(0.08)	0.36							
DMSO (%1)	80	8	(0.1)	i	1	(0.01)	i	9	(0.11)	i	9	(0.11)	i	9	(0.11)	i	0.46
EMS(1 ppm)	80	19	(0.4)	+	10	(0.12)	+	29	(0.36)	+	29	(0.36)	+	29	(0.36)	+	1.51
50 ppm	80	4	(0.05)	-	0	(0.00)	-	4	(0.05)	-	4	(0.05)	-	4	(0.05)	-	0.20
100 ppm	80	7	(0.08)	i	0	(0.00)	-	7	(0.8)	i	7	(0.08)	i	7	(0.08)	i	0.36
200 ppm	80	8	(0.10)	i	0	(0.00)	-	8	(0.10)	i	8	(0.10)	i	8	(0.10)	i	0.41
400 ppm	80	11	(0.13)	i	0	(0.00)	-	11	(0.13)	i	11	(0.13)	i	11	(0.13)	i	0.57

KTT: küçük tek tip, BTT: büyük tek tip, No: mutant klon sayısı, Fr: mutasyon frekansı, +: pozitif, -: negatif, i: önemsiz, m: tesir faktörü.

Uygulama gruplarının serrat kanat fenotipine ait veriler incelendiğinde mutant klon sayısında kontrol gruplarına kıyasla anlamlı bir artış olmadığı gözlenmiştir. Şöyle ki; en düşük uygulama grubu olan 50 ppm'de yalnızca 4 KTT klon, en yüksek uygulama grubu olan 400 ppm'de ise 11 KTT klon görülmüştür. Uygulama gruplarının hiç birisinde BTT gözlenmemiştir. Uygulama grupları ile DMSO kontrol grupları arasındaki fark KTT, Σmwh klon ve Σ klon bakımından önemsiz etkili (i) bulunmuştur (Çizelge 1). Konsantrasyon artışına bağlı olarak her ne kadar mutant klon sayısında bir artış olsa da tüm uygulama gruplarına ait KTT, BTT klon tiplerinde sonuçlar negatif (-) ya da önemsiz etkili (i) olarak bulunmuştur. Serrat kanat fenotipine ait KİF değerleri ise sırasıyla 0.20; 0.36; 0.41 ve 0.57'dir (Çizelge 1).

TARTIŞMA

Sekonder metabolitlerin bir grubu olan terpenler, farklı bitkilerden doğal olarak elde edilip hem bilimsel hem de ekonomik yönden değerlendirilmektedir. Terpenler ilaç hammaddesi ve pigment olarak eczacılıkta, katkı maddesi, lezzet verici ve boya olarak gıda üretiminde, pestisit olarak ziraat ve hayvancılıkta, renk ve koku verici madde olarak kozmetik sektöründe (Hammer ve ark., 1999; Mouhsen, 2004), farklı bioaktivitelerine göre de diyabet, damar tıkanıklığı, alzheimer, kanser gibi oksidatif stres kaynaklı hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Kırbağ & Bağcı, 2000; Arica, 2017). Ancak terpenlerin doz-süre etkileşimine dikkat edilmeden, önerilen miktarların dışında kullanımlarına bağlı olarak toksik, genotoksik

ve mutajenik etkili olabileceği de birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Stammati ve ark., 1999; İpek ve ark., 2005). *Litsea cubeba* (dağ biberi)'nin içermiş olduğu neral, geranial, sitral ve limonen gibi metabolitler farelere oral olarak, deri ve solunum yoluyla uygulandığında mikronükleus oluşumuna ve kromozomal aberasyonlara sebep olmuştur (Luo ve ark., 2005). Maymun hücrelerine uygulanan kafur, okaliptol ve tujon terpenlerinin apoptoza, terpinen metabolitinin DNA kırılmalarına ve metil öjenolün de sıçanlarda karaciğer, akciğer, mesane, kemik iliği ya da böbrek dokusunda DNA hasarına neden olduğu gösterilmiştir (Ding ve ark., 2011). Monoterpenler grubuna ait olan ve boğmaca, öksürük, sinir sistemi zafiyeti, romatizma ve bağırsak hastalıklarına karşı özellikle çay olarak kullanılan timol ve karvakrol metabolitlerinin sıçan kemik iliği hücrelerinde yapısal ve sayısal kromozom anormalliklerini uyardıkları ve mitotik indeksi doza bağlı olarak azalttıkları tespit edilmiştir (Azirak & Rencüzoğulları, 2008). Yine Büyükleyla ve Rencüzoğulları (2009), timolün yapısal kromozomal anormalliklerini, kardeş kromatid değişimlerini ve mikronükleus oluşumunu uyardığını, aynı zamanda replikasyon indeksini ve mitotik indeksi azaltarak sitotoksositeye neden olduğunu bildirmiştir.

Dianthus caryophyllus (karanfil), *Thymus vulgaris* (kekik), *Cinnamomum verum* (tarçın) ve *Zingiber officinale* (zencefil) gibi bitkilere ait timol, gingerol, öjenol, mirsen, metil öjenol terpenlerinin köpek kemik iliği mezenkimal hücreleri ve enterosit hücrelerinde (ince bağırsak mukozasının epitelinde bulunan emme hücreleri) toksik etki sergilediği Ortega ve ark. (2016) tarafından gösterilmiştir. Benzeri toksik etkiler öjenol, beta-karyofilen, metil öjenol ve humulen gibi terpenlerin, insanlar tarafından kullanımlarına (8-10 ml) bağlı olarak karaciğer yetmezliği şeklinde gözlenmiştir (Eisen ve ark., 2004). Tıbbi ve farmakolojik olarak çeşitli uygulamalarda kullanılan *Artemisia absinthium* (pelin otu) bitkisine ait tujon, timol, pinen, karyofilen gibi metabolitlerin *Saccharomyces cerevisiae* D7 suşunda mutajenik ve toksik etkili olduğu ayrıca mitokondriyal DNA'da mutasyona sebep olduğu da Bakkali ve ark. (2005) tarafından bildirilmiştir. Timolün fare beyin asetilkolinesteraz (AChE) enzimi üzerinde önemli bir artışa neden olduğu, özellikle 20 ve 40 mg/kg timol uygulanan farelerde sodyum-potasyum pompası (Na⁺, K⁺, ATPaz) aktivitesinin inhibe edildiği de belirlenmiştir (Baldissera ve ark., 2018).

Diterpenlerin bir çeşidi olan dehidroabietik asit, balıklarda karaciğer fonksiyon bozukluğu, hemoliz ve sarılığa neden olmuştur (Bushnell ve ark., 1985). Dehidroabietik asit ve abietik asitin olası ömür uzunluğu ve gelişim toksisitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir başka çalışmada, bu metabolitlerin artan konsantrasyona bağlı olarak (0.25-8 mg/L) *Daphnia magna* Straus, 1820 (su piresi)'de hayatta

kalma süresini kısalttığı, akut ve kronik toksisite geliştirdiği ve ayrıca total vücut büyüklüğünde küçülmenin meydana geldiği gözlenmiştir (Kamaya ve ark., 2005). Diğer bir diterpen çeşidi olan retinolün yüksek konsantrasyonlarda tüketilmesi sonucu karaciğerde enfeksiyon ve tümör oluşumu gibi metabolik bozukluklara neden olduğu Rajoshok ve Sumathi (2015) tarafından gösterilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada da retinol ve abietik asitin toksik etki göstererek *D. melanogaster*'in dişi ve erkek popülasyonlarının yaşam süresini kısalttığı belirlenmiştir (Uysal & Oruç, 2018; Çelik & Uysal, 2020).

Birçok sağlık ve kozmetik ürünlerinde doğal bir bileşen olarak kullanılan guazilen ve azulen seskiterpenlerinin *Salmonella typhimurium*'da mutajenik olduğu Struwe ve ark. (2011) tarafından bildirilmiştir. Guazilenin doz-süre etkileşimine bağlı olarak *D. melanogaster*'in dişi ve erkek popülasyonlarında ömür uzunluğunu kısalttığı ve somatik mutasyonları uyararak genotoksik etki gösterdiği (Çelik & Uysal, 2019), yine guazilen ile abietik asitin insan lenfosit hücrelerinde mikronükleus frekansında artışa neden oldukları ve konsantrasyon artışına bağlı olarak sitotoksik ve genotoksik aktivite sergiledikleri de tespit edilmiştir (Çelik & Uysal, 2020). Edwards ve ark. (2016), astaksantin tetraterpeninin artan konsantrasyonuna bağlı olarak (40, 200, 1000 mg) dişi farelerde iyi huylu, hepatoselüler adenom oranında artışa neden olduğunu göstermişlerdir. Azqueta ve Collins (2012) tarafından yapılan farklı bir çalışmada da astaksantin ve zeaksantin terpenlerinin pro-oksidan aktivite ile yüksek konsantrasyonlarda insan periferik hücrelerinde, fare, sıçan, beagle köpekleri ve bir çeşit kemirgen olan gerbil (*Pachyromys duprasi* Lataste, 1880)'de DNA hasarına neden oldukları gözlenmiştir.

Yapılan tüm bu çalışmalarda ortak görüş, farklı grup terpenlerin artan konsantrasyonu ve kullanım süresinin, oksidatif stresi ve genotoksik etkiyi uyardığı yönündedir (Chang ve ark., 2014). Vücut içerisinde bulunan ve canlı dokularda kontrollü ve sürekli olarak üretilen oksijen radikalleri ile antioksidanların normal düzeyde tutulabilmesi için antioksidan savunma sistemleri bulunmaktadır. Diğer birçok canlıda olduğu gibi *Drosophila*'da da katalaz, süperoksit dismutaz, indirgenmiş glutatyon, glutatyon redüktaz gibi antioksidan enzimleri oksidanları nötralize etmede yetersiz kaldığında, oksidan/antioksidan arasındaki denge oksidanların lehine bozulmaktadır. Ortaya çıkan bu durum da oksidatif stres olarak tanımlanan doku hasarına yol açmaktadır. Clarkson ve Thompson (2000)'a göre, lipid, protein, karbonhidrat ve nükleik asit gibi makromoleküllerde meydana gelen reaksiyonel hasarlar oksidatif strese sebep olmaktadır. Hücre yapısında serbest radikallerin neden olduğu lipid

peroksidasyonu sonucunda başlayan ve birbirini takip eden zincirleme reaksiyonlar ile organizmada oluşan hasarlar, hücresel düzeyde DNA mutasyonlarına ve ilerleyen süreçte kanser ve genetik hastalıklara yol açabilmektedir (Marnett, 2002). Serbest radikallerden etkilenebilen diğer bir grup ise proteinlerdir. Aminoasitlerde meydana gelen yanlış bağlanma ve yanlış katlanmalar DNA mutasyonlarına, baz modifikasyonlarına, RNA'da yanlış kodlama ve yanlış eklemelere neden olabilmektedir (Davies & Goldberg, 1987).

SMART testinde gözlenen tek tip klonlar DNA'da nokta mutasyon, delesyon, translokasyon, kromozom kaybı ya da kromozom ayrılmaması ve mitotik rekombinasyon, ikiz klonlar ise sadece mitotik rekombinasyon ile oluşmaktadır. "Farklı konsantrasyonlarda SKU'ya maruz kalan transheterozigot larvaların imajinal disk hücre gruplarında farklı genetik mekanizmalardan kaynaklanan KTT, BTT ve ikiz klonlar, oksidatif stres sonucu indüklenen somatik mutasyonların fenotipe yansımalarıdır" diyebiliriz. Bize göre, "bu çalışmada SKU terpeninin konsantrasyon artışı, metabolik yollarda bozukluklara ve hasar birikimine neden olarak somatik hücrelerde genotoksik aktiviteye dayalı mutant klonların oluşumunu indüklemiştir". Sunulan bu çalışmadan elde edilen tüm veriler, hücre bölünmesi sırasında SKU terpeninin genomik stabilite için ket vurucu ajan olduğunu ve kromozomal aberasyonlara yol açtığını göstermektedir. Uygulama gruplarına ait %KİF oranlarında kontrol gruplarına göre gözlenen artış bizim bu görüşümüzü destekler niteliktedir (Çizelge 1).

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi -FHD-2019-7000- kodu ile desteklenen Hatice ÇELİK'in "***Drosophila Melanogaster*'de Doz-Süre Etkileşimine Bağlı Olarak Terpenlerin In Vivo Toksik ve Genotoksik Etkilerinin Belirlenmesi**" adlı Yüksek Lisans Tez Projesi olup, tezin gerçekleştirilmesine maddi destek sağlayan Atatürk Üniversitesi BAP birimine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Ahıskahoğlu, A. (2007). *Anemone narcissiflora Bitkisinin Karakterizasyonu ve Biyolojik Aktivitesinin İncelenmesi*. (Tez No:20012)[Yüksek

- Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Alanis-Garza, B.A., González-González, G.M., Salazar-Aranda, R., Waksman De Torres, N. & Rivas-Galindo, V.M., (2007). Screening of antifungal activity of plants from the northeast of Mexico. *Journal Ethnopharmacology*, 114, 468-471.
- Arıca, Ş.Ç. (2017). Yaşlanma ve alglerin anti-gerontolojik etkileri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4), 469-474.
- Azirak, S. & Rencuzogullari, E. (2008). The *in vivo* genotoxic effects of carvacrol and thymol in rat bone marrow cells. *Environmental Toxicology*, 23(6), 728-735.
- Azqueta, A. & Collins, A.R. (2012). Carotenoids and DNA damage. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 733(1-2), 4-13.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Zhiri, A. & Idaomar, M. (2005). Cytotoxicity and gene induction by some essential oils in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 585(1-2), 1-13.
- Baldissera, M.D., Souza, C.F., De Matos, A.F.I.M., Doleski, P.H., Baldisserotto, B., Da Silva, A.S. & Monteiro, S.G. (2018). Blood-brain barrier breakdown, memory impairment and neurotoxicity caused in mice submitted to orally treatment with thymol. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 62, 114-119.
- Briksin, D.P. (2000). Medicinal plants and phytomedicines. *Linking Plant Biochemistry and Physiology to Human Health. Plant Physiology*, 124(2), 507-514.
- Bushnell, P.G., Nikinmaa, M. & Oikari, A. (1985). Metabolic effects of dehydroabietic acid on rainbow trout erythrocytes. *Comparative Biochemistry and Physiology. C, Comparative Pharmacology and Toxicology*, 81(2), 391-394.
- Büyükleyla, M. & Rencüzoğulları, E. (2009). The effects of thymol on sister chromatid exchange, chromosome aberration and micronucleus in human lymphocytes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(3), 943-947.
- Calixto, J.B. (2000). Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutic agents). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33(2), 179-189.
- Chang, H.T., Chou, C.T., Liang, W.Z., Lu, T., Kuo, D.H., Shieh, P., Ho, C.M. & Jan, C.R. (2014). Effects of thymol on Ca²⁺ homeostasis and apoptosis in MDCK renal tubular cells. *Chinese Journal of Physiology*, 57(2), 90-98.
- Clark, R.L. (2009). Embryotoxicity of the artemisinin antimalarials and potential consequences for use in

- women in the first trimester. *Reproductive Toxicology*, 28, 285-296.
- Clarkson, P.M. & Thompson, H.S. (2000). Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), 637-646.
- Çelik, H. & Uysal, H. (2019). Abietik asitin *Drosophila melanogaster*'deki bio-toksik etkileri. MAS International Conference on Mathematics-Engineering-Natural and Medical Science-V, Erzurum, Turkey, 2-5 Mayıs 2019.
- Çelik, H. & Uysal, H. (2019). Guaiiazulen terpeninin *in vivo* bio-etkileri. Eurasianbiochem, Ankara, Turkey, 28-29 Haziran 2019.
- Çelik, H. & Uysal, H. (2020). Abietik asit ve guaiiazulen terpenlerinin "sekonder metabolit" genotoksik potansiyellerinin *in vitro* mikronükleus testi ile belirlenmesi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 13(2), 1-10.
- Dağcı, E.K. & Dığrak, M. (2005). Bazı meyve ekstraktlarının antibakteriyal ve antifungal aktiviteleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2), 1-7.
- Davies, K.J. & Goldberg, A.L. (1987). Oxygen radicals stimulate intracellular proteolysis and lipid peroxidation by independent mechanisms in erythrocytes. *Journal of Biological Chemistry*, 262(17), 8220-8226.
- Ding, W., Lev, D.D., Bishop, M.E., Lyn-Cook, L.E., Kulkarni, R., Chang, C.W., Aidoo, A. & Manjanatha, M.G. (2011). Methyleugenol genotoxicity in the fischer 344 rat using the comet assay and pathway-focused gene expression profiling. *Toxicology Science*, 123, 103-112.
- Dorman, H.J., Bachmayer, O., Kosar, M. & Hiltunen, R. (2004). Antioxidant properties of aqueous extracts from selected lamiaceae species grown in turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(4), 762-770.
- Edwards, J.A., Bellion, P., Beilstein, P., Rumbeli, R. & Schierle, J. (2016). Review of genotoxicity and rat carcinogenicity investigations with astaxanthin. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 75, 5-19.
- Edwin, E., Edwin, S. & Amalraj, A. (2006). Antihyperglycemic activity of *Bougainvillea glabra* choisy. *Planta India*, 2, 25-26.
- Eichorn, S.E. & Evert, R.F. (2016). *Raven Bitki Biyolojisi*. Çeviri Editörü: İsmail Türkan, Palme Yayıncılık.
- Eisen, J.S., Koren, G., Juurlink, D.N. & Ng, V.L. (2004). N-acetylcysteine for the treatment of clove oil-induced fulminant hepatic failure. *Journal of Toxicology Clinical Toxicology*, 42, 89-92.
- Elumalai, A., Eswaraiah, M.C., Lahari, K.M. & Shaik, H.A. (2012). *In vivo* screening of *Bougainvillea glabra* leaves for its analgesic, antipyretic and anti-inflammatory activities. *Asian Journal Research in Pharmaceutical Sciences*, 2, 85-87.
- Erdem, S. & Eren, P.A. (2009). Tedavi amacıyla kullanılan bitkiler ve bitkisel ürünlerin yan etkileri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 133.
- Erdoğan, E.A. (2012). Using fields of plant essential oils and potential genetic effects. *Lokman Hekim Journal*, 2(2), 21-24.
- Frei, H. & Würigler, F.E. (1988). Statistical methods to decide whether mutagenicity test data from *Drosophila* assays indicate a positive, negative or inconclusive result. *Mutation Research*, 203, 297-308.
- Graf, U., Abraham, S.K., Guzmán-Rincón, J. & Würigler, F.E. (1998). Antigenotoxicity studies in *Drosophila melanogaster*. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 402(1-2), 203-209.
- Gupta, J., Siddique, Y.H., Beg, T., Ara, G. & Afzal, M. (2009). Protective role of green tea extract against genotoxic damage induced by anabolic steroids in cultured human lymphocytes. *Biology and Medicine*, 1(2), 87-99.
- Güçlü, İ. & Yüksel, V. (2017). Fitoterapide antiviral bitkiler. *Deneysel Tıp Dergisi*, 7(13), 25-34.
- Hammer, K.A., Carson, C.F. & Riley, T.V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86, 985-990.
- Huang, Z.R., Lin, Y.K. & Fang, J.Y. (2009). Biological and pharmacological activities of squalene and related compounds: potential uses in cosmetic dermatology. *Molecules*, 14(1), 540-54.
- İpek, E., Zeytinoglu, H., Okay, S., Tuylu, B.A., Kurkuoglu, M. & Baser, K.H.C. (2005). Genotoxicity and antigenotoxicity of *Origanum* oil and carvacrol evaluated by Ames *Salmonella* microsomal test. *Food and Chemistry*, 93, 551-556.
- Kamaya, Y., Tokita, N. & Suzuki, K. (2005). Effects of dehydroabietic acid and abietic acid on survival, reproduction, and growth of the crustacean *Daphnia magna*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 61(1), 83-88.
- Kırbağ, S. & Bağcı, E. (2000). *Picea abies* (L.) karst. ve *Picea orientalis* (L.) link uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine bir araştırma. *Journal of Quafqaz University*, 3(1), 183-188.
- Luo, M., Jiang, L.K. & Zou, G.L. (2005). Acute and genetic toxicity of essential oil extracted from *Litsea cubeba* (lour.) pers. *Journal of Food Protection*, 68(3), 581-588.
- Marnett, L.J. (2002). Oxy radicals, lipid peroxidation and DNA damage. *Toxicology*, 181, 219-222.
- Moon, H.I., Cho, S.B., Lee, J.H., Paik, H.D. & Kim, S.K. (2011). Immunotoxicity activity of sesquiterpenoids from black galangale (*Kaempferia parviflora* wall. ex. baker) against *Aedes aegypti* l. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 33, 380-383.

- Morton, C.A., Garioch, J., Todd, P., Lamey, P.J. & Forsyth, A. (1995). Contact sensitivity to menthol and peppermint in patients with intra-oral symptoms. *Contact Dermatitis*, 32(5), 281-284.
- Mouhssen, L. (2004). Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*, 18, 435-448.
- Ortega, M.T., Jeffery, B., Riviere, J.E. & Monteiro-Riviere, N.A. (2016). Toxicological effects of pet food ingredients on canine bone marrow-derived mesenchymal stem cells and enterocyte-like cells. *Journal of Applied Toxicology*, 36(2), 189-98.
- Osborn, A.E. (1996). Preformed antimicrobial compounds and plant defense against fungal attack. *The Plant Cell*, 8(10), 1821.
- Öztürk, M., Temel, M., Tınmaz, A.B. & Kil, L. (2012). Tıbbi ve aromatik bitkilerin dış ticaretimizdeki yeri. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu 13-15 Eylül 2012 Tokat, s.33-44.
- Rajoshok, G. & Sumathi, P. (2015). A comparative study in the efficacy of tamoxifen vs efficacy of ormeloxifen in benign proliferative breast diseases. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 17(6), 12-15.
- Rani, J.M.J., Chandramohan, G. & Renganathan, R. (2012). Antioxidant activity, preliminary phytochemical investigation and gc-ms study of *Bougainvillea glabra* choicy leaves. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4, 12-16.
- Saltan, G. (2012). Eczanelerde *Hazırlanabilecek bitkisel preparatlar ve çaylar*. Eczane Eczacılığında Fitoterapötikler, Homeopatikler ve Aromatikler Çalıştayı, Antalya.
- Shah, M., Lewis, F.M. & Gawkrödger, D.J. (1996). Contact allergy in patients with oral symptoms: a study of 47 patients. *American Journal of Contact Dermatitis*, 7(3), 146-151.
- Sökmen, A. & Gürel, E. (2001). Sekonder metabolit üretimi. *Bitki Biyoteknolojisi*, 1, 211-261.
- Stammati, A., Bonsi, P., Zucco, F., Moezelaar, R., Alakomi, H.L. & Wright, A. (1999). Toxicity of selected plant volatiles in microbial and mammalian short-term assays. *Food and Chemical Toxicology*, 37, 813-823.
- Struwe, M., Csato, M., Singer, T. & Gocke, E. (2011). Comprehensive assessment of the photomutagenicity, photogenotoxicity and photo (cyto) toxicity of azulene. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 723(2), 129-133.
- Uysal, H. & Oruç, H. (2018). *Retinol-induced aging in female and male populations of Drosophila melanogaster oregon r (wild-type)*. *International Symposium Ecology 19- 23 June, Kastamonu, Türkiye*.
- Valerio, L.G. & Gonzales, G.F. (2005). Toxicological aspects of the south american herbs cat's claw (*Uncaria tomentosa*) and maca (*Lepidium meyenii*). *Toxicological Reviews*, 24(1), 11-35.
- Verpoorte, R., Van Der Heijden, R., Ten Hoopen, H.J.G. & Memelink, J. (1999). Metabolic engineering of plant secondary metabolite pathways for the production of fine chemicals. *Biotechnology Letters*, 21(6), 467-479.



Bupleurum lancifolium Hornem.'un Antibakteriyel Etkisinin İncelenmesi

Mehtap AKIN^{1*}, Zeynep ALATAŞ², Hatice TANER SARAÇOĞLU³

^{1,3}Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya, ²T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Konya Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Konya

¹<https://orcid.org/0000-0003-2554-236X>, ²<https://orcid.org/0000-0001-9435-2581>, ³<https://orcid.org/0000-0001-9502-3739>

✉: makin@selcuk.edu.tr

ÖZET

İnsanoğlu geçmişten günümüze kadar birçok tıbbi bitkiyi hastalıklardan korunmak ve hastalıkların tedavisi amacıyla yaygın bir şekilde kullanmıştır. Günümüzde antibiyotikler enfeksiyonlara karşı sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yüzden mikroorganizmalar antibiyotiklere karşı direnç kazanmışlardır. Bunun sonucu olarak antibiyotik dirençliliği önemli bir sağlık sorunu haline gelmiştir. Antibiyotik dirençliliği ile ilgili problemin çözümü için en etkili yol tıbbi özellikleri çalışılan bitkilerdir. Bitkilerin kök, gövde, yaprak, çiçek, meyve, tohum gibi çeşitli kısımlarından farklı metotlarla elde edilen aktif maddelerinin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, *Bupleurum lancifolium*' un kök ve toprak üstü kısımlarından çeşitli çözücüler ile iki farklı metot kullanılarak ekstraktlar hazırlandı. Bu ekstraktlar mikrodilüsyon metoduyla 14 adet Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteri suşlarına karşı test edildi. Sonuç olarak *Bupleurum lancifolium*' un ekstraktları 80 µg mL⁻¹'den 0.15625 µg mL⁻¹'ye kadar olan konsantrasyon aralığında test bakterilerine karşı antibakteriyel etki göstermedi.

Mikrobiyoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 25.05.2022

Kabul Tarihi : 10.10.2022

Anahtar Kelimeler

Antibakteriyel aktivite

Bupleurum

Ekstrakt

Mikrodilüsyon

Investigation of Antibacterial Effect of *Bupleurum lancifolium* Hornem.

ABSTRACT

Humanbeingswidely used several medicinal plants for the purpose of protection from illness and treatment of diseases from past to present time. Nowadays, antibiotics are often used against infections. Thus, microorganisms have developed resistance against antibiotics. As a result, the antibiotic resistancy has become an important health problem. In order to solve the problems that are related to antibiotics resistancy, plants with medicinal properties have been studied intensively. We are aware that it is improtant to determine the antimicrobial activities of active substances obtained by different methods from various parts of plants such as roots, steems, leaves, flowers, fruits and seeds. In this study, extracts were prepared from root and aerial parts of *Bupleurum lancifolium* by using two different methods with various solvents. These extracts tested against 14 Gram-positive and Gram-negative bacterial strains by microdilution method. As a result, in the concentration range from 80 µg mL⁻¹ to 0.15625 µg mL⁻¹, the extracts of *Bupleurum lancifolium* did not have antibacterial effect against test bacteria.

Microbiology

Research Article

Article History

Received : 25.05.2022

Accepted : 10.10.2022

Keywords

Antibacterial activity

Bupleurum

Extract

Microdilution

Atıf Şekli: Akın, M., Alataş, Z. & Saraçoğlu, HT., (2023) *Bupleurum lancifolium* Hornem.'un Antibakteriyel Etkisinin İncelenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26(3), 487-492. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1121276>

To Cite : Akin, M., Alatas, Z. & Saracoglu, HT., (2023). Investigation of Antibacterial Effect of *Bupleurum lancifolium* Hornem. *KSU J. Agric Nat* 26(3), 487-492. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1121276>

GİRİŞ

Bitkisel droglarda tedavi açısından etkisi olmayan selüloz, nişasta, pektin, protein ve şeker gibi bileşiklerin yanı sıra etken madde adı verilen ve çok düşük miktarlarda bile farmakolojik açıdan etkili bileşikler de bulunmaktadır. Bitkilerin kök, yaprak, çiçek, meyve ve tohum gibi farklı organlarında

bulunan bu etken maddeler; glikozitler, alkaloitler, uçucu yağlar, sabit yağlar, organik asitler, reçineli bileşikler, tanenler, vitaminler ve antibiyotiklerdir (Baytop, 1999).

Türkiye'de halk arasında çay, baharat ve tedavi amacıyla kullanılan bitkiler, aynı amaçla tüm dünyada yıllardan beri kullanılmaktadır. Bakterilerde

gelişen antibiyotik dirençliliğine rağmen antimikrobiyal etkiye sahip bitkisel ürünlere karşı bir direnç durumu söz konusu değildir (Toroğlu & Çenet, 2006).

Bakterilerde yayılan antibiyotik direncinden dolayı tıbbi bitkilerin, ilaçlara alternatif olarak kullanılması tavsiye edilmektedir (Abascal & Yarnell, 2002).

Saf etkili bileşiklere kıyasla bitkisel drogların efektif dozları ile letal dozlarının arasındaki mesafenin geniş olmasından dolayı bitkisel droglardan kaynaklı zehirlenme ile ölüm ihtimali saf etken maddelere kıyasla oldukça düşüktür. Bu durum bitkilerin tedavi amacıyla halk arasındaki kullanımlarını da arttırmaktadır (Baytop, 1999).

Bupleurum cinsine ait birkaç türün kökleri (Çin'de Chaihu, Japonya'da Saiko, Kore'de Shiho), Asya ülkelerindeki geleneksel hekimlikte ateşin eşlik ettiği soğuk algınlığı, grip, hepatit, iltihap, sıtma ve menopoz sendromlarında 2000 yıldır kullanılmaktadır. 2000 yıl önce Çin'de yayınlanan "Shen-Nong's Herbal" adlı kitapta Chaihu'dan ateşli hastalıkların tedavisindeki en iyi ilaç olarak bahsedilmiştir (Pan, 2006).

Geleneksel Çin tıbbında Bupleurum türleri bilhassa ateşli enfeksiyonlar, karaciğer sorunları, hemoroid ve hazımsızlık olmak üzere pek çok sağlık probleminde kullanılmaktadır (Bensky ve ark., 1993).

Bupleurum lancifolium türü, halk arasında "Tavşan kulağı, Sivri tavşan kulağı, Şeytankurusu" isimleriyle bilinmektedir (Anonim, 2006; Yıldızbakan ve ark., 2011; Anonim, 2021a).

Günümüzde pek çok hastalığın tedavisinde tıbbi bitkilerin destekleyici, önleyici etkisi her geçen gün

önem kazanmakta ve bu konuda araştırmalar yapılmaktadır. Bupleurum cinsinin birçok türü de deneylerle kanıtlanan çeşitli etkileriyle tıbbi bitkiler arasındaki yerini almıştır. *Bupleurum lancifolium* türünün insan ve hayvanlarda hastalık oluşturan bazı patojen bakteri türlerine karşı antibakteriyel aktivitelerini belirlediğimiz bu çalışma, antibakteriyel aktivite konusunda yapılan diğer çalışmalara da katkı sağlayacaktır.

MATERYAL ve METOD

Bitki materyali

Çalışmada kullanılan Bupleurum türü Apiaceae familyasına ait, kökeni Akdeniz olan çiçekli bir bitki türüdür. 50 cm'ye kadar boylanabilen, tüsüz, mumlu gövdesinin çevresinde tabandan birleşen yaprakları bulunan bir bitkidir. Yaprakları koyu yeşil, oval, cansız, mumlu ve takribi 3-10 cm boyundadır. Şemsiye şeklinde olan çiçek durumunun farklı uzunluklarda olan bir çiçek sapı bulunmaktadır. Çiçek durumunu geniş, yuvarlak, oval bazen de nokta şeklinde olan küçük yaprakçıklar kuşatmıştır (Anonim, 2021b). Tek yıllık, taban kısmından dallı, dik görünüşlü ve yükselen dalldır. Küçük türleri ise dik görünüşlü ve dallanmamıştır. Bitkinin yaprakları dar, düzgün, oval ve konik apikulat tipte, alt yaprakları ise perfoliat tiptedir. Yaprak sapı 3-10 cm'dir (Davis, 1972).

Çalışmada kullanılan *B. lancifolium* türü Karaman-Ermenek, Ermenek-Kazancı yolu, yol girişinden (1125 m) toplanmıştır. Bitki örnekleri ZY-1001-KNYA şeklinde numaralandırılarak herbaryumda saklanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. *B. lancifolium* bitkisi
Figure 1. *B. lancifolium* plant

Bakteriler

Çalışmada kullanılan bitki türünün antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesinde kullanılan bakteriler, bilhassa insanlar ve hayvanlarda farklı hastalıklara neden olan bakteriler arasından seçilmiş olup, çalışma

14 standart bakteri suşu ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan suşlar; *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Enterobacter sakazakii* ATCC 51329, *Escherichia coli* ATCC 3166, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 29988, *Proteus mirabilis* ATCC 43071,

Pseudomonas aeruginosa ATCC 15442, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 29853, *Pseudomonas fluorescens* ATCC 49642, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Streptococcus salivarius* RSHE 606' tur.

Ekstrelerin hazırlanışı

Ekstrelerin hazırlanmasında iki farklı metot uygulanmıştır. Birinci metotta bazı modifikasyonlarla birlikte, Gücin & Tamer (1986) tarafından bildirilen yöntemden faydalanılmıştır. Toplanan bitki örneklerinin kök ve toprak üstü kısımları ayrılarak uygun şartlarda kurutulmuş, aseptik koşullarda mekanik bir parçalayıcı yardımıyla toz haline getirilmiştir. Toz haldeki 20 g materyal soxhlet cihazında kloroform içerisinde 8 saat süre ile ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Süre sonunda ekstraksiyon fazı ayrılarak materyal tamamen kurutulduktan sonra ekstraksiyon işlemi aynı prosedür ile etil asetat, aseton, etanol ve metanol çözümleri ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstrelerin 40°C'nin altındaki bir sıcaklık derecesinde ve düşük basınç altında Rotary evaporatörde çözücülerinin tamamen uçurulması sağlanmış ve ekstreler toz hale getirilmiştir. Elde edilen ekstreler %25'lik Dimetil sülfoksit (DMSO) ile çözdürülerek, antibakteriyel aktivite öncesinde 0.45 µm çapındaki miliporfiltrelerden geçirilerek steril olmaları sağlanmıştır.

Ekstrelerin hazırlanmasındaki ikinci metot ise soğuk ekstraksiyon yöntemidir. Bu yöntemde uygun şekilde kurutulan ve toz hale getirilen kök ve toprak üstü kısımları 20 g olacak şekilde tartılmıştır. 20 g materyal, oda ısısında, manyetik karıştırıcıda 200 mL kloroform ile ve 8 saat süre ile ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Süre sonunda karışım filtre kağıdından süzülerek materyalin tamamen kuruması sağlanmıştır. Ekstraksiyon işlemi aynı prosedür ile etil asetat, aseton, etanol ve metanol çözümleri için de gerçekleştirilmiştir. Rotary evaporatörde ekstrelerin çözücülerini tamamen uçurularak ekstreler toz hale getirilmiştir. Toz haldeki ekstreler %25'lik Dimetil sülfoksit (DMSO) ile çözdürülerek, antibakteriyel aktivite öncesinde 0.45 µm çapındaki miliporfiltrelerden geçirilerek steril olmaları sağlanmıştır.

Antibakteriyel aktivitenin belirlenmesi

Bitki örneğinin kök ve toprak üstü kısımlarından iki farklı yöntemle elde edilen ekstrelerin antibakteriyel aktivitelerinin belirlenmesinde mikrodilüsyon yöntemi (Koneman ve ark., 1997; Zgoda & Porter, 2001) kullanılmıştır. Aktivite çalışmasında besiyeri olarak Mueller Hinton Broth kullanılmıştır. Mikrotitrasyon plaklarında bitki ekstrelerinin 80 µg mL⁻¹'den 0.15625 µg mL⁻¹'ye kadar seri

konsantrasyonları elde edilmiştir. Bakteri süspansiyonları densitometre'de Mc Farland 0.5 yoğunlukta olacak şekilde ayarlanmıştır. Mikrotitrasyon plaklarının son iki kuyucuğu negatif ve pozitif kontrol amacıyla kullanılmıştır. Bakteri süspansiyonundan negatif kontrol gözü hariç olmak üzere tüm kuyucuklara 100'er µl ilave edilmiştir. Kontrol antibiyotiği olarak ise kloramfenikol kullanılmıştır. Mikrotitrasyon plakları 37°C'de 24 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda test kuyucuklarında vizuel olarak üreme bulanıklığı kontrolleri yapılmıştır. Denemeler 3 tekrarlı yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma materyali olan *B. lancifolium*'un kök ve toprak üstü kısımlarından iki farklı metotla hazırlanan kloroform, etil asetat, aseton, etanol ve metanol ekstrelerinin test mikroorganizmalarına karşı olan antibakteriyel aktivitelerinin belirlenmesinde kullanılan mikrodilüsyon metodunda kullanılan konsantrasyon aralığında (80 µg mL⁻¹ - 0.15625 µg mL⁻¹), herhangi bir antibakteriyel aktiviteleri bulunmadığı için MİK (Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu) değerleri de belirlenmemiştir. Sonuçlara ait bir örnek Çizelge 1. ve Şekil 2.'de gösterilmiştir.

Shafaghat (2011) İran'dan toplanan *B. lancifolium* bitkisinin yaprak ve tohumlarından metanol çözümleri ile soxhlet cihazında yapılan ekstraksiyon ile elde edilen ekstrenin 7 bakteri ve 3 mantar üzerine olan antimikrobiyal aktivitesini disk difüzyon metodu ile belirlediği çalışmada, metanol ekstresinin bizim de çalışmada kullanılan *E. coli* ATCC 25922 ve *S. aureus* ATCC 25923 suşlarına karşı orta derecede bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir.

Jaradat ve ark. (2017) Filistin'den topladıkları *B. lancifolium* bitkisinin toprak üstü kısımlarından maserasyon metodu ile *n*-heksan, aseton, metanol ve su ekstrelerini hazırlayarak 5 bakteri suşuna karşı antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada, aseton ekstresinin bizimde çalışmada kullanılan *S. aureus* ATCC 25923 suşuna karşı inhibe edici aktivitesinin bulunmadığını, sulu ekstre ile heksan ekstresinin MİK değerinin 6.25 mg mL⁻¹, metanol ekstresinin MİK değerinin ise 12.5 mg mL⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, kendi çalışmada da kullanılan *E. coli* ATCC 25922 suşuna karşı heksan ekstresinin inhibe edici aktivitesinin bulunmadığını, su ve metanol ekstrelerinin MİK değerinin 6.25 mg mL⁻¹, aseton ekstresinin ise MİK değerinin 25 mg mL⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Apiaceae familyası üyelerinden birkaç önemli tür dışındakilerin çoğunlukla çok güçlü bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadıkları gözlenmektedir. Çok güçlü antimikrobiyal aktiviteye sahip olmamalarının nedeni, familyaya dahil olan bitkilerin alkoitler

açısından çok zengin olmamalarından kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu durum Apiaceae familyası bitkilerinin halk arasında ilaç olarak kullanımlarının

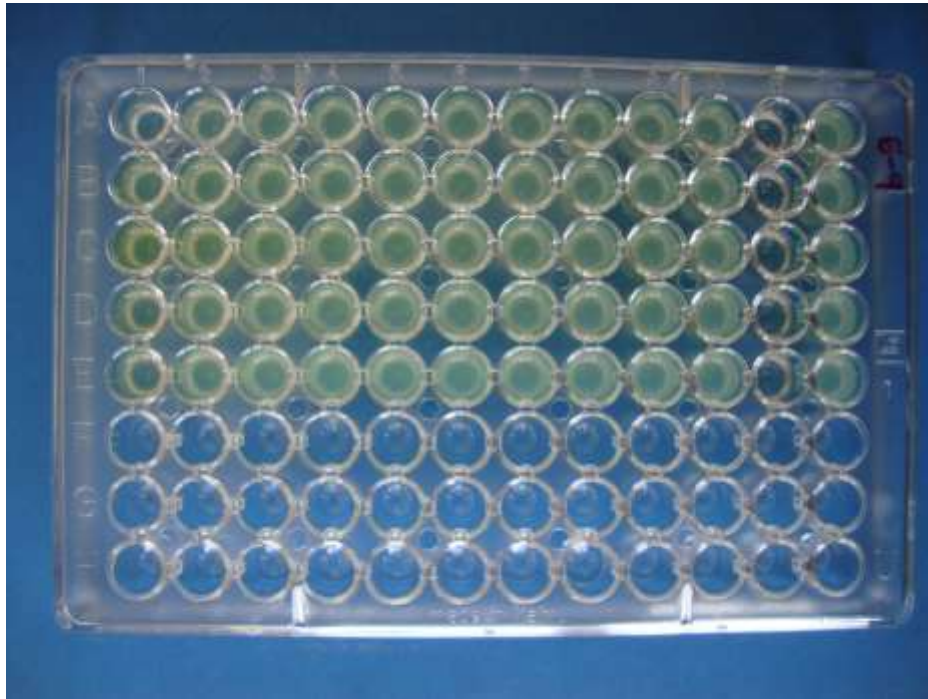
diğer familyalara kıyasla çok yaygın olmaması durumunu da açıklamaktadır (French, 1971).

Çizelge 1. *B. lancifolium* toprak üstü ekstralarının *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 bakterisine karşı antibakteriyel etkisi

Table 1. Antibacterial effect of *B. lancifolium* aerial extracts against *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 bacteria

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
D	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
E	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

-: inhibisyon var, + : inhibisyon yok, A: Kloroform ekstresi, B: Etilasetat ekstresi, C:Aseton ekstresi, D: Etanol ekstresi, E: Metanol ekstresi, 1-10: *B. lancifolium* toprak üstü ekstralarının 80 µg mL⁻¹ - 0.15625 µg mL⁻¹ konsantrasyon aralığı, 11: Pozitif kontrol, 12. Negatif kontrol



Şekil 2. *B. lancifolium* toprak üstü ekstralarının *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 bakterisine karşı antibakteriyel etkisi (mikrodilüsyon metodu)

Figure 2. Antibacterial effect of *B. lancifolium* aerial extracts against *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 bacteria (microdilution method)

A: Kloroform ekstresi, B: Etilasetat ekstresi, C:Aseton ekstresi, D: Etanol ekstresi, E: Metanol ekstresi, 1-10: *B. lancifolium* toprak üstü ekstralarının 80 µg mL⁻¹ - 0.15625 µg mL⁻¹ konsantrasyon aralığı, 11: Pozitif kontrol 12. Negatif kontrol

Bitki yağlarının antimikrobiyal etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar, çeşitli bitki yağlarının antimikrobiyal etkilerinin farklı olduğunu göstermektedir. Ortaya çıkan bu farklılığın bitkinin kimyasal kompozisyonundan, çalışmalarda kullanılan mikroorganizma türlerinden, ekstraksiyon işlemi yapılıyorsa ekstraksiyon metodundaki farklılıklar ve ekstraksiyonda kullanılan çözücülerden kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Dülger ve ark., 1999).

Antimikrobiyal aktivite ile ilgili çalışmalarda sonuçların birbirleriyle karşılaştırılması ve tam olarak bir uyumun yakalanması oldukça zor olabilmektedir. Bu durumun en önemli nedeni olarak antimikrobiyal aktivite ile ilgili çalışmalarda kullanılan yöntemlerin belli bir standardizasyona bağlanmayıp çalışmayı yürüten kişiden kişiye değişmesi olarak gösterilmektedir (İşcan ve ark., 2002).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma ile *B. lancifolium* türünün kök ve toprak üstü kısımlarından iki farklı metot uygulanarak kloroform, etil asetat, aseton, etanol ve metanol ekstraktları hazırlanmış ve ekstraktların 14 bakteri suşu üzerine olan antibakteriyel aktiviteleri belirlenmiştir. Elde edilen ekstraktların test mikroorganizmalarına karşı mikrodilüsyon metodunda kullanılan konsantrasyon aralığında antibakteriyel aktiviteye sahip olmadığı belirlenmiştir.

Antimikrobiyal aktivite ile ilgili çalışmalarda aynı bitkiye ait farklı sonuçların elde edilmesinin sebepleri arasında, bitkilerin genotipik özellikleri, yetiştikleri coğrafik bölgeler, bu coğrafik bölgelere ait iklimsel özellikler ve toplanma tarihlerindeki farklılıklar, ekstraksiyon metodlarının farklı olması, çalışmalarda kullanılan ekstraktların bitkilerin farklı kısımlarından hazırlanmış olması, bitkilerin kimyasal yapılarında bulunan bileşiklerin birbirleri üzerine olan olumlu-olumsuz etkileri olarak sayılabilir.

Daha sonra yapılacak olan çalışmalar, *Bupleurum* cinsine ait diğer türlerin farklı bakteri suşları üzerine olan antibakteriyel aktivitelerinin belirlenmesi ve bir kıyaslanmanın yapılması şeklinde planlanabilir. Aynı zamanda bir antimikrobiyal aktivite belirlenirse, türlerin kimyasal bileşimlerinin ortaya konulmasıyla antimikrobiyal aktiviteden sorumlu etken maddelerin belirlenmesi mümkün olacaktır. Bitki bileşiminde bulunan maddeler ayrıştırılarak, bu maddelerin antimikrobiyal aktiviteleri ayrı ayrı belirlenebilir. Çünkü bitkilerin bileşiminde bulunan maddeler birbirleriyle farklı etkileşimlere girerek antimikrobiyal aktivitenin ortaya çıkması yada çıkmamasında rol oynayabilirler. Elde edilen sonuçlardan eczacılık alanında yararlanılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 10201017 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir ve Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında, Zeynep ALATAŞ tarafından tamamlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Bu çalışma, 10-12 Mayıs 2018 tarihlerinde Konya'da gerçekleştirilen 1st International Congress on Plant Biology (IConPB 2018) Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuş ve kongre kitapçığında özeti yayınlanmıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Bu çalışmanın planlanması ve dizaynı M.A. tarafından yapılmıştır. Çalışmaya ait materyallerin sağlanması ve laboratuvar çalışmalarının yürütülmesi Z.A., M.A. ve H.T.S. tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüm yazarlar makalenin yazımına katkıda bulunmuşlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Abascal, K. & Yarnell, E. (2002). Herbs and Drug Resistance: Potential of Botanical in Drug Resistant Microbes. *Alternative & Complementary Therapies*, 1, 237-241.
- Anonim, (2006). Çevre Durum Raporu. http://www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/mersinicd2006.pdf. (Alınma tarihi: 20.05.2011)
- Anonim, (2021a). Çevre Durum Raporu. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/mers-n_cdr2020-20220204103427.pdf. (Alınma tarihi: 08.11.2021)
- Anonim, (2021b). *Bupleurum lancifolium*. http://en.wikipedia.org/wiki/Bupleurum_lancifolium. (Alınma tarihi: 08.11.2021)
- Baytop, T. (1999). *Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün)*. 2. Baskı, Nobel Kitabevi, İstanbul, 3-92.
- Bensky, D., Gamble, A. & Kaptchuk, T. (1993). *Chinese Herbal Medicine Materia Medica*. Revised Edition, Eastland Press, Seattle, 49-50.
- Davis, P.H. (1972). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*. Edinburgh University Press, Edinburgh, Vol. 4, 399.
- Dülger, B., Ceylan, M., Altsaous, M. & Uğurlu, E. (1999). *Artemisia absinthium* L. (Pelin)'ün Antimikrobiyal Aktivitesi. *Turkish Journal of Biology*, 23, 377-384. <https://aj.tubitak.gov.tr/biology/issues/biy-99-23-3/biy-23-3-13-97099.pdf>.
- French, D.H. (1971). *Ethnobotany of the Umbelliferae: The Biology and Chemistry of the Umbelliferae*.

- Academic Press., London, England:Ed. Heywood V.H.) 385-402.
- Gücin, F. & Tamer, A.Ü. (1986). *Terfezia boudieri* Chatin "Domalan" ın Antibiyotik Aktivitesi Üzerine İnvitro Araştırmalar. VIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Zooloji, Hidrobiyoloji, Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Tebliğleri, E.Ü.F.F. Baskı İşleri, İzmir, 2: 107-113.
- İşcan, G., Demirci, F., Kırimer, N., Kürkçüoğlu, M., Başer, K.H.C. & Kıvanç, M. (2002). Bazı Umbelliferae Türlerinden Elde Edilen Uçucu Yağların Antimikrobiyal Etkileri. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler, Eskişehir, 355-366.
- Jaradat, N., Al-Masri, M., Al-Rimawi, F., Zaid, A.N., Saboba, M.M., Hussein, F., Aker, A., Qasem, D. & Hejazi, S. (2017). Investigating the Impacts of Various Solvents Fractions of *Bupleurum lancifolium* on the Antimicrobial and Antioxidant Potentials. *J Intercult Ethnopharmacol.* 6(4), 401-406. <http://dx.doi.org/10.5455/jice.20171104092708>
- Koneman, E.W., Allen, S.D., Janda, W.M., Schreckenberger, P.C. & Winn, W.C. (1997). *Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*. Lippincott-Raven publishers, Philadelphia, 785-856.
- Pan, S-L. (2006). *Traditional Herbal Medicines for Modern Times: Bupleurum species Scientific Evaluation and Clinical Applications*. Taylor& Francis Group, New York, 1-72.
- Shafaghat, A. (2011). Antioxidant, Antimicrobial Activities and Fatty Acid Components of Leaf and Seed of *Bupleurum lancifolium* Hornem. *Journal of Medicinal Plants Research.* 5(16), 3758-3762. <https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-full-text-pdf/783CBOD21730>.
- Toroğlu, S. & Çenet, M. (2006). Tedavi Amaçlı Kullanılan Bazı Bitkilerin Kullanım Alanları ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi için Kullanılan Metodlar. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi.* 9(2), 12-19.
- Yıldızbakan, A., Gündoğdu, E., Fakir, H., Akgün, C. & Ulusoy, H. (2011). *Cehennemdere Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında Yaban Keçisi Capra aegagrus Erxleben 1777'nin Yayılışı ve Habitat Kullanımı*. Doğu Akdeniz Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 433, DOA Yayın No:59, SBN 978-605-393-100-3, Tarsus, XI+43 s.
- Zgoda, J.R. & Porter, J.R. (2001). A Convenient Microdilution Method for Screening Natural Products against Bacteria and Fungi. *Pharmaceutical Microbiology.* 39, 221-225. <https://doi.org/10.1076/phbi.39.3.221.5934>.



Selective Cytotoxicity of Chemical Composition of *Spirulina platensis* Extract In Endometrial Cells: *In Vitro* and *In Silico* Approach

Belkis ATASEVER ARSLAN^{1*}, Kaan YILANCI OGLU², Ahmet Can TIMUCIN³, Zeynep KALKAN⁴
Seda KUSOGLU GULTEKIN⁵, Selim CETINER⁶

¹ Uskudar University, Faculty of Natural Science and Engineering, 34662 Istanbul, Türkiye, ² Uskudar University, Faculty of Natural Science and Engineering, 34662 Istanbul, Türkiye, ³ Acıbadem University, Faculty of Science and Letters, 34684 Istanbul, Türkiye, ⁴ Uskudar University, Health Sciences Institute, 34662 Istanbul, Türkiye, ⁵ Uskudar University, Faculty of Natural Science and Engineering, 34662 Istanbul, Türkiye, ⁶ Sabancı University, Faculty of Natural Science and Engineering, 34956 Istanbul, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-5827-8484>, ²<https://orcid.org/0000-0001-7105-0898>, ³<https://orcid.org/0000-0002-9483-3593>,
⁴<https://orcid.org/0000-0002-4495-766X>, ⁵<https://orcid.org/0000-0003-0674-1582>, ⁶<https://orcid.org/0000-0002-9679-2748>

✉: belkisatasever.arslan@uskudar.edu.tr

ABSTRACT

Microalgae are considered as an ample source of bioactive compounds. These wide variety of chemicals possess promising potential to translate into drug candidates. Hence, the aim of this study is to determine potential anti-cancer effects of *Spirulina platensis* microalgae extract against endometrial cancer cells. The selective cytotoxic effect and cytotoxicity index of *S. platensis* microalgae extract on the Ishikawa endometrial cancer cell line, the determination of DNA fragmentation and the change in gene expression levels of apoptosis-related Bad, Poly-ADP Ribose Polymerase-1 (PARP1), p53, Akt1 and caspase-3 signaling proteins were determined. ECV304 human umbilical vein endothelial cell line was used for a control cell line. Cytotoxic effects of 500 µg mL⁻¹ of *S. platensis* microalgae extract on Ishikawa and ECV304 cells were determined as 43±4.87 % and 22±1.87 % respectively. In order to delineate specific compounds in the extract, GC-MS analysis was further conducted and seven major compounds revealed to be abundantly present. Since DNA fragmentation induced by *S. platensis* extract might be related interaction of GC-MS identified compounds with PARP1, an *in silico* analysis was further implemented. Results indicated the presence of a possible PARP1 inhibitory mechanism contributing to the apoptotic response. In conclusion, a possible link between a specific compound found in *S. platensis* microalgae extract and the cytotoxicity in endometrial cells was formed through combining *in vitro* and *in silico* approaches. The result of these approaches has contributed to the identification of potential anti-cancer compound candidates found in *S. platensis* microalgae extract.

Moleculer Biology

Research Article

Article History

Received : 05.05.2022
Accepted : 12.10.2022

Keywords

Apoptosis
Endometrial Cancer Cells
GC-MS
Microalgae
Cytotoxicity

Endometriyal Hücrelerde *Spirulina platensis* Ekstresinin Kimyasal Bileşiminin Seçici Sitotoksitesi: *In Vitro* ve *In Siliko* Yaklaşım

ABSTRACT

Microalgae are considered as an ample source of bioactive compounds. These wide variety of chemicals possess promising potential to translate into drug candidates. Hence, the aim of this study is to determine potential anti-cancer effects of *Spirulina platensis* microalgae extract against endometrial cancer cells. The selective cytotoxic effect and cytotoxicity index of *S. platensis* microalgae extract on the Ishikawa endometrial cancer cell line, the determination of DNA fragmentation and the change in gene expression levels of apoptosis-related Bad, Poly-ADP Ribose Polymerase-1 (PARP1), p53, Akt1 and caspase-3 signaling proteins were determined. ECV304 human umbilical vein endothelial cell line was used for a control cell line. Cytotoxic effects of 500 µg mL⁻¹ of *S. platensis* microalgae extract on Ishikawa and ECV304 cells were determined as 43±4.87 % and 22±1.87 % respectively. In order to delineate specific compounds in the extract, GC-MS analysis was further

Moleküler Biyoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 05.05.2022
Kabul Tarihi : 12.10.2022

Anahtar Kelimeler

Apoptoz
Endometriyal Kanser Hücreleri
GC-MS
Mikroalg
Sitotoksitesi

conducted and seven major compounds revealed to be abundantly present. Since DNA fragmentation induced by *S. platensis* extract might be related interaction of GC-MS identified compounds with PARP1, an *in silico* analysis was further implemented. Results indicated the presence of a possible PARP1 inhibitory mechanism contributing to the apoptotic response. In conclusion, a possible link between a specific compound found in *S. platensis* microalgae extract and the cytotoxicity in endometrial cells was formed through combining *in vitro* and *in silico* approaches. The result of these approaches has contributed to the identification of potential anti-cancer compound candidates found in *S. platensis* microalgae extract.

Atıf Şekli:	Atasever Arslan, B., Yilancioglu, K., Timucin, A. C., Kalkan, Z., Kusoglu Gültekin, S., & Cetiner, S., (2023) Endometriyal Hücrelerde <i>Spirulina platensis</i> Ekstresinin Kimyasal Bileşiminin Seçici Sitotoksitesisi: <i>In Vitro</i> ve <i>In Silico</i> Yaklaşım. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26</i> (3), 493-503. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1110478
To Cite :	Atasever Arslan, B., Yilancioglu, K., Timucin, A. C., Kalkan, Z., Kusoglu Gültekin, S., & Cetiner, S., (2023) Selective Cytotoxicity of Chemical Composition of <i>Spirulina platensis</i> Extract in Endometrial Cells: <i>In Vitro</i> and <i>In Silico</i> Approach. <i>KSU J. Agric Nat 26</i> (3), 493-503. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1110478

INTRODUCTION

Endometrial carcinoma causes about 90,000 deaths of women each year in worldwide in 2018 (Zhang et al., 2019). Endometrial Cancers (ECs) are separated into estrogen-dependent, equally or highly differentiated type 1 (80% of all cases), and estrogen independent, poorly differentiated type 2 (Hevir-Kene et al., 2015). Estrogen-dependent “ECs” are associated with prolonged exposure to estrogens of exogenous or endogenous origin that is not antagonized by synthetic progestins or progesterone (Hevir-Kene et al., 2015). The underlying mechanism of leading cause of EC is not clear, and treatment options for patients with EC in advanced stages are limited. Thus, novel candidate drugs are in need for treatment of this particular type of cancer (Del Carmen et al., 2011).

Microalgae, different chemical and biological compounds important because of its ability to produce are organisms. Vitamins, pigments, proteins, minerals, lipid and polysaccharides are the main products obtained. Compared to other living sources algae, especially unsaturated fatty acids (PUFA), gamma linoleic acid (GLA), allophycocyanin, c-phycocyanin, such as myxoxanthophyll and zeaxanthin very rich in pigments. *Spirulina platensis* is blue-green a filamentous, spiral-shaped algae. *S. platensis* in cosmetics, medicine, human and animal food widely used in various industries (Koru and Cirik, 2003).

Microalgae species could be considered as a potent source of anti-cancer drug candidates due tremendously high concentration of bioactive compounds (Atasever-Arslan et al., 2022). Thus, this work was planned to investigate the anti-cancer potential of *S. platensis* microalgae extract on endometrial cancer cells. First, presence of cytotoxicity and apoptosis, as well as related intracellular signaling targets were investigated. Based on results

obtained, the compounds present in the microalgae extract that were possibly responsible for the apoptotic effect, were identified. At the final phase, in order to understand the mechanism underlying the apoptotic response to *S. platensis* microalgae extract, *in silico* docking and molecular dynamics studies were conducted for the interaction between PARP1 and the compounds found in *S. platensis* microalgae extract.

In addition, the essential oils of *S. platensis* were analyzed with Gas Chromatography-Mass Spectrometry.

MATERIALS and METHODS

Mammalian Cell Cultures

To analyze cytotoxic potential of *S. platensis* microalgae extract on endometrial cancer cells, Ishikawa endometrial cancer cell line was used. At the same time, ECV304 human umbilical vein endothelial cell line that presenting many features of endothelial cells, was used for a non-cancerous cellular model (Suda et al., 2011).

DMEM medium (HyClone, 16777-133) content was prepared as recommended by Pirildar et al., 2010. All incubations were applied in a humidified atmosphere containing 5% CO₂ at 37°C. For experimental protocol, ECV304 and Ishikawa cells were detached by 0.5% (v v⁻¹) Trypsin-EDTA solution (Sigma, T3924), washed with Phosphate-Buffered saline two times and resuspended in DMEM medium at 5×10⁵ cells mL⁻¹ density.

Cytotoxicity Assay

To determine the cytotoxic effect of *S. platensis* microalgae extract on Ishikawa cells was by using MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide) (Sigma, M-5655) assay (Pirildar et al., 2010; Şeker-Karatoprak et al., 2022).

Aqueous concentrations of *S. platensis* microalgae extract were prepared as 5000, 500, 100, 50, and 10 µg mL⁻¹. For experiments, cell suspension (90 µL) was dispensed into 96-well round-bottom plates containing 10 µL of microalgae extract dilutions. In this way, the last concentrations of *S. platensis* microalgae extract were adjusted to 500, 50, 10, 5, 1 µg mL⁻¹, respectively (Atasever-Arslan et al., 2016). Medium (10 µL) without adding microalgae extracts were used as negative control, while medium consisting of only cells and only extract were solely used as controls for blank optical density (OD) measurements. Further steps of the MTT test were performed according to the protocol recommended by Pirildar et al. (Pirildar et al., 2010) OD of each well was measured on a “Bio-Rad Benchmark Microplate Reader” (Philadelphia, USA). The cytotoxicity test was repeated 6 times. Index of cytotoxicity was calculated with the formula below:

$$\text{Cytotoxicity index} = 1 - \left[\frac{OD_{\text{(treated wells)}}}{OD_{\text{(control wells)}}} \right] \times 100$$

DNA Fragmentation Assay

To investigate apoptotic effect of *S. platensis* microalgae extract, DNA fragmentation assay was used. Ishikawa cells were incubated for 24 hours with *S. platensis* extract while control groups were incubated with only medium. After 24 hours, cells were taken to eppendorf and the DNA Fragmentation Assay protocols recommended by Arslan et al. and Kaya et al. were performed (Kaya et al., 2016; Arslan et al., 2017). Isolated DNAs were run on 2% agarose gel for 400 minutes with 100V and viewed under laminator (Kaya et al., 2016; Arslan et al., 2017).

Spirulina platensis Culture and Extraction Procedure

S. platensis (UTEX Collection Culture No #LB2340, Cyanophyceae, Texas, USA) was cultivated in Zarrouk's Medium. Instructions for preparing the culture media were retrieved from the “University of Texas at Austin (UTEX)” culture collection of algae. *S. platensis* was extracted by using pure methanol prior to bead-beater homogenization. Methanolic extract was evaporated by a rotavapor and was further dissolved in methanol using an ultrasonic bath, and filtered just before the cytotoxicity tests.

Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Analysis

Using a “Shimadzu gas chromatograph (QP5050, NY, USA), equipped with a Rtx®-5MS column (30 m×0.25 mm ID, 0.10 µm film thickness”, essential oils of *S. platensis* were analyzed. For a carrier gas nitrogen was used (average flow rate, 1 mL min⁻¹). The protocol recommended by Atasever-Arslan et al. was used for GC-MS analysis (Atasever-Arslan et al., 2016).

Identification of Components

To identify oil constituents, “National Institute Standards and Technology (NIST) Library” was used. Component relative percentages were calculated based on GC peak areas without using correction factors (Atasever-Arslan et al., 2015; Atasever-Arslan et al., 2016).

Real-Time PCR (q-PCR)

“Roche LightCycler® FastStart DNA Master SYBR Green I Kit” manufacturer's procedure was used for q-PCR test. We examined expression profiles of p53, Bad, Caspase-3, PARP and Akt1 genes. Gene expression was evaluated by relative quantification normalized to b-actin gene.

Detailed Protocol Used for *in silico* Analysis

The docking and complex selection was done as previously described (Atasever-Arslan et al., 2016). We docked five different compounds found in *S. platensis* microalgae extract, octadecanoic acid (Chemspider ID: 5091), hexadecanoic acid methyl ester (Chemspider ID: 7889), octadecanoic acid methyl ester (Chemspider ID: 7909), triethyl orthoacetate (Chemspider ID: 59606) and thiosemicarbazide (Chemspider ID: 2005980) to the active site of PARP1 (PDB ID: 1WOK) (Iwashita et al., 2005). Experimentally shown inhibitor of PARP1, 3-(4-Chlorophenyl)-5-quinoxalinecarboxamide (Chemspider ID: 571257) was also docked to the active site of PARP1 (Ala 760, Asp 766, Gln 759, Glu 763, Glu 988, Gly 863, Ser 904, Tyr 889, Tyr 896, and Tyr 907) and was used as the positive control (PC) (Iwashita et al., 2005). The Auto Dock Tools package was employed to generate the docking input files of PARP1, five different compounds found in *S. platensis* microalgae extract and the positive control inhibitor. Before docking, PARP1 structure (PDB ID: 1WOK) was energy minimized as follows the protocol the described by Atasever-Arslan et al., 2016. For all other compounds, ligand pose oriented in the active site of PARP1, with the highest predicted binding affinity was selected and used for molecular dynamics simulations. Parameter and topology for each compound and positive control inhibitor were prepared using The CHARMM General Force Field (CGenFF) (Vanommeslaeghe et al., 2010; Yu et al., 2012; Vanommeslaeghe and MacKerell, 2012; Vanommeslaeghe et al., 2012). Molecular dynamics (MD) simulations were implemented using six complex structures. As the positive control, 3-(4-Chlorophenyl)-5-quinoxalinecarboxamide-PARP1 complex was used in MD simulations.

All complexes, composed of ~35000 atoms were placed in water boxes with dimensions of 75x65x75 Å³ respectively. Then all systems were ionized to a neutral state. The resulting systems were used in MD simulations using the NAMD program (Phillips et al.,

2005) with the CHARMM 22 parameters (MacKerell et al., 1998; Brooks, et al., 2009) which contained correction map for backbone atoms (Feig et al., 2003; MacKerell et al., 2004). Water molecules within the system were treated explicitly using the TIP3P model (Jorgensen et al., 1983). An isothermal–isobaric (NpT) ensemble was used in molecular dynamics simulations with periodic boundary conditions, and the long-range Coulomb interactions were computed using the particle-mesh Ewald algorithm. Pressure was maintained at 1 atm and temperature was maintained at 310 K using the Langevin pressure and temperature coupling. A time step of 2 fs was used in all MD simulations. The systems were fully energy minimized in 20,000 steps and carefully equilibrated under constant temperature and volume for 0.5 ns. Then they were heated gradually from 10 K to 310 K in 30 ps before production runs. The production were lasted for 5 ns and repeated two times. Visual molecular dynamics (VMD) (Humphrey et al., 1996) was used for the analysis of trajectories and the visualization of structures. Stability analysis of each complex was done through calculation of the root mean square displacements (RMSD) of backbone atoms of each protein molecule, excluding hydrogens. Distance from center of mass of each compound to the center of mass of the active site of PARP1 was calculated in all complexes and compared to that of positive control in order select compound that reside in active site of PARP1 similar to positive control. Furthermore, distances vs. distance distribution analysis of the distances measured were also analyzed in order select the most plausible candidate that possibly acts as PARP1 inhibitor.

Statistical Analysis

For statistical analysis, “Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Software” was used. Results were expressed as the mean \pm standard deviation (SD). Statistical differences were assessed by Student’s unpaired t-test, with $p < 0.05$ as statistically significant.

RESULTS and DISCUSSION

Spirulina platensis Extract’s Cytotoxic Activity on Ishikawa Endometrial Cancer Cells

Initially, cytotoxic effect of *S. platensis* microalgae extract on Ishikawa cells and ECV304 endothelial cell were investigated by MTT colorimetric assay. For this purpose, Ishikawa cell line was treated with different concentrations (500, 50, 10, 5, 1 $\mu\text{g mL}^{-1}$) of *S. platensis* microalgae extract. Results pointed out selectively elevated cytotoxicity of *S. platensis* microalgae extract on Ishikawa endometrial adenocarcinoma cell line, compared with non-cancerous cell line (Figure 1). More specifically, at 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$ concentration, *S. platensis* microalgae extract displayed 43 ± 4.87 % cytotoxic

activity on Ishikawa cells while same dose of the extract showed 22 ± 1.87 % cytotoxic activity on non-cancerous ECV304 endothelial cells.

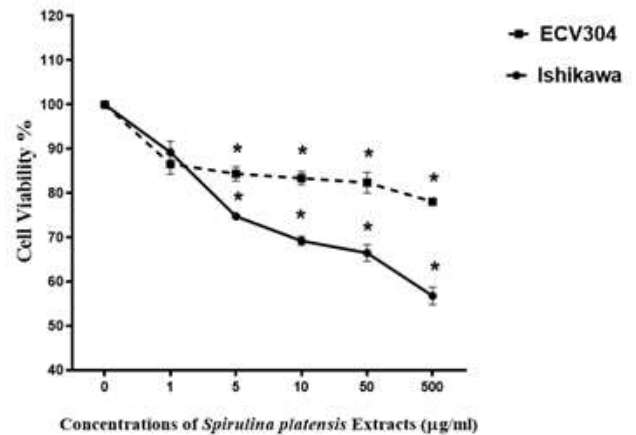


Figure 1. *S. platensis* extract’s cytotoxic activity against Ishikawa and ECV304. The cytotoxicity test was repeated 6 times for every concentration of *S. platensis* microalgae extracts. A statistically significant cytotoxic effect of *S. platensis* extract against Ishikawa endometrial cancer cells was shown at 500, 50, 10, 5 $\mu\text{g mL}^{-1}$ concentrations ($p < 0.05$).

Şekil 1. *S. platensis* ekstrelerinin Ishikawa ve ECV304’e karşı sitotoksik aktivitesi. Sitotoksikite testi, *S. platensis* mikroalg ekstraktlarının her konsantrasyonu için 6 kez tekrarlanmıştır. *S. platensis* ekstraktının Ishikawa endometrial kanser hücrelerine karşı istatistiksel olarak anlamlı sitotoksik etkisi 500, 50, 10, 5 $\mu\text{g mL}^{-1}$ konsantrasyonlarında gösterilmiştir ($p < 0.05$).

Similar results that confirm the observations could also be found in the literature. *C-phycocyanin* isolated from *S. platensis* microalgae extract has been shown to suppress colon carcinogenesis (Saini et al., 2014). Also anti-proliferative effect of *S. platensis* microalgae extract on pancreatic cancer cells has been previously discussed (Konickova et al., 2014). Another study demonstrated the anti-viral effect of *S. platensis* extracts (Kok et al., 2011). Overall, the results clearly indicated that chemical constituents of *S. platensis* microalgae extract may be responsible for its highly selective cytotoxic effect on Ishikawa cells, in depth analyses for understanding possible DNA fragmentation, composition of the extract and changes in expression of genetic marker, were conducted at the next steps.

Apoptotic Activity of *Spirulina platensis* Extract on Ishikawa Cells

Since selective cytotoxicity of *S. platensis* extract was evidently present in Ishikawa cells, potential extract induced apoptotic activity was examined at the next

step. In order to reveal apoptotic activity of *S. platensis* microalgae extract on Ishikawa endometrial cancer cells, DNA fragmentation assay was utilized since fragmented DNA is a widely established hallmark of apoptosis. For implementation of the assay, Ishikawa cells were treated with *S. platensis* microalgae extract for 24 hours and Ishikawa cells treated with only medium were used as negative control. Genomic DNA stability of Ishikawa cells incubated with *S. platensis* microalgae extract was compared with genomic DNA stability of control cells under same conditions. Results indicated an increased apoptotic DNA fragmentation in Ishikawa cells which were incubated with *S. platensis* microalgae extract, validating results obtained from cytotoxicity analysis (Figure 2).

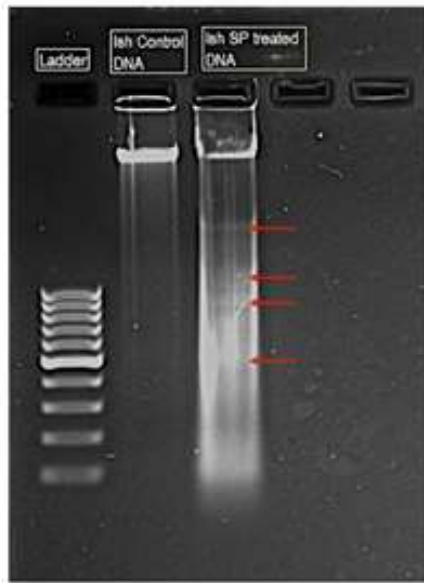


Figure 2. DNA fragmentation, a hallmark of apoptosis, induced by *S. platensis* microalgae extract in Ishikawa cells. DNA fragmentation was repeated 3 times; a representative gel picture is shown.

Şekil 2. *Ishikawa* hücrelerinde *S. platensis* mikroalg ekstresi tarafından indüklenen, apoptozun ayırt edici özelliği olan DNA parçalanması. DNA parçalanması 3 kez tekrarlandı; temsili bir jel resmi gösterilmektedir.

Determination of The Essential Oil Composition of *Spirulina platensis* Extract

Next, the essential oil content of *S. platensis* microalgae extract was investigated to reveal potentially responsible compound for the apparent evidence on cytotoxicity and DNA fragmentation. GC-MS analysis was utilized to determine the compounds of *S. platensis* microalgae extract's essential oils. Table 1 exhibits the percentage composition of *S. platensis*' essential oils of the extract, which consists of 42 compounds.

Out of 42, the seven main compounds found predominantly are given below: "Octadecanoic acid,

methyl ester (40.67 %), hexadecanoic acid, methyl ester (Cas) methyl palmitate (17.83 %), 9,12-octadecatrienoic acid (Z, Z)-, methyl ester, (8.45 %), hydrazinecarbothioamide (3.75 %), ethane, 1,1,1-triethoxy- (CAS) Triethyl orthoacetate (5.53 %), 6,9,12-octadecatrienoic acid, methyl ester (CAS) methyl 6,9,12-octadecatrienoate (4.72 %), octadecanoic acid (4.32 %)". Same or similar compounds to the ones identified in this study, has shown wide variety of biological activity in different biological systems. Takeara et al., 2008 showed that *Didemnum psammatoedes* extract including "Methyl myristate, methyl palmitate, methyl stearate, palmitic acid and stearic acid" has cytotoxic activity against human leukemia cells. Octadecanoic acid identified as one the main compounds found in extracts of the algae is a saturated fatty acid with an 18-carbon chain and also defined as stearic acid. Khan et al., 2013 showed that stearic acid, as an ester derivative, inhibits the growth of human breast cancer cells. In another study, it was shown that *Salvia verbenaca* including hexadecanoic acid as the main constituent, inhibited the growth of human melanoma cell line M14 cells (Russo et al., 2015).

The other compounds that were also detected in significant amounts (above 1%) were listed as follows: "9-hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-, 1-(+)-ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate, benzenepropanoic acid, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy-, octadecyl ester, phenol, 2,4-bis (1,1-dimethylethyl)- (CAS), p-dioxane-2,3-diol".

Some other fatty acid derivatives such as "Hexadecanoic acid, octadecenoic acid, L-(+)-ascorbic acid 2, 6-dihexadecanoate", isolated from *S. glomerata*, were shown to control pathogenic bacteria, fungus, virus and anti-tumor activities (Karthikeyan et al., 2014). In another study in the literature, MDA-MB-231 cancer cells treated with *Vallisneria spiralis* leaf extract which contains stearic acid displayed an apoptotic effect (Wong et al., 2014). He and colleagues found that *Zanthoxylum nitidum* including "Spathuleno, n-hexadecanoic acid, ar-tumerone, oleic acid and hexanoic acid" did not displayed any cytotoxic activity against human liver cancer Huh-7 and normal IEC-6 cells. Wei and colleagues (Wei et al., 2011) demonstrated that *Peperomia pellucida* leaf extract including "2-naphthalenol, decahydro-, Hexadecanoic acid, methyl ester and 9,12-Octadecadienoic acid (Z, Z)-, methyl ester (17.61%)" as major compounds has drug potential in breast cancer treatment. Cytotoxicity of the essential oils might have differences depending on the characteristics of cancerous cells.

These results clearly demonstrated that *Spirulina platensis* microalgae extract contained various types of bioactive compounds including fatty acids that could have roles attributable to the cytotoxic effect and DNA fragmentation presented in endometrial cancer cells.

Thus, antagonistic or synergistic relationship among the essential oils should be investigated in future studies. Nevertheless, in order to delineate which constituent of the extract is responsible for interacting

with intracellular signaling proteins that could lead to cytotoxicity and DNA fragmentation, expression of genetic markers were evaluated and further *in silico* modelling was conducted based on the data obtained.

Table 1. Chemical compounds (in %) of essential oils of *Spirulina platensis*
Tablo 1. Spirulina platensis'in uçucu yağlarının kimyasal bileşikleri (%)

Compounds	rt	<i>S. platensis</i> (%)
p-Dioxane-2,3-diol	3.293	1.8
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- (CAS)	11.123	2.3
Hydrazinecarbothioamide	3.450	5.23
3,3-Dimethoxy-2-butanone	4.283	0.13
Oxime-, methoxy-phenyl-	4.917	0.43
Ethane, 1,1,1-triethoxy- (CAS) Triethyl orthoacetate	5.867	5.53
1-Tetradecene	10.018	0.53
Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate	14.162	17.83
1-Hexadecene (CAS) Cetene	11.710	0.23
Propanoic acid, 2-methyl-, 1-(1,1-dimethylethyl)-2-methyl-1,3-propanediyl ester (CAS)	11.842	0.54
di(Butoxyethyl)adipate	12.295	0.28
Heptadecane	12.535	0.23
1-Hexadecene (CAS) Cetene	13.218	0.40
Tetradecanal (CAS) Myristaldehyde	13.433	0.14
1,2-Benzenedicarboxylic acid, butyl 8-methylnonyl ester	13.867	0.16
9-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-	14.037	3.75
Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl myristate	12.737	0.72
1-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate	14.398	3.83
Heptadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl heptadecanoate	14.858	0.93
6,9,12-Octadecatrienoic acid, methyl ester (CAS) methyl 6,9,12-octadecatrienoate	15.323	4.72
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester	15.433	8.45
Octadecanoic acid, methyl ester	15.658	40.67
Octadecanoic acid	15.947	4.32
Tetradecanamide	16.186	0.89
7,10,13-Eicosatrienoic acid, methyl ester	16.994	0.01
11,13-Eicosadienoic acid, methyl ester (CAS) Methyl 11,13-Eicosadienoate	17.117	0.21
Eicosanoic acid, methyl ester (CAS) Arachidic acid methyl ester	17.304	0.74
Tetratriacontane	17.814	0.56
13-Docosenamide, (Z)-	17.670	0.27
Heneicosane	18.487	0.56
Docosanoic acid, methyl ester	18.701	0.82
1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono(2-ethylhexyl) ester	18.929	0.18
Pentacosane	19.133	0.83
Eicosanoic acid, 2,3-bis[(trimethylsilyl)oxy]propyl ester	19.238	0.42
Benzenepropanoic acid, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy-, octadecyl ester	19.656	2.49
Tetracontane	19.806	0.66
Tetracosanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl lignocerate	20.056	0.41
Pentatriacontane	20.537	0.67
Eicosanoic acid, 2,3-bis[(trimethylsilyl)oxy]propyl ester (CAS)	20.633	0.78
2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, (all-E)-	20.883	0.37
Tetracontane	21.321	0.61
Tetracontane	22.221	0.94

rt, retention time (min).

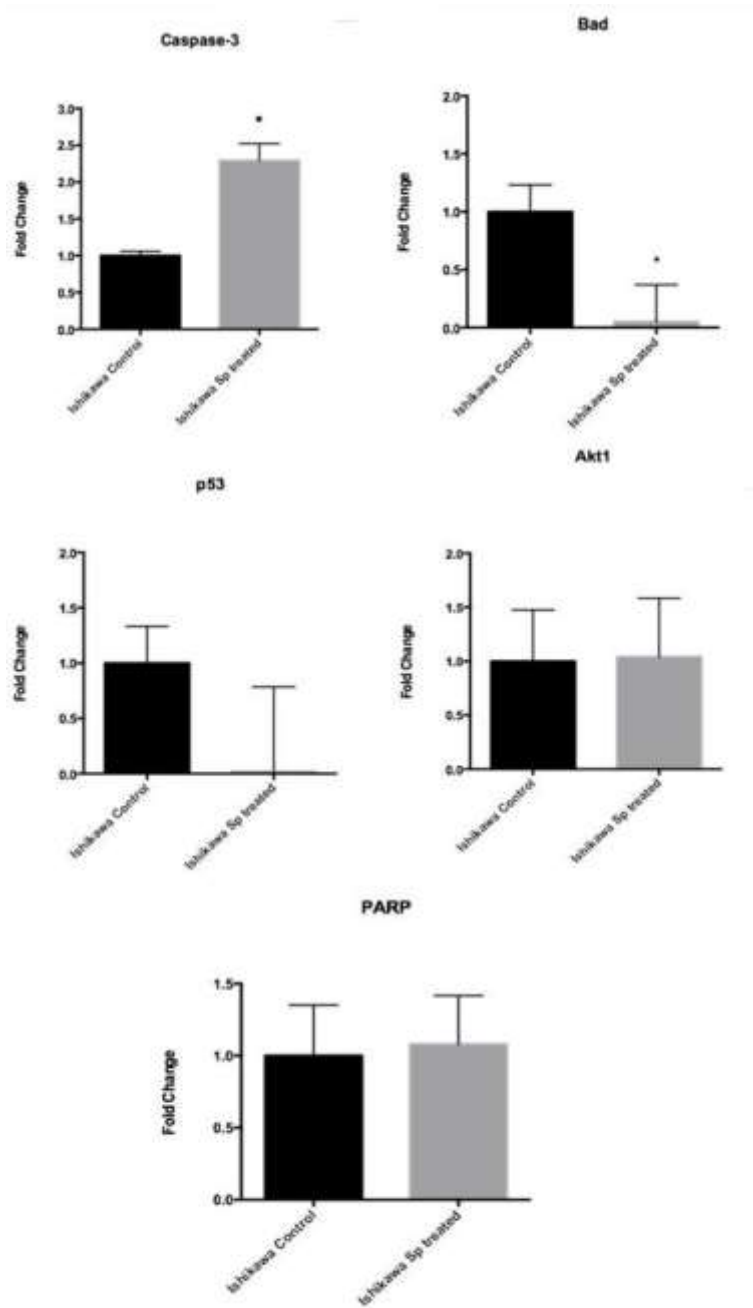


Figure 3. q-PCR analysis of apoptosis related genes. *S. platensis* microalgae extract (*Ishikawa Sp Treated*) treatment of *Ishikawa* cells induced statistically significant increase in caspase-3 gene expression, simultaneous to downregulation of Bad gene expression compared with non-treated control (*Ishikawa Control*). Rest of the apoptosis related genes did not show any significant change in expression ($p < 0.05$).

Şekil 3. Apoptozla ilgili genlerin q-PCR analizi. *Ishikawa* hücrelerine *S. platensis* mikroalg ekstresi (*Ishikawa Sp* ile muamele edilmiş) uygulanması, kaspaz-3 gen ekspresyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir artışa, işlem uygulanmamış kontrol (*Ishikawa Kontrolü*) ile karşılaştırıldığında Bad gen anlatımında aşağı regülasyonuna neden oldu. Apoptozla ilişkili diğer genlerin anlatımında anlamlı bir değişim gerçekleşmedi ($p < 0.05$).

Evaluation of Apoptosis Related Genetic Markers

In order to confirm DNA fragmentation and to understand its mechanism induced the algae extract, q-PCR test was applied to examine expression profiles of apoptosis related genes p53, Bad, Caspase-3, PARP and Akt1 in *Ishikawa* cell line. Results demonstrated a statistically significant increase in caspase-3

expression, which was accompanied by downregulation of Bad expression, in extract treated cells compared to non-treated control (Figure 3). Other apoptosis related genetic markers p53, Akt1 and PARP mRNA expressions did not show any statistically significant change upon extract treatment as shown in Figure 3. Although, these results validate that apoptotic

machinery was triggered as shown by simultaneous upregulation of caspase-3 and DNA fragmentation, the underlying mechanism induced by algae extract was not clear.

A marker of caspase-3 activation, caspase-3 cleavage has also been previously shown through *S. platensis* microalgae extract treatment in some cancer cell lines. Since downregulation of Bad gene expression was also present simultaneous to increased caspase-3, it was deduced that activation of extrinsic apoptotic pathway was a more probable event, compared with extrinsic pathway. Moreover, there were not any gene expression changes for the markers Akt1, p53 and PARP. While all these data suggested that underlying apoptotic mechanism might be more related to extrinsic pathways instead of intrinsic apoptotic pathways, targeting of PARP1 activity by a particular constituent found in the extract was also suspected due to observation of DNA fragmentation and previously shown link between DNA fragmentation and PARP1. Thus, *in silico* analysis was conducted to investigate presence of such mechanism.

Therefore, at the next step, a molecular dynamics based computational approach was taken into account to link the molecules identified in the extract to previously identified mechanism of DNA fragmentation.

***In silico* Analysis of PARP1 Active Site as a Potential Target of the Compounds Found in *Spirulina platensis* Microalgae Extract**

It is previously known that PARP1 is directly involved in poly-ADP ribosylation dependent inhibition of DNA fragmentation factor 40 (DFF40), which is one of the factors responsible for DNA degradation in apoptosis (West et al., 2005). It is also well established that, PARP1 is cleaved by caspase-3 under apoptotic conditions (Lazebnik et al., 1994; Nicholson et al., 1995). Based on these background data and on the observations that there was specific DNA fragmentation event, as well as increased caspase-3 expression upon extract treatment, it was hypothesized that PARP1 may be targeted by the compounds in *S. platensis* microalgae extract. In order to test this hypothesis, an *in silico* ligand-protein docking and subsequent molecular dynamics simulations were conducted. Five of the compounds found in *S. platensis* microalgae extract were docked to PARP1 active site (PDB ID: 1WOK) (Iwashita et al., 2005) and simulated for 5 ns using molecular dynamics. All simulations were stable through 5 ns, thus analyzed further in detail (Figure 4A). Distance analysis indicated that distance from center of mass of the compound to the center of mass of the PARP1 active site were similar or lower compared with the positive control only in simulations containing hexadecanoic acid methyl ester (green) and

Octadecanoic acid methyl ester (blue) (Figure 4B). This distance was mostly variable in other complexes obtained with other compounds docked into PARP1 active site (Figure 4B). In detail analysis of these distances using distance vs. distance distribution graphs clearly indicated that octadecanoic acid methyl ester has highest match to the positive control (Figure 4C). Orientation of positive control and octadecanoic acid methyl at ester at 5th ns of MD simulations also supported the findings of distance and distance distribution analysis (Figures 4D and 4E).

Hence it was deduced that octadecanoic acid methyl ester is the most plausible candidate for inhibition of PARP1 catalytic activity based on this *in silico* findings. If the hypothesis of PARP1 inhibition by the compounds found in *S. platensis* is valid, *in silico* analysis indicated that this event was most likely mediated by octadecanoic acid methyl ester. It is also particularly important to note here that octadecanoic acid methyl ester constitutes almost 40% of the extract, a fact that also supports *in silico* observations.

CONCLUSION

The underlying motivation of this study was to identify anti-cancer potential of *S. platensis* methanolic extract, which may lead to the discovery of important candidate anti-cancer compounds to be used as novel anti-cancer therapy options in future. In this regard, a potentially active molecule, which has anti-cancer effect, from *S. platensis* microalgae extract was identified by combining experimental and computational approaches.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK) 3501 (Project No: 113S251).

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Arslan, B. A., Isik, F. B., Gur, H., Ozen, F., & Catal, T. (2017). Apoptotic Effect Of *Nigella sativa* On Human Lymphoma U937 Cells. *Pharmacognosy Magazine*, 13(3), 628-632. https://doi.org/10.4103/pm.pm_93_17.
- Atasever-Arslan, B., Yilancioglu, K., Bekaroglu, M. G., Taskin, E., Altinoz, E., & Cetiner, S. (2015). Cytotoxic Effect Of Extract From *Dunaliella salina* Against SH-SY5Y Neuroblastoma Cells, *General Physiology and Biophysics*, 34(2), 201-207. https://doi.org/10.4149/gpb_2014034.

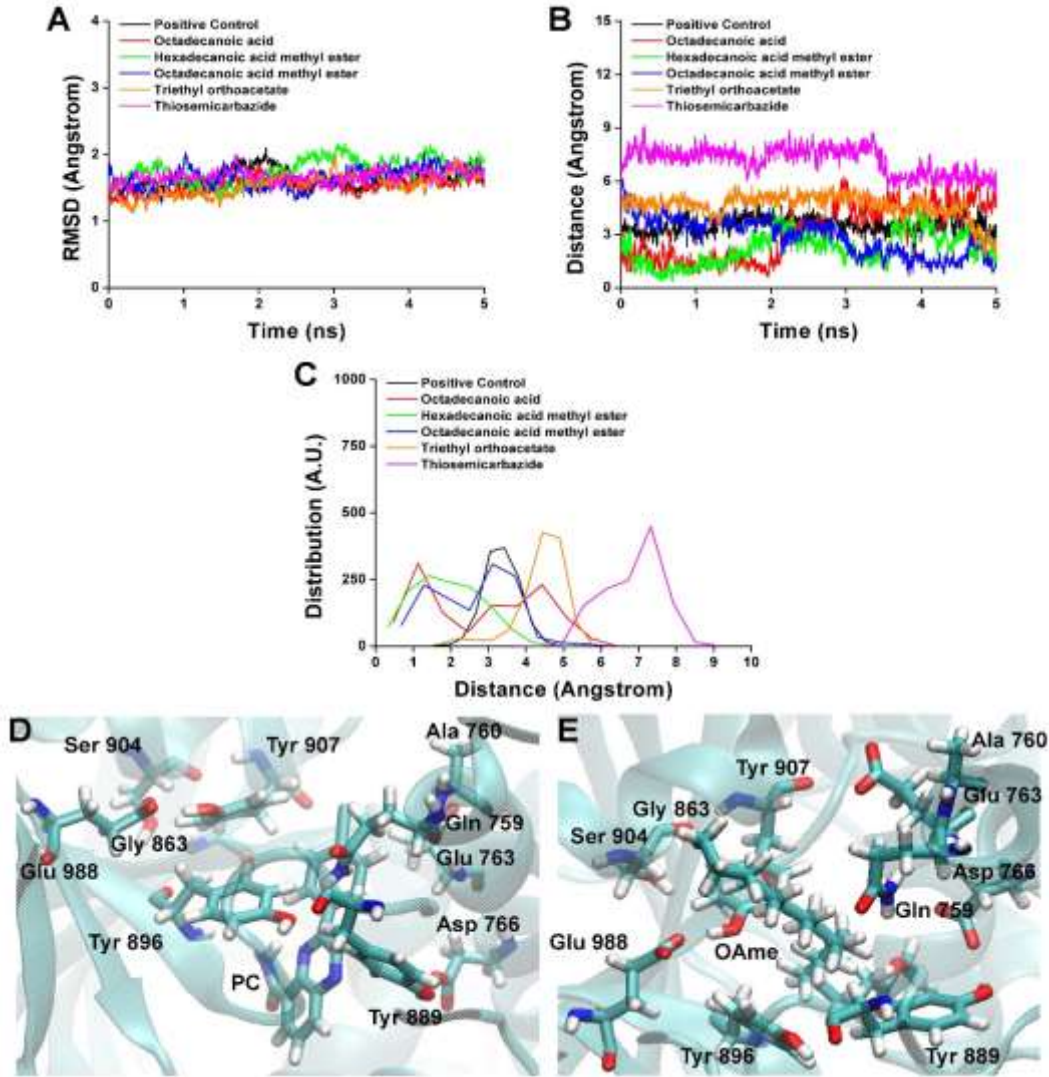


Figure 4. *In silico* dynamics of octadecanoic acid methyl ester docked into the active site of PARP1, showed similar distance and distance distribution pattern, compared with the positive control. Five of the major compounds, determined in section 3.4., was docked into the active site of PARP1 (PDB ID: 1WOK) and simulated for 5 ns. To be able to assess the comparability in between docking and molecular dynamics procedures, a positive control (PC) PARP1 inhibitor (3-(4-Chlorophenyl)-5-quinoxalinecarboxamide) was also docked into PARP1 active site and simulated in the same time frame. Active site residues of PARP1 was selected based on the previous literature and determined as Ala 760, Asp 766, Gln 759, Glu 763, Glu 988, Gly 863, Ser 904, Tyr 889, Tyr 896, and Tyr 907. A) All of the simulations displayed stability throughout 5 ns, indicating suitability for further analysis. B) The distance between center of mass of the docked compounds and the center of mass of the active site residues were lower or similar to that of positive control in the simulations containing hexadecanoic acid methyl ester (green) and octadecanoic acid methyl ester (blue) for 5ns. For the rest of the compound-PARP1 complexes, this measured distance was higher than the positive control during significant amount of the simulation time. C) Distance vs. distance distribution analyses of the distances measured in B, revealed that octadecanoic acid methyl ester had highly similar distance distribution to that of positive control, in the active of PARP1 during 5 ns. A.U.: Arbitrary units D & E) Orientation of positive control compound in the active site of PARP1 at the 5th ns of molecular dynamics simulations (D) compared with the orientation of octadecanoic acid methyl ester (OAmE) in the active site of PARP1 (E). PARP1'in aktif bölgesine yerleştirilen oktadekanoik asit metil esterinin in siliko dinamikleri, pozitif kontrol ile karşılaştırıldığında benzer mesafe ve mesafe dağılım modeli gösterdi. Bölüm 3.4'te belirlenen ana bileşiklerden beşi, PARP1'in aktif bölgesine yerleştirildi (PDB ID: 1WOK) ve 5 ns için simüle edildi. Yerleştirme ve moleküler dinamik prosedürleri arasındaki karşılaştırılabilirliği değerlendirebilmek için, PARP1 aktif bölgesine bir pozitif kontrol (PC) PARP1 inhibitörü (3-(4-Klorofenil)-5-kinoksalınkarboksamid) de yerleştirildi ve aynı zaman diliminde simüle edildi. PARP1'in aktif bölge kalıntıları, önceki literatüre göre seçildi ve Ala 760, Asp 766, Gln 759, Glu 763, Glu 988, Gly 863, Ser 904, Tyr 889, Tyr 896 ve Tyr 907 olarak belirlendi. A) Hepsî simülasyonlar, 5 ns boyunca kararlılık göstererek daha fazla analiz için uygun olduğunu gösterdi. B) 5ns için yerleştirilmiş bileşiklerin kütle merkezi ile aktif bölge kalıntılarının kütle merkezi arasındaki mesafe, hegzadekanoik asit metil ester (yeşil) ve oktadekanoik asit metil ester (mavi) içeren simülasyonlarda pozitif kontrolünkünden daha düşük veya benzerdi. Bileşik-PARP1 komplekslerinin geri kalamı için, ölçülen bu mesafe, simülasyon süresinin önemli bir kısmı sırasında pozitif kontrolden daha yüksekti. C) B'de ölçülen mesafelerin mesafeye karşı mesafe dağılımı analizleri, oktadekanoik asit metil esterinin, 5 ns boyunca PARP1 aktifinde pozitif kontrolünküne oldukça benzer mesafe dağılımına sahip olduğunu ortaya çıkardı. A.U.: Arbitrary birimler D & E) PARP1'in (E) aktif bölgesindeki oktadekanoik asit metil esterinin (OAmE) oryantasyonu ile karşılaştırıldığında moleküler dinamik simülasyonlarının (D) 5. ns'sinde PARP1'in aktif bölgesindeki pozitif kontrol bileşiğinin oryantasyonu.

Şekil 4.

- Atasever-Arslan B, Yilancioglu K, Kalkan Z, Timucin AC, Gür H, Isik FB, Deniz E, Erman B, & Cetiner, S. (2016). Screening Of New Antileukemic Agents From Essential Oils Of Algae Extracts And Computational Modeling Of Their Interactions With Intracellular Signaling Nodes. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 83, 120-131. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2015.12.001>.
- Atasever-Arslan, B., Yilancioglu, K., Kuşoğlu-Gültekin, S., & Albayrak, İ. G. (2022). Chemical Constituent Of *Isochrysis galbana* Microalgae Extract And Its Cytotoxic Activities On Leukemic Cell Lines. *Istanbul Journal of Pharmacy*, 52(1), 64-68. <https://doi.org/10.26650/IstanbulJPharm.2022.1057338>
- Brooks, B. R., Brooks, C. L., Mackerell, A. D., Nilsson, L., Petrella, R. J., Roux, B., Won, Y., Archontis, G., Bartels, C., Boresch, S., Caflisch, A., Caves, L., Cui, Q., Dinner, A. R., Feig, M., Fischer, S., Gao, J., Hodoscek, M., Im, W., ... Karplus, M. (2009). CHARMM: The Biomolecular Simulation Program. *Journal of Computational Chemistry*, 30, 1545-1614. <https://doi.org/10.1002/jcc.21287>
- Del Carmen, M., Boruta, D., & Schorge J (2011). Recurrent Endometrial Cancer. *Clinical Obstetrics and Gynecology*, 54(2), 266-277. <https://doi.org/10.1097/GRF.0b013e318218c6d1>.
- Feig, M., MacKerell, A. D., & Brooks, C. L. (2003). Force Field Influence on The Observation of Π -Helical Protein Structures In Molecular Dynamics Simulations. *The Journal of Physical Chemistry B*, 107, 2831-2836. <https://doi.org/10.1021/jp027293y>
- Hevir-Kene, N., & Rizner, T. L. (2015). The Endometrial Cancer Cell Lines Ishikawa And HEC-1A, And The Control Cell Line HIEEC, Differ In Expression Of Estrogen Biosynthetic And Metabolic Genes, And In Androstenedione And Estrone-Sulfate Metabolism. *Chemico-Biological Interactions*, 234, 309-319. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2014.11.015>.
- Humphrey, W., Dalke, A., & Schulten, K. (1996). VMD: Visual Molecular Dynamics. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, 14, 33-38. [https://doi.org/10.1016/0263-7855\(96\)00018-5](https://doi.org/10.1016/0263-7855(96)00018-5).
- Iwashita, A., Hattori, K., Yamamoto, H., Ishida, J., Kido, Y., Kamijo, K., Murano, K., Miyake, H., Kinoshita, T., Warizaya, M., Ohkubo, M., Matsuoka, N., & Mutoh, S. (2005). Discovery Of Quinazolinone And Quinoxaline Derivatives As Potent And Selective Poly(ADP-Ribose) Polymerase-1/2 Inhibitors. *FEBS Letters*, 579, 1389-1393. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2005.01.036>.
- Jorgensen, W. L., & Madura, J. D. (1983). Quantum And Statistical Mechanical Studies Of Liquids. 25. Solvation And Conformation Of Methanol in Water. *Journal of the American Chemical Society*, 105, 1407-1413. <https://doi.org/10.1021/ja00344a001>
- Karthikeyan, S. C., Velmurugan, S., Donio, M. B., Michaelbabu, M., & Citarasu, T. (2014). Studies On The Antimicrobial Potential And Structural Characterization Of Fatty Acids Extracted From Sydney Rock Oyster *Saccostrea glomerata*. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 13, 332-343. <https://doi.org/10.1186/s12941-014-0057-x>
- Kaya, B., Atasever-Arslan, B., Kalkan, Z., Gur, H., & Ulkuseven, B. (2016). Apoptotic Mechanisms Of N1-Acetylacetone, N4-4-Methoxy-Salicylidene-Thiosemicarbazide Chelating With Nickel(II) On HL60 Leukemia Cells. *General Physiology and Biophysics*, 35(4), 451-458. https://doi.org/10.4149/gpb_2016006.
- Khan, A. A., Alanazi, A.M., Jabeen, M., Chauhan, A., & Abdelhameed, A. S. (2013). Design, Synthesis And in Vitro Anticancer Evaluation Of A Stearic Acid-Based Ester Conjugate. *Anticancer Research*, 33, 2517-2524. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23749903/>
- Kok, Y. Y., Chu, W. L., Phang, S. M., Mohamed, S. M., Naidu, R., Lai, P. J., Ling, S. N., Mak, J. W., Lim, P. K. C., Balraj, P., & Khoo, A. S. B. (2011). Inhibitory Activities Of Microalgal Extracts Against Epstein-Barr Virus DNA Release From Lymphoblastoid Cells. *Journal of Zhejiang University Science*, 12, 335-345. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1000336>
- Konickova, R., Vankova, K., Vanikova, J., Vánová, V., Muchová, L., Subhanová, I., Zadinová, M., Zelenka, J., Dvořák, A., Kolář, M., Strnad, H., Rimpelová, S., Ruml, T., Wong, R. J., & Vítek, L. (2014). Anti-Cancer Effects Of Blue-Green Alga *Spirulina platensis*, A Natural Source Of Bilirubin-Like Tetrapyrrolic Compounds. *Annals of Hepatology*, 13, 273-283. [https://doi.org/10.1016/S1665-2681\(19\)30891-9](https://doi.org/10.1016/S1665-2681(19)30891-9)
- Koru, E., & Cirik, S. (2003). The effects of temperature on growth and some biochemical characteristics of microalgae *Spirulina platensis* (Cyanophyceae). *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 20(3-4), 419 - 422. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2003.20.3.5000157094>
- Lazebnik, Y. A., Kaufmann, S. H., Desnoyers, S., Poirier, G. G., & Earnshaw, W. C. (1994). Cleavage Of Poly(ADP-Ribose) Polymerase By A Proteinase With Properties Like ICE. *Nature*, 371, 346-347. <https://doi.org/10.1038/371346a0>.
- MacKerell, A. D., Bashford, D., Bellott, M., Dunbrack, R. L., Evanseck, J. D., Field, M. J., Fischer, S., Gao, J., Guo, H., Ha, S., Joseph-McCarthy, D., Kuchnir, L., Kuczera, K., Lau, F. T. K., Mattos, C., Michnick, S., Ngo, T., Nguyen, D. T., Prodhom, B., ... Karplus, M. (1998). All-Atom Empirical Potential For Molecular Modeling And Dynamics Studies Of Proteins. *The Journal of Physical Chemistry B*, 102,

- 3586-3616. <https://doi.org/10.1021/jp973084f>
- MacKerell, A. D., Feig, M., Brooks, C. L. (2004). Improved Treatment Of The Protein Backbone In Empirical Force Fields. *Journal of the American Chemical Society*, 126, 698-699. <https://doi.org/10.1021/ja036959e>
- Nicholson, D. W., Ali, A., Thornberry, N. A., Vaillancourt, J. P., Ding, C. K., Gallant, M., Gareau, Y., Griffin, P. R., Labelle, M., Lazebnik, Y. A., Munday, N. A., Raju, S. M., Smulson, M. E., Yamin, T, Yu, V. L. , & Miller, D. K. (1995). Identification And Inhibition Of The ICE/CED-3 Protease Necessary For Mammalian Apoptosis. *Nature*, 376, 37-43. <https://doi.org/10.1038/376037a0>.
- Phillips, J. C., Braun, R., Wang, W., Gumbart, J., Tajkhorshid, E., Villa, E., Chipot, C., Skeel, R. D., Kalé, L., & Schulten, K. (2005). Scalable Molecular Dynamics With NAMD. *Journal of Computational Chemistry*, 26, 1781-1802. <https://doi.org/10.1002/jcc.20289>.
- Pirildar, S., Sutlupinar, N., Atasever, B., Erdem-Kuruca, S., Papoukova, B., & Šimánek, V. (2010). Chemical Constituents Of The Different Parts Of Colchicum Baytopiorum And Their Cytotoxic Activities On K562 And HL60 Cell Lines. *Pharmaceutical Biology*, 48, 32-39. <https://doi.org/10.3109/13880200903029373>
- Russo, A., Cardile, V., Graziano, A. C., Formisano, C., Rigano, D., Canzoneri, M., Bruno, M., & Senatore, F. (2015). Comparison Of Essential Oil Components And In Vitro Anticancer Activity In Wild And Cultivated *Salvia verbenaca*. *Natural Product Research*, 29, 1630-1640. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.994212>.
- Saini, M. K., & Sanyal, S. N. (2014). Piroxicam And C-Phycocyanin Prevent Colon Carcinogenesis By Inhibition Of Membrane Fluidity And Canonical Wnt/Beta-Catenin Signaling While Up-Regulating Ligand Dependent Transcription Factor PPARgamma. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 68, 537-550. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2014.03.007>
- Suda, K., Rothen-Rutishauser, B., Gunthert, M., & Wunderli-Allenspach, H. (2011). Phenotypic Characterization Of Human Umbilical Vein Endothelial (ECV304) And Urinary Carcinoma (T24) Cells: Endothelial Versus Epithelial Features. *In Vitro Cellular & Developmental Biology*, 37, 505-514. [https://doi.org/10.1290/1071-2690\(2001\)037<0505:PCOHUV>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1290/1071-2690(2001)037<0505:PCOHUV>2.0.CO;2)
- Şeker Karatoprak, G., Ökdem, B., İlğün, S., & Koşar, M. (2022). Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Potentilla recta* L. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 25(3), 439-448. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogava.vi.894015>.
- Takeara, R., Jimenez, P. C., Wilke, D. V., Moraes, M. O., Pessoa, C., Lopes, N. P., Lopes, J. L. C., Lotufo, T. M. C., & Costa-Lotufo, L. V. (2008). Antileukemic Effects Of *Didemnum psammatoedes* (Tunicata: Ascidiacea) Constituents. *Comparative Biochemistry And Physiology - Part A*, 151, 363-369. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2007.02.011>.
- Vanommeslaeghe, K., Hatcher, E., Acharya, C., Kundu, S., Zhong, S., Shim, J., Darian, E., Guvench, O., Lopes, P., Vorobyov, I., & Mackerell, A. D. (2010). CHARMM General Force Field: A Force Field For Drug-Like Molecules Compatible With The CHARMM All-Atom Additive Biological Force Fields. *Journal of Computational Chemistry*, 31, 671-690. <https://doi.org/10.1002/jcc.21367>.
- Vanommeslaeghe, K., Raman, E. P., & MacKerell, A. D. (2012). Automation Of The CHARMM General Force Field (CGenFF) II: Assignment Of Bonded Parameters And Partial Atomic Charges. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 52, 3155-3168. <https://doi.org/10.1021/ci3003649>
- Vanommeslaeghe, K., & MacKerell, A. D. (2012). Automation Of The CHARMM General Force Field (CGenFF) I: Bond Perception And Atom Typing. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 52, 3144-3154. <https://doi.org/10.1021/ci300363c>
- West, J. D., Ji, C., & Marnett, L. J. (2005). Modulation of DNA Fragmentation Factor 40 Nuclease Activity By Poly(ADP-ribose) Polymerase-1. *Journal of Biological Chemistry*, 280, 15141-15147. <https://doi.org/10.1074/jbc.M413147200>.
- Wei, L. S., Wee, W., Siong, J. Y., & Syamsumir, D. F. (2011). Characterization Of Anticancer, Antimicrobial, Antioxidant Properties And Chemical Compositions Of *Peperomia pellucida* Leaf Extract. *Acta Medica Iranica*, 49, 670-674. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22071643/>
- Wong, S. K., Lim, Y. Y., Ling SK, & Chan EWC (2014). Antiproliferative Activity Of *Vallaris glabra* Kuntze (Apocynaceae). *Pharmacognosy Magazine*, 10, 232-239. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.133238>
- Yu, W., He, X., Vanommeslaeghe, K., & MacKerell, A. D. (2012). Extension Of The CHARMM General Force Field To Sulfonyl-containing Compounds And Its Utility In Biomolecular Simulations. *Journal of Computational Chemistry*, 33, 2451-2468. <https://doi.org/10.1002/jcc.23067>.
- Zhang, S., Gong, T. T., Liu, F. H., Jiang, Y. T., Sun, H., Ma, X. X., Zhao, Y. H., & Wu, Q. J. (2019). Global, Regional, and National Burden of Endometrial Cancer, 1990–2017: Results From the Global Burden of Disease Study, 2017. *Frontiers in Oncology*, 9, 1440-1452. <https://doi.org/10.3389/fonc.2019.01440>

Clinopodium debile (Bunge) Kuntze (Lamiaceae), A New Record for the Flora of Türkiye

Lütfi BEHÇET¹ İrfan ALTINSOY²

^{1,2} Molecular Biology and Genetics, Faculty of Arts and Sciences, Bingöl University, Bingöl, Turkey

² Biology Department, Institute of Sciences, Bingöl University, Bingöl, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0001-8334-7816>, ²<https://orcid.org/0000-0002-5393-5630>

✉: lbehcet@bingol.edu.tr

ABSTRACT

Clinopodium debile was collected from the oak forest in the north-northeast of Yolçatı Village (Bingöl/Türkiye) and it was given a new record for the flora of Turkey. Description, detailed photos, ecology and distribution maps of this new record are also presented.

Botany

Research Article

Article History

Received : 17.08.2022

Accepted : 06.10.2022

Keywords

Clinopodium debile

New record

Distribution

Bingöl/Türkiye

Clinopodium debile (Bunge) Kuntze (Lamiaceae), Türkiye Florası İçin Yeni Bir Kayıt

ÖZET

Clinopodium debile Yolçatı Köyü (Bingöl/Türkiye)'nün kuzey-kuzeydoğusundaki meşe ormanından toplanmış ve Türkiye florası için yeni kayıt olarak verilmiştir. Yeni kaydın betimi, detay fotoğrafları, ekolojisi ve dağılım haritaları da sunulmuştur.

Botanik

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :

Kabul Tarihi :

Anahtar Kelimeler

Clinopodium debile

Yeni kayıt

Yayıllık

Bingöl/Türkiye

Atf Şekli: Behçet, L., & Altınoy, İ., (2023). *Clinopodium debile* (Bunge) Kuntze (Lamiaceae), Türkiye Florası İçin Yeni Bir Kayıt. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26(3), 504-510. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1163477>

To Cite : Behçet, L., & Altınoy, İ., (2023) *Clinopodium debile* (Bunge) Kuntze (Lamiaceae), A New Record for the Flora of Türkiye. *KSU J. Agric Nat* 26(3), 504-510. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1163477>

INTRODUCTION

Data obtained through new research shows that Türkiye's biological richness is more than known. New taxa collected and published every year from Türkiye and publications on new records with newly determined distribution in Türkiye are the most important evidence of this claim.

During the botanical excursions made in Bingöl in 2022, some interesting Lamiaceae members were collected. It was not possible to identify the collected specimens with the keys and descriptions in the 7th volume of the Turkish flora (the volume containing the identification and differentiation keys of the Lamiaceae members).

At first glance, the specimens resembled *Clinopodium caroli-henricana* (Kit Tan & Sorger) Govaerts (Syn: *Calamintha caroli-henricana* Kit Tan & Sorger), whose

description is included in the 10th volume (supplement 1) of the flora of Turkey. A new distribution area for *Clinopodium caroli-henricana*, which was previously known from the type collection, was determined in 2007 from the moist rocks of the Güzelsu district of Van, and this new area was published in the study titled "Flora of the Zerne Dam Surroundings" (Gürpınar-Van/Turkey)" (Demir & Behçet, 2019). To clear the doubts about the diagnosis; *C. caroli-henricana* samples (Fig. 5) collected from Van were sent to Kit Tan and their identification confirmed.

Characteristics of *C. caroli-henricana* (flower color rose-pink; verticulates 5-7; plant height 4-7 cm, smaller leaf sizes); we found that the samples belonging to the genus *Clinopodium* L. that we collected in 2022 (from Bingöl) differed from their characteristics. In the *Clinopodium* samples collected from Bingöl; flower colors are bluish white, light blue,

bluish, pinkish white (not rose pink); verticillaster numbers 5-11 (not 5-7); plant heights vary between 7-20 cm (not 4-7 cm). Considering that the samples were different from *C. caroli-henricana* with the specified characteristics, it was thought that it might be a taxon whose distribution is unknown in Turkey. It was determined that these specimens were *Clinopodium debile* (Bunge) Kuntze [synonym: *Calamintha debilis* (Bunge.) Benth.] with the help of keys and descriptions in the corresponding volume of the Lamiaceae family of the Russian flora (Borisova, 1977).

The number of members of the genus *Clinopodium* in Türkiye, revised by Leblebici (1982) in the 7th volume of the flora of Turkey, was given as 3 taxa (1 species and 2 subspecies). But later, when some members of Lamiaceae were transferred to *Clinopodium* (Govaerts 1999, Harley and Granda 2000, Ryding 2005, Bräuchler et al. 2006), the number of members of this genus in Türkiye increased to 31 (14 species, 17 subspecies) in studies published by researchers such as Dirmenci (2012).

The number of *Clinopodium* taxa in Türkiye has reached 32 with this new record, which was defined as *Clinopodium debile* with the help of keys and definitions in the 21st volume of the Flora of Russia (the volume containing the Lamiaceae members). In this study, with an emphasis on the definition, photographs and chorology of *C. debile*; a contribution has been made to the flora of Türkiye.

MATERIAL and METHODS

Clinopodium debile specimens (Figure 1-4) were collected from the parts of the oak forest close to the stream in the north-northeast of Yolçatı Village, 15 km west of the city center of Bingöl. Initial attempts to name them using the Flora of Turkey (Davis & Leblebici, 1982; Leblebici, 1982; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000) were not successful. Eventually, using the account in Flora Russian (Borisova, 1977), the specimens were identified as *Calamintha debilis* (Bunge) Benth (now this name is a synonym for *Clinopodium debile*). The herbarium specimens of *Clinopodium debile* are deposited at the herbarium of Bingöl University. The description below is based on the Turkish specimens and varies in some respect from that in Flora USSR (quod vide).

RESULTS and DISCUSSION

Clinopodium debile (Bunge) Kuntze. First published in Revis. Gen. Pl. 2: 515 (1891). Govaerts, R. (1999). World Checklist of Seed Plants 3(1, 2a & 2b): 1-1532. MIM, Deurne. (Figure, 1-6)

Syn: *Calamintha debilis* (Bunge) Benth. in DC. Prodr. XII (1848) 232; Ldb. Fl. Ross. III, 352; Kryl. Fl. Alt. IV, 1014. - *Thymus debilis* Bunge. in Ldb. Fl. alt. II (1830) 391. - *Satureja debilis* Briq. in Pflanzenfam. IV, 3a, 3b (1897) 302; Kryl. Fl. Zap. Sib. IX, 2378. - *S. annua* (Schrenk) B. Fedtsch. Rast. Turk. (1915) 682. -

Melissa debilis Benth. Lab. Gen. et sp. (1832-1836) 391. - *Calamintha annua* Schrenk in Bull. Acad. Sc. Petersb. X (1842) 353 et Enum. pi. nov. 2 (1842) 26; Ldb. Fl. Ross. III, 351; O. and B. Fedch. Perech. rast. Turk. V, 130; Benth. in DC. Prodr. XII, 227. - *C. caucasica* Somm. et Lev. in Nuov. Giorn. Bot. Ital. (1897) 207; Tr. Bot. sada, XVI, 386. - Ic: Ldb. Ic. pi. fl. Ross. V, tab. 438. - Exs.: Pl. or. exs. No. 218.

Description: Annual. **Stems** simple or branched, weak, ascending or erect, 7—20 cm high, densely glandular and sparsely eglandular hairy, 4-angled. **Leaves** flat, attenuating into (3—)5—15 mm petioles (sometimes nearly equaling the blade), lamina 10—20 x 4—15 mm, ovate, oblong-ovate, broadly acute, glabrous or with sparse short glandular and eglandular hairs, glandular-punctate, dark green, glaucescent, margins sparsely and shallowly denticulate or entire and sparsely ciliate, entire at the base. **Verticillasters** 5—11(—12), usually remote below ± congested above and 2—10(—12)-flowered, axillary, dichotomously branched, on peduncles about half the length of leaves. **Peduncles** and **pedicels** eglandular or glandular puberulent, slender, shorter or longer than calyx, 4—7 mm long. **Bracts** small, lanceolate, setiform, acute, glandular hairy. **Calyx** bilabiate, drooping, 5—7 mm long, tubular, with sparse hairs on the nerves outside, with sparse exerted setiform hairs in throat, prominently nerved; upper lip of calyx with 3 broadly lanceolate, aristate, spreading ciliate, reflexed teeth; lower lip 2-toothed, the teeth lanceolate, subulately point-tipped, somewhat longer than the upper; calyx-tube slightly longer than the limb, slightly gibbous at base. **Corolla** small, about as long as calyx, sometimes slightly longer or shorter, whitish, bluish white, light blue, pinkish white; 2-lipped, tube gradually dilated; upper lip emarginate, straight; lower lip reflexed, 3-lobed, middle lobe longer than lateral lobes. **Stamens** not exceeding the calyx; anthers of the interior stamens abortive. **Style** shorter than corolla, complanate or 2-cleft at apex, scabrid above; **Nutlets** oblong-ovoid, rounded, 0.5—1 mm long, naked, brown, blackish brown.

Flowering: May-June

Fruiting: June-August

Distribution: Afghanistan, Altay, Iran, Kazakhstan, Kirgizstan, North Caucasus, Tadzhikistan, Transcaucasus, Uzbekistan, West Siberia, Xinjiang and Türkiye (Borisova, 1977; POWO, 2022) (Figure 4).

Type: in Leningrad (LE).

Specimens examined: *Clinopodium debile*: Türkiye, B8 square: Bingöl, Yolçatı village, moist sections of the oak forest, 3-5 km north-northeast of Yolçatı Village, close to the stream, oak shadows, 1200-1300 m, 11.06.2022, L. Behçet & İrfan Altınsoy 615; ibid. 25.06.2022, L. Behçet & İrfan Altınsoy 765.



Figure 1. A and B- A view from the original habitat of *Clinopodium debile* (during flowering), C- Indumentum view of the stem of *Clinopodium debile*

Şekil 1. A ve B- *Clinopodium debile*'nin orijinal habitatından iki görünüm (çiçeklenme dönemi), C- *Clinopodium debile* gövdesinin tüy örtüsü görünümü



Figure 2. A view from the original habitat of *Clinopodium debile* (in the fruiting period).

Şekil 2. *Clinopodium debile*'nin original habitatından bir görünüm (meyve dönemi).



Figure 3. A- View of a scanned specimen of *Clinopodium debile*, B- A view of scanned specimens of *Clinopodium debile*.

Şekil 3. A- *Clinopodium debile*'nin scan edilmiş tek örneğinin görünümü, B- *Clinopodium debile*'nin scan edilmiş örneklerinin görünümü.

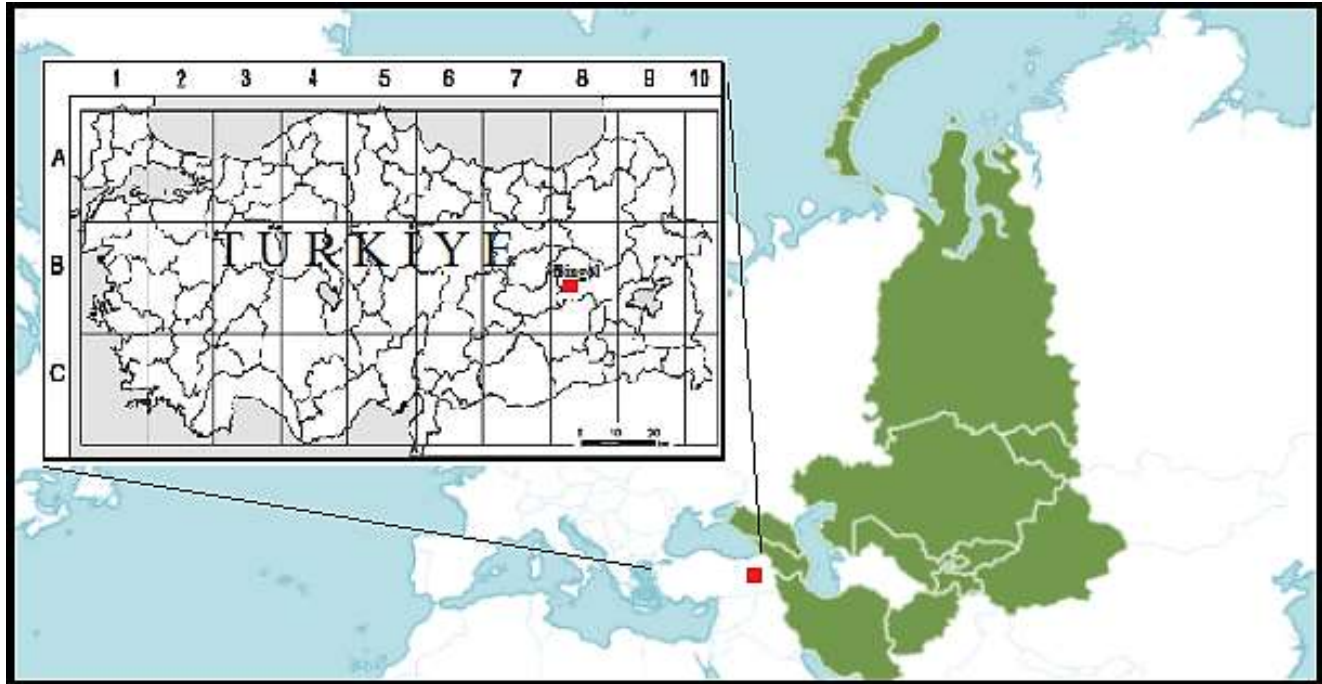


Figure 4. Distribution of *Clinopodium debile* in World and Türkiye (from POWO 2022).

Şekil 4. *Clinopodium debile*'nin dünya ve Türkiye'deki yayılışı (POWO 2022'den).

Clinopodium caroli-henricana: Türkiye, B9 square: Van, Hoşap, Between Zernek Dam and Hoşap (Güzelsu) town, humid rocky - stony slopes, 38° 20'819" N 043° 45'040" E, 1850 m, 30 vi 2007, *İ Demir* 595 (VANF).

Ecology: Specimens of this taxon; it was collected for the first time in Turkey from the oak forest area to the north-northeast of Yolçatı Village, west of the city center of Bingöl. *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *pinnatifolia* (K.Koch) Menitsky, the dominant

member of the oak forest in which the new record plant is distributed, accompanies the second-degree *Q. libani* G.Olivier. The habitat of this plant, which was collected on 11.06.2022 from the moist parts of the forest close to the stream beds; is 1200—1300 m above sea level. In addition to the oak taxa mentioned where *C. debile* develops, there are rare distributions of plants such as *Cotoneaster nummularius* Fisch.&C.A.Mey., *Crataegus azarolus* L. var. *ponticus* (K.Koch) K.I.Chr., *C. orientalis* Pall. ex M.Bieb. subsp. *orientalis*, *Lonicera nummulariifolia* Jaub.

&Spach and *Sorbus torminalis* (L.) Krantz., in the form of trees or shrubs. The important herbaceous taxa growing in the habitats where *C. debile* is distributed are as follows; *Achillea millefolium* L. subsp. *millefolium*, *Elymus panormitanus* (Parl.) Tzvelev, *Juncus bufonius* L., *Milium vernale* M. Bieb.,

Minuartia hybrida (Vill.) Schischk., *Ranunculus arvensis* L., *Trifolium campestre* Schreb., *T. nigrescens* Viv. subsp. *petrisavii* (Clementi) Holmboe, *T. phleoides* Willd., *Veronica arvensis* L., *V. bozakmanii* M.A. Fisch.

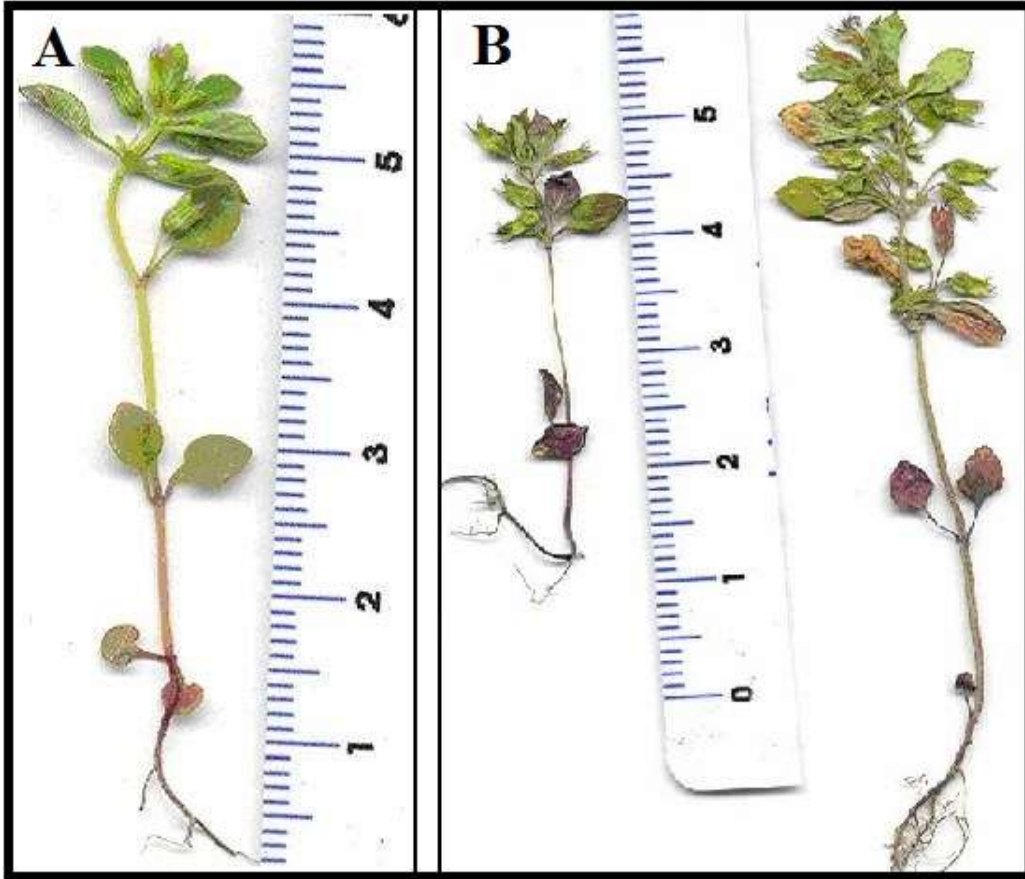


Figure 5. Figure 1. Views of scanned *Clinopodium caroli-henricana* (KitTan & Sorger) Govaerts (Syn: *Calamintha caroli-henricana* Kit Tan & Sorger): A- Fresh sample B- Dry samples

Şekil 5. *Clinopodium caroli-henricana* (KitTan & Sorger) Govaerts'in taranmış görüntüleri (Sinonim: *Calamintha caroli-henricana* Kit Tan & Sorger): A- Taze numune B- Kuru numuneler

CONCLUSION

The number of species included in the genus *Clinopodium* exceeds 100 and most of these species are distributed in the New World and temperate Eurasia. Few members of this genus have distributions in Africa, tropical Asia and Indomalesia (Harley et al., 2004). The number of taxa belonging to this genus in Türkiye has reached 32 with this record. The distribution of *C. debile*, which is known to be distributed in many countries (Afghanistan, Altay, Iran, Kazakhstan, Kirgizstan, North Caucasus, Tadzhikistan, Transcaucasus, Uzbekistan, West Siberia, Xinjiang) in the east of Türkiye (Figure 4) is not a surprise. Especially; considering the distribution and development of this plant in forest areas, it is expected to be found in forest areas with similar ecology in Türkiye.

In Bingöl and its surroundings, where there is insufficient information about its flora, new taxa for the scientific world in recent years (Behçet et al., 2017,

2019; Behçet & Yapar, 2020, 2021; Hamzaoğlu et al., 2020; İlçim & Behçet, 2016; Doğan et al., 2015; Sinan et al., 2021), a new record for Türkiye (Pınar et al., 2018) and, interesting distribution of a lost endemic taxon (Behçet & Yapar, 2019).have been published. Such studies and publications also show that there is more work to be done on plant diversity in Bingöl and Türkiye.

C. debile which is annual (Figure 1-3,6) ; it is similar to *C. caroli-henricana*, which is endemic to Türkiye, with its general appearance and calyx features, which is known to be distributed among the moist forestless rocks formed by lava flows in the Eastern Anatolian region of Türkiye (Figure 5).

However, *C. debile* samples; with features such as corolla color (bluish white, light blue, bluish, pinkish white), leaf color (dark green), longer peduncle, vertisillaster numbers (between 5—11), and plant height (7—20 cm) (much more difference is given in the description of *C. debile* given above) differs from *C.*

caroli-henricana. One of the important differences is that while the *C. caroli-henricana*, develops among bare moist lava flows, *C. debile* develops more in forest

areas. Some prominent differences in characteristics of *C. debile* and *C. caroli-henricana* are shown in Table 1.

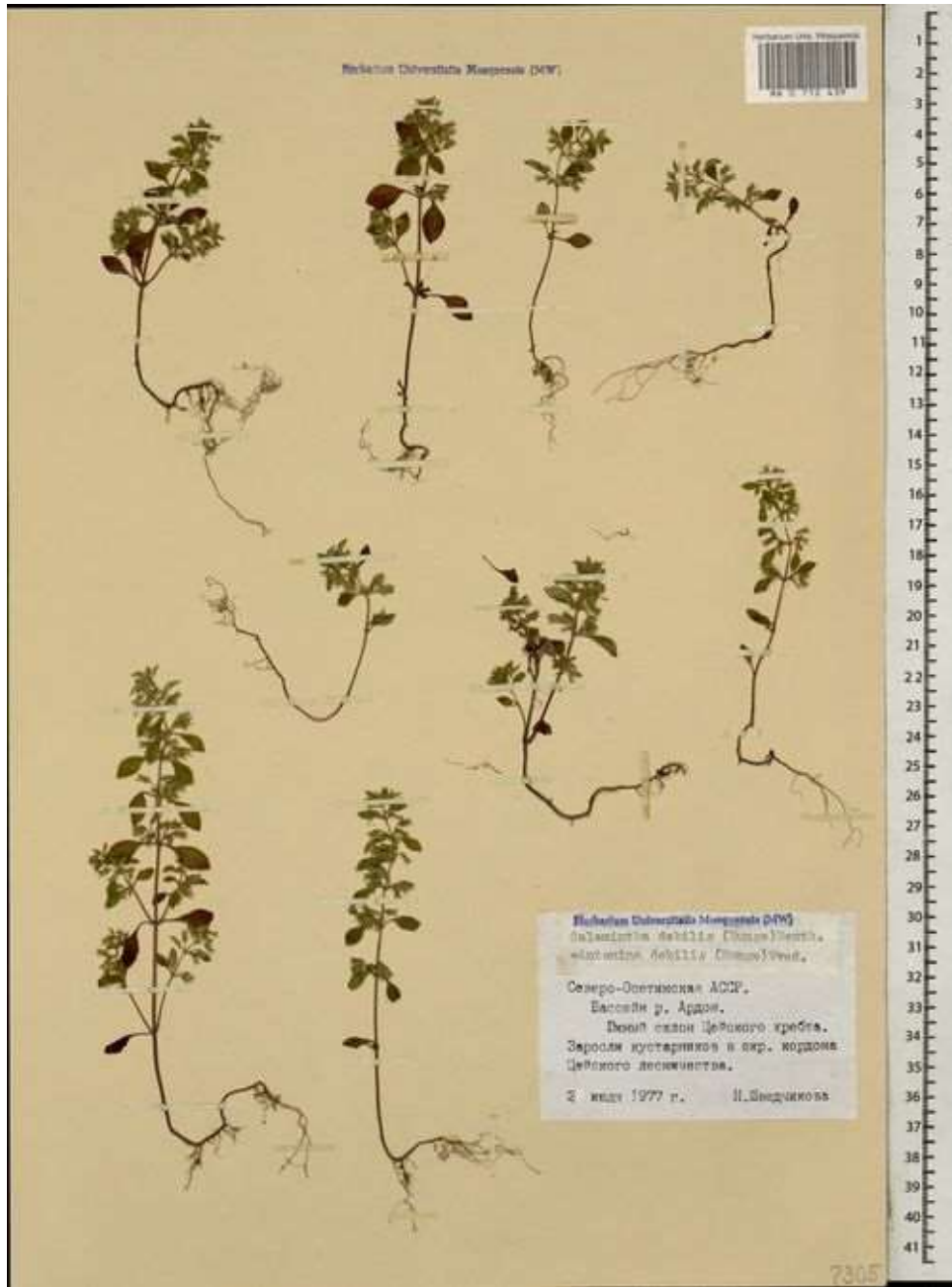


Figure 6. Photographs of *Clinopodium debile* samples in Moscow University Herbarium (MW0712439) (Seregin, 2022).
Şekil 6. Moscow University Herbarium (MW0712439)'undaki *Clinopodium debile* örnekleri (Seregin, 2022).

Table 1. Comparison of some characteristics of *Clinopodium debile* and *C. caroli-henricana*.

Çizelge 1. *Clinopodium debile* ile *C. caroli-henricana*'nın bazı özelliklerinin karşılaştırılması

Characters	<i>C. debile</i>	<i>C. caroli-henricana</i>
Stem	7—20 cm, densely glandular and sparsely eglandular hairy (Figure 1c)	4—7 cm, eglandular and glandular puberulent
Leaves	lamina 10—20 x 4—15 mm and with (3) 5—15 mm petiole	8—14 x 5—8mm, with 2—4 mm petiole
Verticilaster	5—11(—12), with 2—10(—12) flower	5—7, with 2—6 flower
Calyx	5—7 x 1.5—2 mm	4.5—5.5 x 1—1.5mm
Corolla	5—7.5 mm long, as long as calyx, sometimes silaghtly longer or shorter, whitish, bluish white, light blue, pinkish white	4 mm, included in calyx, rose-pink
Habitat	Moist canopy of the oak forest	moist rocky slopes in unforested lava flow fields

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Behçet, L. & İlçim, A. (2015). *Paracaryum bingolianum* (Boraginaceae), a New Species from Turkey. *Turkish Journal of Botany* 39(2), 334-340.
- Behçet, L. & Yapar, Y. (2021). *Bromus orientalis* (Poaceae: B. sect. Bromopsis), a New Species from Turkey. *Nordic Journal of Botany* 39(4), 1-7.
- Behçet, L. & Yapar, Y. (2020). *Lactuca anatolica* (Asteraceae: Lactucinae), a New Species from Eastern Anatolia (Turkey). *Phytotaxa* 455(4), 287-294.
- Behçet, L. & Yapar, Y. (2019). Rediscovery of the lost endemic *Micromeria cymuligera* (Lamiaceae) in Eastern Anatolia-Turkey. *Nordic Journal of Botany* 37(10), 1-6.
- Behçet, L., İlçim, A. & Yapar, Y. (2017). *Centaurea bingolensis* (Asteraceae), a New Species from Turkey. *Turkish Journal of Botany* 41, 180-188.
- Borisova, A. G. (1977). *Calamintha* Lam. In: Shishkin, B. K. (ed.) Flora of the USSR. Vol. 21 (Translated from Russian): Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem, 307-311.
- Bräuchler, C., Meimberg, H. & Heubl, G. (2006). New names in Old World *Clinopodium* – the transfer of the species of *Micromeria* sect. *Pseudomelissa* to *Clinopodium*. *Taxon* 55, 977–981.
- Davis, P. H. & Leblebici, E. (1982). *Calamintha* Miller In: Davis, P. H. (ed.) Flora of Turkey and the east aegean islands, vol: 7, Edinburgh Univ. Press, Edinburgh, 323–329.
- Davis, P. H., Tan, K & Mill, R. R. (eds) (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands, vol: 10 (suppl. 1)*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Dirmenci, T. (2012). *Clinopodium* L. In: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M. T(eds.) *Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler)*. İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, 550-553.
- Doğan, M., Behçet, L. & Sinan, A. (2015). *Pseudophleum anatolicum*, a New Endemic Species of *Pseudophleum* (Poaceae) from East Anatolia, Turkey. *Systematic Botany* 40(2), 454-460.
- Duran, A., Behçet, L. & Öztürk, M. (2015). *Diplotaenia bingolensis* (Apiaceae), New Species from East Anatolia, Turkey. *Plant Syst Evol* 301, 467–478.
- Govaerts, R. (1999). *World checklist of seed plants – the species*, vol 3(1). — Book & Media Publ., Antwerp.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K. H. C. (eds.) (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands, vol.11*. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- Hamzaoğlu, E., Behçet, L. & Yapar, Y. (2020). A New Suffruticose Taxon of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Bingöl, Turkey. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 23(6), 1529-1534.
- Harley, R. M. & Granda, A. P. (2000). List of species of Tropical American *Clinopodium* (Labiatae), with new combinations. *Kew Bull* 55, 917–927.
- Harley, R. M., Atkins, S., Budantsev, A., Cantino, P. D., Conn, B., Grayer, R. J, Harley, M. M., De Kok, R., Krestovskaja, T., Morales, A., Paton, A. J., Ryding, O. & Upson, T. (2004). Labiatae. — In: Kadereit, J. W. (ed.), *The families and genera of vascular plants, vol. 6* (Lamiales): Springer Verlag, Berlin, 241–242.
- İlçim, A., & Behçet, L. (2016). *Astragalus topalanense* (Fabaceae), a New Species from Turkey. *Turkish Journal of Botany* 40, 74-80.
- Leblebici, E. (1982). *Clinopodium* L. In: Davis, P. H. (ed.) *Flora of Turkey and the east aegean islands, vol: 7*, Edinburgh Univ. Press, Edinburgh, 329–331.
- Pınar, S. M., Fidan, M., Behçet, L. & Eroğlu, H. (2018). A New Record for The Flora of Turkey: *Onopordum cinereum* Grossh. (Asteraceae). *Erzincan University Journal of Science and Technology* 11(1), 85.
- POWO. (2022). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet: <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (Access: 04.08.2022).
- Ryding, O. (2005) Revision of the *Clinopodium abyssinicum* group (Labiatae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 150, 391–408.
- Seregin, A. (2022). Moscow University Herbarium (MW). Version 1.245. Lomonosov Moscow State University. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/cpnhcc> accessed via GBIF.org on 2022-08-12. <https://www.gbif.org/occurrence/1697829920>
- Sinan, A., Behçet, L. & Yapar, Y. (2021). *Ranunculus solhanensis* (Ranunculaceae), a New Species from Eastern Turkey. *Phytotaxa* 497(2), 157-164.

Determination of the Effects of Combined use of *Paenibacillus* sp. S1S22 Strain and *Ulva lactuca* Extract on Seed Germination and Growth of Tomato Plant

Fadime ÖZDEMİR KOÇAK¹, Gülçin SEVİM², Uğur ÇİĞDEM³, Dilek ÜNAL⁴

¹Department of Nursing, Faculty of Health, Bilecik Seyh Edebali University, 11210, Bilecik, Türkiye, ²Institute of Graduate, Department of Biotechnology, Bilecik Seyh Edebali University, 11230, Bilecik, Türkiye, ³Eskişehir Osmangazi University, Department of Biotechnology and Biosecurity, Eskişehir, Türkiye, ⁴Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science and Letter, Bilecik Seyh Edebali University, 11230 Bilecik, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-8557-5166>, ²<https://orcid.org/0000-0002-2026-2812>, ³<https://orcid.org/0000-0003-4790-494X>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-6915-9699>

✉: fadime.ozdemirkocak@bilecik.edu.tr

ABSTRACT

In recent years, plant growth promoting bacteria (PGPB) have been used as biofertilizers that increase agricultural productivity and plant resistance to changing environmental conditions such as drought, salinity and heat stress. One of the proposed new approaches to increase plant productivity, especially under stress conditions, is using algae extracts, which usually consist of naturally occurring bioactive compounds. *Paenibacillus* sp. S1S22 isolated from sediment was tested for its performance in indole acetic acid production (IAA), nitrogen (N) fixation, phosphate solubilization, proteolytic activity, and cellulose activity. Its antimicrobial activity was also determined against different pathogens of *Paenibacillus* sp. S1S22. Tomato seeds were incubated with the S1S22 strain, and the S1S22 strain supplemented with *U. lactuca*. The seeds incubated with deionized water were used as control. As a result, we demonstrated that the addition of *U. lactuca* extract to tomato seedlings incubated with *Paenibacillus* sp. S1S22 strain increased the root and stem length compared to the control. The results indicate that macroalgae in combination with PGPR may be a much more effective way of promoting plant growth.

Plant Physiology

Research Article

Article History

Received : 31.03.2022

Accepted : 18.10.2022

Keywords

Paenibacillus sp.

Ulva lactuca

Plant growth promoting bacteria (PGPB)

Paenibacillus sp. S1S22 suşu ile *Ulva lactuca* Ekstresinin Kombine Kullanımının Domates Bitkisinin Tohum Çimlenmesi ve Büyüme Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

ÖZET

Son yıllarda, bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPB), tarımsal üretkenliği ve kuraklık, tuzluluk ve sıcaklık stresi gibi değişen çevresel koşullara karşı bitki direncini artıran biyogübreler olarak kullanılmaktadır. Özellikle stres koşulları altında bitki verimliliğini artırmak için önerilen yeni yaklaşımlardan biri, doğal olarak oluşan biyoaktif bileşikler içeren alg ekstraktlarının kullanılmasıdır. Sedimentten izole edilen *Paenibacillus* sp. S1S22 suşunun bitki büyümesini teşvik etme performansı indol asetik asit üretimi (IAA), azot (N) fiksasyonu, fosfat çözünürlüğü, proteolitik aktivite ve selüloz aktivitesi açısından test edilmiştir. Ayrıca bu suşun farklı patojenlere karşı antimikrobiyal aktiviteleri de belirlenmiştir. Domates tohumları, S1S22 suşu ve *U. lactuca* ekstraktı eklenmiş S1S22 suşu ile inkübe edilmiştir. Deiyonize su ile inkübe edilen tohumlar kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, *Paenibacillus* sp. S1S22 suşu ile inkübe edilen domates fidelerine *U. lactuca* ekstraktı eklenmesinin kontrole göre kök ve gövde uzunluğunu arttırdığını göstermiştir. Sonuçlar, makroalglerin PGPR ile kombinasyon halinde, bitki büyümesini teşvik etmede tek başına kullanılmalarından çok daha etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.

Bitki Fizyolojisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :

Kabul Tarihi :

Anahtar Kelimeler

Paenibacillus sp.

Ulva lactuca

Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PPGPB)

To Cite : Özdemir Koçak, F., Sevim, G., Çiğdem, U., Ünal, D., (2023) Determination of the effects of combined use of *Paenibacillus* sp. S1S22 strain and *Ulva lactuca* extract on seed germination and growth of tomato plant. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26*(3), 511-519. [https://doi.org/ 10.18016/ksutarimdog.vi.1096451](https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1096451)

INTRODUCTION

Agricultural practices such as synthetic chemical fertilizer applications and excessive use of pesticides to increase crop yields have led to negative consequences such as groundwater pollution, deterioration of soil quality and reduction in biological diversity, especially in recent years (Chandini et al., 2019). The human population is expected to reach 9 billion in the next 30 years and it has become imperative to increase product yield with environmentally friendly and sustainable agricultural practices to meet the needs of humanity (Wise, 2013). Microorganisms, one of the most important components of the soil ecosystem, are very important in increasing soil fertility, nutrient cycling and supporting plant diversity (Hardoim et al., 2009). Plant growth promoting bacteria (PGPB) have been used as biofertilizer and biocontrol agents because of their beneficial effects on soil and agricultural products (Pathma et al., 2021).

PGPB microorganisms, which play a major role in plant growth, can promote plant growth through mechanisms such as changing plant hormone levels, facilitating the uptake of substances from the soil, or inhibiting the inhibitory effects of pathogenic agents on plant growth and development (Glick, 2012). It is necessary to clarify the interactions between the plant and the PGPB in order to be used effectively in the solution of the above-mentioned agricultural problems. Developing plant-PGPB interactions will allow the development of microbial inoculants that can be used to increase crop yields. PGPBs are shown as a natural technology to improve soil quality and reduce chemical use, in this context.

One of the most important features of *Paenibacillus* species is their ability to promote plant growth. For example, it has been reported that they can trigger plant defense mechanisms and contribute to tolerance against biotic stresses by neutralizing various phytopathogens and herbivorous insects. A study by Weselowski et al. (2016) showed *Paenibacillus* species with plant growth promoting properties could directly affect plant growth by producing phytohormones such as indole-3-acetic acid (IAA). PGPR use is currently finite due to the incomplete elucidation of the mechanisms underlying the interactions between plant and bacteria, the diversity and species specificity of plant and bacterial species. Algae are exposed to permanent biotic and abiotic stress factors throughout their life cycle, and this has caused the algae to develop mechanisms to protect themselves from drought, salinity, different light intensity, cold, bacterial or fungal colonization. As a result, algal cells have become rich sources of compounds that play an

important role in plant growth and defense, such as growth hormones such as cytokinins and auxins, minerals, carbohydrates, sterols and antioxidants (Michalak et al., 2016). Because of these compounds, which play a role in increasing yield by regulating plant cell metabolism, algae have been identified as phytohormone-like plant growth regulators (PGRs) (Patel et al., 2019).

Studies on the combined use of PGPR and algae in order to increase plant yield have recently attracted attention in the literature. For example, the combination of *Macrocystis pyrifera* algae extracts used as biofertilizer with PGPB *Azospirillum brasilense* showed that the germination ratio of lettuce seedlings (*Lactuca sativa*) increased (Julia et al., 2020). In addition, *M. pyrifera* extract treatment increased root mass and promoted adaptation to water deficit stress (Julia et al., 2020). Another study showed that maize plants treated with both algal biochar and *Serratia odorifera* had significantly greater height and more leaves per pot than control. However, it has also been shown that co-treatment of algae and PGPB increases photosynthetic yield in maize (Ullah et al., 2020). Similarly, leaf area of high bush blueberry was increased by PGPR application (de Silva et al., 2000).

Ulva lactuca is a widely distributed green algae mainly in the mid to low intertidal zones. Generally found in nutrient rich areas and blooms, especially nearby sewage outfalls. Besides its usage in the cosmetics industry, it is also edible and consumed in many countries. Growth promoting effects of *U. lactuca* extracts on seed germination and root development of tomato and mung beans (Hernandez-Herrera et al., 2016), on seed germination and growth promotion of tomato (Mzibra et al., 2021). Also plant growth regulators such as abscisic acid, auxins, cytokinins, gibberellins, jasmonates and salicylates were determined in the aqueous extract of *U. lactuca* (Garcia et al., 2020). *U. lactuca* appears as an important source for plant promoting studies by containing diverse and remarkable active compounds. Due to the diversity of PGRs found in algae, their physiological effects on plants differ. In addition, the mechanisms of action on different plants are still questionable in many respects. In this study, the effects of a combination of *Paenibacillus* sp. S1S22 isolated from the Sakarya River sediment and green alga *U. lactuca* extract collected from Tirilye, on plant growth were determined.

MATERIAL and METHOD

Paenibacillus sp. Isolation from Sediment

Isolation was carried out by dilution plate method from

the sediment sample taken from the source of the Sakarya River in the Cifteler district of Eskisehir province (39°21'08.3"N 31°03'29.0"E), at a depth of 1 m in the sun-drenched region (Sembiring, 2000; Sivakumar, 2008). SM3 agar supplemented with nalidixic acid (10 mg mL⁻¹), rifampicin (0.5 µg mL⁻¹) and cycloheximide (50 µg mL⁻¹), was used for isolation.

Genomic DNA Isolation and Analysis of 16S rDNA Gene Region

The amplification of the 16S rDNA gene region of the S1S22 isolate, whose DNA was obtained using the DNA Isolation Kit (Invitrogen, USA), was carried out with 27F and 1525R primers (Write original paper). 16S rDNA sequences were determined by the ABI 3730XL automatic base array device by MacroGen. Sequences obtained from 5 different primers were assembled using the Mega 7 (Kumar et al., 2016) package program. Sequences obtained using Ez Taxon Server (<https://www.ezbiocloud.net/>) and NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) were analyzed. Multiple alignments were performed in MEGA 7 program with the most closely related organisms from which 16S rDNA gene sequences were obtained in fasta format. After multiple alignment, phylogenetic tree was built using the neighbor-joining algorithm (Saitou & Nei, 1987). Jukes-Cantor method was used as the distance matrix (Jukes & Cantor, 1969).

Plant Growth Activities of *Paenibacillus* sp. S1S22 Strain

The strain was investigated for the presence of indole acetic acid (IAA) and its ability to fix free nitrogen (N) (Ozdemir Kocak et al., 2020). For the assignment of indole acetic acid, *Paenibacillus* sp. S1S22 was grown in Luria-Bertani (LB) broth supplemented with 100 mg L⁻¹ L-tryptophan and used tryptophan-free LB broth as a control group. The strain was incubated at 30 °C in the dark for 7 days. After the incubation, the cultures were centrifuged at 10,000 rpm for 15 minutes, and 2 mL of Salkowski solution (2 mL FeCl₃ (1.35 %), 49 mL water, and 49 mL 60 % (v/v) perchloric acid) were added on to 1 mL of supernatant, and left 30 minutes in the dark (Gordon & Weber, 1951). The pink color formation was considered positive for IAA production.

Strain N fixation ability was determined according to its ability to grow in the prepared nitrogen-free environment. The strain was inoculated into test tubes containing 10 mL of semi-solid agar, prepared with 1 % Yeast Carbon Base and 1 % Noble Agar and incubated in the dark at 28 °C for three weeks. Semi-solid agar supplemented with (NH₄)₂SO₄ (2 g L⁻¹) was used as a positive control (Trujillo et al., 2010).

S1S22 strain was evaluated to assign its proteolytic activity. According to a modified procedure, nutrient agar (NA) and skim milk determined proteolytic

activity. The strain inoculated into these media was incubated for three days at 37 °C. The formation of a clear halo region around the strain was evaluated as positive for proteolytic activity (Kazanas, 1968).

Cellulase activity was determined according to the method used by Li et al. (2018). The test isolate was inoculated on CMC agar consisting of tryptone, yeast extract, NaCl, CMC, agar and incubated at 37 °C overnight. Cellulase (glucanase) activity was considered positive according to the formation of the yellow hydrolysis zone. The phosphate solubilization ability of the strain was determined using the National Botanical Research Institutes Phosphate-Bromophenol blue (NBRIP- BPB) media. The strain inoculated on the NBRIP-BPB medium was left to incubate at 30 °C for seven days. The formation of the clear halo region around the colony was evaluated as positive (Nautiyal, 1999).

Antimicrobial Activity Properties of S1S22 Strain

In the study, 2 Gram-negative bacteria (*Escherichia coli* (*E. coli*) W3110, *Pseudomonas vulgaris* (*P. vulgaris*) NRRL B-123), 2 Gram-positive bacteria (*Bacillus subtilis* (*B. subtilis*) IMG 22, *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ATCC 25923), two yeast (*Candida albicans* (*C. albicans*) ATCC 1326, *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) ATCC 9763) and two fungi (*Aspergillus parasiticus* (*A. parasiticus*) NRLL 465, *Fusarium* sp.) were used. Inoculation of *Paenibacillus* strain was done by spot seeding on modified Bennett's Agar the using agar spot method (Jones, 1949) without antibiotics (Williams & Cavanaugh, 1983). After inoculation, it was incubated for 24 hours at 28 °C. 3-5 ml of chloroform was poured into the developing colony, allowing it to die. The density of pathogen test organisms growing for 1-2 days was set at 0.1 OD. The smear plate method inoculated pathogenic microorganisms prepared on the dead colony. After a 1-day incubation at 28 °C, the zones of inhibition against the test pathogens around the colony were recorded by measuring with a cumpas.

Collection and Extraction of *Ulva lactuca* Samples

Ulva lactuca samples were collected from Tirilye region of Mudanya district of Bursa (40°23'29.3"N 28°48'17.0"E). Fresh samples were washed with dH₂O and then dried under laboratory conditions. Dry algae samples were thoroughly crushed in a mortar before extraction and mechanical fragmentation was performed. The extraction process was carried out with distilled water at a concentration of 10% at 100 °C for 1 hour by boiling method (Unal et al., 2022). When the obtained extract came to room temperature, it was filtered first with sterile filter paper and then using sterile syringe filters with a diameter of 0.45 µm.

Plant Material and Cultivation

The tomato plant (*Lycopersicon esculentum* L.) was used as the study material. After the seeds of the plant were grown in 10% hypochlorite solution for surface sterilization, the seeds were washed 5 times with sterile deionized water. Approximately half of the seeds were incubated with dH₂O and the other half with S1S22 bacterial culture at 0.1 OD for 2 hours at 30 °C. Petri dishes with sterilized filter paper were

used for planting. While the filter papers in the petri dish were wetted with 5 mL of dH₂O for the control and groups to be treated only with S1S22, they were wetted with 5 mL of *Ulva lactuca* extract for the groups to which *Ulva lactuca* extract would be applied. Seeds incubated with S1S22 were planted in petri dishes belonging to the groups to which bacteria were to be applied, and seeds incubated with water only were planted in the other groups. The trial design of the study is shown in Figure 1.

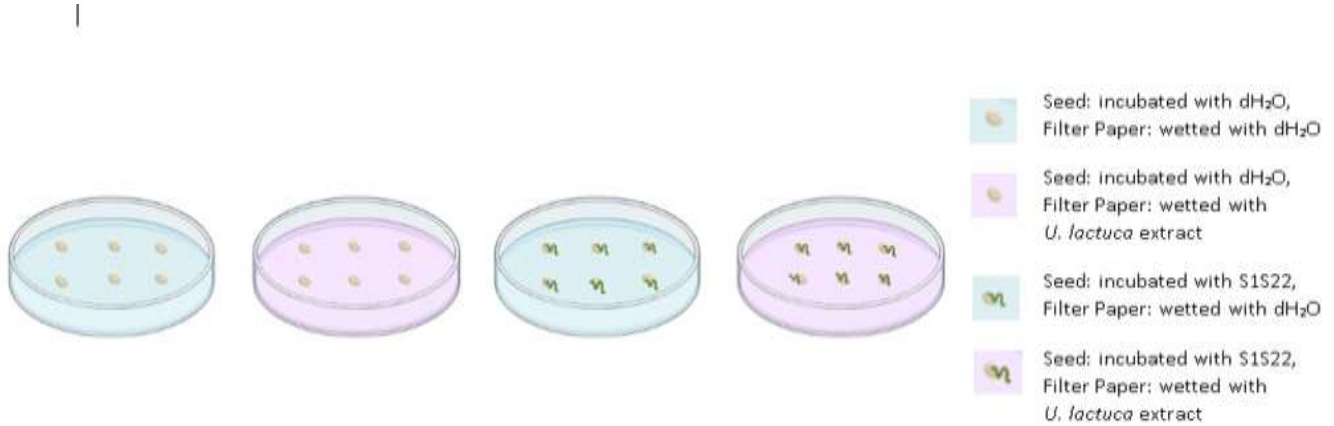


Figure 1. Schematic representation of the experimental design
Şekil 1. Deney tasarımının şematik gösterimi

Controlled conditions applied during cultivation; a photoperiod of 16 hours light/8 hours dark was carried out at a density of 650 μ mol m⁻² s⁻¹, a temperature of 24-25 °C and a humidity of 42 %. Trials were carried out in 3 repetitions with at least 50 individuals per trial group in each repetition. The samples were harvested after 15 days. During the experimental period, the germination of *S. lycopersicum* seeds was recorded for five days. After harvesting, shoot and root lengths were measured. Each experiment was set up independently three time.

Statistical Analysis

SPSS 15.0 software was used for statistical analysis. Continuous variables with normal distribution were presented as mean \pm SD. The median value was used where normal distribution was absent. Qualitative variables were given as a percent. Statistical analysis for the parametric variables was performed using the Student's t-test between two groups. A p-value of 0.05 was considered statistically significant.

RESULTS and DISCUSSION

Paenibacillus sp. Isolation from Sediment

S1S22 isolate was isolated by the dilution plate method using sample which collected from river sediment. The isolate was coded as S1S22 and given based on location (S: Sakarya River; 1: 1 m deep; S: sediment; 22: sample number).

16S rDNA Gene Region Analysis of S1S22 Isolate

16S rDNA gene region analysis of S1S22 isolate was conducted using five oligonucleotide sequences were obtained by purchasing service from MacroGen company. Sequences were assembled in the MEGA 7 program and analyzed in the ez-taxon program. Sequences of close relatives obtained in fasta format were analyzed in the MEGA 7 program, and a phylogenetic tree was created in this program. The phylogenetic tree is given in Figure 2.

The base sequence of *Paenibacillus* sp. S1S22 was aligned with the type species, resulting in a total aligned sequence of 1433 nucleotides. It was determined that the S1S22 isolate was related to *P. dendritiformis* and showed 99.6 % similarity. It was determined that this type differs by 4 nucleotides (Figure 2).

Plant Growth Activities of *Paenibacillus* sp. S1S22 Strain

Paenibacillus sp. S1S22 strain isolated from the sediment was examined in terms of IAA production, proteolytic activity and N fixation ability. It was determined that it gave positive results in the tests. Cellulose activity and phosphate solubilization ability of the S1S22 strain were negative (Table 1).

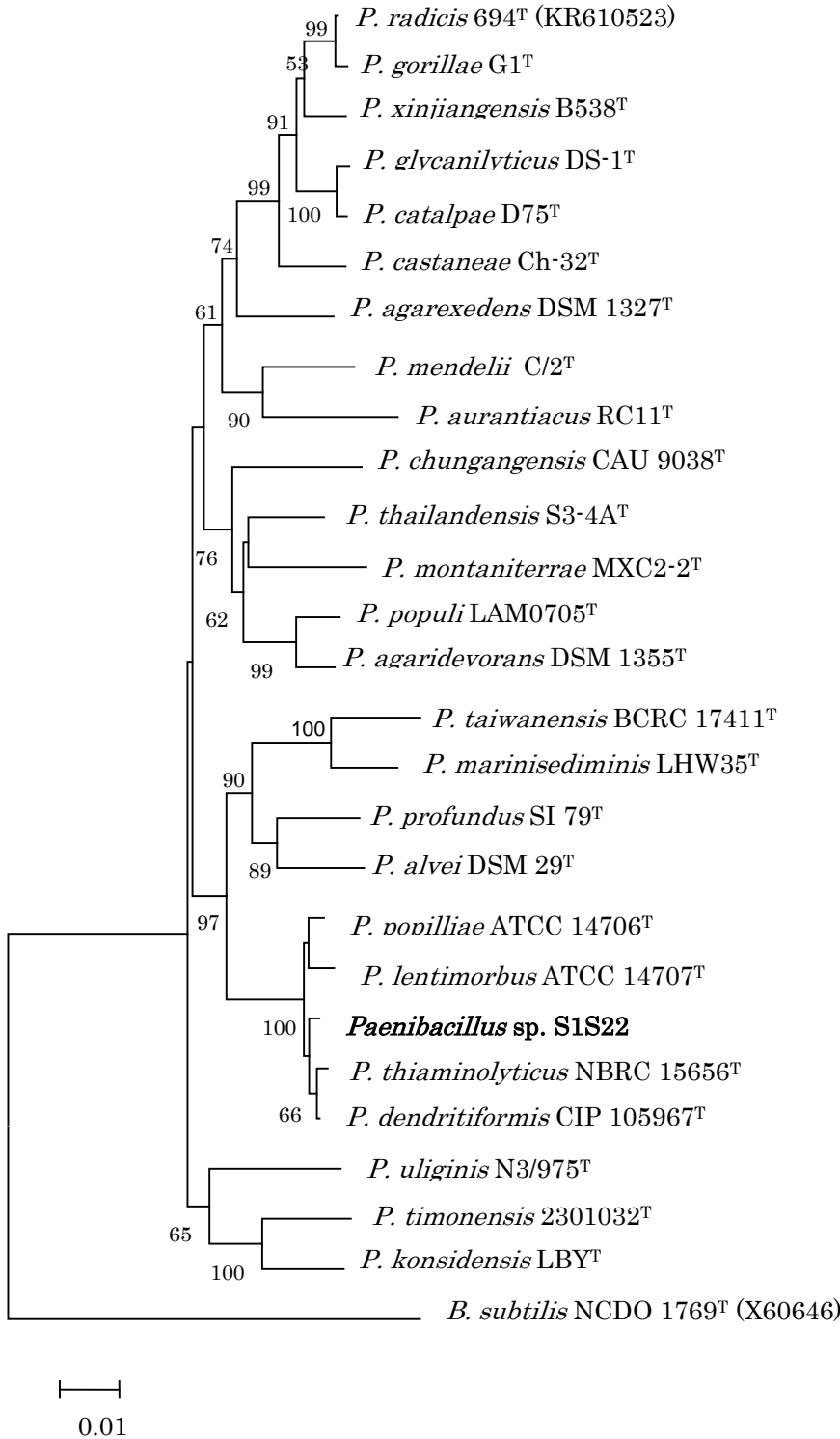


Figure 2. Neighbor-joining (Saitou & Nei, 1987) phylogenetic tree based on 16S rDNA base sequence analysis of test organism and type species belonging to the genus *Paenibacillus* and *B. subtilis* NCDO 1769T as outgroup was used.

Şekil 2. *Paenibacillus* cinsine ait türlerin test organizasının 16S rDNA baz dizi analizine dayalı komşu birleştirme (Saitou & Nei, 1987) filogenetik ağacı ve *B. subtilis* NCDO 1769T dış grup olarak kullanılmıştır.

Table 1. Plant growth-promoting properties of the S1S22 strain.

Çizelge 1. S1S22 suşunun bitki büyümesini teşvik edici özellikleri.

Isolate Code	IAA production	N fixation	Caseinase	Cellulose	Phosphate solubilization
S1S22	+	+	+	-	-

Plant growth-promoting bacteria (Bashan & Holguin, 1998) provide the plant with increased yield, pathogen neutralization, and stress defense (Welbaum et al., 2004, Lugtenberg & Kamilova, 2009). These microorganisms, which have been used as biofertilizers, natural pesticides, and phytoremediation agents due to their benefits to plants, have attracted attention in agricultural applications (Berg, 2009; Weyens et al., 2009). The effect of *Paenibacillus* sp. S1S22 strain on tomato plant growth was investigated due to its IAA production, proteolytic activity, and N fixation ability.

Antimicrobial Activity of S1S22 Strain

The ability of the test strain isolated from the sediment to inhibit the growth of 8 pathogenic test organisms (Gram-positive and negative, yeast and fungus) was determined. The zone diameters were measured with cumpas and given in the table below (Table 2).

It was determined that the *Paenibacillus* sp. S1S22 strain showed high activity against Gram-positive, Gram-negative and yeast but had no activity against fungi.

Table 2. Antibacterial activity results of *Paenibacillus* sp. S1S22 strain

Çizelge 2. *Paenibacillus* sp. S1S22 suşunun antibakteriyel aktivite sonuçları

	<i>E. coli</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>S.cerevisiae</i>	<i>A. parasiticus</i>	<i>Fusarium</i> sp.
S1S22	60 mm	30 mm	45 mm	35 mm	50 mm	30 mm	-	-

Effects of *Paenibacillus* sp. S1S22 Strain and *U. lactuca* Application on Plant Growth

As a result of the applications, the experimental groups' root (Figure 3.) and stem (Figure 4.) lengths compared to the control plants are given below. According to the results, plant roots treated with only S1S22 strain and only *U. lactuca* extract were 5.26 % and 9.28 % longer than the control, respectively. The greatest difference in root length is that individuals treated with the S1S22 strain and *U. lactuca* extract have 18 % longer roots. Similarly, the most striking difference in stem length was observed with the combination treatment of *U. lactuca* and S1S22 strain, which had an 18 % longer stem than the control. However, stem length was 2.47 % shorter in plants inoculated with only S1S22 and 4.29 % in plants treated with only *U. lactuca* extract.

In this study, the growth rates of plants treated with *Paenibacillus* sp. S1S22 strain differs in root and stem compared to control groups. While root growth increased compared to control, a decrease in stem length was observed. At this point, it is important to emphasize that there may be a change in the hormonal balance of the plant. In parallel with this point of view, a study has shown that *Burkholderia phytofirmans* promote plant shoot and root growth, related to the modulation of plant growth hormones (Kurepin et al., 2015). However, not every bacterium affects every plant in the same way. For example, *Pseudomonas fluorescens* inhibited root growth in cherries but increased it in blackcurrant (Olanrewaju et al., 2017). These findings are important for further studies to elucidate the mechanism underlying these physiological changes caused by S1S22 bacteria in the tomato plant.

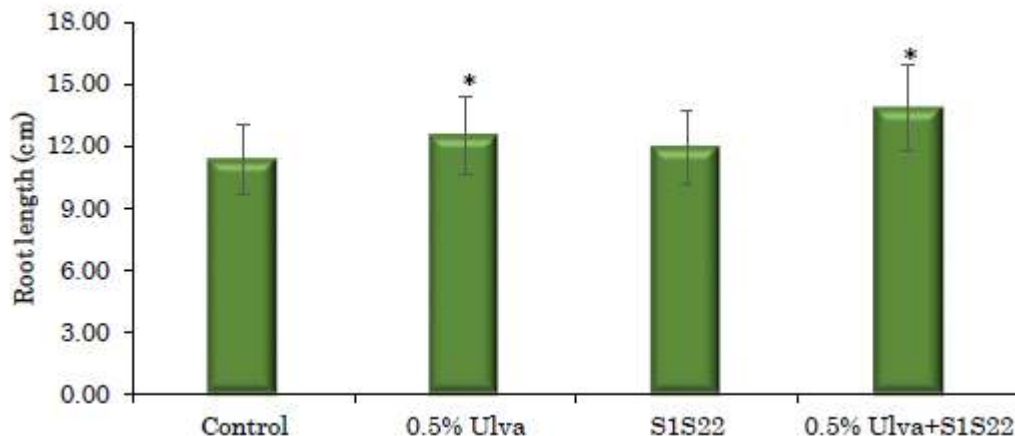


Figure 3. Root length differences of plants applied with *Paenibacillus* sp. S1S22, *U. lactuca* extract, and both *U. lactuca* extract and S1S22 compared to control

Şekil 3. Kontrolle kıyasla *Paenibacillus* sp. S1S22, *U. lactuca* ekstresi ve hem *U. lactuca* ekstresi hem de S1S22 uygulanan bitkilerin kök uzunluğu farklılıkları

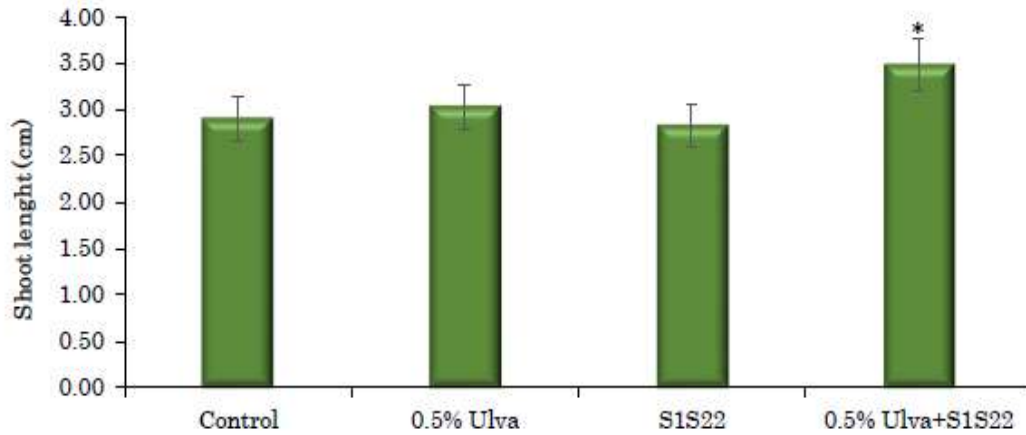


Figure 4. Stem length differences of plants applied with *Paenibacillus* sp. S1S22, *U. lactuca* extract, and both *U. lactuca* extract and S1S22 compared to control

Şekil 4. Kontrolle kıyasla *Paenibacillus* sp. S1S22, *U. lactuca* özütü ve hem *U. lactuca* özü hem de S1S22 ile uygulanan bitkilerin gövde uzunluğu farklılıkları

It has been revealed that there are significant amounts of photosynthetic pigments (chlorophyll and b, carotenoids and phycobiliproteins), lipids, and phenolic substances in different species of the genus *Ulva*, especially *U. lactuca* (Chojnacka et al., 2012). In parallel with these results, the treatment of the *Brassica napus* plant with *U. lactuca* extracts caused significant morphological, biochemical, and physiological changes. In addition, it is recommended to be used as a biofertilizer due to this stimulating effect in terms of growth and yield. The extracts of *U. lactuca* increased IAA, cytokinin, chlorophyll a, b, and carbohydrate levels in *B. napus*. In another study, its extract from the brown macroalgae *Ascophyllum nodosum* affected the regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* (Jithesh et al., 2012). It was reported that *A. nodosum* extracts induced cytokinin-like activity in *A. thaliana* (Khan et al., 2011). Obtained results, compared to the control plant; the growth increase in both roots and stems of the plants treated with *U. lactuca* extract supports the approaches to increasing the agricultural productivity of algae extracts. However, the growth induction observed in plants treated with *U. lactuca* and S1S22 strain was greater than in plants treated only with bacteria or algae. When bacteria and algae are applied to the plant together, they show different effects when applied alone because they both synthesis their polysaccharides and growth hormones such as auxin and cytokines and stimulate the plant defense systems (Kang et al., 2021). This study, a preliminary experiment, draws attention to support the idea that the positive effects of PGPBs on growth can be increased with algae extracts.

The plant's combined application of PGPB and algae with the PGP effect can lead to a synergistic effect and increase yield. For example, co-treatment of *P. fluorescens* and *Pantoea ananatis* promoted the shoot and root length of *Pisum sativum* plants due to IAA

production and phosphate solubility (Anwar et al., 2019). In another co-administration of *C. vulgaris* and PGPBs, *Azospirillum* sp., *B. licheniformis*, *Azotobacter* sp., *Bacillus megatherium*, and *Herbaspirillum* sp. caused an increase in leaf weight of 22.7 % in lettuce (Kopta et al., 2018). Moreover, triple treatment of *Anabaena cylindrica*, *Rhizobium tropici* and *Azospirillum* sp. to the common bean increased plant growth and grain production by 84 % (Horacio et al., 2020). However, co-cultivation is much more successful than the monoculture system in promoting plant growth because with the co-culture system, algae and bacteria both act on each other and affect the plant individually, increasing plant growth more (Spadaro & Gullino, 2005).

CONCLUSION

It is necessary to investigate the basic reasons for the morphological changes caused by the application of S1S22 strain in combination with the *U. lactuca* extracts to the plant, expands this interaction range with different algae extracts and with different bacterial species and reveals the basic mechanisms of plant-bacteria-algae interactions in this way. Thus, it will be possible to increase the effectiveness of natural tools such as PGPB away from chemical and environmentally harmful stimulants.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by Bilecik Şeyh Edebali University BAP with the project code 2016-01.BŞEÜ.13-01. 311

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Abd El-Baky, H.H., El Baz, F.K. & El-Baroty, G.S. (2008). Evaluation of Marine Alga *Ulva lactuca* L. as a Source of Natural Preservative Ingredient. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3(3), 434-44.
- Bashan, Y. & Holguin, G. (1998). Proposal for the Division of Rhizobacteria Into Two Classifications: Biocontrol-PGPB (Plant Growth Promoting Bacteria) and PGPB. *Soil Science and Biochemistry*, 30(1), 225-8.
- Berg, G. (2009). Plant-Microbe Interactions Promoting Plant Growth and Health: Perspectives for Controlled Use of Microorganisms in Agriculture. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 84(1), 11-18.
- Chandini, R.K., Kumar, R. & Om, P. (2019). The Impact of Chemical Fertilizers on our Environment and Ecosystem. In: *Research Trends in Environmental Sciences*, 2nd Edition, 71-86.
- Chbani, A., Majed, S., Mawlawi, H. & Kammoun, M. (2015). The Use of Seaweed as a Bio-Fertilizer: Does It Influence Proline and Chlorophyll Concentration in Plants Treated? *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 1(1), 67-77.
- Chojnacka, K., Saeid, A., Witkowska, Z. & Tuhy, L. (2012). Biologically Active Compounds in Seaweed Extracts-The Prospects for The Application. *The Open Conference Proceedings Journal*, 3, 20-28
- de Silva, A., Patterson, K., Rothrock, C. & Moore, J. (2000). Growth Promotion of Highbush Blueberry by Fungal and Bacterial Inoculants. *HortScience*, 35(7), 1228-1230.
- Dominguez, H. & Loret, E.P. (2019). *Ulva lactuca*, A Source of Troubles and Potential Riches. *Marine Drugs*, 17(6), 357.
- Fitzsimons, M.S. & Miller, R.M. (2010). The Importance of Soil Microorganisms for Maintaining Diverse Plant Communities in Tallgrass prairie. *American Journal of Botany*, 97(12), 1937-1943.
- Garcia, I.B., Ledezma, A.K.D., Montano, E.M., Leyva, J.A.S., Carrera, E. & Ruiz, I.O. (2020). Identification and Quantification of Plant Growth Regulators and Antioxidant Compounds in Aqueous Extracts of *Padina durvillaei* and *Ulva lactuca*. *Agronomy*, 10, 866-879.
- Ghoul, M., Minet, J., Bernard, T., Dupray, E., Cormier, M. (1995). Marine Macroalgae as A Source for Osmoprotection for *Escherichia coli*. *Microbial Ecology*, 30(2), 171-181.
- Glick, B.R. (2012). Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*, 2012, 1-15.
- Gordon, S.A. & Weber, R.P. (1951). Colorimetric Estimation of Indoleacetic Acid. *Plant Physiology*, 26(1), 192.
- Hardoim, C.C.P., Costa, R., Araujo, F.V., Hajdu, E., Peixoto, R., Lins, U., ... & Van Elsas, J.D. (2009). Diversity of Bacteria in The Marine Sponge *Aplysina fulva* in Brazilian Coastal Waters. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(10), 3331-3343.
- Hernandez-Herrera, R.M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Zanutto-Hernandez, J. & Hernandez-Carmona, G. (2016). Activity of seaweed extracts and polysaccharide-enriched extracts from *Ulva lactuca* and *Padina gymnospora* as growth promoters of tomato and mung bean plants. *Journal of Applied Phycology*, 28, 2549-2560
- Hashem, H.A., Mansour, H.A., El-Khawas, S.A. & Hassanein, R.A. (2019). The Potentiality of Marine Macro-algae as Bio-fertilizers to Improve The Productivity and Salt Stress Tolerance of Canola (*Brassica napus* L.) plants. *Agronomy*, 9(3), 146.
- Jithesh, M.N., Wally, O.S., Manfield, I., Critchley, A.T., Hiltz, D. & Prithiviraj, B. (2012). Analysis of Seaweed Extract-Induced Transcriptome Leads to Identification of A Negative Regulator of Salt Tolerance in *Arabidopsis*. *HortScience*, 47(6), 704-709.
- Jukes, T.H. & Cantor, C.R. (1969). Evolution of Protein Molecules. *Mammalian Protein Metabolism*, 3, 21-132.
- Julia, I., Oscar, M., Analía, L., Zocolo Guilherme, J. & Virginia, L. (2020). Biofertilization with *Macrocystis pyrifera* Algae Extracts Combined with PGPR-Enhanced Growth in *Lactuca sativa* Seedlings. *Journal of Applied Phycology*, 32(6), 4361-4371.
- Khan, W., Zhai, R., Souleimanov, A., Critchley, A.T., Smith, D.L. & Prithiviraj, B. (2012). Commercial Extract of *Ascophyllum nodosum* Improves Root Colonization of Alfalfa by Its Bacterial Symbiont *Sinorhizobium meliloti*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43(18), 2425-2436.
- Kurepin, L.V., Park, J.M., Lazarovits, G. & Bernards, M.A. (2015). *Burkholderia phytofirmans*-Induced Shoot and Root Growth Promotion is Associated with Endogenous Changes in Plant Growth Hormone Levels. *Plant Growth Regulation*, 75(1), 199-207.
- Lugtenberg, B.J., Dekkers, L. & Bloemberg, G.V. (2001). Molecular Determinants of Rhizosphere Colonization by *Pseudomonas*. *Annual Review of Phytopathology*, 39(1), 461-490.
- Lugtenberg, B., Kamilova, F. (2009). Plant-Growth-Promoting *Rhizobacteria*. *Annual Review of Microbiology*, 63, 541-556.
- Michalak, I., Chojnacka, K., Dmytryk, A., Wilk, R., Gramza, M. & Rójs, E. (2016). Evaluation of Supercritical Extracts of Algae as Biostimulants of Plant Growth in Field Trials. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1-11.
- Mzibra, A., Aasfar, A., Benhima, R., Khouloud, M., Boulif, R., Douira, A., Bamouh, A. & Kadmiri, I.M. (2021). Biostimulants Derived from Moroccan

- Seaweeds: Seed Germination Metabolomics and Growth Promotion of Tomato Plant. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40, 353-370.
- Nabti, E., Jha, B. & Hartmann, A. (2017). Impact of Seaweeds on Agricultural Crop Production As Biofertilizer. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(5), 1119-1134.
- Olanrewaju, O.S., Glick, B.R. & Babalola, O.O. (2017). Mechanisms of Action of Plant Growth Promoting Bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33(11), 1-16.
- Ozdemir-Kocak, F. (2019). Identification of *Streptomyces* Strains Isolated from *Humulus lupulus* Rhizosphere and Determination of Plant Growth Promotion Potential of Selected Strains. *Turkish Journal of Biology*, 43(6), 391.
- Ozdemir-Kocak, F., Unal, D., Ertekin, S.G., Kumas, A. & Degirmenci, L. (2020). Effect of *Streptomyces* sp. GBTUV5 on The Growth of *Solanum lycopersicum* (tomato). *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(11), 9889-9898.
- Patel, H.D., Brahmabhatt, N., Patel, J., Patel, R., Thaker, P. & Brahmabhatt, N. (2019). Effect of Seaweed Extract on Different Vegetables as A Bio-Fertilizer In Farming. *International Journal for Research*, 7(3), 2062-2067.
- Pathma, J., Kennedy, R.K., Bhushan, L.S., Shankar, B.K. & Thakur, K. (2021). Microbial Biofertilizers and Biopesticides: Nature's Assets Fostering Sustainable Agriculture. In *Recent developments in microbial technologies* (pp. 39-69). Springer, Singapore.
- Roso, G.R., Queiroz, M.I., Streit, N., Menezes, C.R., Zepka, L.Q. & Jacob-Lopes, E. (2015). The Bioeconomy of Microalgal Carotenoid-Rich Oleoresins Produced in Agroindustrial Biorefineries. *Journal of Chemical Engineering and Process Technology*, 6(01), 1-7.
- Saitou, N. & Nei, M. (1987). The Neighbor-Joining Method: A New Method for Reconstructing Phylogenetic Trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4(4), 406-425.
- Sturz, A.V., Christie, B.R. & Nowak, J. (2000). Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 19(1), 1-30.
- Trujillo, M.E., Alonso-Vega, P., Rodríguez, R., Carro, L., Cerda, E., Alonso, P. & Martínez-Molina, E. (2010). The Genus *Micromonospora* is Widespread in Legume Root Nodules: The Example of *Lupinus angustifolius*. *The ISME Journal*, 4(10), 1265-1281.
- Ullah, N., Ditta, A., Khalid, A., Mehmood, S., Rizwan, M.S., Ashraf, M. ...& Iqbal, M.M. (2020). Integrated Effect of Algal Biochar and Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Physiology and Growth of Maize Under Deficit Irrigations. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20(2), 346-356.
- Unal, D., Sevim, G., Varis, G., Tuney-Kizilkaya, I., Unal, B.T., Ozturk, M. & Hussain, S. (2022). Ameliorative effect of *Halopteris filicina* extracts on growth parameters and genomic DNA template stability of tomato (*Solanum lycopersicum*) under lead chloride stress. *Crop and Pasture Science*, 73, 917-926.
- Van Loon, L.C. & Bakker, P.A.H.M. (2005). Induced Systemic Resistance as A Mechanism of Disease Suppression by *Rhizobacteria*. In *PGPR: Biocontrol and Biofertilization* (pp. 39-66). Springer, Dordrecht.
- Welbaum, G.E., Sturz, A.V., Dong, Z. & Nowak, J. (2004). Managing Soil Microorganisms to Improve Productivity of Agro-ecosystems. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23(2), 175-193.
- Weselowski, B., Nathoo Eastman, A.W., MacDonald, J. & Yuan, Z.C. (2016). Isolation, Identification and Characterization of *Paenibacillus polymyxa* CR1 with Potentials for Biopesticide, Biofertilization, Biomass Degradation and Biofuel Production. *BMC Microbiology*, 16(1), 1-10.
- Wise, T.A. (2013). Can we feed the world in 2050. A scoping paper to assess the evidence. *Global Development and Environment Institute Working Paper*, (13-04).

0900 Ziraat Kiraz Çeşidinde Derim Sonrası *Aloe Vera* Jeli ve Farklı Paketleme Uygulamalarının Muhafaza Süresi ve Kalite Üzerine Etkileri

Ömür DÜNDAR^{1*}, Nazmiye ERİŞKİN²

^{1,2} Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Balcalı, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-2388-0333>, ²<https://orcid.org/0009-0009-9085-6569>

✉: odundar@cu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, 0900 Ziraat kiraz çeşidinin depolama ve raf ömrü süresi üzerine derim sonrası MAP ve *Aloe vera* jel uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla ön soğutma yapılmış kiraz meyveleri 4 gruba ayrılmış ve 0°C'de %90-95 oransal nem koşullarında 35 gün muhafaza edilmiştir. *Aloe vera* jel uygulaması yapılan ve *Aloe vera* jel uygulaması yapılmayan meyvelerin bir kısmı MAP içinde diğer kısım ise delikli polietilen poşet içinde muhafaza edilmiştir. Meyvelerde muhafaza süresince periyodik olarak yedi günde bir ve +3 günde raf ömründe ağırlık kayıpları, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi (L*, a*, b*, C*, h°), suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), biyokimyasal özellikler ve çürüme oranı incelenmiştir. Muhafaza ve raf ömrü süresince *Aloe vera* jel uygulanmış MAP içinde muhafaza edilen meyvelerde ağırlık kaybı az olmuş ve meyve et sertliği diğer uygulamalara göre daha iyi korunmuştur.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 05.04.2022

Kabul Tarihi : 29.12.2022

Anahtar Kelimeler

Kiraz

Aloe vera jel

Modifiye Atmosfer Paketleme

Meyve kalitesi

Effects of Aloe Vera Gel and Different Packaging Applications on Storage Time and Quality in 0900 Ziraat Cherry Varieties

ABSTRACT

In this study, the effects of post-harvest MAP and Aloe vera gel applications on the storage and shelf life of 0900 Ziraat cherry varieties were investigated. For this purpose, the pre-cooled cherry fruits were divided into 4 groups and stored at 0°C, 90-95% relative humidity conditions for 35 days. Also, they were left at 20°C 3 days for shelf life. A part of the fruits that were treated with/without Aloe vera gel were stored in MAP and the other part was stored in a perforated polyethylene bag. Weight loses, TSS, TA, firmness, skin color (L*, a*, b*, C*, h°), biochemical properties and decay rate were investigated weekly, while they were determine during 3 days for shelf life. During the storage and shelf life, Aloe vera gel was applied and preserved in MAP had low fruit weight loss and preserved fruit firmness.

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 05.04.2022

Accepted : 29.12.2022

Keywords

Cherry

Aloe vera gel

MAP

Fruit quality

Atıf Şekli: Dündar, Ö., & Erişkin, N., (2023). 0900 Ziraat Kiraz Çeşidinde Derim Sonrası *Aloe Vera* Jeli ve Farklı Paketleme Uygulamalarının Muhafaza Süresi ve Kalite Üzerine Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3), 520-530. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1098115>

To Cite : Dündar, Ö., & Erişkin, N., (2023). Effects of Aloe Vera Gel and Different Packaging Applications on Storage Time and Quality in 0900 Ziraat Cherry Varieties. *KSU J. Agric Nat* 26(4), 520-530. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1098115>

GİRİŞ

Kiraz (*Prunus avium* L.), Rosales takımının Rosaceae familyasından Giresun, Güney Kafkasya, Hazar Denizi ve Kuzeydoğu Anadolu'da doğal olarak bulunan bir meyvedir. Anavatanı Güney Kafkasya, Hazar Denizi ve Kuzeydoğu Anadolu'dur (Özbek, 1978). Kiraz yetiştiriciliği en eski olarak Anadolu'da yapılmıştır. Kiraz üretiminin çoğu önemli kirazlar arasında olan ve Avrupa'da 'Türk Kirazı' denilen 0900 Ziraat çeşidinden oluşmaktadır. Son yıllarda Sweet Heart, Celeste, Kordia, Regina, Sunburst, Summit gibi yeni kiraz

çeşitleri de yetiştirilmeye başlanmıştır.

Kiraz yetiştiriciliğinde Türkiye oldukça ilerlemiş, ihrac firmaları artmış, üretim girdileri sıkıntıları azalmış, soğuk hava ve paketleme tesisleri daha iyi duruma gelmiştir. Yetiştiriciler tüccarın istediği kirazı üretme konusunda bilinçlenmiş böylece daha fazla gelir getiren çeşitleri daha kaliteli üretmektedir.

Dünya'da kiraz üretimi en fazla Türkiye, ABD, İran ve İtalya gibi ülkelerde yapılmaktadır. Kiraz üretimi Kemalpaşa (İzmir), Manisa, Akşehir, Ereğli (Konya) ve

son zamanlarda Hadim ve Taşkent (Konya), Sultandağı (Afyon), Uluborlu (Isparta), Honaz (Denizli), Andırın (Kahramanmaraş), Ulukışla (Niğde), Çanakkale, Malatya, Tokat, Amasya, Edirne, Pozantı (Adana) bölgelerinde yapılmaktadır.

Bölgeler arasında kirazın olgunlaşması bakımından 1,5 aya varan farklılıklar görülebilmektedir. Modern tarım yöntemlerinin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte kirazda verim ve kalite de artmaktadır.

Türkiyede yaklaşık 50 kiraz çeşidinin yetiştiriciliği yapılmakla birlikte önemli bazı çeşitler şunlardır; Cristobalino, Early Burlat, Turfanda, Vista, Metron Premier, Metron Bigarreau, Larian, Noir De Guben, Stella, Van, Bing, Lapins, Bigarreau Gaucher, Noble, 0900 Ziraat, Metron Late, Starks Gold, Sweet Heart, Sun Burst, Ferrovia, Gorgia, Hedelfinger, Kordia, Gülli, Summit, Rainier, Lambert, Noble, Regina, Techloven. Son yıllarda geliştirilen kendine verimli çeşitler ise; Stella, Celeste, Isabelle, Lapins, Sunburst, Sweetheart ve New Star'dır. Türkiyede en fazla yetiştirilen ve ihraç edilen kiraz çeşidi 0900 Ziraat'tır. Kiraz toplam yaş meyve ve sebze ihracında elde edilen gelir bakımından domates ve limondan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Bal, 2012).

Taze meyve ve sebzelerin raf ömrü ve depolama süresince meyve kalitesini uzun süre muhafaza etmek, pazar değerini arttırmak ve tüketim mevsimini uzatmak için derim sonrası farklı uygulamalar kullanılmaktadır (Bal & Çelik, 2008). Bunlar içerisinde yenilebilir kaplama olarak birçok üründe *Aloe vera* jel ve MAP uygulamaları yapılmaktadır. *Aloe vera* jel film, antimikrobiyal olaylar ve biyolojik bozulmaları kontrol etmesi nedeniyle farklı gıdalarda yenilebilir ve biyolojik gıda koruma kaplaması olarak kullanılmaktadır. *Aloe vera* jel meyve ve sebzelerin bozulmasında etken olan nem ve oksijen için doğal bir engelleyici ve polisakkarit bileşenidir. *Aloe vera* jel meyvelerde renk, solunum oranı ve raf ömrünü olumlu yönde etkilemektedir. *Aloe vera* jel meyve ve sebzelerin mikrobiyolojik bulaşmalarına karşı bir savunma mekanizması oluşturmaktadır. Anti fungal ve anti mikrobiyal özelliğe sahiptir (Misir ve ark., 2014).

Solunum, hücre içerisindeki şeker, nişasta ve organik asitin CO₂ ve O₂ gibi daha basit moleküllere parçalanması olayı olup, derim sonrası solunum ile paralel olarak meyvenin yumuşaması gerçekleşmektedir (Bahar & Dünder, 1997). Bu nedenle MAP uygulaması ile ambalaj içindeki O₂ konsantrasyonu sınırlanarak ürünün solunum hızının kontrol altına alınması ve raf ömrünün uzatılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada, 0900 Ziraat kiraz çeşidinin derim sonrası *Aloe vera* jel ve modifiye atmosfer paketleme uygulamaları ile soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince meyve eti sertliğini korumak, ağırlık kaybını ve mantarsal bulaşmayı geciktirmek amaçlanmıştır. Ayrıca derim sonrası

uygulamaların muhafaza ve raf ömründe meyve kalitesine etkisi de incelenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Bu çalışma 2019 yılında Ç. Ü. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarı ve Depolarında yapılmıştır. Çalışmada 0900 Ziraat kiraz çeşidi kullanılmıştır. Mersin Toroslar'ın Yükseköğretim Köyü, 36.98 enlem ve 34.41 boylamda yer alan bahçeden derilen kirazlar ön soğutma işleminden geçirildikten sonra, paketleme evine taşınmış, ön elemenden geçirilerek boylarına ayrıldıktan sonra, deneme kurulmuştur. 0900 Ziraat Kiraz meyveleri 4 gruba ayrılmıştır. İlk iki grup hiç bir uygulama yapılmadan direkt olarak 400'er gramlık kaselerde tartılarak bir grup Modifiye atmosfer paketlere (MAP), diğer grup ise delikli polietilen poşetlere konulmuş ve soğuk hava deposuna yerleştirilmiştir. Sonraki iki grup meyvelere ise *Aloe vera* jeli meyve üzerine temas edecek şekilde daldırma yapılmış, kurutma kâğıdı üzerine serilerek laboratuvar koşullarında kurutulduktan sonra 400'er gramlık kaselerde tartılarak bir grup modifiye atmosfer poşetlere, diğer grup ise delikli polietilen poşetlere konulmuş ve soğuk hava deposuna yerleştirilmiştir. Meyveler 0°C'de, %90-95 hava oransal nem koşullarındaki soğuk hava deposunda 35 gün muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler 7 günde bir periyodik analizler ile belirlenmiştir. Ayrıca raf ömrünün belirlenmesi için her analiz dönemini izleyen +3 gün 20°C de bekletilen meyveler bu sürenin sonunda analizlenmiştir. Muhafaza sürecinde ve raf ömründe meyvelerde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, titre edilebilir asit (TEA, %) miktarı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM, %), kabuk rengi (L*, a*, b*, h° ve C*), antioksidan aktivitesi, meyve çürüme miktarı ve çöküntü (pitting, %) analizleri yapılmıştır (Bahar & Dünder, 1997).

Deneme 3 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri faktöriyel düzen deneme desenine göre kurulmuştur. Veriler JMP 5.0.1 paket programında analizlenmiş ve LSD, α=0,05 önem seviyesinde hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Muhafaza süresince tüm uygulamalarda ağırlık kaybında artışlar saptanmıştır. Muhafaza süresince ortalama meyve ağırlık kaybı değişimleri Çizelge 1'de verilmiştir. Uygulamalar ve muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tüm uygulamalarda ilk haftadan itibaren raf ömrü süresince ağırlık kaybında artışlar saptanmıştır. Analiz sonuçlarına göre uygulamalar, muhafaza süresi ve bunların ikili etkileşimini arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 2. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince farklı uygulamaların ağırlık kayıpları üzerine etkileri (%)
Table 1. The effect of different treatments on weight loss (%) of 0900 Ziraat cherry in storage

Uygulama (Treatment)	Muhafaza Süresi (gün) (Storage Time (day))					Ortalama (Mean)
	7	14	21	28	35	
MAP	5.91±0.55	7.59±0.89	8.73±0.98	10.17±0.90	10.78±0.52	8.64 c
Delikli (holed) PE	7.54±0.20	9.18±0.96	11.14±3.26	12.49±0.57	12.83±0.17	10.64 a
Aloe vera jel +MAP	4.80±0.76	5.52±0.71	8.30±0.31	10.28±0.53	10.79±0.40	7.94 d
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	6.30±0.55	8.89±0.35	9.81±0.47	11.52±0.23	12.28±0.87	9.76 b
Ortalama (Mean)	6.14d	7.79c	9.49b	11.12a	11.67a	

LSD_(0,05) Uyg.: 0.62 LSD_(0,05) MS: 0.69 LSD_(0,05) Uyg. X M.S: Ö.D.

Uyg: Uygulama; MS: Muhafaza Süresi; ÖD: Önemli değil; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment:0.62 LSD_(0,05) Storage Time: 0.69 LSD_(0,05) TreatmentXStorage Time: N.S. **

**NS: Nonsignificant ±standard error

Çizelge 2. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince farklı uygulamaların ağırlık kayıpları üzerine etkileri (%)
Table 2. The effect of different treatments on weight loss (%) of 0900 Ziraat cherry in shelf life

Uygulama (Treatment)	Raf Ömrü (gün) (Shelf life (day))						Ortalama (Mean)
	0+3	7+3	14+3	21+3	28+3	35+3	
MAP	4.48±1.02i	9.67±0.68fg	11.09±0.90f	12.87±1.13de	14.58±1.41c-e	15.61±0.55bc	11.38 c
Delikli (holed) PE	4.48±1.02i	12.85±0.57e	13.11±1.56de	14.93±3.05 c	17.72±1.48 a	16.97±0.57ab	13.34 a
Aloe vera jel +MAP	4.48±1.02i	8.57±0.71g	8.50±0.74g	10.91±0.17 f	14.45±0.71c-e	14.61±0.48cd	10.25 d
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	4.48±1.02i	6.75±0.82h	12.88±0.28de	13.94±0.51c-e	17.67±0.86 a	18.29±0.32a	12.33 b
Ortalama (Mean)	4.48e	9.46d	11.39c	13.16b	16.10a	16.37a	

LSD_(0,05) Uyg.: 0.12 LSD_(0,05) RÖ: 0.14 LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: 0.29; RÖ: Raf Ömrü; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment:0.12 LSD_(0,05) Storage Time: 0.14 LSD_(0,05) TreatmentXShelf life:0.29; ±standard error

Araştırma sonuçlarına benzer şekilde, Zheng & Zhang (2004) mandarin meyvelerinde ağırlık kaybının arttığını belirlemiştir. Bulgular, Koyuncu ve ark. (2005)'nin sonuçları ile de uyum içindedir.

Muhafaza süresince tüm uygulamalarda meyve eti sertliğinde azalışlar saptanmıştır. Muhafaza süresince ortalama meyve eti sertlik değişimleri Çizelge 3'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince farklı uygulamaların meyve eti sertliği üzerine etkileri (N)
Table 3. The effect of different treatments on fruit firmness (N) of 0900 Ziraat cherry in storage

Uygulama (Treatment)	Muhafaza Süresi (gün) (Storage Time (day))						Ortalama (Mean)
	0	7	14	21	28	35	
MAP	8.14±0.25	7.38±0.25	5.94±0.22	5.37±0.05	5.55±0.17	4.42±0.37	6.13
Delikli (holed) PE	8.14±0.25	6.49±0.41	4.62±0.08	5.06±0.29	5.13±0.32	4.68±0.33	5.69
Aloe vera jel +MAP	8.14±0.25	6.86±0.44	5.75±0.05	5.38±0.21	4.91±0.06	4.15±0.21	5.87
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	8.14±0.25	6.22±0.42	5.30±0.14	5.25±0.45	5.25±0.45	4.52±0.68	5.78
Ortalama (Mean)	8.14a	6.74b	5.41c	5.26c	5.21c	4.44d	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) MS: 0.44 LSD_(0,05) Uyg. X M.S: Ö.D. ; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment:NS** LSD_(0,05) Storage Time: 0.44 LSD_(0,05) TreatmentXStorage Time: NS.

**NS: Nonsignificant; ±standard error

Tüm uygulamalarda ilk haftadan itibaren raf ömrü süresince meyve eti sertliğinde azalışlar saptanmıştır. Analiz sonuçlarına göre muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Kirazlarda yapılmış birçok çalışmada da muhafaza süresince meyve eti sertliğinin genel olarak azaldığı belirlenmiştir (Bahar & Dünder 2001; Güneşli ve ark. 2022).

Muhafaza süresince tüm uygulamalarda titre edilebilir asitlik miktarındaki değişimlerde azalışlar saptanmıştır. Muhafaza süresince ortalama titre

edilebilir asitlik miktarındaki değişimler Çizelge 5'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre uygulamalar, muhafaza süresi ve bunların ikili interaksyonu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tüm uygulamalarda ilk haftadan itibaren raf ömrü titre edilebilir asit miktarında azalışlar saptanmıştır. Analiz sonuçlarına göre uygulamalar, muhafaza süresi ve bunların ikili interaksyonu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. (Çizelge 6).

Çizelge 4. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince farklı uygulamaların meyve eti sertliği üzerine etkileri (N)
Table 4. The effect of different treatments on fruit firmness (N) of 0900 Ziraat cherry in shelf life

Uygulama (Treatment)	Raf Ömrü (gün) (Shelf life (day))						Ortalama (Mean)
	0+3	7+3	14+3	21+3	28+3	35+3	
MAP	7.65±0.57	6.30±0.89	5.31±0.30	4.56±0.35	4.27±0.21	3.75±0.10	5.31
Delikli (holed) PE	7.65±0.57	5.70±0.49	4.79±0.36	4.56±0.35	4.47±0.35	3.63±0.19	5.13
Aloe vera jel +MAP	7.65±0.57	5.97±0.40	5.10±0.12	4.63±0.09	4.40±0.08	4.23±0.12	5.33
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	7.65±0.57	6.11±0.95	5.06±0.19	5.02±0.30	3.93±0.26	3.51±0.29	5.21
Ortalama (Mean)	7.65a	6.02b	5.06c	4.69cd	4.27d	3.78e	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) RÖ: 0.45 LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: Ö.D. ; ±standart hata
LSD_(0,05) Treatment: NS LSD_(0,05) Shelf life: 0.45 LSD_(0,05) Treatment X Shelf life: NS**
**NS: Nonsignificant; ±standard error

Çizelge 5. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince farklı uygulamaların titre edilebilir asit miktarındaki değişimler üzerine etkileri (%)

Table 5. The effect of different treatments on titratable acidity (%) of 0900 Ziraat cherry in storage

Uygulama (Treatment)	Muhafaza Süresi (gün) (Storage Time (day))						Ortalama (Mean)
	0	7	14	21	28	35	
MAP	0.68±0.01 a	0.65±0.01a-e	0.64±0.00de	0.64±0.00c-e	0.68±0.01a	0.61±0.02f-h	0.65a
Delikli (holed) PE	0.68±0.01 a	0.65±0.02b-e	0.63±0.01e-g	0.57±0.01j	0.67±0.01a-c	0.58±0.02j	0.63b
Aloe vera jel +MAP	0.68±0.01 a	0.64±0.00ef	0.63±0.00e-g	0.58±0.01h-j	0.65±0.00b-e	0.60±0.02h1	0.63b
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	0.68±0.01 a	0.68±0.01a	0.67±0.01ab	0.59±0.01h1	0.67±0.00a-d	0.61±0.00gh	0.65a
Ortalama (Mean)	0.68a	0.65bc	0.64c	0.60d	0.67ab	0.60d	

LSD_(0,05) Uyg.: 0.01 LSD_(0,05) MS: 0.01 LSD_(0,05) Uyg. X M.S: 0.03; ±standart hata
LSD_(0,05) Treatment: 0.01 LSD_(0,05) Storage Time: 0.01 LSD_(0,05) Treatment X Storage Time: 0.03; ±standard error

Çizelge 6. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince farklı uygulamaların titre edilebilir asitlik miktarındaki değişimler üzerine etkileri (%)

Table 6. The effect of different treatments on titratable acidity (%) of 0900 Ziraat cherry in shelf life

Uygulama (Treatment)	Raf Ömrü (gün) (Shelf life (day))						Ortalama (Mean)
	0+3	7+3	14+3	21+3	28+3	35+3	
MAP	0.67±1.15 a	0.63±0.53 bc	0.57±0.18 e-h	0.64±0.31ab	0.57±0.35e-g	0.54±0.48h-j	0.60ab
Delikli (holed) PE	0.67±1.15 a	0.64±0.37 b	0.62±0.20b-d	0.62±0.31b-d	0.59±0.29d-f	0.52±0.23ij	0.61a
Aloe vera jel +MAP	0.67±1.15 a	0.62±0.31b-d	0.62±0.12b-d	0.60±0.24 c-e	0.57±0.18f-h	0.51±0.18j	0.60ab
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	0.67±1.15 a	0.62±0.29b-d	0.57±0.07e-g	0.59±0.31e-g	0.56±0.24g-ı	0.51±0.50j	0.59b
Ortalama (Mean)	0.67a	0.63b	0.60c	0.61c	0.57d	0.52e	

LSD_(0,05) Uyg.: 0.01 LSD_(0,05) RÖ: 0.02 LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: 0.03; ±standart hata
LSD_(0,05) Treatment: 0.01 LSD_(0,05) Shelf life: 0.02 LSD_(0,05) Treatment X Shelf life: 0.03; ±standard error

Kirazlarda yapılmış birçok çalışmada da muhafaza süresince asit düzeyinin genel olarak azaldığı belirlenmiştir (Özdemir ve ark., 2001; Akbudak ve ark., 2002; Akbulut & Özcan, 2005). Bu araştırma sonuçları da diğer çalışmalarda elde edilen bulgular ile uyusmaktadır.

Muhafaza süresince tüm uygulamalarda suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarındaki değişimlerde azalışlar saptanmıştır. Muhafaza süresince ortalama SÇKM miktarındaki değişimler Çizelge 7'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre uygulamalar ve muhafaza süresi arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 7. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince farklı uygulamaların SÇKM miktarındaki değişimler üzerine etkileri (%)

Table 7. The effect of different treatments on total soluble solids (%) of 0900 Ziraat cherry in storage

Uygulama (Treatment)	Muhafaza Süresi (gün) (Storage Time (day))						Ortalama (Mean)
	0	7	14	21	28	35	
MAP	17.47± 0.41	16.67± 0.07	16.47± 0.57	16.60± 0.31	16.67± 0.13	17.00± 0.12	16.81a
Delikli (holed) PE	17.47± 0.41	15.53± 0.07	16.07 ±0.57	15.93± 0.64	16.80± 0.12	16.53± 0.47	16.39b
Aloe vera jel +MAP	17.47± 0.41	14.27± 0.18	16.47± 0.27	16.17± 0.12	16.47± 0.18	16.67± 0.18	16.25b
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	17.47± 0.41	15.27± 0.18	16.13± 0.18	16.13± 0.41	17.13± 0.24	17.17± 0.19	16.55ab
Ortalama (Mean)	17.47a	15.43d	16.28c	16.21c	16.77b	16.84b	

LSD_(0,05) Uyg.: 0.38 LSD_(0,05) MS: 0.47 LSD_(0,05) Uyg. X M.S: Ö.D. ; ±standart hata
LSD_(0,05) Treatment: 0,38 LSD_(0,05) Storage Time: 0.47 LSD_(0,05) Treatment X Storage Time: NS. **
**NS: Nonsignificant; ±standard error

Tüm uygulamalarda ilk haftadan itibaren raf ömrü SÇKM miktarında azalan değerler saptanmıştır. Muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 8).

SÇKM içeriğinde meydana gelen azalmanın nedeni, şekerlerin solunumunda kullanılmasından kaynaklanabilir (Özdemir ve ark., 2001). SÇKM sonuçları, farklı meyve türlerinde yapılmış

çalışmaların sonuçları ile benzerdir (Serrano et al., 2003; Malik & Singh, 2005; Khan & Singh, 2008; Mo et al., 2008).

Muhafaza süresince tüm uygulamalarda parlaklığı simgeleyen L* değerinde başlangıç değerine göre azalışlar saptanmıştır. Muhafaza süresince ortalama meyve kabuk rengindeki L* değeri değişimleri Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 8. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince farklı uygulamaların SÇKM miktarındaki değişimler üzerine etkileri (%)

Table 8. The effect of different treatments on total soluble solids (%) of 0900 Ziraat cherry in shelf life

Uygulama (Treatment)	Raf Ömrü (gün) (Shelf life (day))						Ortalama (Mean)
	0+3	7+3	14+3	21+3	28+3	35+3	
MAP	16.60± 1.15	15.47± 0.53	15.33± 0.18	15.07± 0.31	14.47± 0.35	14.60± 0.48	15.26
Delikli (holed) PE	16.60± 1.15	14.47± 0.37	14.20± 0.20	14.73± 0.31	14.53± 0.29	14.27± 0.23	14.80
Aloe vera jel +MAP	16.60± 1.15	14.73± 0.31	14.80± 0.12	14.93± 0.24	14.87± 0.18	14.53± 0.18	15.08
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	16.60± 1.15	14.87± 0.29	15.40± 0.07	15.07± 0.31	14.60± 0.24	14.33± 0.50	15.14
Ortalama (Mean)	16.60 a	14.88b	14.93 b	14.95b	14.62bc	14.43c	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) RÖ: 0.43 LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: Ö.D. ; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment: NS** LSD_(0,05) Shelf life: 0.43 LSD_(0,05) Treatment X Shelf life: NS.

**NS: Nonsignificant; ±standard error

Çizelge 9. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince farklı uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkileri (L*)

Table 9. The effect of different treatments on skin color (L*) of 0900 Ziraat cherry in storage

Uygulama (Treatment)	Muhafaza Süresi (gün) (Storage Time (day))						Ortalama (Mean)
	0	7	14	21	28	35	
MAP	30.73±0.43a	28.87±0.39bc	28.00±0.28c-e	26.96±0.42fg	27.11±0.51fg	28.77±0.23bc	28.41
Delikli (holed) PE	30.73±0.43a	27.11±0.51fg	28.77±0.23bc	26.40±0.35g	28.56±0.18c	28.36±0.13cd	28.32
Aloe vera jel +MAP	30.73±0.43a	28.56±0.18c	28.36±0.13cd	26.72±0.12fg	28.45±0.11c	29.60±0.18b	28.73
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	30.73±0.43a	28.45±0.11c	29.60±0.18b	27.53±0.11df	27.17±0.22eg	28.15±0.39cd	28.60
Ortalama (Mean)	30.73a	28.25cd	28.68bc	26.90e	27.82d	28.72b	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) MS: 0.44 LSD_(0,05) Uyg. X M.S: 0.88; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment: NS** LSD_(0,05) Storage Time: 0.44 LSD_(0,05) Treatment X Storage Time: 0,88

**NS: Nonsignificant; ±standard error

Sonuçlara göre muhafaza süresi ve uygulama X muhafaza süresi arasındaki farklılıklar önemlidir.

Meyvelerde a* değeri (kırmızı renk), tüm uygulamalar ve tüm muhafaza sürelerinde başlangıç değerine göre azalma göstermiştir (Çizelge 10).

Meyvelerde b* değeri (sarı), başlangıç değerine göre muhafaza süresi ve uygulamalar önemli bulunmuştur

(Çizelge 11).

Kirazlarda C* değeri (renk yoğunluğu), başlangıç değerine göre uygulamalar ve muhafaza sürelerinde istatistiksel olarak önemli bir değişme göstermemiştir (Çizelge 12).

Meyvelerde h^o değeri, başlangıç değerine göre uygulamalar önemsiz ancak muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 13).

Çizelge 10. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince farklı uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkileri (a*)

Table 10. The effect of different treatments on skin color (a*) of 0900 Ziraat cherry in storage

Uygulama (Treatment)	Muhafaza Süresi (gün) (Storage Time (day))						Ortalama (Mean)
	0	7	14	21	28	35	
MAP	18.84±0.63	19.36±2.20	18.59±3.05	21.07±0.48	18.99±0.86	20.16±0.72	19.50a
Delikli (holed) PE	18.84±0.63	18.99±0.86	20.16±0.72	16.53±0.79	17.80±1.22	16.95±0.54	18.21b
Aloe vera jel +MAP	18.84±0.63	17.80±1.22	16.95±0.54	18.14±0.50	16.11±0.82	18.85±0.60	17.78b
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	18.84±0.63	16.11±0.82	18.85±0.60	15.97±0.55	17.59±0.64	15.87±0.47	17.20b
Ortalama (Mean)	18.84	18.06	18.63	17.93	17.62	17.96	

LSD_(0,05) Uyg.: 1.20 LSD_(0,05) MS: Ö.D. LSD_(0,05) Uyg. X M.S: Ö.D. ; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment: 1.20 LSD_(0,05) Storage Time: NS. ** LSD_(0,05) Treatment X Storage Time: NS

**NS: Nonsignificant; ±standard error

Çizelge 11. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince farklı uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkileri (b*)
Table 11. The effect of different treatments on skin color (b*) of 0900 Ziraat cherry in storage

Uygulama (Treatment)	Muhafaza Süresi (gün) (Storage Time (day))						Ortalama (Mean)
	0	7	14	21	28	35	
MAP	4.13±0.39	5.67±0.93	5.99±0.11	5.23±0.44	4.50±0.35	4.99±0.42	5.09a
Delikli (holed) PE	4.13±0.39	4.50±0.35	4.99±0.42	3.38±0.27	4.12±0.47	4.06±0.42	4.20b
Aloe vera jel +MAP	4.13±0.39	4.12±0.47	4.06±0.42	4.01±0.09	3.40±0.21	4.78±0.44	4.08b
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	4.13±0.39	3.40±0.21	4.78±0.44	3.31±0.22	3.93±0.25	3.63±0.22	3.86b
Ortalama (Mean)	4.13b	4.42a	4.96a	3.98b	3.99b	4.37b	

LSD_(0,05) Uyg.: 0.46 LSD_(0,05) MS: 0.57 LSD_(0,05) Uyg. X M.S: Ö.D. ; ±standart hata
LSD_(0,05) Treatment:0.46 LSD_(0,05) Storage Time: 0.57 LSD_(0,05) TreatmentX Storage Time: NS**
**NS: Nonsignificant; ±standard error

Çizelge 12. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince farklı uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkileri (C*)
Table 12. The effect of different treatments on skin color (C*) of 0900 Ziraat cherry in storage

Uygulama (Treatment)	Muhafaza Süresi (gün) (Storage Time (day))						Ortalama (Mean)
	0	7	14	21	28	35	
MAP	19.29±0.69ad	16.73±1.74cd	16.53±3.79 cd	21.71±0.56 a	19.52±0.92 a-c	20.77±0.80 ab	19.09
Delikli (holed) PE	19.29±0.69ad	19.52±0.92ac	20.77±0.80ab	16.88±0.83 cd	18.27±1.29 b-d	17.43±0.62 cd	18.69
Aloe vera jel +MAP	19.29±0.69ad	18.27±1.29b	17.43±0.62 cd	18.58±0.49ad	16.46±0.84 cd	19.45±0.68 a-d	18.25
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	19.29±0.69ad	16.46±0.84cd	19.45±0.68ad	16.31±0.58 cd	18.02±0.68 b-d	16.28±0.51 d	17.64
Ortalama (Mean)	19.29	17.75	18.54	18.37	18.07	18.48	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) MS: Ö.D. LSD_(0,05) Uyg. X M.S: 3.20 ; ±standart hata
LSD_(0,05) Treatment: NS** LSD_(0,05) Storage Time: NS. LSD_(0,05) TreatmentX Storage Time: 3.20
**NS: Nonsignificant; ±standard error

Çizelge 13. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince farklı uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkileri (h*)
Table 13. The effect of different treatments on skin color (h*) of 0900 Ziraat cherry in storage

Uygulama (Treatment)	Muhafaza Süresi (gün) (Storage Time (day))						Ortalama (Mean)
	0	7	14	21	28	35	
MAP	12.31±0.75	13.83±1.21	13.78±1.23	13.89±0.86	13.30±0.44	13.87±0.64	13.50
Delikli (holed) PE	12.31±0.75	13.30±0.44	13.87±0.64	11.52±0.37	12.94±0.56	13.41±0.90	12.89
Aloe vera jel +MAP	12.31±0.75	12.94±0.56	13.41±0.90	12.48±0.37	11.92±0.26	14.18±0.88	12.87
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	12.31±0.75	11.92±0.26	14.18±0.88	11.68±0.36	12.57±0.37	12.85±0.39	12.59
Ortalama (Mean)	12.31c	13.00a-c	13.81a	12.39 c	12.68bc	13.58ab	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) MS: 1,00 LSD_(0,05) Uyg. X M.S: Ö.D. ; ±standart hata
LSD_(0,05) Treatment: NS** LSD_(0,05) Storage Time: 1.00 LSD_(0,05) TreatmentX Storage Time: NS
**NS: Nonsignificant; ±standard error

Raf ömrü süresince ortalama meyve kabuk rengindeki L* değerindeki değişimler Çizelge 14'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre uygulamalar, muhafaza süresi ve bunların ikili interaksiyonu arasındaki farklılıklar

istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Kirazlarda a* değeri, hem tüm uygulamalar arasında hem de tüm raf ömrü süresince başlangıç değerine göre istatistiksel olarak önemlidir (Çizelge 15).

Çizelge 14. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince farklı uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkileri (L*)
Table 14. The effect of different treatments on skin color (L*) of 0900 Ziraat cherry in shelf life

Uygulama (Treatment)	Raf Ömrü (gün) (Shelf life (day))						Ortalama (Mean)
	0+3	7+3	14+3	21+3	28+3	35+3	
MAP	30.47±0.11	27.17±0.22	28.15±0.39	30.82±0.33	30.72±0.12	24.76±0.55	28.68
Delikli (holed) PE	30.47±0.11	30.72±0.12	24.76±0.55	30.47±0.27	29.95±0.45	28.61±0.08	29.16
Aloe vera jel +MAP	30.47±0.11	29.95±0.45	28.61±0.08	31.24±0.27	28.66±0.45	30.63±0.08	29.93
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	30.47±0.11	28.66±0.25	30.63±0.29	29.28±0.09	30.06±0.31	30.26±0.21	29.89
Ortalama (Mean)	30.47	29.12	28.04	30.46	29.85	28.57	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) RÖ: Ö.D. LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: Ö.D. ; ±standart hata
LSD_(0,05) Treatment: NS** LSD_(0,05) Shelf life: NS** LSD_(0,05) TreatmentX Shelf life: NS.
**NS: Nonsignificant; ±standard error

Çizelge 15. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince farklı uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkileri (a*)
Table 15. The effect of different treatments on skin color (a*) of 0900 Ziraat Cherry in shelf life

Uygulama (Treatment)	Raf Ömrü (gün) (Shelf life (day))						Ortalama (Mean)
	0+3	7+3	14+3	21+3	28+3	35+3	
MAP	14.16±0.59	17.59±0.64	15.87±0.47	17.58±0.59	16.42±0.73	12.74±0.92	15.73
Delikli (holed) PE	14.16±0.59	16.42±0.73	12.74±0.92	14.16±0.97	15.07±0.64	14.74±0.28	14.55
Aloe vera jel +MAP	14.16±0.59	15.07±0.64	14.74±0.28	16.15±0.59	15.60±0.43	16.73±0.56	15.41
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	14.16±0.59	15.60±0.43	16.73±0.56	14.57±0.53	13.72±0.63	15.21±0.71	15.00
Ortalama (Mean)	14.16	16.7	15.02	15.62	15.20	14.86	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) RÖ: Ö.D. LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: Ö.D. ; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment: NS** LSD_(0,05) Shelf life: NS LSD_(0,05) Treatment X Shelf life: NS.

**NS: Nonsignificant; ±standard error

Meyvelerde b* değeri, başlangıç değerine göre raf ömrü süresi ve uygulamalar açısından istatistiksel olarak önemli bir artış gözlenmiştir (Çizelge 16).

Meyvelerde C* değeri, başlangıç değerine göre uygulamalar ve raf ömrü açısından önemli bir değişiklik göstermemiştir (Çizelge 17).

Meyvelerde h⁰ değeri, başlangıç değerine göre

uygulamalar açısından önemsiz ancak muhafaza süresi sonunda istatistiksel olarak önemli bir değişiklik göstermiştir (Çizelge 18).

Renk analiz sonuçları, daha önceden yapılan çalışma sonuçları ile benzerlik göstermiştir (Üstünel ve ark. 2008).

Çizelge 16. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince farklı uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkileri (b*)
Table 16. The effect of different treatments on skin color (b*) of 0900 Ziraat cherry in shelf life

Uygulama (Treatment)	Raf Ömrü (gün) (Shelf life (day))						Ortalama (Mean)
	0+3	7+3	14+3	21+3	28+3	35+3	
MAP	2.51±0.22d	3.93±0.25a	3.63±0.22ab	3.77±0.35a	3.75±0.24a	2.82±0.16cd	3.40a
Delikli (holed) PE	2.51±0.22d	3.75±0.24a	2.82±0.16cd	2.51±0.35d	2.97±0.32b-d	2.95±0.12b-d	2.92b
Aloe vera jel +MAP	2.51±0.22d	2.97±0.32b-d	2.95±0.12b-d	3.38±0.12a-c	3.37±0.10a-c	3.63±0.25ab	3.13ab
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	2.51±0.22d	3.37±0.10a-c	3.63±0.25ab	2.51±0.25d	2.43±0.25d	2.85±0.23cd	2.88b
Ortalama (Mean)	2.51c	3.51a	3.26ab	3.04b	3.13b	3.06b	

LSD_(0,05) Uyg.: 0.30 LSD_(0,05) RÖ: 0.36 LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: 0.73; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment: 0,30 LSD_(0,05) Shelf life: 0.36 LSD_(0,05) Treatment X Shelf life: 0.73 ; ±standard error

Çizelge 17. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince farklı uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkileri (C*)
Table 17. The effect of different treatments on skin color (C*) of 0900 Ziraat cherry in shelf life

Uygulama (Treatment)	Raf Ömrü (gün) (Shelf life (day))						Ortalama (Mean)
	0+3	7+3	14+3	21+3	28+3	35+3	
MAP	14.39±0.58	18.02±0.68	16.28±0.51	17.98±0.64	16.84±0.77	13.08±0.87	16.10
Delikli (holed) PE	14.39±0.58	16.84±0.77	13.08±0.87	14.39±1.01	15.36±0.68	15.04±0.28	14.85
Aloe vera jel +MAP	14.39±0.58	15.36±0.68	15.04±0.28	16.50±0.60	15.96±0.44	17.12±0.59	15.73
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	14.39±0.58	15.96±0.44	17.12±0.59	14.79±0.56	13.93±0.66	15.48±0.74	15.28
Ortalama (Mean)	14.39	16.55	15.38	15.91	15.52	15.18	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) RÖ: Ö.D. LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: Ö.D. ; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment: NS LSD_(0,05) Shelf life: NS. ** LSD_(0,05) Treatment X Shelf life: NS.

**NS: Nonsignificant; ±standard error

Çizelge 18. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince farklı uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkileri (h⁰)
Table 18. The effect of different treatments on skin color (h⁰) of 0900 Ziraat cherry in shelf life

Uygulama (Treatment)	Raf Ömrü (gün) (Shelf life (day))						Ortalama (Mean)
	0+3	7+3	14+3	21+3	28+3	35+3	
MAP	14.39±0.36	18.02±0.37	16.28±0.39	17.98±0.74	16.84±0.26	13.08±0.08	16.10
Delikli (holed) PE	14.39±0.36	16.84±0.26	13.08±0.08	14.39±0.71	15.36±0.83	15.04±0.40	14.85
Aloe vera jel +MAP	14.39±0.36	15.36±0.83	15.04±0.40	16.50±0.14	15.96±0.29	17.12±0.51	15.73
Aloe vera jel+Delikli (holed) PE	14.39±0.36	15.96±0.29	17.12±0.51	14.79±0.65	13.93±0.53	15.48±0.37	15.28
Ortalama (Mean)	14.39b	16.55a	15.38a	15.91a	15.52a	15.18a	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) RÖ: 1.47 LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: Ö.D. ; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment: NS LSD_(0,05) Shelf life: 1.47 LSD_(0,05) Treatment X Shelf life: NS. **

**NS: Nonsignificant; ±standard error

Muhafaza süresince tüm uygulamalarda antioksidan aktivitesindeki değişimlerde azalışlar saptanmıştır. Muhafaza süresince ortalama antioksidan

aktivitesindeki değişimler Çizelge 19'da verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre uygulamalar, muhafaza süresi ve bunların ikili interaksiyonu arasındaki farklılıklar

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafaza başlangıcında uygulamalarda %85,75 olan antioksidan aktivitesi zamanla azalarak muhafaza sonunda %81,70'e kadar düşmüştür. Elde edilen veriler incelendiğinde 35 günlük depolama süresi

sonunda en fazla antioksidan aktivitesindeki değişim miktarı %85,31 ile MAP + Delikli PE poşet, %85,19 ile *Aloe vera* jel+ Delikli PE poşet, ardından %84,72 ile *Aloe vera* jel+ MAP ve %81,70 ile MAP uygulaması takip etmiştir.

Çizelge 19. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince farklı uygulamaların Antioksidan aktivitesi üzerine etkileri (%)

Table 19. The effect of different treatments on Antioksidant activity (%) of 0900 Ziraat cherry in storage

Uygulama (Treatment)	Muhafaza Süresi (gün) (Storage Time (day))						Ortalama (Mean)
	0	7	14	21	28	35	
MAP	85.75±0.34a-e	76.22±0.25f	83.17±0.38c-e	76.58±0.24f	84.92±1.88 a-e	83.58±0.14b-e	81.70b
Delikli (holed) PE	85.75±0.34a-e	84.50±0.29a-e	82.92±0.34c-e	85.08±0.63a-e	86.17±0.77a-d	87.42±0.05ab	85.31a
<i>Aloe vera</i> jel +MAP	85.75±0.34a-e	87.92±0.14a	85.00±1.15a-e	82.08±0.72de	85.92±0.14a-d	81.67±0.96e	84.72a
<i>Aloe vera</i> jel+Delikli (holed) PE	85.75±0.34a-e	83.92±0.26a-e	86.58±0.14a-c	86.33±0.58a-c	84.67±0.29a-e	83.92±0.34a-e	85.19a
Ortalama (Mean)	85.75a	83.14b	84.42ab	82.52b	85.42a	84.15ab	

LSD_(0,05) Uyg.:1.72 LSD_(0,05) MS: 2.11 LSD_(0,05) Uyg. X M.S: 4.22; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment:1.72 LSD_(0,05) Storage time: 2.11 LSD_(0,05) TreatmentX Storage time: 4.22 ; ±standard error

Tüm uygulamalarda ilk haftadan itibaren raf ömrü antioksidan aktivitesinde azalışlar saptanmıştır. Muhafaza süresi ve uygulamaXmuhafaza süresi arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Elde edilen veriler incelendiğinde 35 günlük depolama +3

gün raf ömrü sonunda en fazla antioksidant aktivitesindeki değişim miktarı %83,23 ile Delikli PE poşet, %79,74 ile *Aloe vera* jel+ Delikli PE poşet, ardından %79,54 ile *Aloe vera* jel+ MAP ve %79,36 ile MAP poşet uygulaması takip etmiştir (Çizelge 20).

Çizelge 20. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince farklı uygulamaların Antioksidan aktivitesi üzerine etkileri (%)

Table 20. The effect of different treatments on Antioksidant Activity of 0900 Ziraat cherry in shelf life

Uygulama (Treatment)	Raf Ömrü (gün) (Shelf life (day))						Ortalama (Mean)
	0+3	7+3	14+3	21+3	28+3	35+3	
MAP	85.33±1.25a-c	77.08±1.49cd	81.58±1.59b-d	77.08±4.47cd	74.75±0.05d	80.33±0.67b-d	79.36
Delikli (holed) PE	85.33±1.25a-c	80.50±2.89b-d	85.83±0.10a-c	92.05±3.11a	74.33±2.98d	81.33±1.44b-d	83.23
<i>Aloe vera</i> jel +MAP	85.33±1.25a-c	88.33±0.29ab	84.75±0.91a-c	80.17±2.02b-d	58.75±2.65e	79.92±0.05b-d	79.54
<i>Aloe vera</i> jel+Delikli (holed) PE	85.33±1.25a-c	85.75±1.30a-c	80.17±3.18b-d	72.33±3.66d	77.50±2.02cd	77.33±1.35cd	79.74
Ortalama (Mean)	85.33a	82.92abc	83.08ab	80.41b	71.33c	79.73b	

LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) RÖ: 4.65 LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: 9.30; ±standart hata

LSD_(0,05) Treatment: NS LSD_(0,05) Shelf life: 4.65 LSD_(0,05) TreatmentX Shelf life: 9.30 ; ±standard error

Remon ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada MAP ile kirazları paketlemiş ve 5-8 °C'de 15-20 gün depolamış ve antosiyanin sentezinin azaldığını gözlemişlerdir.

Bal (2012), MAP taki meyvelerin diğerlerinden daha taze olduğunu, antioksidan oranının daha yüksek olduğunu gözlemlemiştir.

Kirazlarda muhafazada 14. günden itibaren, raf ömründe 7. günden itibaren önemsiz düzeylerde (% 3) çöküntü görülmeye başlamıştır.

Meyvelerde 28. günden itibaren çürüme görülmeye başlamıştır (Şekil 1 ve 2).

Misir ve ark. (2014), yenilebilir bir kaplama olan *Aloe vera* jelin meyve kabuğunu koruduğunu bildirmektedir. Koyuncu ve ark.(2015), Vieira ve ark. (2016) ve Dündar ve ark. (2020) göre derim sonrası meyvelerde kaplama uygulamaları muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelebilecek fungal bulaşmaları engellemekte ve meydana gelen su kaybını azaltmaktadır.

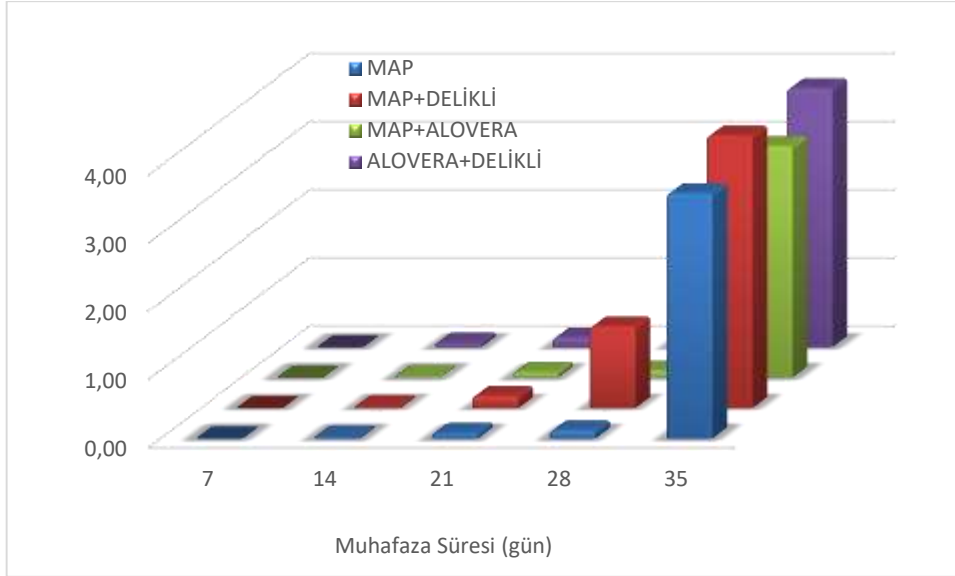
Özellikle sağlık ve çevresel problemlerin varlığında,

kimyasal madde kullanımının önüne geçmek için *Aloe vera* jel kullanımı doğal bir yaklaşım olarak son yıllarda öne çıkan ürünlerin başında gelmektedir.

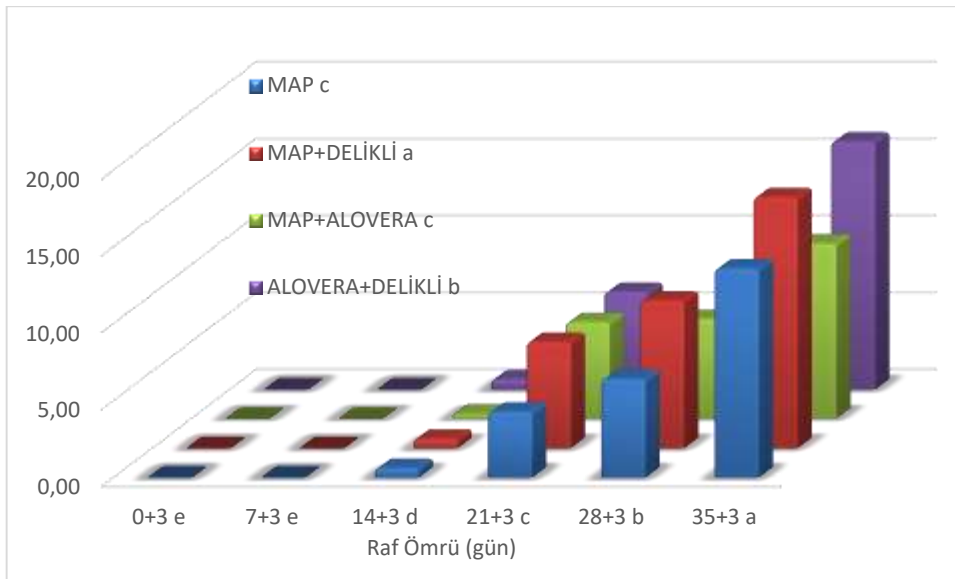
SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada MAP uygulamasının tek başına veya *Aloe vera* jel uygulamaları ile birlikte uygulandığında ağırlık kaybının diğer uygulamalara göre daha az olduğu belirlenmiştir. Kirazın 35 günlük muhafazası süresince meyvelerin sertlik değerinde azalış kaydedilirken, *Aloe vera* jel + MAP kullanımının yumuşamanın yavaşlatılmasında diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Muhafaza ve raf ömrü süresince tüm uygulamalarda titre edilebilir asit miktarındaki değişimlerde azalışlar saptanmıştır. Raf ömrü süresince en fazla düşüş *Aloe vera* jel + Delikli PE uygulamasında görülmüştür. Kirazlarda muhafaza süresince azalan asitlik değerine derim sonrası uygulamaların etkili olduğu, özellikle MAP ile muhafaza edilen meyvelerde asit kaybındaki azalışın düşük olduğu görülmüştür.



LSD_(0,05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0,05) MS: Ö.D. LSD_(0,05) Uyg. X M.S: Ö.D
Şekil 1. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde muhafaza süresince çürük meyve (%)
Figure 1. Root fruits (%) of 0900 Ziraat cherry in storage



LSD_(0,05) Uyg.:0,71 LSD_(0,05) RÖ: 0,87 LSD_(0,05) Uyg. X RÖ: 1,74
Şekil 2. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde raf ömrü süresince çürük meyve (%)
Figure 2. Root fruits (%) of 0900 Ziraat cherry in shelf life

SÇKM oranı tüm uygulamalarda muhafaza ve raf ömrü süresince azalış göstermiştir. Sap rengi analiz sonuçlarında tüm uygulamalarda başlangıç değerini korumuş ve raf ömrü süresinde hepsinde yaklaşık oranlarda düşüş gözlenmiş de 5 hafta boyunca yeşil renk büyük oranda korunabilmiştir. Antioksidan aktivitesi başlangıca göre, muhafaza ve raf ömrü süresince azalmıştır. Uygulamalar arasında, muhafaza süresi sonunda en fazla antioksidan azalışı MAP da gözlenmiştir.

Kirazlarda en önemli olgunlaşma ve kalite kriteri olarak değerlendirilen kabuk rengine ait L*, hue aç

(h°) ve kroma (C) değerlerine ait veriler değerlendirildiğinde muhafaza süresi, uygulama ve muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Muhafaza süresi hue aç değeriindeki değişimi etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte meyve kabuk renginde meydana gelen koyulaşmaya bağlı olarak hue aç değeri MAP uygulaması dışında azalış görülmüştür. Yapılan derim sonrası uygulamaların muhafaza süresince meyvelerde C* değeri etkisi incelendiğinde, depolama süresinin uzaması ile birlikte C* değeri azalmanın gerçekleştiği ve buna bağlı olarak meyve renklerinde

canlılığın azaldığı saptanmıştır. Meyve renginde parlaklığı ifade eden L* değerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte başlangıç değerine göre bir azalış kaydedilmiştir. Muhafaza başlangıcında ortalama L* değeri 35. günde düşmüştür. Bu da muhafaza süresince muhafaza edilen kirazların kabuk renklerinin bir miktar parlaklığını yitirdiğini göstermektedir.

Yapılan analizler sonunda, derimden sonra *Aloe vera* jel uygulamasının MAP ile birlikte ağırlık kaybı, sertlik, titre edilebilir asitlik ve SÇKM değerinin korunması ve kabuk rengi değişimlerinin geciktirilmesinde olumlu etkisi olabileceği gözlenmiştir. Sonuçların soğukta muhafaza süresince kalite özelliklerinin korunması açısından önemli olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, 0900 Ziraat kirazının soğukta muhafazada *Aloe vera* jel uygulamasının MAP ile birlikte kalite özelliklerinin korunmasında etkili olduğu ve *Aloe vera* jel + MAP uygulamasının ticari olarak tavsiye edilebilir olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Desteklerinden dolayı Erişkin Plastik Firmasına teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışma Beyanı

Yazarların çalışma konusunda çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Akbudak, B., Eriş, A., Tezcan, H., & Karabulut Ö.A. (2002). Kiraz Muhafazasında Farklı Uygulamaların Kalite ve Fungal Hastalıklar Üzerine Etkisi. 2. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 24-27 Eylül, 2002, Çanakkale, 128-135.
- Akbulut, M. & Özcan, M. (2005). 0900 Ziraat kiraz çeşidinde hasat sonrası farklı ambalaj uygulamalarının ürün ve kalite kayıpları üzerine etkilerinin araştırılması. III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. 6-9 Eylül, Hatay. 180-187.
- Bahar, A. & Dündar, Ö. (1997). Akşehir Napolyonu kiraz çeşidinin modifiye atmosferde paketlenmesi ve depolanması. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu 21-24 Ekim 1997, Yalova, 91-98.
- Bahar, A. & Dündar, Ö. (2001). The effect of hydrocooling and modified atmosphere packaging system on storage period and quality criteria of sweet cherry cv. Akşehir Napolyonu. *Acta*

Horticulture, 553, 615-616.

- Bal, E. (2012). Hasat sonrası putresin ve salisilik asit uygulamalarının kirazın soğukta muhafazası üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 23-31.
- Bal, E. & Çelik, S. (2008). Hasat sonrası uygulamalarının giant erik çeşidinin meyve kalitesi ve soğukta muhafazası üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 101-107.
- Dündar, Ö., Demircioğlu, H., Özkaya, O. & Dündar, B. (2020). The effect of citric acid and ascorbic acid dips on storage and quality properties of fresh cut kiwifruit slices. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (4), 807-815. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.677688
- Güneşli, A., Onursal, C.E., Seçmen, T., Üzümcü S.S., Koyuncu, M.A., & Erbaş, D. (2022). The Use of Controlled Atmosphere Box in Sweet Cherry Storage. *HortScience* 39(2), 33-40.
- Khan, A.S., & Singh, Z. (2008). Influence of pre and postharvest applications of putrescine on ethylene production, storage life and quality of Angelino plum. *Acta Horticulturae* 768, 125-133.
- Koyuncu, M.A., Cagatay, Ö., Savran, H.E. & Dilmaçunal, T. (2005). Changes in quality of '0900 Ziraat' cherry fruit in different packages. *Acta Horticulturae* 795, 819-823.
- Malik, A.U., & Singh, Z. (2005). Pre-storage application of polyamines improves shelf life and fruit quality of mango. *The Journal of Horticulture Science and Biotechnology*, 80 (3), 363-369.
- Misir J, Brishti FH, Hoque MM (2014). *Aloe vera* gel as a novel edible coating for fresh fruits: A Review. *American Journal of Food Science and Technology*, 2 (3), 93-97.
- Mo, Y., Gong, D., Liang, G., Han, R., Xie, J., & Li, W. (2008). Enhanced preservation effects of sugar apple fruits by salicylic acid treatment during postharvest storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(15), 2693-2699.
- Özbek, S. 1978. *Özel Meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana, 128 sy.
- Özdemir, A.E., Dündar, Ö., Dilbaz, R., & Durgaç, C. (2001). Farklı ambalaj malzemeleri ve uygulamaların Akşehir Napolyonu kirazının soğukta muhafazasına Etkileri. I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu, 25-28 Eylül 2001, Yalova, 299-307.
- Remon S, Ferrer A, Venturini ME, Oria Rowe TD, Parks LM (1941) Aphytochemical Study of *Aloe vera* Leaf. *Journal of the American Pharmaceutical Association*, 30 (10), 262-266.
- Serrano M, Martinez-Romero D, Guillen F, Valero D (2003). Effects of Exogenous Putrescine on Improving Shelf Life of Four Plum Cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 30(3), 259-271.

- Üstünel MA, Eştürk O, Ayhan Z (2008). Modifiye atmosferde paketlemenin kirazın fiziksel özelliklerine (renk ve tekstür) etkisi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 241-244.
- Vieira, J.M., López, M.L.F., Rodríguez, D.J, Sousa, M.C., Vicente, A.A., & Martins, J.T. (2016). Effect of Chitosan–*Aloe vera* coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 116, 88-97.
- Zheng, Y. & Zhang, Q. (2004). Effects of polyamines and salicylic acid on postharvest storage of 'Ponkan' mandarin. *Acta Horticulturae*, 632, 317-320.



Effects of Grape Marc on Vase Life of Carnation Flowers

Tuğba KILIÇ¹, Emine Sema ÇETİN², Selda DALER³

^{1,2,3}Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Yozgat Bozok University, 66900 Yozgat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-0528-7552>, ²<https://orcid.org/0000-0001-7601-8491>, ³<https://orcid.org/0000-0003-0422-1444>

✉: tugba.kilic@yobu.edu.tr

ABSTRACT

In carnation, vase life is shortened due to ethylene and water stress, resulting in petal curling, browning, and wilting symptoms. Preservative solutions are used to prolong the vase life of cut flowers in the world, and natural substances with antimicrobial properties have been preferred as preservatives in recent years. It is thought that benefiting from the antimicrobial properties of plant wastes will be beneficial for both the cut flower industry and waste management because they are natural. This research was carried out to determine the effect of grape marc extract (GME) on the vase life of cut carnation. *D. caryophyllus* cv. 'Baltico' was used as a plant material. The plants were placed in vases containing two different concentrations of GME (100 µL L⁻¹, 200 µL L⁻¹). The vase life, relative fresh weight (RFW), daily solution uptake (DSU), lipid peroxidation, proline content, and antioxidant enzyme activities were measured during and at the end of the experiment. In the study, it was determined that GME was effective on the vase life of cut carnation flowers and GME at 200 µL L⁻¹ concentration (22.67 days) extended the vase life by 6.50 days and 40.2% compared to the control [(16.17 days), (distilled water)]. At the same time, GME was found to be effective on the post-harvest stress mechanisms of cut carnation flowers. GME improved vase life by increasing both DSU, and antioxidant enzyme activities, and reducing RFW loss. It also reduced the accumulation of MDA and proline.

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 18.07.2022

Accepted : 20.09.2022

Keywords

Dianthus caryophyllus

Cut flower

Postharvest physiology

Enzyme activity

Proline content

Üzüm Cibresinin Karanfil Çiçeklerinin Vazo Ömrüne Etkileri

ÖZET

Karanfillerde taç yapraklarda içe kıvrılma, kahverengileşme ve solma semptomları ile sonuçlanan yaşlanma ve su stresi nedeniyle vazo ömrü kısalmaktadır. Dünyada kesme çiçeklerde vazo ömrünü uzatmak amacıyla koruyucu solüsyonlar kullanılmakta ve son yıllarda koruyucu olarak antimikrobiyal özelliklere sahip doğal maddeler tercih edilmektedir. Doğal olmaları nedeniyle bitkisel atıkların antimikrobiyal özelliklerinden faydalanılmasının hem kesme çiçek sektörü hem de atık yönetimi açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu araştırma, üzüm cibresi ekstraktının (GME) kesme karanfilin vazo ömrüne etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak *D. caryophyllus* türüne ait 'Baltico' çeşidi kullanılmıştır. Bitkiler, iki farklı konsantrasyonda GME (100 µL L⁻¹, 200 µL L⁻¹) içeren vazolara yerleştirilmiş ve bitkilerde deneme süresince ve deneme sonunda vazo ömrü, oransal taze ağırlık (RFW), günlük solüsyon alımı (DSU), lipid peroksidasyonu, prolin içeriği ve antioksidan enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Çalışmada, GME'nin çiçeklerin vazo ömrü üzerine etkili olduğu ve 200 µL L⁻¹ konsantrasyonundaki GME'nin (22.67 gün) vazo ömrünü, kontrole [(16.17 gün), (saf su)] göre 6.50 gün ve %40.2 oranında uzattığı belirlenmiştir. Aynı zamanda kesme çiçeklerin hasat sonrası stres mekanizmaları üzerinde GME'nin etkili olduğu saptanmıştır. GME, DSU ile antioksidan enzim aktivitelerini artırarak ve RFW kaybını azaltarak vazo ömrünü iyileştirmiş; MDA ve prolin birikimini azaltmıştır.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 18.07.2022

Kabul Tarihi : 20.09.2022

Anahtar Kelimeler

Dianthus caryophyllus

Kesme çiçek

Hasat sonrası fizyoloji

Enzim aktivitesi

Prolin içeriği

To Cite : Kılıç, T., Çetin, E.S., & Daler, S., (2023). Effect of Grape Marc on Vase Life of Carnation Flowers. *KSU J. Agric Nat* 26(3), 531-544. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1144913>
Atf Şekli : Kılıç, T., Çetin, E.S., & Daler, S., (2023). Üzüm Cibresinin Karanfil Çiçeklerinin Vazo Ömrüne Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3),531-544. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1144913>

INTRODUCTION

Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) is one of the most popular plants that belongs to the *Dianthus* genus in the family of Caryophyllaceae (Şevik & Saruhan, 2010). It is native to the Mediterranean region and is produced in many countries as cut flowers, pots, bedding, border, and rock garden plants (Tah & Mamgain, 2013). Carnation, especially as a cut flower has great commercial value because of its excellent keeping quality, a wide array of colors, and forms. According to the data of 2020, 1.4 billion pieces of cut carnation with a value of 217 million € were exported worldwide (AIPH, 2021). However, the vase life is the most critical criterion for determining the commercial value of cut carnation. The vase life varies considerably according to the carnation varieties, and it is stated that the vase life varies between 7-14 days on average (Anonymous, 2022). Depending on the storage and transportation conditions, a 15% reduction in vase life can be observed at carnations (Kazaz, 2015). Improving the cut carnations' vase life is the main issue for increasing their market value in the floral industry (Patel et. al., 2016).

The cut carnations' vase life is mainly affected by two factors that cause loss of flower quality, such as in-rolling and wilting of petals and leaves or even falling (Sato et. al. 2005). One of the factors is the blockage of the vascular system (Khenizy et. al., 2014). The cut flower stems that are placed in a vase solution develops a negative water balance due to occlusion in the xylem by microorganisms, air emboli, and physiological responses of stems to cut. When water uptake becomes lower than the transpiration rate, it results in water stress (Damunupola et. al., 2010; Elhindi, 2012). The other factor is ethylene. Carnation is a climacteric flower that is highly sensitive to ethylene (Kazemi et. al., 2012). Ethylene is responsible for inducing many of the biochemical processes leading to programmed cell death (Ebrahimzadeh et. al., 2013), such as the acceleration of senescence, increasing respiration rate, and production of reactive oxygen species (ROS) (Saeed et. al., 2014). Ethylene production causes a sharp increase in the production of ROS (Zamani et. al., 2011) and the ROS react with and degrade lipids, proteins, and nucleic acids leading to the ultimate death. The involvement of ROS in the senescence process has gained considerable attention recently (Ezhilmathi et. al., 2007).

It is possible to prolong the vase life by using different solutions, which reduce microbial growth and vascular blockage, increase water uptake of the stem, and decrease the negative effect of ethylene (Shanan, 2017; Ghadimian & Danaei, 2020). Many chemical

compounds such as silver thiosulfate, 8-hydroxyquinolines, and aluminum sulfate are used in the vase solution. They are effective on vase life extension (Elhindi, 2012; Amin, 2017). But some of these chemicals have side effects on human health and the environment. Also, some of them have a high cost. Substitution of chemicals with natural compounds is important to maximize the damage control and to minimize their side effects and costs (Ebrahimzadeh et. al., 2019). For these reasons, natural plant extracts or essential oils, which have antifungal, antibacterial, and antioxidative properties have recently been preferred to be used in the vase solution (Rahman et. al., 2012; Adam, 2021).

Grape (*Vitis* spp.) is one of the most famous species among plants that have antimicrobial and antioxidative activities (Gökçen et. al., 2017). It is a crucial crop for human nutrition in the world and has different usage areas such as fresh fruit, wine, and molasses. The waste material comes out while making wine and molasses. Three tons of grapes for winemaking yield about one ton of waste. This waste material is called grape marc and it can cause environmental pollution due to significant accumulation at production areas (Eleonora et. al., 2014). However, grape marc represents an important source of resveratrol and other bioactive compounds that can be a valuable source of antioxidants and antimicrobials due to their poor extraction during the winemaking process (Luchian et. al., 2019). Moreover, it is cheap and is not harmful to human health. For these reasons, grape marc is thought that using as a vase solution is important in terms of its potential to reduce/inhibit microbial growth and to prevent senescence by decreasing ROS affect. This study has been aimed extending the vase life of the carnation using different concentrations of grape marc extract (GME) in the vase solution and to be the opportunity to use a waste material which is in large quantities as winery waste every year.

MATERIAL and METOD

Plant Material

Flowers of *D. caryophyllus* L. cv. 'Baltico' was used as a plant material. Flowers were obtained from a commercial company and were grown under the greenhouse covered with plastic and located in Antalya (30°93'75.6"N 30°76'23.1"E). The flowers were harvested in the early morning at the paintbrush stage, which is a recommended harvesting period for long-distance transportation (Jawaharlal et. al., 2007).

Vase Life Room Conditions

This study was conducted out at the vase life room in the Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Yozgat Bozok University in Yozgat, Turkey in May. Vase life room conditions were a photoperiod of 12 h light/dark cycles, 1000 lux light intensity, 22 °C ± 2 °C room temperature and 55 % ± 5 % relative humidity.

Transporting Flowers and Placing Them in Vases

Harvested flowers were immediately placed in a bucket containing tap water in cold storage at 2-4 °C overnight. After that, they were transported dry to the vase life room within 12 hours. At the vase life room, the stems were re-cut to a length of 40 cm and only one upper leaf was held on each stem to decrease contamination. They were then put in glass bottles containing 100 ml of vase solutions, which were GME (100 µL L⁻¹, and 200 µL L⁻¹) and distilled water as control.

Preparation of Grape Marc Extract (GME)

The extraction of the grape marc was made according to Kiselev et. al. (2007). The marc of the 'Cardinal' grape variety was dried at 65 °C and pulverized. After the oil removal process, 50 g of sample was taken and 100 ml solvent that included acetone: water: acetic acid (90: 9.5: 0.5) mixture was added. After extracting the Soxhlet for 8 hours, the liquid part was removed, and evaporation was carried out in the rotary evaporator. The remaining part was dissolved in 10 ml of methanol.

Measurement and Analysis

The measured traits in the experiment were vase life, RFW, DSU, lipid peroxidation, proline content, antioxidant enzyme activities, bacterial activity, and pH value of vase solutions. Vase life was recorded daily and was terminated when flowers wilt and formed necrotic points on petals (Ebrahimzadeh et. al., 2013). RFW and DSU recorded daily measurement of the weights of the vase with and without flowers. The RFW change and DSU were calculated using formula that were given by He et. al. (2006) and RFW was expressed % of initial and DSU was g stem⁻¹ day⁻¹. Lipid peroxidation was determined by the method modified according to Madhava Rao & Sresty (2000). The amount of MDA that is the last product of lipid peroxidation was calculated from the extinction coefficient of 155 mM⁻¹ cm⁻¹ and expressed as M kg⁻¹ FW. Proline content was estimated by the method modified according to Bates et. al. (1973). The amount of proline was calculated from a previously plotted standard curve and expressed in M kg⁻¹ FW. Catalase (CAT; EC 1.11.1.6) enzyme activity was estimated by the method modified according to Çakmak et. al.

(1993), superoxide dismutase (SOD; EC 1.15.1.1) was by the method Gong et. al. (2005), ascorbate peroxidase (APX; EC 1.11.1.11) was by the method Nakano and Asada (1981). The amount of enzyme that reduces the absorbance by 1 M in 1 min at 25 °C was accepted as 1 enzyme Unit and the results were expressed as enzyme U kg⁻¹ protein. In the measurement of biochemical/physiological analysis except antioxidant enzyme activities; all petal samples from glass bottles were taken from at the end of the vase life. For antioxidant enzyme activities, samples were taken from glass bottles at four different stages: the period when 1/3 of the flowers opened (Stage 1) and the period when the symptoms such as necrotic points and wilting begin to appear (Stage 2). Bacterial activity of vase solutions was determined according to Kazemi and Ameri (2012)'s method has been modified and plant count agar was used as nutrient solution. The samples were taken two different times (1st day of the vase life and end of the vase life) and the results were given average CFU mL⁻¹. The pH value of vase solution was measured beginning the experiment by pH meter (Mettler Toledo pH/Ion meter s220).

Antimicrobial Activity and pH Value of GME

In the study, antimicrobial activity of GME was also determined. The antimicrobial activity of the GME was made as described below: Bacterial strains (Mc Farland OD: 0.5, 6.0x10⁸ bacteria mL⁻¹), used in the study were inoculated into nutrient broth and activated for 24 hours at 37 °C. Yeast strains (1.5x10⁶ yeast mL⁻¹) were inoculated into sabouraud dextrose broth and activated for 24 h at 30 °C (Anonymous, 1999). Mueller hinton agar, which was sterilized in test tubes and cooled down to 45-50 °C, was inoculated with 24 h broth culture of bacterial strains prepared as above, and yeast strains in 24 h broth on sabouraud dextrose agar medium. The homogenized medium mixture was transferred to sterile petri dishes with a diameter of 9.0 cm. To determine the antimicrobial activities of GME, 100 µL of methanol extracts were taken and absorbed into sterile antibiotic disks with a diameter of 10 mm. Disks impregnated with essential oil were placed on solidified agar by pressing lightly (Bağcı & Dığrak, 1997). Petri dishes prepared in this way were incubated at 4 °C for 2 h, then bacteria-inoculated petri dishes were incubated at 37 °C for 24 h, and yeast-inoculated petri dishes were incubated at 30 °C for 24-48 h (Bradshaw, 1992; Collins et. al., 1987; Bağcı & Dığrak, 1996). At the end of the period, the inhibition zones formed on the medium were evaluated in mm.

Statistical Analysis

The experiment was established in a Completely Randomized Design with three replicates. There were fourteen flowers per replication. Statistical analysis

was performed using IBM SPSS Statistics vs. 20.0. Analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and Duncan's test was used to determine differences between means (* $p < 0.05$).

RESULTS and DISCUSSION

Results

Effects of GME on the Vase Life, RFW and DSU

Based on the statistical analysis, the GME significantly affected the vase life, RFW, and DSU of the cut carnation 'Baltico'. All concentrations of GME extended the vase life. The highest vase life was found

at 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME. The highest concentration of GME extended the vase life by 6.50 d compared to the control. The control had the lowest vase life (Figure 1).

During the vase life period, the RFW of flowers kept in distilled water (control) and 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME increased until day 3, while 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME was until day 4. From d 3 and 4 onwards, RFW gradually decreased with time. 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME was determined more successful than lower concentration and control maintaining RFW. The least RFW loss from day 1 to the end of the vase life was observed at 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME (47.90 %) where the highest RFW loss was in 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME (58.22 %) (Figure 2).

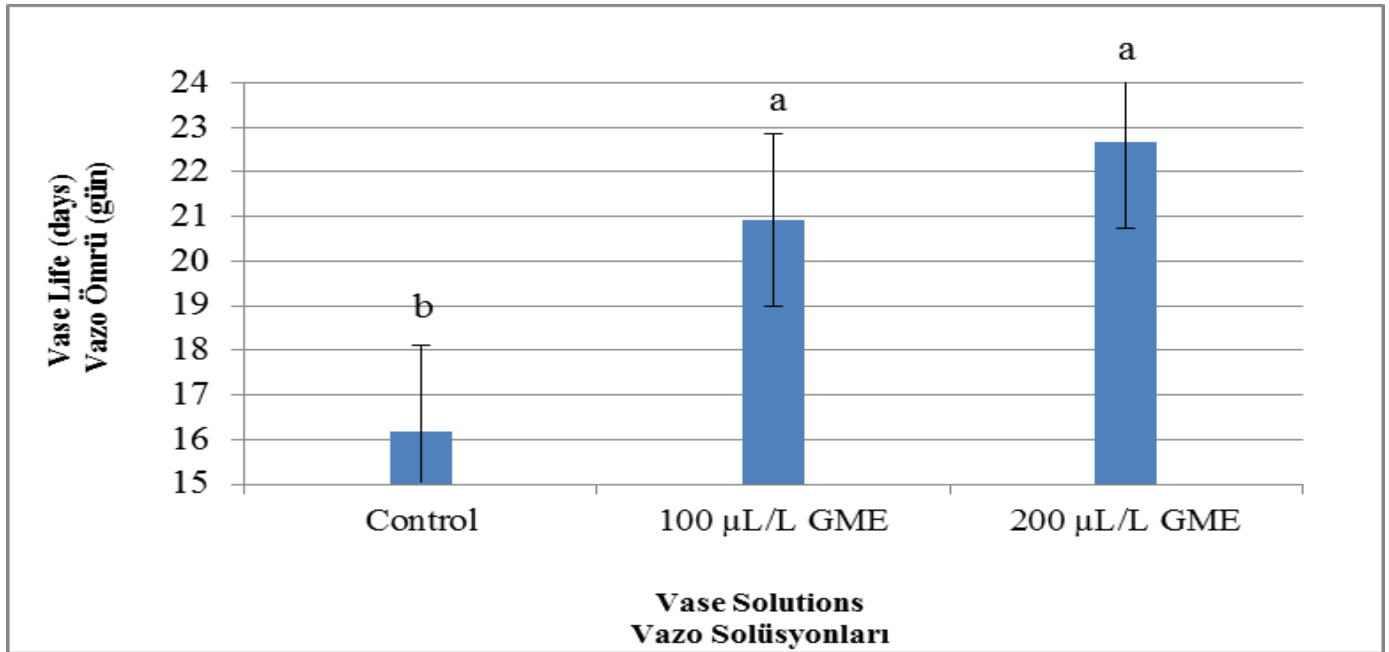


Figure 1. Vase life of cut carnation 'Baltico' according to different concentrations of GME (Error bars represent \pm standard deviation, * $P < 0.05$)

Şekil 1. Farklı konsantrasyonlarda GME'nin 'Baltico' çeşidinin vazo ömrüne etkileri (Hata çubukları \pm standart sapmayı temsil eder, * $P < 0.05$)

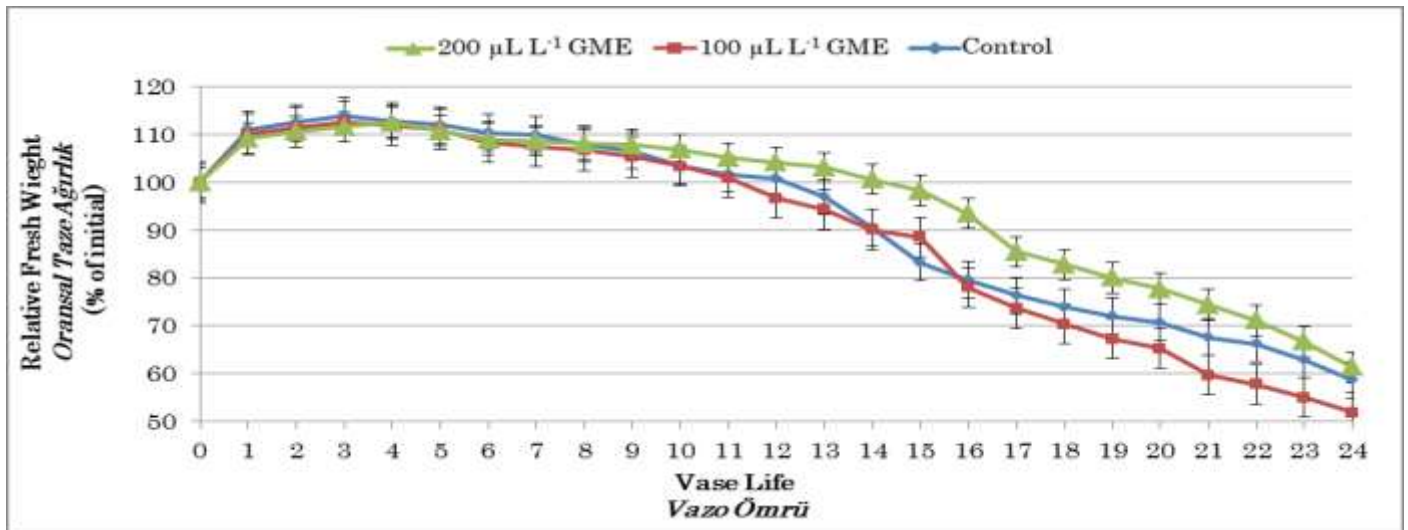


Figure 2. RFW of cut carnation 'Baltico' at different GME concentrations (Error bars represent \pm standard deviation, * $P < 0.05$)

Şekil 2. Farklı konsantrasyonlarda GME uygulanan 'Baltico' çeşidine ait OTA değerleri (Hata çubukları \pm standart sapmayı temsil eder, * $P < 0.05$)

Similar to vase life and RFW results, the 200 µL L⁻¹ GME showed the best DSU. However, from day 1 onwards, DSU gradually decreased with time. The highest DSU on the 1st day belonged to flowers in 100 µL L⁻¹ GME, where the highest DSU on the last day

was in 200 µL L⁻¹ GME. From day 6 to the end of the vase life; flowers of control had the lowest DSU. The highest average DSU value (87.30 %) was obtained in 200 µL L⁻¹ GME with 1.51 ± 1.05 g stem⁻¹ day⁻¹. The lowest average DSU value was 1.25 ± 0.99 g stem⁻¹ day⁻¹ in control (Figure 3).

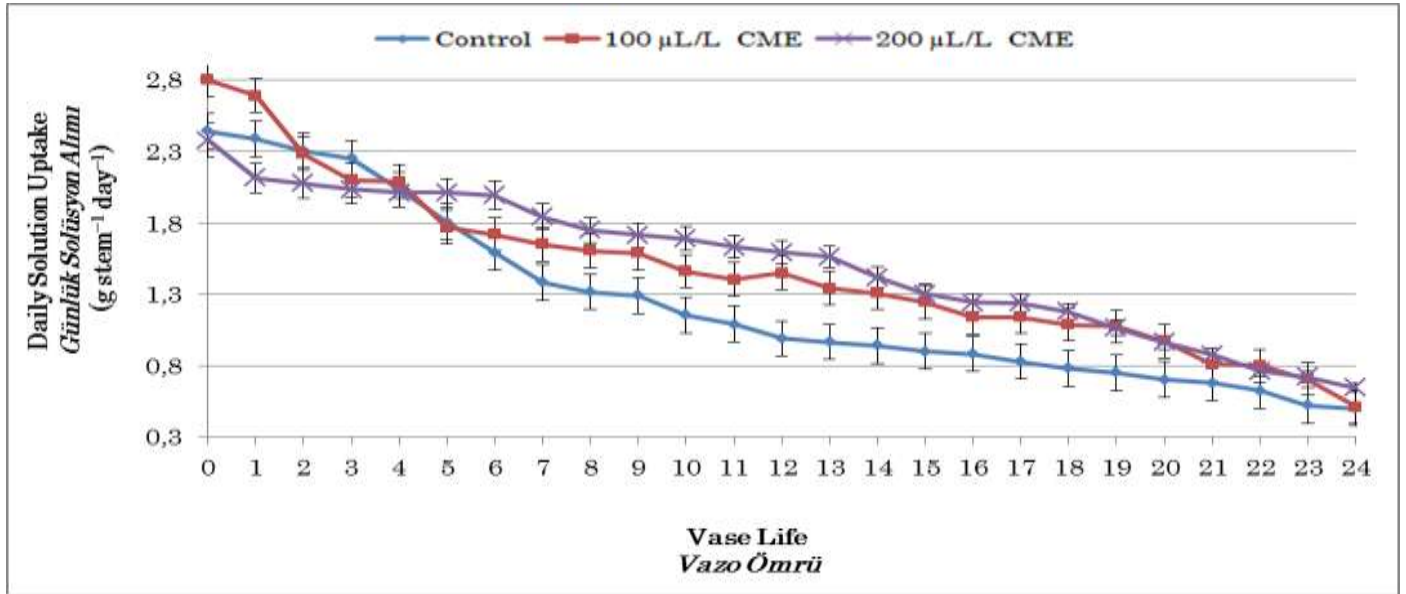


Figure 3. DSU of cut carnation 'Baltico' at different GME concentrations (Error bars represent ± standard deviation, *P < 0.05)

Şekil 3. Farklı konsantrasyonlarda GME uygulanan 'Baltico' çeşidine ait GSA değerleri (Hata çubukları ± standart sapmayı temsil eder, *P < 0.05)

Effects of GME on Lipid Peroxidation and Proline Content

The GME treatments on the MDA content of the 'Baltico' variety were found to be statistically significant. The highest MDA content was determined

in the control group. The lowest MDA content was recorded in 100 µL L⁻¹ GME. However, 100 µL L⁻¹ GME was in the same statistical group as the 200 µL L⁻¹ GME. The highest GME concentration used in the study reduced MDA content by 34.46 % compared to the control (Figure 4).

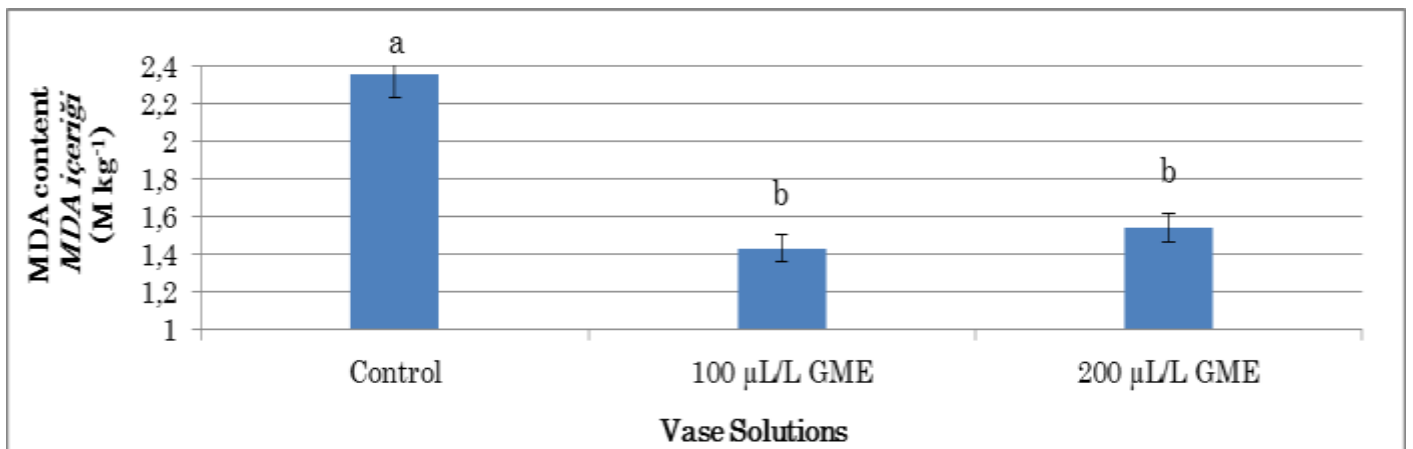


Figure 4. MDA of cut carnation 'Baltico' at different GME concentrations (Error bars represent ± standard deviation, *P < 0.05)

Şekil 4. Farklı konsantrasyonlarda GME uygulanan 'Baltico' çeşidinin MDA içerikleri (Hata çubukları ± standart sapmayı temsil eder, *P < 0.05)

Proline content of the 'Baltico' affected significantly by the vase solutions. All concentrations of GME decreased the proline content. The highest proline content was recorded in the control, whereas the lowest proline content was 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME. However,

200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME and 150 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME were in the same statistical group. The highest GME concentration decreased the proline content by 41.30 % compared to the control (Figure 5).

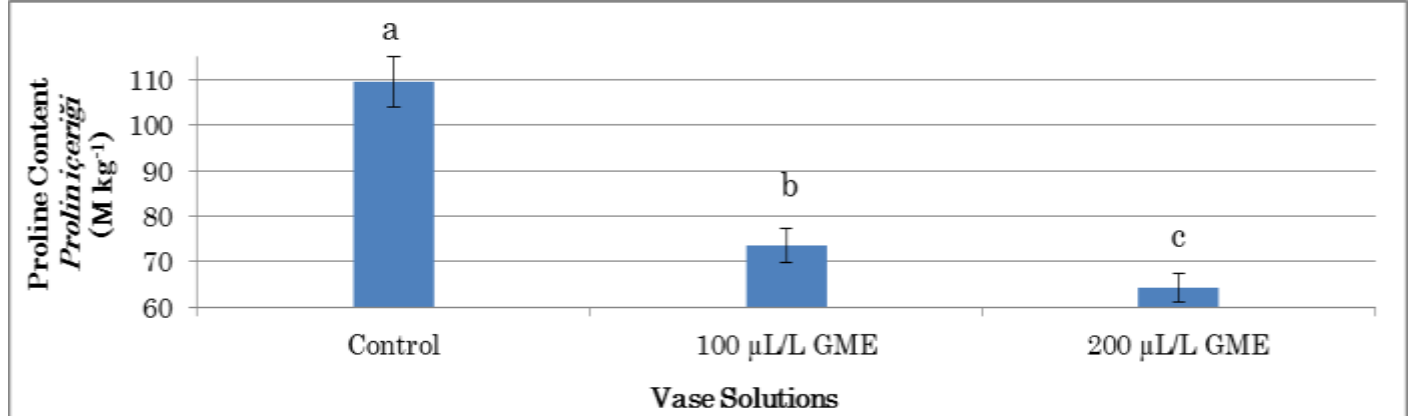


Figure 5. Proline content of cut carnation 'Baltico' at different GME concentrations (Error bars represent \pm standard deviation, * $P < 0.05$)

Şekil 5. Farklı konsantrasyonlarda GME uygulanan 'Baltico' çeşidinin prolin içerikleri (Hata çubukları \pm standart sapmayı temsil eder, * $P < 0.05$)

Effects of GME on Antioxidant Enzyme Activity

The antioxidant enzyme activity of the 'Baltico' variety showed a statistically significant difference according to the vase solutions and different stages (Figure 6). In stage 1, the highest CAT enzyme activity was found in 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME, which was the same statistical group as 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME. The highest CAT enzyme activity was recorded in 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME both in stage 1 and stage 2. The greatest increase in CAT enzyme activity from stage 1 to stage 2 was at the highest GME concentration. It increased the CAT enzyme activity 1.3 times compared to the control.

Similar to CAT enzyme activity, SOD enzyme activity also showed an increase from stage 1 to stage 2 at all GME concentrations. However, the SOD enzyme activity of control showed a decrease from stage 1 to stage 2 in contrast to CAT enzyme activity. The highest SOD enzyme activity in stage 1 was found in the control that was the same statistical group with 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ and 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME whereas the highest SOD enzyme activity was recorded in 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME in stage 2. The lowest SOD enzyme activity in stage 2 was determined in the control. The highest increase in SOD enzyme activity was found at the highest GME concentration.

In terms of APX enzyme activity, it was determined that there was an increase in all treatments from stage 1 to stage 2. Although there was no statistical difference between the treatments within stage 2, the highest APX enzyme activity in stage 1 was found control and 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME. They were in the same statistical group. However, the least increase rate was

found in the control. The highest increase rate was recorded 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME that was the same statistical group as the 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME.

The Antimicrobial Activity of GME, Bacterial Activity and pH in Vase Solutions

The data on the antimicrobial activity of GME is given in Table 1. According to Table 1, GME was tested on 10 strains of microorganisms, 6 bacteria, and 4 yeast. Gentamicin, amoxicillin (antibiotic), and nystatin (antifungal) active ingredient was also applied to understand the antimicrobial activity of GME. The results showed that GME was more effective on 5 bacteria (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus megatherium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogenes*) than the Gentamicin active ingredient and a bacteria *Staphylococcus aureus* than the amoxicillin active ingredient. Moreover, the GME was at least as effective as nystatin on *Candida albicans*.

The data on bacterial activity of vase solutions are given in Table 2. According to Table 2, the highest bacterial activity was determined at control and 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME respectively, whereas the lowest bacterial activity was found at 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME. The data on the pH value of GME is also given in Table 2. According to Table 2, all concentrations of GME had a lower pH than the control and 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME was the lowest.

DISCUSSIONS

In this study, which was conducted to improve postharvest quality in the cut carnation 'Baltico', it

was determined that GME prolonged the vase life by increasing DSU and antioxidant enzyme activities and

maintaining RFW. Moreover, GME caused lower MDA and proline accumulation.

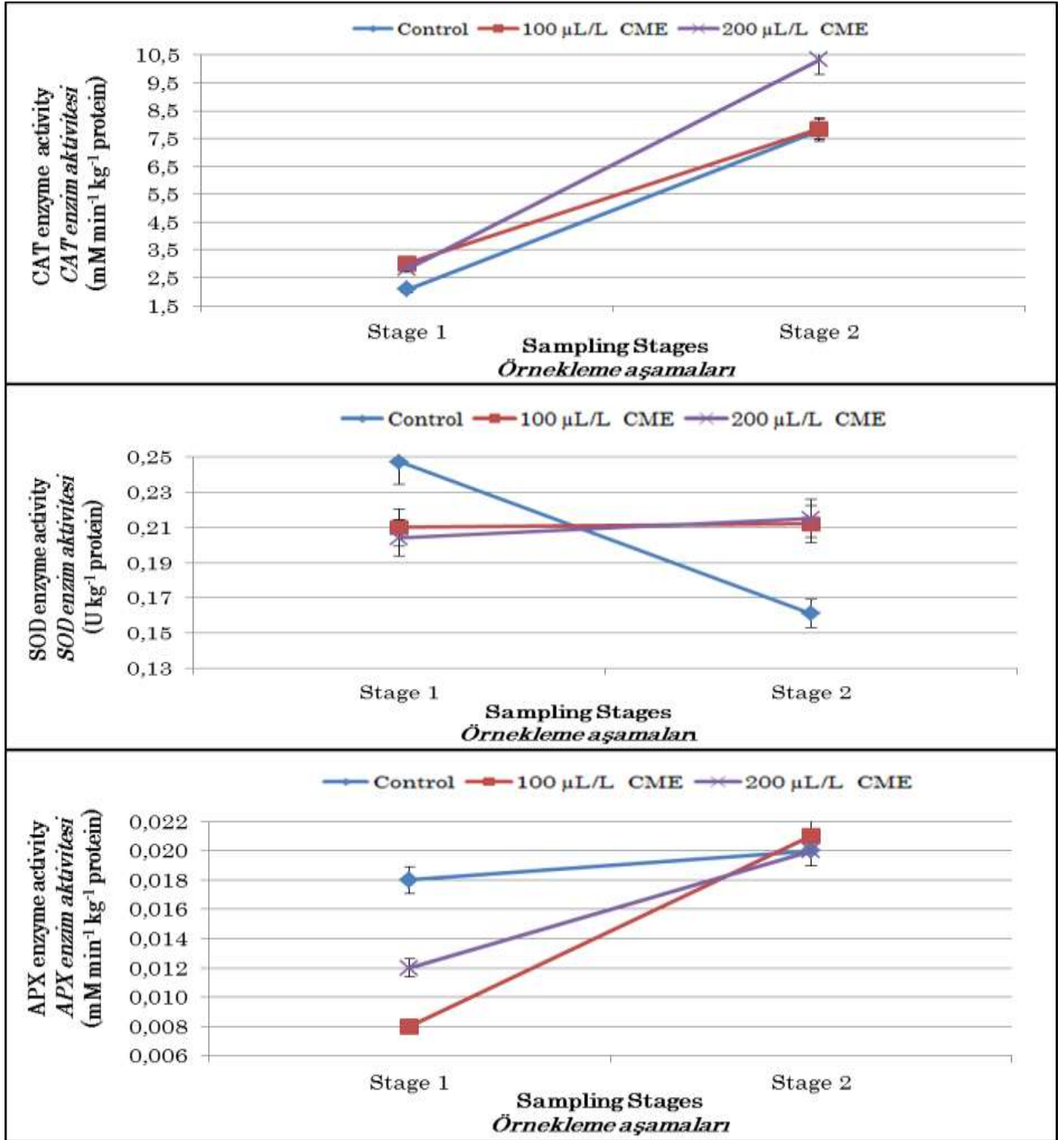


Figure 6. Antioxidant enzyme activities of cut carnation 'Baltico' at different GME concentrations (Error bars represent \pm standard deviation, * $P < 0.05$)

Şekil 6. Farklı konsantrasyonlarda GME uygulanan 'Baltico' çeşidinin antioksidan enzim aktiviteleri (Hata çubukları \pm standart sapmayı temsil eder, * $P < 0.05$)

Table 1. Antimicrobial activity of GME

Çizelge 1. GME'nin antimikrobiyal aktivitesi

Microorganisms	GME	Control (Methanol)	Gentamicin 10mcg	Amoxicillin/ clavulanic acid (30mcg)	Nystatin*
Gram Positive Bacteria					
<i>Bacillus subtilis</i>	18 ¹	- ²	23	-	NT
<i>Staphylococcus aureus</i>	20	-	21	30	NT
<i>Bacillus megaterium</i>	14	-	16	-	NT
Gram negative bacteria					
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	19	-	16	-	NT
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14	-	17	15	NT
<i>Enterobacter aerogenes</i>	15	-	16	-	NT
Yeast					
<i>Candida albicans</i>	36	-	NT	NT	36
<i>Candida utilis</i>	-	-	NT	NT	35
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	-	NT	NT	36
<i>Yarrowia lipolytica</i>	-	-	NT	NT	37

(*): Each disc contains 10 microliters of 100,000 UNIT nystatin per ml.

(1): inhibition zone, mm; (2): Inhibition zone could not be determined; NT: could not be tested

Table 2. Bacterial activity and pH value of vase solutions

Çizelge 2. Vazo solüsyonlarının bakteriyel aktivitesi ve pH değerleri

Vase Solution	CFU mL ⁻¹	pH value
Control (distilled water)	516 a ± 15.23	5.72 a ± 0.48
100 µL L ⁻¹ GME	510 a ± 14.39	5.39 b ± 0.33
200 µL L ⁻¹ GME	492 b ± 10.19	5.20 c ± 0.36

Solution uptake of cut flowers is one of the most important factors affecting their vase life (Frew et. al., 2018). When solution uptake decreases, the balance of solution uptake and transpiration is disturbed. Because of water stress, early wilting and premature senescence occurred and the longevity of the cut flowers' vase life is shortened (Lou et. al., 2021). In this study, the rate of decrease in solution uptake was higher in the control compared to the highest GME concentration (Figure 3) and it is found that GME decreased microbial activity in vase solutions (Table 2). The enhancement of solution uptake might be related to that GME improved the solution uptake by decreasing or preventing microbial proliferation. Ha et. al. (2019), Kılıç et. al. (2020), and Nguyen and Lim (2021) determined similar results. They reported that some compounds used as vase solutions reduced microbial activity and increased solution uptake because of their antimicrobial properties. In this study, GME was found effective on *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus megatherium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogenes* (Table 1). The biodiversity of microorganisms inhabiting vase solutions can change due to the microflora on stems of cut flowers. However, it was determined that microorganisms such as *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Staphylococcus equorum*, and *Enterobacter agglomerans* were found in the samples taken from the vase solutions where different researchers kept cut carnations (Shanan et.al., 2010; Pang et.al., 2021).

RFW plays a critical role in the quality and vase life of cut flowers (Shokalu et. al., 2021) and to improve the vase life, maintaining the RFW is important. RFW of cut flowers changes during the vase life due to respiration and transpiration rate, senescence, water, and nutrient content in cut flowers (Paul et. al., 2021; Song et. al., 2021). In this study, the rate of decreasing RFW of cut carnation flowers was lower at the highest concentration of GME compared to the control. Elansary (2020), Lou et. al. (2021), and Song et. al. (2021) obtained similar results about that some compounds added in vase solutions maintain RFW and reduce RFW loss of cut flowers. The solution uptake helps maintain RFW (Ha et. al. 2019) and there is a positive correlation between solution uptake and RFW (Alkaç et. al., 2020). The lower rate of decrease in solution uptake of GME might have resulted in a better RFW in GME. Moreover, the GME might have helped to reduce the transpiration losses by stomatal regulation because of its antioxidant capacity. GME has been determined to increase CAT, SOD, and APX antioxidant enzyme activities and reduce MDA content which is known as a marker of the antioxidant activity (Figure 6, 8, 9, 10). The report of Zhang et. al. (2010) indicates that the antioxidant system might have influenced the stomatal regulation. They found that the channels by which hydrogen peroxide (H₂O₂) mediates the induction of stomatal closure are by increasing the activities of antioxidative enzymes such as SOD, CAT, GPX, APX, and GR in plant tissues. Besides solution uptake and transpiration rate,

another reason why RFW is found to be higher in GME treatment in this study may be delaying senescence. When RFW begins to decline, it marks the beginning of the senescence period (Gomes et al., 2010). So, the fact that GME delayed RFW loss by one day suggests that it has the ability to delay senescence. Carnation is an ethylene-sensitive species however, senescence in cut flowers is not only dependent on ethylene but also oxidative stress and/or water stress and they accelerate the senescence processes (Skutnik et. al., 2020). GME might have delayed senescence by reducing water stress and oxidative stress due to its antioxidant activity. Similar results about some compounds that have antioxidant activity, delay senescence in cut flowers were reported (Lama et. al., 2015; Maity et. al., 2019). In this study, it was also found that the RFW increased up to the first 4 d in 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ GME and up to the first 3 d in the 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ and control. The decrease in RFW of the highest GME concentration started one day later than control. Although the reduction of solution uptake, the reason why the RFW increased up at first 4 d in the highest concentration may be that the transpiration rate was lower at the end of the vase life. The lower transpiration rate may be related to the flowers have not reached the full opening. Flowers, which harvested paintbrush stage, were used in the experiment. Azad et. al. (2004) indicated that when petals open, the transpiration rate gradually increased. It is thought that the highest GME concentration might have delayed flowering by one day. There is another research showing that the RFW increases up to a certain time depending on the solution applied, the conditions to keep of flowers, and the cut flower species (Horibe & Makita, 2019; Kılıç et. al., 2020; Yang et. al., 2021).

Lipid peroxidation acts a critical role in the balance of oxidative stress (Bat et. al., 2020) that regulate in the vase life of cut flowers between prooxidants such ROS and antioxidant activities (Aalifar et. al., 2020). Because of lipid peroxidation caused by senescence and/or oxidative stress, cell membranes lose their stability, and MDA that is a toxic aldehyde that is an indicator for determining lipid peroxidation occurs. The damage of membrane lipids and the end-products of its reactions are dangerous for cell viability, even tissues (Mylonas & Kouretas, 1999). In this study, MDA content reached the highest value in the control, while it was lowest at the highest GME concentration. Similar results were obtained by Dar and Tahır (2018), Langroudi et. al. (2019), and Teerarak et. al. (2019). They reported that some compounds that have antioxidant and anti-ethylene properties reduced MDA content. Reducing MDA accumulation by decreasing lipid peroxidation of GME might have been related to its antioxidant activity. SOD, CAT, and APX antioxidant enzyme activity that protects the cell

membrane of GME were found higher compared to the control (Figure 8, 9, and 10). Therefore, it reduced lipid peroxidation and stabilized the cell membrane of flowers. Alternatively, the higher electrolytic leakage from petal tissue might have occurred in control due to a result of higher lipid peroxidation. It is indicated that the cell membranes lose their stability; they produce different ROS which results in enhancing the electrolyte leakage (Iqbal et. al., 2017).

Proline is one of the most important soluble osmosis-regulator and proteinogenic amino acids (Alvarez et. al., 2021; Yang et. al., 2021). Increment of proline in flowers is a general adaptive response to cellular dehydration caused by water stress. In this study, GME had lower proline content than control flowers. Similar results about some compounds reducing proline accumulation were obtained by Kazemi et. al. (2011) and Skutnik et. al. (2021). The lower proline content might have been related to that GME act as the antioxidant defense factor and protects flowers against cellular dehydration or GME might have increased proline dehydrogenase (PRODH) activity in the petals. Alternatively, the reason for the higher proline content in the control flowers may be the higher protein degradation because of the water and/or oxidative stress. Proline content can increase due to the breakdown of proteins and increase in free amino acids in petal cells with senescence or uplifted stress over time (Mohammadi et. al., 2020; Koentjoro et. al., 2021).

Antioxidant enzymes, such as APX, SOD, and CAT play a key role in improving the vase life of cut flowers by maintaining the ROS balance (Wang et. al., 2021). When ROS producing rate exceeds that of the cell's defense ability, oxidative stress occurs. ROS such as H_2O_2 is generated, damaging cells, and hastening their death. In this study, all antioxidant enzymes increased at GME treatments from Stage 1 to Stage 2. There are many researchers who have determined that antioxidant enzyme activities increase with substances added to the vase solutions (Maity et. al., 2019; Aziz et. al., 2020; Hassanzadeh-Naemi et. al., 2021). Hassanzadeh-Naemi et. al. (2021) found that CAT and SOD activity decreased during the postharvest life and that this activity was improved with treated plant growth regulators. Similarly, CAT and APX activities increased from Stage 1 to Stage 2, while SOD enzyme activity decreased in the control. It is thought that cut carnation 'Baltico' flowers may have defended themselves against oxidative or water stress by increasing the proline content instead of SOD enzyme activity in the control. As a matter of fact, the proline content in the study was found to be higher in the control. The formation of enzymatic and non-enzymatic antioxidants responsible for ROS detoxification under stress conditions are important defense systems against stress (Hassanuzzaman et.

al., 2020). GME might have supported the enzymatic defense system in cut flowers. Although CAT and APX increased in all treatments, the results differed between the treatments and GME is better vase life compared to the control. This might be related to the SOD activity being more distinct and important in the scope of protecting membrane damage by the scavenging of ROS on flowers that exposure to water stress. Du et. al. (2014) reported that the correlation between SOD activity and MDA content was significant compared to CAT and APX enzyme activity, and SOD acted more effectively than ascorbic acid done in the superoxide quenching.

Although the SOD decreased in the control, the increase in the CAT enzyme showed that in the control flowers have occurred H₂O₂. SOD is a metalloenzyme that catalyzes the dismutation of superoxide to H₂O₂. H₂O₂ formed directly or by the dismutation of superoxide radicals is detoxified by converting it into the water by GPx and CAT enzymes. The CAT enzyme has significant efficacy in cases where H₂O₂ formation is increased (Koç & Üstün, 2008). CAT increased despite the reduction in SOD at control; indicating that H₂O₂ formation is increased non-enzymatic pathways. Moreover, more oxygen radicals that can cause damage to the cell membrane might have accumulated in control flowers due to the decreasing of SOD activity. This coincides with the increase in MDA content at control. Similar to in this results, Panda and Khan (2004) reported that oxidative damage occurs when the production rate of superoxide radicals exceeds the SOD activity. In this study, SOD enzyme activity may have decreased due to the reduction of synthesis of SOD enzyme or enhancing degradation of this enzyme at control group. Decreasing the SOD activity in the control may have accelerated senescence and caused short vase life. Wang et. al. (2016) reported that the increasing of SOD activity and efficient ROS-scavenging capacity contributed largely to the delay of senescence.

There are many substances used to prolong the vase life of carnations, and the commercially preferred STS is a proven substance. In research with STS, it has been determined that the vase life can be extended from 1 to about 14 days, depending on the variety, concentration, and trial conditions (Hassan, 2004). However, STS is harmful to both human health, and the environment. As an alternative to this substance, cheap materials that are friendly to human health and the environment should be determined. The use of plant wastes to increase post-harvest life is important in terms of both overcoming post-harvest problems of cut flowers and ensuring waste management. It is thought that grape marc is important in terms of post-harvest studies, especially because it is available throughout the year, can be easily supplied, has no storage problems, is inexpensive, does not have any

harm in terms of human and environmental health, and provides an economic return by evaluating a waste material (Sarıççek & Kılıç, 2002). Studies are needed to standardize grape marc which affects the stress mechanism in cut flowers after harvest by determining the appropriate doses and to use it as a commercial preparation if proven.

CONCLUSION

In conclusion, GME has the potential to improve the vase life of the cut flowers. The GME treatment prolonged the vase life of cut carnation, and the 200 µL L⁻¹ GME was the best treatment in terms of investigated parameters. GME stimulated the defense ability of cut carnation flowers. It is thought that this is related to the antioxidant activities of GME. Moreover, it decreased the bacterial activity in vase solution due to its antibacterial properties. It is recommended that the effects of higher concentrations of GME should be researched the vase life of cut flowers. Investigation of antioxidant activities of GME is also important to contribute to future research. Different GME obtained from other grape varieties can be researched which has better antioxidant and antibacterial activity. If the effectiveness of GME on vase life is proven, it is possible that it can be standardized and converted into a commercial preparation form. This research also is showing that waste materials can be added to a vase solution.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported with the number 115O857 within the scope of Presidency of the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Research Support Programs (ARDEB) 1002.

Contribution of the Authors as Summary

Authors declares the contribution of the authors is equal.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Aalifar, M., Aliniaiefard, S., Arab, M., Mehrjerdi, M. Z., Daylami S. D., Serek, M., Woltering, E., & Li, T. (2020). Blue light improves vase life of carnation cut flowers through its effect on the antioxidant defense system. *Frontiers in Plant Science* 11, 511. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00511>.
- Adam, A. I. (2021). Effect of essential oils on vase life of cut flowers of *Solidago canadensis* L. (Golden rod). *Scientific Journal of Agricultural Sciences* 3(1), 46-55. <https://doi.org/10.21608/sjas.2021.75270.1096>.
- AIPH, 2021. International Statistics Flowers and

- Plants Yearbook 2021. Union Fleurs.
- Alkaç, O. S., Öcalan, O. N., & Güneş, M. (2020). The effect of some solutions on the vase life of star flowers. *Ornamental Horticulture* 26(4), 607-613. <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v26i4.2184>.
- Alvarez, M. E., Savoure, A., & Szabados, L. (2021). Proline metabolism as regulatory hub. *Trends in Plant Science* 27(1), 39-55. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.07.009>.
- Amin, O. A. (2017). II-Effect of some chemical treatments on keeping quality and vase life of cut chrysanthemum flowers. *Middle East Journal of Agriculture Research* 06(01), 221-243.
- Anonymous, 1999. *NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. The 9th International Supplement, M100-S9*. Villanova, PA. (Date: 20.05.2019).
- Anonymous, 2022. *Carnations. Care Tips*. <https://bloomiq.com/cutflowers/13>. (Date: 20.05. 2019).
- Azad, A. K., Sawa, Y., Ishikawa, T., & Shibata, H. (2004). Phosphorylation of plasma membrane aquaporin regulates temperature-dependent opening of tulip petals. *Plant Cell Physiology* 45(5), 608-617. <https://doi.org/10.1093/pcp/pch069>.
- Aziz, S., Younis, A., Jaskani, M. J., & Ahmad, R. (2020). Effect of pgrs on antioxidant activity and phytochemical in delay senescence of lily cut flowers. *MDPI Agronomy* 10(11), 1704. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111704>.
- Bağcı, E., & Dığrak, M. (1996). Antimicrobial activities of essential oils of some forest trees. *Turkish Journal of Biology* 20, 191-198.
- Bağcı, E., & Dığrak, M. (1997). In vitro antimicrobial effects of some fir species essential oils. *Turkish Journal of Biology* 21, 273-281.
- Bat, M., Tunçtürk, R., & Tunçtürk, M. (2020). Effect of drought stress and seaweed applications on some physiological parameters in *Echinacea* (*Echinacea purpurea* L.). *KSU Journal of Agriculture and Nature* 23(1), 99-107. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.535210>.
- Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil* 39(1), 205-207. <https://doi.org/10.1007/bf00018060>.
- Bradshaw, L. J. 1992. *Laboratory of Microbiology*. Fourth Edition. Saunders College Publishing, Printed in U.S.A., 435 p.
- Çakmak, I., Strbac, D., & Marschner, H. (1993). Activities of hydrogen peroxide-scavenging enzymes in germinated wheat seeds. *Journal of Experimental Botany* 44(1), 127-132. <https://doi.org/10.1093/jxb/44.1.127>.
- Collins, C. H., Lyne, P. M., & Grange, J. M. (1987). *Microbiological Methods*. Butterworths and Co. (Publishers) Ltd. London, 450 p.
- Damunupola, J. W., Qian, T., Muusers, R., Joyce, D.C., Irving, D.E., & Van Meeteren, U. (2010). Effect of s-carvone on vase life parameters of selected cut flower and foliage species. *Postharvest Biology and Technology* 55(1), 66-69.
- Dar, R. A., & Tahır, I. (2018). Effect of ethylene antagonist silver thiosulphate on the flower longevity of *Clarkia pulchella* Pursh.. *Journal of Horticultural Research* 26(1), 5-12. <https://doi.org/10.2478/johr-2018-0001>.
- Du, F., Shi, H., Zhang, X., & Xu, X. (2014). Responses of reactive oxygen scavenging enzymes, proline and malondialdehyde to water deficits among six secondary successional seral species in *Loess plateau*. *PLoS One* 9(6), e98872. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098872>.
- Ebrahimzadeh, A., Jimenez-Becker, S., Chaparro-Torres, L. A., Fernandez-Trujillo, P. J., Serrano-Mula, M., & Lao-Arenas, M.T. (2013). Postharvest petal senescence of two cultivars of carnation flowers with different vase lifes. *Australian Journal of Crop Science* 7(12), 1829-1835.
- Ebrahimzadeh, M. A., Fathi, H., Ziar, A., & Mohammadi, H. (2019). Attenuation of brain mitochondria oxidative damage by *Albizia julibrissin* Durazz: neuroprotective and antiemetic effects. *Drug and Chemical Toxicology* 42(2), 122-129. <https://doi.org/10.1080/01480545.2017.1413106>.
- Elansary, H. O. (2020). Tree bark phenols regulate the physiological and biochemical performance of gladiolus flowers. *MDPI Processes* 8(1), 71. <https://doi.org/10.3390/pr8010071>.
- Eleonora, N., Dobrei, A., Dobrei, A., Bampidis, V., & Valeria, C. (2014). Grape pomace in sheep and dairy cows feeding. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology* 18(2), 146-150.
- Elhindi, K. M. (2012). Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life longevity and flower quality of sweet pea (*Lathyrus odoratus* L.). *Photosynthetica* 50(3), 371-379. <https://doi.org/10.1007/s11099-012-0053-3>.
- Ezhilmathi, K., Singh, V. P., Arora, A., & Sairam, R. K. (2007). Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life of gladiolus cut flowers. *Plant Growth Regulation* 51(2), 99-108. <https://doi.org/10.1007/s10725-006-9142-2>.
- Frew, A., Weston L. A., Reynolds, O. L., & Gurr, G. M. (2018). The role of silicon in plant biology: a paradigm shift in research approach. *Annals of Botany* 121(7), 1265-1273. <https://doi.org/10.1093/aob/mcy009>.
- Ghadimian, S., & Danaei, E. (2020). Influences of ascorbic acid and salicylic acid on vase life of cut flowers rose (*Rosa hybrida* cv. Black Magic). *The Journal of Environment, Agriculture and Biological Sciences* 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.29252/alkhass.2.1.1>.

- Gökçen, İ. S., Keskin, N., Kunter, B., Cantürk, S., & Karadoğan, B. (2017). Grape phytochemicals and research on grape cultivars grown in Turkey. *Turkish Journal of Forest Science* 1(1), 93-111. <https://doi.org/10.32328/turkjforsci.285695>.
- Gomes, M. H. T., de Carvalho, S. M. P., & de Almeida, D. P. F. (2010). Pectin solubility and water relations during vase life of cut flowers. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 51(4), 262-268.
- Gong, H., Zhu, X., Chen, K., Wang, S., & Zhang, C. (2005). Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science* 169(2), 313-321. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2005.02.023>.
- Ha, S. T. T., Lim, J. H., & In, B. C. (2019). Extension of the vase life of cut roses by both improving water relations and repressing ethylene responses. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 37(1), 65-77. <https://doi.org/10.12972/kjhst.20190007>.
- Hassan, F., Schmidt, G., Hafez, Y. M., Pogany, M., Ankush, J. (2004). 1-MCP and STS as ethylene inhibitors for prolonging the vase life of carnation and rose cut flowers. *International Journal of Horticultural Science* 10(4), 101-107.
- Hassanzadeh-Naemi, M., Jari, S. K., Zarrinnia, V., & Fatehi, F. (2021). The effect of exogenous methyl jasmonate and brassinosteroid on physicochemical traits, vase life, and gray mold disease of cut rose (*Rosa hybrida* L.) flowers. *Journal of Saudi Society of Agricultural Sciences* 20(7), 467-475. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.05.007>.
- He, S., Joyce, D. C., Irving, D. E., & Faragher, J. D. (2006). Stemend blockage in cut grevillea 'crimson yul-lo' inflorescences. *Postharvest Biology and Technology* 41(1), 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.03.002>.
- Horibe, T., & Makita, M. (2019). Methyl jasmonate treatment delays flower opening and petal wilting of three cut rose cultivars. *Journal of Horticultural Research* 27(2), 1-10. <https://doi.org/10.2478/johr-2019-0016>.
- Iqbal, N., Khan, N. A., Ferrante, A., Trivellini, A., Francini, A., & Khan, M. I. R. (2017). Ethylene role in plant growth, development, and senescence: interaction with other phytohormones. *Frontiers in Plant Science* 8, 475. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00475>.
- Jawaharlal, M., Ganga, M., Padmadevi, R., Jegadeeswari, V., & Kartikeyan, S. (2007). *A Technical Guide on Carnation*. Department of *Floriculture and Landscaping*, Horticultural College and Research Institute, Tamil Nadu Agricultural University, 56 p. India.
- Kazaz, S. (2015). Factors affecting post harvest lives in cut flowers. *Turkish Seed Association Journal* 4(14), 42-45.
- Kazemi, M., & Ameri, A. (2012). Response of vase-life carnation cut flower to salicylic acid, silver nanoparticles, glutamine and essential oil. *Asian Journal of Animal Sciences* 6(3), 122-131. <https://doi.org/10.3923/ajas.2012.122.131>.
- Kazemi, M., Aran, M., & Zamani, S. (2011). Extending the vase life of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Mariachi. cv. Blue) with different preservative. *American Journal of Plant Physiology* 6(3), 167-175. <https://doi.org/10.3923/ajpp.2011.167.175>.
- Kazemi, M., Gholami, M., Asadi, M., Aghdasi, S., & Almasi, M. (2012). Response of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) to salicylic acid and glutamine. *Asian Journal of Biochemistry* 7(3), 158-164. <https://doi.org/10.3923/ajb.2012.158.164>.
- Khenizy, S., Abd El-Moneim, A., & Abdel-Fattah, G. H. (2014). Effect of natural extracts on vase life of gypsophila cut flowers. *Scientific Journal of Flowers and Ornamental Plants* 1(1), 1-16. <https://doi.org/10.21608/SJFOP.2014.4000>.
- Kiselev, K. V., Dubrovina, A. S., Veselova, M. V., Bulgakov, V. P., Fedoreyev, S. A., & Zhuravlev, Y. N. (2007). The Rol-B gene-induced over production of resveratrol in *Vitis amurensis* transformed cells. *Journal of Biotechnology* 128(3), 681-692.
- Kılıç, T., Kazaz, S., Doğan, E. & Ergür Şahin, E. G. (2020). Effects Of Some Essential Oil Compounds On Vase Life Of Cut Hydrangea Flowers . *Ziraat Fakültesi Dergisi, Türkiye* 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı , 172-179 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/sduzfd/issue/52563/650745>
- Koç, E., & Üstün, A. S. (2008). Defence against pathogen in plants and antioxidants. *Erciyes University Journal of the Institute of Science and Technology* 24(1-2), 82-100.
- Koentjoro, Y., Sukendah, S., Purwanto, E., & Purnomo, D. (2021). The role of silicon on content of proline, protein, and abscisic acid on soybean under drought stress. *Earth and Environmental Science* 637, 012086. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012086>.
- Lama, B., Ghosal, M., Kumar-Gupta, S., & Mandal, P. (2015). Assessment of different preservative solutions on vase life of cut roses. *Journal of Ornamental Plants* 3(3), 171-181. <https://doi.org/10.11623/frj.2017.25.3.02>.
- Langroudi, E. M., Hashemabadi, D., Kalatejari, S., & Asadpour, L. (2019). Effect of silver nanoparticles, spermine, salicylic acid and essential oils on vase life of alstroemeria. *Revista de Agricultura Neotropical* 6(2), 100-108. <https://doi.org/10.32404/>

- rean.v6i2.2366.
- Lou, X., Anwar, M., Wang, Y., Zhang, H., & Ding, J. (2021). Impact of inorganic salts on vase life and postharvest qualities of the cut flower of perpetual carnation. *Brazilian Journal of Biology* 81(2), 228-236. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.221502>.
- Luchian, C. E., Cotea, V. V., Vlase, L., Toiu, A. M., Colibaba, L. C., Răschip, I. E., Nadăș, G., Gheldiu, A. M., Tuchilus, C., & Rotaru, L. (2019). Antioxidant and antimicrobial effects of grape pomace extracts. *BIO Web of Conferences* 15, 04006, 42nd World Congress of Vine and Wine. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191504006>.
- Madhava Rao, K. V., & Sresty, T. V. S. (2000). Antioxidative parameters in the seedlings of pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millspaugh) in response to zn and ni stress. *Plant Science* 157(1), 113-128. [https://doi.org/10.1016/s0168-9452\(00\)00273-9](https://doi.org/10.1016/s0168-9452(00)00273-9).
- Maity, T. R., Samanta, A., Saha, B., & Datta, S. (2019). Evaluation of piper betle mediated silver nanoparticle in post-harvest physiology in relation to vase life of cut spike of gladiolus. *Bulletin of the National Research Centre* 43(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0051-8>.
- Mohammadi, M., Aelaei, M., & Saidi, M. (2020). Pre-Harvest and pulse treatments of spermine, γ - and β -aminobutyric acid increased antioxidant activities and extended the vase life of gerbera cut flowers 'Stanza'. *Ornamental Horticulture* 26(2), 306-316. <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v26i2.2120>.
- Mylonas, C., & Kouretas, D. (1999). Lipid peroxidation and tissue damage. *In Vivo* 13(3), 295-309.
- Nakano, Y., & Asada, K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplast. *Plant and Cell Physiology* 22(5), 867-880. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a076232>.
- Nguyen, T. K., & Lim, J. H. (2021). Do eco-friendly floral preservative solutions prolong vase life better than chemical solutions?. *MDPI Horticulturae* 7(10), 415. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100415>.
- Panda, S. K., & Khan, M. H. (2004). Changes in growth and superoxide dismutase activity in *Hydrilla verticillata* L. under abiotic stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 16(2), 115-118.
- Pang, Z., Li, H., Lin, G., Sun, Y., Zhou, H., & He, S. (2021). One-Step green preparation of nano-silver aqueous solution, characterization, and its antibacterial potential for cut carnation flowers. *Research Square* in press. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-284927/v1>. <https://assets.researchsquare.com/files/rs-284927/v1/ea041389-45cf-483a-8e0f-1419d41e4074.pdf?c=1631878822>
- Patel, R., Thakkar, A., & Mankad, A. (2016). Effect of chemical preservative on water relation and vase-life of *Tithonia rotundifolia* Blake cut flower. *Annals of Biological Research* 7(1), 27-30.
- Paul, D., Jannat, A., Mahmud, A., Akhter, M.J., & Mahmood, S. (2021). Preservative solutions on vase life and quality of cut *Polianthes tuberosa* L.. *Ornamental Horticulture* 27(3), 417-424. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v27i3.2375>.
- Rahman, M. M., Ahmad, S. H., & Lgu, K. S. (2012). *Psidium guajava* and *Piper betle* leaf extracts prolong vase life of cut carnation (*Dianthus caryophyllus*) flowers. *The Scientific World Journal* 2(1), 102805. <https://doi.org/10.1100/2012/102805>.
- Saeed, T., Hassan, I., Abbasi, N. A., & Jilani, G. (2014). Effect of gibberellic acid on the vase life and oxidative activities in senescing cut gladiolus flowers. *Plant Growth Regulation* 72(1), 89-95. <https://doi.org/10.1007/s10725-013-9839-y>.
- Sarıççek, B. Z., & Kılıç, Ü. (2002). An investigation on determining of feed values of grape pomace. *The university of Ondokuz Mayıs Journal of Faculty of Agriculture* 17(1), 9-12.
- Satoh, S., Shibuya, K., Waki, K., & Kosugi, Y. (2005). Mechanism of senescence in carnation flowers (oral presentation). *Acta Horticultureae* 669 VIII International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamental Plants, Doorwerth, Netherlands, 1 February, pp. 191-198. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2005.669.24>.
- Şevik, M. A., & Saruhan, İ. (2010). Plant protecton problems in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *Turkish Journal of Scientific Reviews* 3(2), 33-41.
- Shanan, N. T. (2017). Optimum pH value for improving postharvest characteristics and extending vase life of *Rosa hybrida* cv. Tereasa cut flowers. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research* 1(3), 1-11. <https://doi.org/10.9734/ajaar/2017/34655>.
- Shokalu, A. O., Israel, J., Mosunmola, O., Eniola, O., Gift, E., Adebayo, A., & Henry, A. (2021). Aloe vera and STS solution on microbial population and vase life of heliconia cut flowers. *Ornamental Horticulture* 27(4), 470-475. <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v27i4.2356>.
- Skutnik, E., Jedrzejuk, A., Rabiza-Swider, J., Rochala-Wojciechowska, J., Latkowska, M., & Lukaszewska, A. (2020). Nanosilver as a novel biocide for control of senescence in garden cosmos. *Scientific Reports* 10(1), 10274. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67098-z>.
- Skutnik, E., Lukaszewska, A., & Rabiza-Swider, J. (2021). Effects of postharvest treatments with nanosilver on senescence of cut lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) flowers. *MDPI Agronomy* 11(2), 215. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020215>.
- Song, J., Li, Y., Hu, J., Lee, J., & Jeong, B. R. (2021). Pre- and/or postharvest silicon application prolongs the vase life and enhances the quality of cut peony

- (*Paeonia lactiflora* Pall.) flowers. *MDPI Plants* 10 (8), 1742. <https://doi.org/10.3390/plants10081742>.
- Tah, J., & Mamgain, A. (2013). Variation in different agronomical characters of some carnation (*Dianthus caryophyllus*) cultivars. *Research Journal of Biology* 1, 10-23.
- Teerarak, M., & Laosinwattana, C. (2019). Essential oil from ginger as a novel agent in delaying senescence of cut fronds of the fern (*Davallia solida* (G. Forst.) Sw.). *Postharvest Biology and Technology* 156, 110927. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.06.001>.
- Wang, F., Liu, J., Zhou, L., Pan, G., Li, Z., Zaidi, S. H. R., & Cheng, F. (2016). Senescence-specific change in ROS scavenging enzyme activities and regulation of various ROS isozymes to ROS levels in psf mutant rice leaves. *Plant Physiology and Biochemistry* 109, 248-261. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.10.005>.
- Wang, P., Fang, H., Gao, R., & Liao, W. (2021). Protein persulfidation in plants: function and mechanism. *MDPI Antioxidants* 10(10), 1631. <https://doi.org/10.3390/antiox10101631>.
- Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Chen, S. (2021). Response mechanism of plants to drought stress. *MDPI Horticulturae* 7(3), 50. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7030050>.
- Zamani, S., Hadavi, E., Kazemi, M., & Hekmati, J. (2011). Effect of some chemical treatments on keeping quality and vase life of chrysanthemum cut flowers. *World Applied Sciences Journal* 12(11), 1962-1966.
- Zhang, Sg., Han, Sy., Yang, Wh., Wei, Hl., Zhang, M., & Qi, Lw. (2010). Changes in H₂O₂ content and antioxidant enzyme gene expression during the somatic embryogenesis of *Larix leptolepis*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture (PCTOC)* 100(21), 21-29. <https://doi.org/10.1007/s11240-009-9612-0>.



First Record of Native Egg Parasitoid, *Anastatus bifasciatus*, on *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae) Eggs in Türkiye

Ercan ALTANLAR¹, Mustafa KILIC², Kaan ALTAS³, Elijah J. TALAMAS⁴, Celal TUNCER⁵

^{1,2,3}Black Sea Agricultural Research Institute, Samsun, Türkiye, ⁴Florida Department of Agriculture and Consumer Services ABD, ⁵Ondokuz Mayıs University, Samsun

¹<https://orcid.org/0000-0003-3511-1061>, ²<https://orcid.org/0000-0002-1188-4302>, ³<https://orcid.org/0000-0002-6462-3114>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-1048-6345>, ⁵<https://orcid.org/0000-0002-9014-8003>

✉: ercan.altanlar@tarimorman.gov.tr

ABSTRACT

Halyomorpha halys (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae), the brown marmorated stink bug (BMSB), is an alien invasive pest that originated from South Asia (China, Japan, Taiwan, Korea) Many studies have shown that the number of invasions by pests has increased significantly in the last 5 centuries and the reason for this situation is directly related to human activities. *Halyomorpha halys* is considered to be a dangerous pest insect species due to economic losses in agricultural areas of the countries where it is distributed. It has been observed that the pest can have 1–2 generations per year and each egg mass contains of an average of 28 eggs and, furthermore, causes significant losses in many crops such as bean, hazelnut and pear. This study was conducted between July and August in 6 different areas and a total of 18 egg masses that were thought parasitized were collected from grape vine, tree of heaven, kiwi and hazelnut trees) BMSB infested fields and kept in tubes to determine if they had parasitoids. Emerged parasitoids were fed with the 10% honey water solution and bred in tubes. In this study, *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera: Eupelmidae) was recorded as the first parasitoid of *Halyomorpha halys* in Türkiye.

Entomology

Research Article

Makale Tarihçesi

Received : 09.03.2022

Accepted : 27.10.2022

Keywords

Halyomorpha halys
Anastatus bifasciatus
Biological control
Egg Parasitoid

Halyomorpha halys (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae) Yumurtalarında Yerli Yumurta Parazitoiti olarak *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera: Eupelmidae)'un Türkiye'de ilk Kaydı

ÖZET

Halyomorpha halys (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae), Kahverengi Kokarca (BMSB), Güney Asya (Çin, Japonya, Tayvan, Kore) kökenli istilacı bir zararlıdır. Birçok çalışma ve araştırma, zararlıların istilalarının son 5 yüzyılda önemli ölçüde arttığını ve bu durumun nedeninin doğrudan insan faaliyetleri ile ilgili olduğunu göstermektedir. *H. halys*, yayıldığı ülkelerin tarım alanlarındaki ekonomik kayıpları nedeniyle tehlikeli tarımsal zararlı böcek türleri kategorisinde yer almaktadır. Zararlının yılda 1-2 döl verebildiği ve her yumurta paketinin ortalama 28 yumurtadan oluştuğu ve ayrıca fasulye, fındık gibi birçok üründe önemli kayıplara neden olduğu görülmüştür. Çalışma Temmuz-Ağustos ayları arasında 6 farklı alanda yürütülmüş ve parazitlendiği düşünülen toplam 18 yumurta paketi bulaşık olan üzüm bağı, kokar ağaç, kivi ve fındık bahçelerinden toplanarak parazitoit olup olmadığına bakmak için tüplere konulmuştur. Parazitli yumurtalardan çıkan parazitoitler koloni devamlılığını sağlamak için %10 su-bal solüsyonu ile beslenmiştir Bu çalışmada Türkiye'de *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera: Eupelmidae), *Halyomorpha halys* üzerinde kaydedilen ilk parazitoit olarak rapor edilmiştir.

Entomoloji

Araştırma Makalesi

Article History

Geliş Tarihi : 09.03.2022

Kabul Tarihi : 27.10.2022

Anahtar Kelimeler

Halyomorpha halys
Anastatus bifasciatus
Biyolojik Mücadele
Yumurta parazitoidi

To Cite : Altanlar,E., Kilic, M., Altas, K., Talamas, E., & Tuncer, C., (2023).First Record of Native Egg Parasitoid, *Anastatus Bifasciatus*, on *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae) eggs in Türkiye. *KSU J. Agric Nat* 26 (3), 545-551. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1084419>

INTRODUCTION

Halyomorpha halys, which is a polyphagous pest native to Asia, was first detected in Istanbul in Türkiye by Cerci & Kocak in 2017. In other studies conducted in the same year and it was detected in Kemalpaşa, Hopa and Arhavi districts of Artvin, in 2018 Borcka district in Artvin and Fındıklı and Ardeşen districts in Rize, then in 2019 in Artvin city centre, Trabzon city centre, Esiroglu district, Akcaabat district and Tirebolu district in Giresun, and the pest continues to spread rapidly (Gokturk & Tozlu, 2019).

Halyomorpha halys adults and nymphs damage host plants by piercing their surface and injecting digestive enzymes or sucking fluids (Rice et al., 2014). Scars, pits, deformities and colour changes on fruit surfaces occur as a result of the pest feeding. These crops are not desirable due to losses in their quality (Hedstrom et al., 2014). Studies have shown that *H. halys* is a polyphagous pest and their population density reaches high levels on some plants such as kiwi, hazelnut (Ak et al., 2018), apple (Morrison et al., 2016), pear (Maistrello et al., 2017), peach (Blaauw et al., 2015), bean, tomato, pepper (Nielsen et al., 2011), corn, grape (Smith et al., 2014), walnut, blackberry, catalpa

(*Catalpa bignonioides*), maple and weeds. Considering the current distribution areas of this pest and climatic suitability, the Black Sea Region's agricultural production is under threat in Türkiye. Additionally, considering climate change data on a global scale, it is likely that the other regions are at risk as well (Kistner, 2017). Reports from North America indicate that *H. halys* could potentially be responsible for 70% of economic loss in fruits and vegetables. In addition, the overwintering aggregation buildings cause fear and anxiety in people. In a particularly heavy infestation (26205 adult) brown marmorated stink bugs were collected inside a house in 181 days (Inkley, 2012).

After a long period of mating and preoviposition, the females lay their eggs from July to August (Funayama & Zoology, 2002; Hoebeke & Carter, 2003). Females typically lay clusters of 28 eggs on the underside of leaves (Kawada et al., 1983; Nielsen et al., 2008). In temperate climates the number of eggs laid peaks in July and ends at the end of August. The eggs laid by the females on the underside of the leaves are initially light green and turn white before hatching (Figure 1).

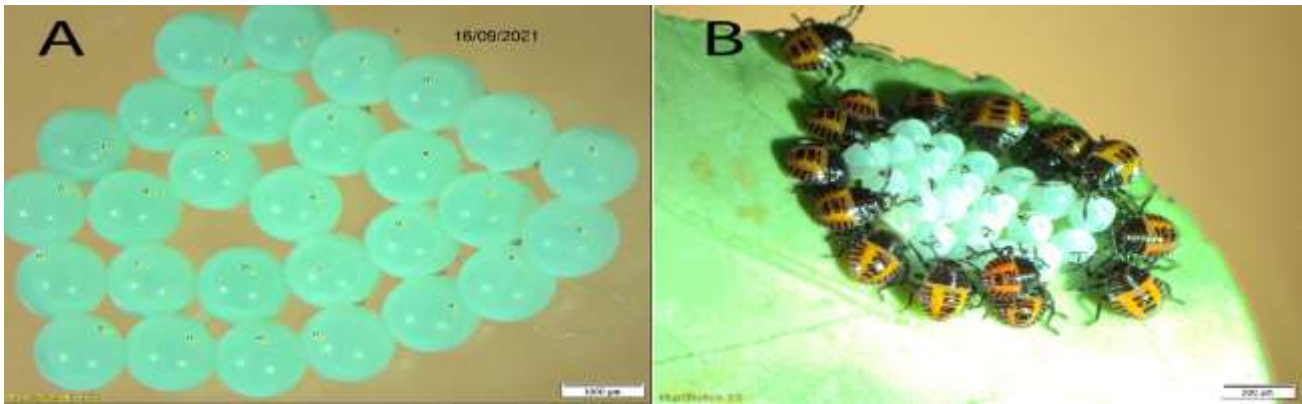


Figure 1. *Halyomorpha halys* eggs mass (A) Two days old *Halyomorpha halys* eggs (B) Newly emerged *H.halys* instars

Şekil 1. *Halyomorpha halys* yumurta paketi (A) 2 günlük *Halyomorpha halys* yumurtası (B) Nimf çıkışı olmuş yumurta paketi

Halyomorpha halys has 5 nymphal stages. The first nymphs have a black head, red eyes and reddish bodies and emerge 3–6 days after the eggs are laid and feed on their eggs to ingest gut symbionts (Taylor et al., 2014). The first instars moult into the second instars 3–5 days later and disperse to feed on plants. After 12–13 days, they reach the third instars that have a brown colour and the fourth and fifth instars emerge after 20 and 27 days later respectively (Hoebeke & Carter, 2003; Hays et al., 2014).

When the pest invades a new area, the lack of natural

enemies eventually leads to population outbreaks. Taking into account that the pest is an invasive species that spreads rapidly, some control methods (mechanical and cultural control) can be difficult to suppress the pest. Additionally, many chemical compounds have been tested on *H. halys*, and some of them are applied in the field. However, despite intense chemical applications in many countries, no significant success has been achieved. (Leskey et al., 2012; Kuhar & Kamminga, 2017). Many pesticide applications are required because the pest is active 8–9 months of the year in natural areas, and 5–6 months in agricultural

areas (Haye et al., 2014), and pesticide half-lives are short. In addition to being a problem for the environment and human health, this method is not sustainable because of its high costs. Therefore, biological control can be the best option in terms of permanent, economic, eco-friendly and long term solutions.

Egg parasitoids are the most effective biological control method against the brown marmorated stink bug (Yang et al., 2009). BMSB eggs have been parasitised by *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae), *Trissolcus cultratus* (Mayr) (Hymenoptera: Scelionidae), *Anastatus bifasciatus*, *Trissolcus semistriatus* (Nees) (Hymenoptera: Scelionidae), *Trissolcus scutellaris* (Thomson) (Hymenoptera: Scelionidae) and *Telenomus chloropus* (Thomson) (Hymenoptera: Telenominae) in the field and under laboratory conditions in the regions where the pest has spread (Yang et al., 2009; Lee et al., 2013; Haye et al., 2015), with parasitism rates for *Trissolcus japonicus* as high as 80% in China (Yang et al., 2009).

The most common egg parasitoid identified from BMSB eggs in Europe is *Anastatus bifasciatus* (Abram et al., 2017; Federico et al., 2017; Bout et al., 2021) and this species has potential to be mass reared for biological control (Haye et al., 2015; Federico et al., 2017; Stahl et al. 2019; Sabbatini-Peverieri et al., 2020). Moreover, while only a few native egg parasitoid species can reach adulthood on viable brown marmorated stink bug eggs, *Anastatus bifasciatus* is also one of them (Haye et al., 2015, Roversi et al., 2016). For this reason, *A. bifasciatus* can be considered a promising native candidate for augmentative biological control. On the other hand, its wide host range (around 50 hosts in the orders Hemiptera and

Lepidoptera) can cause debate about the mass release of the parasitoid. The aim of this study is to detect native egg parasitoids of *Halyomorpha halys* in Türkiye.

MATERIAL and METHOD

Survey Studies

To detect egg parasitoids of the pest, BMSB eggs were collected in the hazelnut, tree of heaven, kiwi and corn areas in Artvin, Borçka, Hopa, Kemalpaşa, Arhavi, Rize, Fındıklı, Pazar, Ardeşen, Samsun, Terme, especially from areas where the chemicals are not applied, survey studies were conducted every week from the beginning of July to the end of August.

Storing of *Halyomorpha halys* Eggs and Rearing Adult Parasitoids

H. halys egg masses found in the hazelnut, tree of heaven, kiwi and corn fields from the beginning of July to the end of August were taken together with the leaves, placed in 50 ml centrifuge tubes, covered with the fine mesh of an insect net, and then brought to the laboratory and setting in 50*50 cm metal insect cages made by us for this purpose (Figure 2). Egg masses were kept at 16:8 h L:D photoperiod, 25 °C ± 2, and 70% RH (Cira et al., 2018) (Figure 2) and checked twice a day to determine the emergence of parasitoids. The emerged parasitoids was recorded daily and wasps were placed in 70 ml glass test tubes that were covered by an insect net. The first emerged wasps were placed to 80% alcohol and stored at -20 °C prior to being sent for identification and the others were fed with 10% honey solution once every two days.

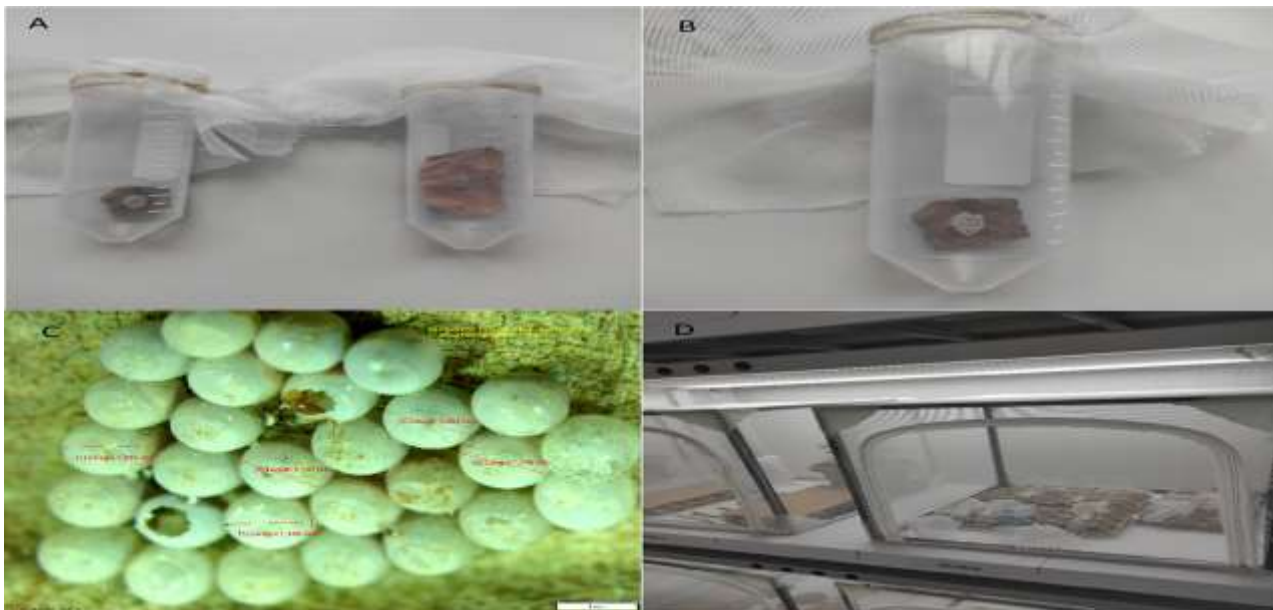


Figure 2. 50 ml centrifuge tubes (A,B), parasitized eggs (C) and 50x50 cm *Halyomorpha halys* cages (D)

Şekil 2. 50 ml santifirj tüpü (A,B) parazitenmiş yumurta paketi (C) ve 50x50 *Halyomorpha halys* kafesleri (D)

Identification of the Parasitoid

The morphological identification of the specimens was made with the aid of a stereomicroscope (Olympus SZ61) by the entomologists at the research institute by using the identification key of (Peng et al.,2020) in the “plazi.org” taxonomic treatments database (Figure 3).

The egg masses that were collected from the field were kept in the lab and parasitoids emergence was observed following the second day. Parasitoids were put in 50 ml test tubes in 80% alcohol to Elijah J. Talamas for molecular identification and the specimens were confirmed *Anastatus bifasciatus*, again using the characters in (Peng et al,2020).

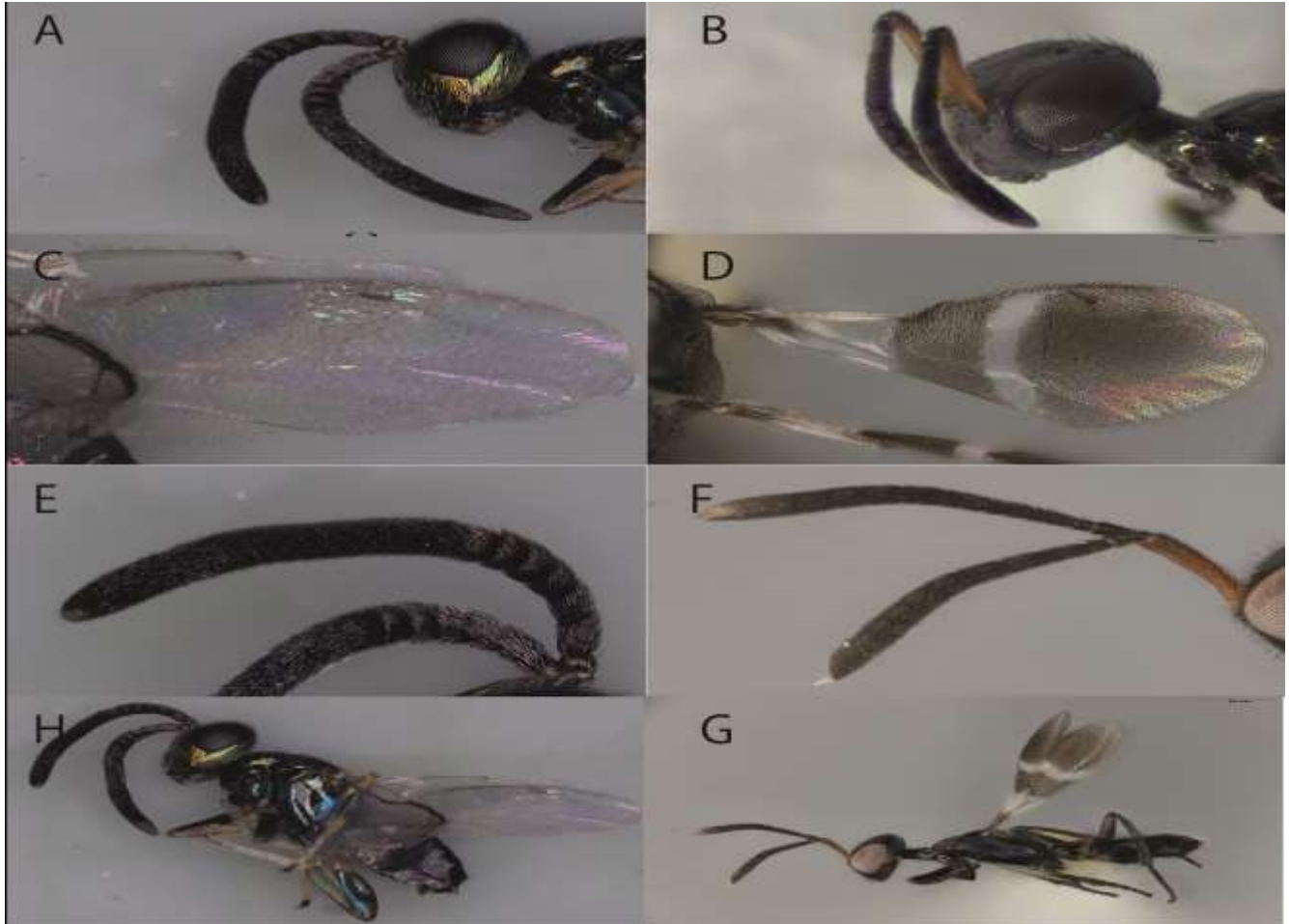


Figure 3. *Anastatus bifasciatus* Adult (A) Male Head, (B) Female Head , (C) Male Wing, (D) Female Wing, (E) Male Antennae, (F) Female Antennae, (H) Male Adult , (G) Female Adult

Şekil 3. *Anastatus bifasciatus* Ergini (A) Erkek Başı, (B) Dişi Başı, (C) Erkek Kanadı, (D) Dişi Kanadı, (E) Erkek Anteni, (F) Dişi Anteni, (H) Erkek Ergin Birey, (G) Dişi Ergin Birey

RESULTS

18 egg masses of the pest were collected during the survey studies that were conducted from the beginning of July to the end of August in Artvin, Borçka, Hopa, Kemalpaşa, Arhavi, Rize, Fındıklı, Pazar, Ardeşen, Samsun and Terme districts, however, only 4 of these egg packages were determined to be parasitized. One of these masses was found in Muratlı in Borçka, one in Arhavi, and two in Tekkeköy in Samsun (Table 1). Due to the height of the trees in the Black Sea Region, relatively short plants were preferred, and this was restricted to finding more egg masses.

During the survey, one parasitized egg mass was detected on cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) in the first week of august in Gelemen, Tekkeköy/SAMSUN (41,232460, 36,506128) , and another egg mass was detected in the vineyard in the same area (41,229216, 36,502072). On the other hand, there was no emergence from the egg masses collected from tree of heaven in Arhavi (41,339088, 41,295133) and Borçka (41,479124, 41,711898). The egg masses were dissected to see if they are parasitized by a parasitoid, and it was observed that there was some embryo development in total 7 eggs in both masses however they could not reach the adults (3 embryos in Arhavi sample, 4

embryos in Borçka sample). Emerged parasitoids were identified as *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera: Eupelmidae) and this was recorded as the first natural egg parasitoid detected against *Halyomorpha halys* in Türkiye.

Each egg masses consisted of 28 eggs and all of these were parasitized and hatched. Parasitoid emergence continued for almost 3 weeks, and during this period

males and females' photos were taken and the emergence of the parasitoids were recorded. It was observed that the females emerged earlier than the males. 5 male and 23 female wasps emerged from the egg mass obtained from the coordinates 41,232460, 36,506128 (Tekkeköy), and 6 male and 22 female wasps emerged from the egg mass obtained from the coordinates 41,229216, 36,502072 (Tekkeköy).

Table 1. Detected parasitized *Halyomorpha halys* egg masses and locations where they were found
Çizelge 1. Tespit Edilen Parazitli Halyomorpha halys Yumurta Paketleri ve Buldukları Yerler

City	District	The number of parasitized egg masses	Date	Coordinates (x,y)	Species
ARTVİN	Arhavi	1	12/07/2021	41,339088 41,295133	No emergence
ARTVİN	Borçka	1	13/07/2021	41,479124 41,711898	No emergence
SAMSUN	Tekkeköy	1	19/08/2021	41,232460 36,506128	<i>Anastatus bifasciatus</i>
SAMSUN	Tekkeköy	1	19/08/2021	41,229216 36,502072	<i>Anastatus bifasciatus</i>

DISCUSSION

Anastatus species are commonly encountered parasitoids of insects in the orders Hemiptera, Lepidoptera, Blattodea, Orthoptera and Mantodea (Narasimham & Sankaran 1982; Askew, 2005; Stahl et al., 2018). They are also tested and used on different pests for biological control in Europe (Stahl et al., 2018), and, *A. bifasciatus* is among the few native egg parasitoid species that can develop on live *H. halys* eggs (Haye et al., 2015), and is considered a potential candidate for augmentative biological control against *H. halys*. *Anastatus* has been used successfully in augmentative biological control against *H. halys* and *Tessaratomia papillosa* (Dru.) (Heteroptera: Tessaratomidae) in peach orchards and woodlands in China, and the goal is to reach more than 50% parasitism rate (Huang et al., 1974; Hou et al., 2009). Additionally, *Anastatus* sp. has been released against the first and second generations of *H. halys* in Pekin and the rates of the parasitism were 64.7% and 52.6%, respectively (Hou et al., 2009). In a 3-year study that was conducted to evaluate the effect of egg parasitoids on *H. halys* in Northern Italy, 1,826 *H. halys* egg masses were collected and the parasitism rate of *Anastatus bifasciatus* was found to be 12% in 2016 and 2017, and 21% in 2018. (Stahl et al., 2018). Therefore, suppressing the pest's spreading rate can be possible if some precautions can be taken to protect the wasp's population in nature. Besides, *Anastatus bifasciatus* can be reared and released to increase the population and have a higher parasitism rate. Nevertheless, when its wide host range is considered, host choice tests should be conducted to prevent non-target effects of the parasitoid. Lastly, similar survey studies should be conducted in the same and different areas to detect if

there are more native natural enemies in Türkiye. Moreover, the study can shed light on future studies.

The study will help to mass-rear *A. bifasciatus* in the Agricultural Research Institute, Türkiye and its inundative release for biological control on *H. halys*.

ACKNOWLEDGEMENTS

Master's thesis data were also utilized in this study (Determination of the field activity of pheromone traps against Brown Marmorated Stink Bug [*Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae)]) 19 Mayıs University Department of Plant Protection.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Abram, P. K., Hoelmer, K. A., Acebes-Doria, A., Andrews, H., Beers, E. H., Bergh, J. C., & Wiman, N. G. (2017). Indigenous arthropod natural enemies of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe. *Journal of Pest Science*, 90(4), 1009-1020.
- Ak, K., Tuncer, C., Baltacı, A., Eser, Ü., & Saruhan, İ. (2018). Incidence and severity of stink bugs damage on kernels in Turkish hazelnut orchards. *Acta Horticulturae*, 1226(1), 407-411
- Askew, A. A. (2005). "A new European species of *anastatus motschulsky* (Hym., Eupelmidae)." *Entomologists Monthly Magazine*, 141(215), 1697 - 1699.

- Blaauw, B. R., Polk, D., & Nielsen, A. L. (2015). IPM-CPR for peaches: incorporating behaviorally-based methods to manage *Halyomorpha halys* and key pests in peach. *Pest management science*, 71(11), 1513-1522.
- Bout, A., Tortorici, F., Hamidi, R., Warot, S., Tavella, L., & Thomas, M. (2021). First detection of the adventive egg parasitoid of *Halyomorpha halys* (Stål)(Hemiptera: Pentatomidae) *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead)(Hymenoptera: Scelionidae) in France. *Insects*, 12(9), 1-10
- Cira, T. M., Koch, R. L., Burkness, E. C., Hutchison, W. D., & Venette, R. C. (2018). Effects of diapause on *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) cold tolerance. *Environmental entomology*, 47(4), 997-1004.
- Roversi, P. F., Binazzi, F., Marianelli, L., Costi, E., Maistrello, L., & Sabbatini Peverieri, G. (2016). Searching for native egg-parasitoids of the invasive alien species *Halyomorpha halys* Stål (Heteroptera, Pentatomidae) in Southern Europe. *Redia*, 99(1), 63-70.
- Funayama, K. (2002). "Oviposition and development of *Halyomorpha halys* (Stal) and *Homalogonia obtusa* (Walker) (Heteroptera: Pentatomidae) on apple [*Molus pumila*] trees." *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology (Japan)* 46(1), 1-6
- Gokturk, T. & G. Tozlu (2019). Türkiye İçin Önemli Bir Tarımsal Zararlı: İstilacı Tür *Halyomorpha Halys* nternational Black Sea Coastline Countries Symposium, Batumi, Georgia May 2-5, 2019.
- Haye, T., Abdallah, S., Garipey, T., & Wyniger, D. (2014). Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. *Journal of Pest Science*, 87(3), 407-418.
- Haye, T., Fischer, S., Zhang, J., & Garipey, T. (2015). Can native egg parasitoids adopt the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae), in Europe. *Journal of Pest Science*, 88(4), 693-705.
- Haye, T., Garipey, T., Hoelmer, K., Rossi, J. P., Streito, J. C., Tassus, X., & Desneux, N. (2015). Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug, *Halyomorpha halys*: an increasing threat to field, fruit and vegetable crops worldwide. *Journal of Pest Science*, 88(4), 665-673.
- Hedstrom, C. S., Shearer, P. W., Miller, J. C., & Walton, V. M. (2014). The effects of kernel feeding by *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on commercial hazelnuts. *Journal of economic entomology*, 107(5), 1858-1865.
- Hoebeke, E. R., & Carter, M. E. (2003). *Halyomorpha halys* (Stål)(Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 105(1), 225-237.
- Hou, Z., Liang, H., Chen, Q., Hu, Y., & Tian, H. (2009). "Application of *Anastatus* sp. against *Halyomorpha halys*." *Forest Pest and Disease*, 4(1), 39-43
- Huang, M. D., S. Mai, W. Wu, C. & Poo.C (1974). The bionomics of *Anastatus* sp. and its utilization for the control of lichee stink bug. *Tessaratomia papillosa* Drury. *Acta Entomologica Sinica*, 17(4), 362-375.
- Inkley, D. B.(2012). "Characteristics of home invasion by the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae)." *Journal of entomological science*, 47(2), 125-130.
- Kawada, H., & Kitamura, C (1983). "The reproductive behavior of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* Uhler (Heteroptera: Pentatomidae) I. Observation of mating behavior and multiple copulation." *Applied Entomology and Zoology*, 18(2), 234-242.
- Kistner, E. J. (2017). "Climate Change Impacts on the Potential Distribution and Abundance of the Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) With Special Reference to North America and Europe." *Environmental Entomology* 46(6), 1212-1224.
- Kuhar, T. P. & Kamminga, K (2017). "Review of the chemical control research on *Halyomorpha halys* in the USA." *Journal of Pest Science*, 90(4), 1021-1031.
- Leskey, T. C., Hamilton, G. C., Nielsen, A. L., Polk, D. F., Rodriguez-Saona, C., Bergh, J. C., & Wright, S. E. (2012). Pest status of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* in the USA. *Outlooks on Pest Management*, 23(5), 218-226.
- Leskey, T. C., Lee, D. H., Short, B. D., & Wright, S. E. (2012). Impact of insecticides on the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of insecticide lethality. *Journal of Economic Entomology*, 105(5), 1726-1735.
- Maistrello, L., Vaccari, G., Caruso, S., Costi, E., Bortolini, S., Macavei, L., & Dioli, P. (2017). Monitoring of the invasive *Halyomorpha halys*, a new key pest of fruit orchards in northern Italy. *Journal of Pest Science*, 90(4), 1231-1244.
- Morrison, W. R., Lee, D. H., Short, B. D., Khrimian, A., & Leskey, T. C. (2016). Establishing the behavioral basis for an attract-and-kill strategy to manage the invasive *Halyomorpha halys* in apple orchards. *Journal of Pest Science*, 89(1), 81-96.
- Narasimham, A. U. & Sankaran, C(1982). "Biology of *Anastatus umae* (Hymenoptera: Eupelmidae), an oothecal parasite of *Neostylopyga rhombifolia*." *Colemania*, 1(1), 135-140.
- Nielsen, A. L., Hamilton, G. C., & Matadha, D. (2008). Developmental rate estimation and life table analysis for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environmental entomology*, 37(2), 348-355.
- Nielsen, A. L., Hamilton, G. C., & Shearer, P. W. (2011). Seasonal phenology and monitoring of the

- non-native *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean. *Environmental Entomology*, 40(2), 231-238.
- Pascal, M., Le Guyader, H., & Simberloff, D. (2010). Biological invasions and the conservation of biodiversity. *Revue scientifique et technique International Office of Epizootics*, 29(2), 387-403.
- Peng, L., Gibson, G. A., Tang, L. U., & Xiang, J. (2020). Review of the species of *Anastatus* (Hymenoptera: Eupelmidae) known from China, with description of two new species with brachypterous females. *Zootaxa*, 4767(3), 351-401.
- Rice, K. B., Bergh, C. J., Bergmann, E. J., Biddinger, D. J., Dieckhoff, C., Dively, G., ... & Tooker, J. F. (2014). Biology, ecology, and management of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Integrated Pest Management*, 5(3), 1-13.
- Roversi, P. F., Binazzi, F., Marianelli, L., Costi, E., Maistrello, L., & Sabbatini Peverieri, G. (2016). Searching for native egg-parasitoids of the invasive alien species *Halyomorpha halys* Stål (Heteroptera, Pentatomidae) in Southern Europe. *Redia*, 99(1), 63-70.
- Sabbatini-Peverieri, G., Giovannini, L., Benvenuti, C., Madonni, L., Hoelmer, K., & Roversi, P. F. (2020). Characteristics of the meconia of European egg parasitoids of *Halyomorpha halys*. *Journal of Hymenoptera Research*, 77(1), 187-201.
- Smith, J. R., Hesler, S. P., & Loeb, G. M. (2014). Potential impact of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on grape production in the Finger Lakes region of New York. *Journal of entomological science*, 49(3), 290-303.
- Stahl, J. M., Babendreier, D., & Haye, T. (2019). Life history of *Anastatus bifasciatus*, a potential biological control agent of the brown marmorated stink bug in Europe. *Biological Control*, 129(12), 178-186.
- Stahl, J. M., Babendreier, D., & Haye, T. (2018). Using the egg parasitoid *Anastatus bifasciatus* against the invasive brown marmorated stink bug in Europe: can non-target effects be ruled out? *Journal of pest science*, 91(3), 1005-1017.
- Taylor, C. M., Coffey, P. L., DeLay, B. D., & Dively, G. P. (2014). The importance of gut symbionts in the development of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål). *Plos One*, 9(3), 1-9
- Yang, Z. Q., Yao, Y. X., Qiu, L. F., & Li, Z. X. (2009). A new species of *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing eggs of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in China with comments on its biology. *Annals of the Entomological Society of America*, 102(1), 39-47



Raising *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 and *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 (Hydropsychidae, Trichoptera) Larvae in the Laboratory: Larval Morphology and Male Genital Characterization

Ergin YILMAZ¹, İbrahim KÜÇÜKBASMACI^{2*}

¹Programme of Pharmacy, Vocational High School of Devrekani TOBB, University of Kastamonu, Kastamonu, Türkiye, ² Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Kastamonu, Kastamonu, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-1471-3741>, ²<https://orcid.org/0000-0002-9780-5002>

✉: ikucukbasmaci@kastamonu.edu.tr

ABSTRACT

Observing of life cycle of aquatic insects can be easier and more reliable information can be collected by raising them in a controlled medium in the laboratory. There is insufficient information about larvae and other life stages in many species of aquatic insects. In order to identify and determine them properly, stages of larvae and pupa should be linked with their adult forms. In this study, the larvae of *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 and *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 (Hydropsychidae, Trichoptera) which were collected from the two rivers were reared in the laboratory. Additionally, it was collected detailed information about the morphological characters of larvae and adult forms. Moreover, it has been observed the process of metamorphosis in larvae and the emergence of adults. The morphological characters of the larvae and the male genital structures of the adults were photographed and explained. During the study, raising success of *H. instabilis* and *H. bulbifera* species was determined as 17.85% and 15.65%, respectively.

Entomology

Research Article

Makale Tarihçesi

Received :18.06.2022

Accepted :06.10.2022

Keywords

Larvae raising
Trichoptera
Hydropsychidae
Genital characterization
Larval morphology

Hydropsyche instabilis Curtis, 1834 ve *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 (Hydropsychidae, Trichoptera) Larvalarının Laboratuvarda Yetiştirilmesi: Larva Morfolojisi ve Erkek Genital Karakterizasyonu

ÖZET

Sucul böceklerin laboratuvarda kontrollü bir yetiştirme ortamında yetiştirilmesi ile yaşam döngülerinin gözlenmesi çok daha kolay bir hale gelebilir ve çok daha güvenilir bilgiler toplanabilir. Birçok türün larva ve diğer yaşam evreleri hakkındaki bilgiler yetersizdir. Türlerin sağlıklı olarak teşhis edilmesi ve belirlenmesi için larva ve pupa evrelerinin, yetişkin formları ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada belirlenen iki akarsudan toplanan *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 ve *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 (Hydropsychidae, Trichoptera) larvaları laboratuvarda yetiştirilmiştir. Ayrıca larva ve yetişkin formlarına ait morfolojik karakterleriyle ilgili ayrıntılı bilgilerin toplanmıştır. Larvaların metamorfozu ve erginlerin pupadan çıkma süreci gözlenmiştir. Larvaların morfolojik karakterleri ve erginlerin erkek genital yapıları fotoğraflanarak kısaca açıklanmıştır. Çalışma süresince *H. instabilis* ve *H. bulbifera* türlerinin yetiştirme başarıları sırasıyla %17.85 ve %15.65 olarak belirlenmiştir.

Entomoloji

Araştırma Makalesi

Article History

Geliş Tarihi : 18.06.2022

Kabul Tarihi : 06.10.2022

Anahtar Kelimeler

Larva yetiştirme
Trichoptera
Hydropsychidae
Genital karakterizasyonu
Larva morfolojisi

To Cite : Yılmaz, E., & Küçükbasmacı, İ., (2023). Raising *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 and *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 (Hydropsychidae, Trichoptera) Larvae in the Laboratory: Larval Morphology and Male Genital Characterization. *KSU J. Agric Nat* 26 (3), 552-559. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1132522>

Atıf Şekli: Yılmaz, E., & Küçükbasmacı, İ., (2023). *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 ve *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 (Hydropsychidae, Trichoptera) Larvalarının Laboratuvarda Yetiştirilmesi: Larva Morfolojisi ve Erkek Genital Karakterizasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3), 552-559. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1132522>



INTRODUCTION

Aquatic insects play important ecological roles in almost all freshwater ecosystems. Stream-dwelling insects are vital to aquatic ecosystems as they support food webs in the in-stream, riparian, and floodplain, process organic matter, and transfer energy along the stream bed, vertically to the stream bed, and laterally to the floodplain (Hynes, 1970; Malmqvist, 2002; Boulton & Lake, 2008). Overuse of water has negative consequences for all freshwater biodiversity, especially for vertebrates and fish (Dudgeon et al., 2006). In particular, aquatic insects are involved in all water regime changes, from the most stable upstream source to the most dynamic streams in deserts, which sometimes dry up and sometimes flood. These habitat changes mean that aquatic insects are subject to certain pressures (Lytle, 2008). For this reason, it has great importance to determine the ecological conditions of fresh water resources, especially rivers, to protect the high quality ones, to make improvement studies for the resources that are not in good condition and to take the necessary precautions (Verdonschot & Nijboer, 2004).

In order to learn the factors affecting the distribution of aquatic insects, it is necessary to know their ecological knowledge very well (Greve et al., 1998). The life cycle of aquatic insects can be observed much better and more reliable information can be obtained by raising them in a controlled medium in the laboratory (Keiper & Foote, 1996). For this purpose, various techniques have been used to raise benthic macroinvertebrates in a laboratory environment (Bjarnov & Thorup, 1970; Wiley & Kohler, 1980; Mackay, 1981).

Trichoptera (Caddisflies), are the largest insect order, most of which larvae are aquatic and adults are terrestrial (Wiggins, 2004; Malicky, 2004). Recently, the study of various features of caddisflies and other freshwater invertebrates has provided a wealth of information about possible causes of ecological degradation in surface waters and the effects of climate change (Durance & Ormerod, 2007; Graf et al., 2008; Durance & Ormerod, 2010; Watts et al., 2015; Morse et al., 2019). It has been revealed that Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera species are less tolerant to organic and other pollutions in waters than other taxa found in fresh waters. Therefore, changes in the abundance and diversity of these three taxa, which are frequently used in freshwater biomonitoring studies, inform us about the pollution status of the water (Morse et al., 2019).

Aquatic larvae are widely distributed in freshwater habitats worldwide, thanks to their silk secretions and uses (Wiggins & Mackay, 1978; Mackay & Wiggins, 1979). Except for members of the Rhyacophilidae

family, almost all Trichoptera live in a case or a silk tube into which they use to retreat (Bouchard, 2009). Larvae use a wide variety of food resources and exhibit almost all the feeding behaviors that exist in aquatic ecosystems (Wiggins, 2004).

When the larvae complete their growth stage and mature, they usually build fixed shelters in which they spin various kinds of cocoons or transform their portable cases into fixed shelters and then turn into pupa form and prepare to pupate. The pupal stage is completed after a few weeks. The mature pupa, which has almost turned into an adult in the pupal skin, uses to come out cutting the silken cocoon and the anterior end of the pupal shelter. Pupae emerging from the shelter can swim rapidly to the surface of the water, or they reach the surface by crawling towards the bottom materials that exceed the water surface. Here, the pupa quickly sheds its skin, unfolds its folded wings, and flies towards coastal plants or rocks that will protect it (Morse et al., 2019).

New caddisfly species are being described a great number in various parts of the world. Identification of new species is carried out through adults, mostly males. The inability to identify the larvae and other life stages of many species in the light of available information requires that they be associated with their adult forms (Morse et al., 2019). The lack of taxonomic studies on the larval stages of caddisflies and other benthic groups in Turkey makes it difficult to use them in biomonitoring studies (Ekingen & Kazancı, 2021). New molecular research contributes to revealing unknown species and establishing relationships between their life stages. These relationships make it possible to discover diagnostic characters and determine species for identification of benthic forms. As the larvae and other life stages of more species become identifiable, the possibilities will increase significantly to study their functional characteristics, ecological services, life cycles and habitat requirements and use them in biomonitoring programs (Morse et al., 2019). Therefore, we still need information about caddisflies and studies; to obtain this information will always be important. In this study, the larvae of *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 and *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 (Hydropsychidae, Trichoptera) collected from the two rivers were reared in the laboratory and also aimed to collect detailed information on the morphological characters and the different stages in their life cycles.

MATERIAL and METHOD

Experimental Design

A standard fish aquarium of 80x40x20 cm was used to raise the larvae. SOBO WP-100F brand internal filter, ELITE 801 brand air motor and fine-grained aquarium

sand were used in the raising medium. First of all, the aquarium where the samples will be placed was cleaned. Before the larvae were placed in the raising medium, 19 lt of water was put into the aquarium. The internal filter, air motor and ground gravel were carefully washed, cleaned and placed in the aquarium. Fine white aquarium sand was used on the aquarium floor to allow better examination of Trichoptera larvae. Before the larvae were placed in the aquarium, the mains water was dechlorinated by running the aquarium empty for 48 hours. In order to complete the amount of water lost during the study, 19 liter water containers were filled with water and left open to remove chlorine. A cage equivalent to the aquarium size (80x40x20 cm) was used to prevent the Trichoptera samples that matured in the aquarium from escaping over the aquarium. This study was carried out in two periods between 29.06.2017-23.07.2017 and 04.08.2017-28.08.2017, and the raising setups prepared were named as Aquarium-1 and Aquarium-2, respectively.

Table 1. Areas where Trichoptera larvae were collected.
Çizelge 1. Trichoptera larvalarının toplandığı alanlar.

Province	Town	Brook/Creek	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Kastamonu	Küre	Karacehennemboğazi Creek	41°50'22.98"K	33°43'46.24"D	607
Kastamonu	Daday	Daday Creek	41°28'28.72"K	33°31'42.16"D	845

Placing and Examining the Samples in the Experimental Aquarium

Trichoptera larvae collected from the field and brought to the laboratory were placed in the aquarium with 10 liters of water brought from the field. Larvae were fed using Tetra brand granulated fish food every two days and 19 lt of aquarium water was replaced with previously prepared rested water every five days.

Larvae, pupa and adult stages of the samples were observed by monitoring both aquarium setups daily. Dead larvae seen in the aquarium were removed daily from the aquarium.

RESULTS and DISCUSSION

This study was carried out on raising 140 *Hydropsyche instabilis* larvae collected from Karacehennemboğazi creek in Kastamonu, Küre between 29.06.2017-23.07.2017 and 115 *Hydropsyche bulbifera* larvae collected from Daday creek in Kastamonu, Daday, between 04.08.2017-28.08.2017. The morphological characters of the larvae and the male genital structures of adults were photographed and briefly explained.

25 adult individuals (19 females and 6 males) were reared from 140 *H. instabilis* larvae placed in Aquarium-1 for 25-days. The emergence time of adults from pupa is given in Figure 1.

The first individual seen in Aquarium-1 was 1 ♂ on 08.07.2017. The last individuals, 1 ♂ and 1 ♀, were

Study Area and Collection of Samples

H. instabilis and *H. bulbifera* larvae to be reared in the laboratory were collected from Karacehennemboğazi Creek on 29.06.2017 and from Daday Creek on 04.08.2017, respectively. D-frame bottom net with 500 µm mesh-opening was used for sampling. Benthic macroinvertebrates at the bottom were allowed to enter the net by holding the net against the flow and mixing the ground with the foot (kick-net method). Then, the net was removed from the stream and all samples were placed in a white plastic container (60x30 cm), and Trichoptera larvae were separated from other benthic macroinvertebrates. Live larvae samples were transported to the laboratory in plastic containers, in a small amount of stream water, together with some bottom debris and plants in the environment. Details of the locations where caddisfly larvae were collected are given in Table 1.

observed on 23.07.2017. The emergence times of *H. instabilis* larvae brought to the laboratory were on the 10th, 12th, 14th, 19th-21st, 23rd and 25th days, respectively. While the most adult emergence was seen on 17.07.2017 with 6 ♀♀, the least adult emergence was observed on 08.07.2017 with 1 ♂ individual.

18 adult individuals, (7 females and 11 males) were reared from 115 *H. bulbifera* larvae placed in Aquarium-2 during 25-days. The emergence time of adults from pupa is given in Figure 2.

The first individual seen in Aquarium-2 was 1 ♂ on 11.08.2017. The last individuals, 2 ♂♂ and 2 ♀♀, were observed on 21.08.2017. The emergence times of *H. bulbifera* larvae brought to the laboratory were on the 8th, 11th, 14th, 16th, 18th and 20th days, respectively. While the most adult emergence was observed on 13.08.2017 with 2 ♀♀ and 4 ♂♂, the least adult emergence was on 11.08.2017 with 1 ♂ individual.

Morphological Characterization of Larvae

Hydropsyche instabilis Curtis, 1834

The head, pronotum, mesonotum, and metanotum are brown (Fig. 3a). There are branched gills ventral to the abdominal segments (Fig. 3b). In the dorsal view of the head capsule, there are areas of lighter color in the frontclipeal apotome compared to its surroundings. In the middle of these light-colored areas, there is an arrow-shaped darkness extending from front to back. The anterior part of its apotome has two lateral light-

colored areas, while the posterior part has a U-shaped light-colored area. The anterior part of the frontoclypeus is flat (Fig. 3c). In the ventral view of the head capsule, light colored areas are seen towards the anterior part (Fig. 3d). The coloration pattern of the

posterior prosternites is shown in Figure 3e. The submentum is the same color as the head. The submentum is equilateral triangle-shaped, short and broad (Fig. 3f).

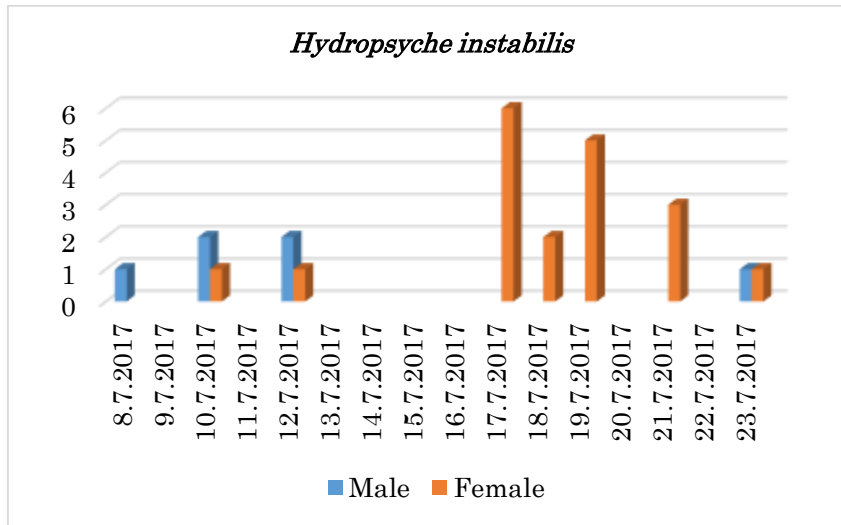


Figure 1. The emergence time of the larvae placed in Aquarium-1 from pupa
Şekil 1. Akvaryum-1'de yetiştirilen larvaların pupadan çıkış zamanları

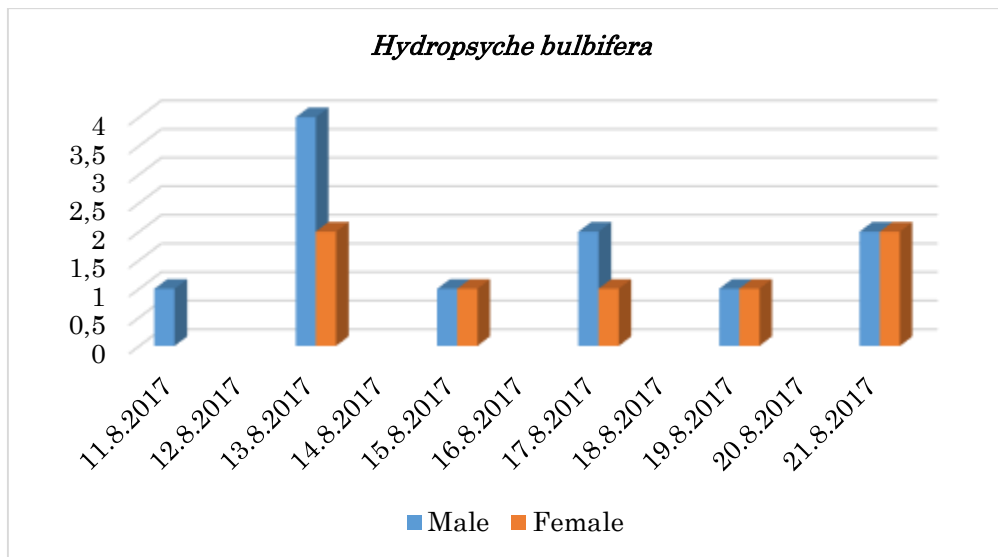


Figure 2. The emergence time of the larvae placed in Aquarium-2 from pupa
Şekil 2. Akvaryum-2'de yetiştirilen larvaların pupadan çıkış zamanları

Hydropsyche bulbifera McLachlan, 1878

The head, pronotum, mesonotum, and metanotum are light brown (Fig. 4a). There are branched gills ventral to the abdominal segments (Fig. 4b). In the dorsal view of the head capsule, there are two lateral light-colored areas anteriorly and a circular light-colored area posteriorly in the frontoclypeal apotome. The anterior part of the frontoclypeus is flat. The anterior part of the apotome is glossy (Fig. 4c). In the ventral view of the head capsule, light colored areas are seen towards the anterior part (Fig. 4d). The coloration pattern of the posterior prosternites is shown in Figure 4e. The

submentum is black, short and broad to form an equilateral triangle (Fig. 4f).

Characterization of Reared Adults

Hydropsyche instabilis Curtis, 1834

The X segment has finger-shaped extensions, which are long and rod-shaped (Fig. 5a). The tip of the phallus is not membranous and has no differentiated complex lateral extensions (Fig. 5b, d). The subapicolateral phallus teeth (dental phallus) are large enough to be seen from above. The apical part of the phallus (apex phalli) is slightly narrowed apically

(Fig. 5c), and the tip hook (harpago) of the genital foot is markedly shortened (Fig. 5d).

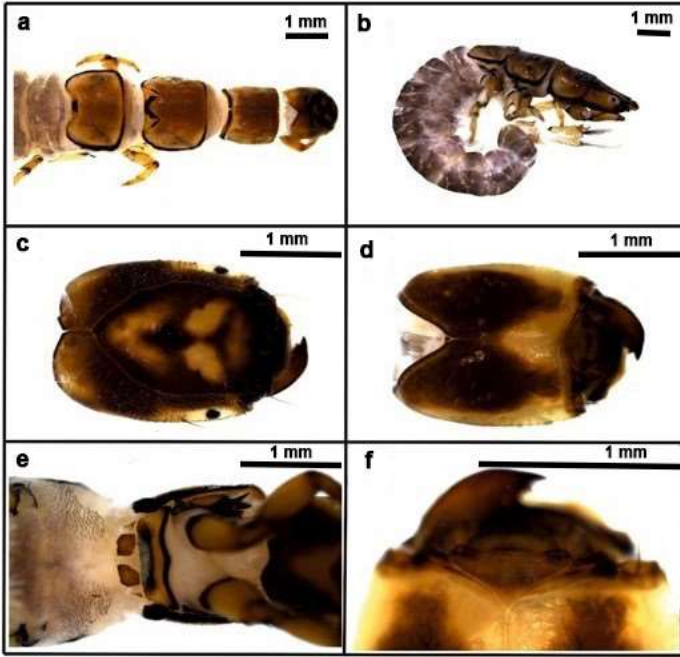


Figure 3. *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 larva a) Dorsal view of head and thorax; b) lateral view of the larva; c) dorsal view of the head; d) ventral view of the head; e) posterior prosternites; f) submentum

Şekil 3. *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 larvası a) Baş ve toraks dorsal görünümü; b) larvanın lateral görünümü; c) baş dorsal görünümü; d) baş ventral görünümü; e) posterior prosternitler; f) submentum

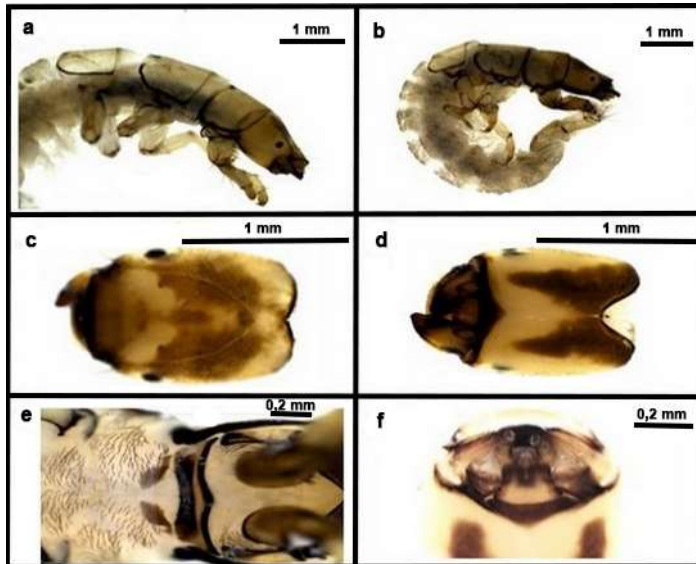


Figure 4. *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 larva a) Dorsal view of head and thorax; b) lateral view of the larva; c) dorsal view of the head; d) ventral view of the head; e) posterior prosternites; f) submentum

Şekil 4. *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 larvası a) Baş ve toraks dorsal görünümü; b) larvanın

lateral görünümü; c) baş dorsal görünümü; d) baş ventral görünümü; e) posterior prosternitler; f) submentum

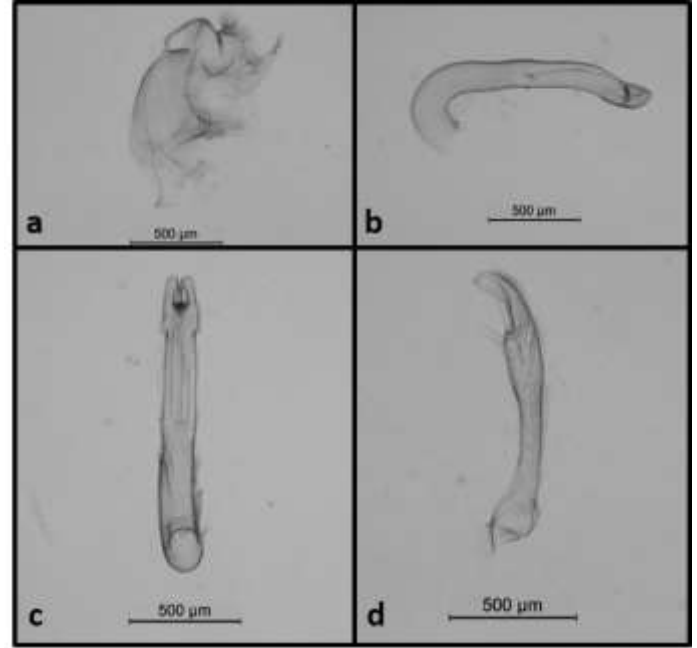


Figure 5. Photograph of *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 male genital a) Lateral; b) lateral view of the phallus; c) ventral view of the phallus; d) dorsal view of the harpago

Şekil 5. *Hydropsyche instabilis* Curtis, 1834 erkek genital fotoğrafı a) Lateral; b) fallus lateral görünümü; c) fallus ventral görünümü; d) harpago dorsal görünümü

Hydropsyche bulbifera McLachlan, 1878

There are neither long nor short rod or finger-shaped extensions in the X segment (Fig. 6a). The tip of the phallus is not membranous and lacks differentiated complex lateral extensions. The phallus is flat, with no dorsal or median thickening. The apical portion of the phallus (apex phalli) is characteristically enlarged onion-shaped, narrowing evenly from the base to the phallal shaft (Fig. 6b, c); the tip hook (harpago) of the genital foot is slightly curved and it is like a stick with a slightly tapered corner (Fig. 6d).

The Hydropsychidae family is a family represented by a wide variety of species in streams with different water quality. For this reason, it is accepted as a very tolerant family all over the world (Gordon & Wallace, 1975; Ross & Wallace, 1982; Gallardo-Mayenco et al., 1998). Raising success of *Hydropsyche* larvae was tried to be observed in the aquarium we created in the laboratory, and the larva and adult characterization were made. During this study, raising success of *H. instabilis* and *H. bulbifera* species was determined as 17.85% and 15.65%, respectively.

Studies have clearly shown that exposure to low oxygen concentrations changes the behavioral patterns of *H. angustipennis* larvae (van der Geest, 2007). It has

also been observed that even among the species belonging to the Hydropsychidae family, the larvae change their behavioral patterns at low oxygen sensitivities (Philipson & Moorhouse, 1974). In this study, the amount of dissolved oxygen (8.5 mg l^{-1} and 9.1 mg l^{-1}) provided by using an air motor in Aquarium-1 and Aquarium-2 was lower than the natural environments (10.5 mg l^{-1} and 10.8 mg l^{-1}) where we took larvae, which adversely affected the success of raising.

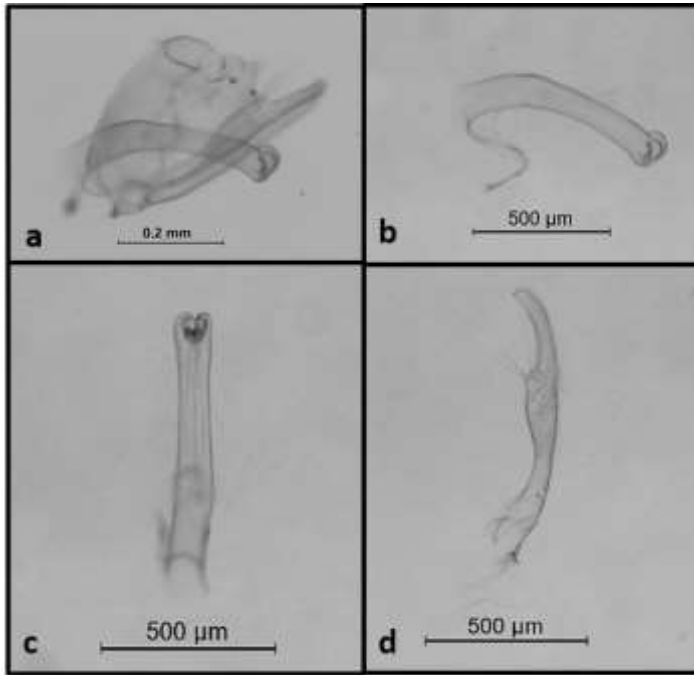


Figure 6. Photograph of *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 male genital a) Lateral; b) lateral view of the phallus; c) ventral view of the phallus; d) dorsal view of the harpago

Şekil 6. *Hydropsyche bulbifera* McLachlan, 1878 erkek genital fotoğrafı a) Lateral; b) fallus lateral görünümü; c) fallus ventral görünümü; d) harpago dorsal görünümü

Water temperature and change in water temperature are known to be two of the most important environmental factors affecting life cycle patterns, particularly growth rate and seasonal timing of aquatic insects (Sweeney, 1984). In addition, biotic interactions (Westman, 1991), life cycle stage (Verdonschot & Higler, 1992) and the effect of environmental variable also affect the life cycle of larvae (Wiens, 1989). It is also known that the feeding culture of the larvae also affects the development and maturation of the larvae (Anderson et al., 1976). Average water temperatures in the laboratory environment were determined as 30°C for Aquarium-1 and 28°C for Aquarium-2. The fact that these values were high was the main factor reducing the success of raising. It is also thought that biotic interactions in a

restricted area such as an aquarium and feeding culture of larvae affect the raising success of the species reared in the raising environment.

Laboratory and field studies have shown that some species may have different preferences in different flow rate ranges (Fremling, 1960; Kaiser, 1965; Schwartz, 1972; Malas & Wallace, 1977; Wallace et al., 1977; Boon, 1978). It is also known that Hydropsychidae larvae may have different preferences for different microhabitats (Wu, 1931; Schwartz, 1972; Malas & Wallace, 1977; Oswood, 1979). Although the current was created with the aquarium internal motor, the inability to model the flow rate in the locations where the larvae were collected was one of the other factors that reduced the raising success.

Internal parasites or damage to larvae during collection are possible explanations for larval mortality. Placing too many larvae in the raising environment creates the need for more maintenance, such as removing waste and adding excess food (Keiper & Foote, 1996). Reviewing all the above-mentioned deficiencies in the new raising environments to be created and preparing the raising setup accordingly will increase the success of raising.

Ecological profiles are dynamic assessments that can vary and therefore may be incomplete in small areas or short-term studies (Moretti & Mearelli, 1981). Moreover, environmental variables can also change in terms of time and space (Resh & Unzicker, 1975). Therefore, when ecological profiles are obtained from living space data together with experimental studies, large datasets integrated in time and space will be more appropriate to precisely determine autoecology (Bonada et al., 2004).

CONCLUSION

Here, it was tried to show that Trichoptera larvae can be reared even with a simple setup in the laboratory. In addition, with this study, some useful taxonomic features were obtained for the identification of larvae and adults by characterizing the larvae and adults. Associating the reared adults with the larvae will make it possible to define the larval stage by raising species that have been identified from the adult but whose larval stage is unknown in this way.

This study, which was carried out with a very simple setup, revealed the importance of ecological conditions in raising larvae. Controlling factors such as the amount of dissolved oxygen, water temperature, flow rate, substrate structure and making them suitable for the natural habitat will increase the success of raising larvae. In addition, thanks to the controlled experiments to be carried out on these factors, it will be possible to determine the ecological tolerance values of the aquatic organisms. The use of these raising media will enable Trichoptera and other aquatic

organisms to be used more accurately and widely in biotic indices.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was produced from the master thesis prepared by the first author under the supervision of the second author.

Contribution of the Authors as Summary

Authors declares the contribution of the authors is equal.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Anderson D. T, Fletcher, M. J., & Lawson-Kerr C. (1976). A marine caddis-fly, *Philanisus plebeius*, ovipositing in a starfish. *Patiriella exigua*, 7, 483-484.
- Bjarnov, N., & Thorup, J. (1970). A simple method for rearing running-water insects, with some preliminary results. *Archiv fur Hydrobiologie*, 67, 201-9.
- Bonada, N., Zamora-Munoz, C., Rieradevall, M., & Prat, N. (2004). Ecological profiles of caddisfly larvae in Mediterranean streams: implications for bioassessment methods. *Environmental Pollution*, 132(3), 509-521.
- Boon, P. J. (1978). The pre-impoundment distribution of certain Trichoptera larvae in the North Tyne River System (Northern England), with particular reference to current speed. *Hydrobiologia*, 57(2), 167-174.
- Bouchard, R. W. (2009). Guide to aquatic invertebrate families of Mongolia identification manual for students, citizen monitors, and aquatic resource professionals. University Of Minnesota, St. Paul, Mn, 6-41.
- Boulton, A. J., & Lake, P. S. (2008). Effects of drought on stream insects and its ecological consequences. In A. J. Boulton, P. S. Lake, J. Lancaster, & R. Briers (Eds.) *Aquatic Insects: Challenges to Populations*, The University of Chicago Press Wallingford UK: CABI.
- Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z. I., Knowler, D. J., Lévêque, C., Naiman, R. J., Prieur-Richard, A. H., Soto, D., Stiassny, M. L. J., & Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews*, 81(2), 163-182.
- Durance, I., & Ormerod, S. J. (2007). Climate change effects on upland stream macroinvertebrates over a 25-year period. *Global change biology*, 13(5), 942-957.
- Durance, I., & Ormerod, S. J. (2010). Evidence for the role of climate in the local extinction of a cool-water trichad. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(4), 1367-1378.
- Ekingen, P., & Kazancı, N. (2021). Environmental factors affecting distribution of Caddisfly (Trichoptera) larvae in mountain streams of Northeastern Turkey. *Inland Water Biology*, 14, 581-589.
- Fremling C. R. (1960). Biology and possible control of nuisance Caddisflies of the Upper Mississippi River. *Iowa State University Agricultural and Home Economics Experiment Station Research Bulletin*, 483, 856-79.
- Gallardo-Mayenco, A., Prenda, J., & Toja, J. (1998). Spatio-temporal distribution and ecological preferences of coexisting Hydropsychid species (Trichoptera) in two Mediterranean river basins (S Spain). *International review of hydrobiology*, 83(2), 123-134.
- Gordon, A. E., & Wallace, J. B. (1975). Distribution of the family Hydropsychidae (Trichoptera) in the Savannah river basin of North Carolina, South Carolina and Georgia. *Hydrobiologia*, 46, 405-423.
- Graf, W., Murphy, J., Dahl, J., Zamora-Munoz, C., & López-Rodríguez, M. J. (2008). *Distribution and ecological preferences of European freshwater organisms. Volume 1. Trichoptera*. Schmidt-Kloiber, A. & Hering, D. (Series eds), Pensoft Publishers, Sofia-Moscow.
- Greve, G. D., Van der Geest, H. G., Stuijzand, S. C., Engels, S., & Kraak, M. H. (1998). Development of ecotoxicity tests using laboratory reared larvae of the riverine caddisflies *Hydropsyche angustipennis* and *Cyrtus trimaculatus*. In *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society (N. E. V.) Amsterdam*, 9, 205-210.
- Hynes, H. B. N. (1970). The ecology of stream insects. *Annual review of entomology*, 15(1), 25-42.
- Kaiser, P. (1965). Über Netzbau und Strömungssinn bei den Larven der gattung *Hydropsyche pictet*. (Ins., Trichoptera). *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 50(2), 169-224.
- Keiper, J. B., & Foote, B. A. (1996). A simple rearing chamber for lotic insect larvae. *Hydrobiologia*, 339, 137-139.
- Lytle, D. A. (2008). *Life-history and behavioural adaptations to flow regime in aquatic insects*. In A. J. Boulton, P. S. Lake, J. Lancaster, & R. Briers (Eds.) *Aquatic Insects: Challenges to Populations*, The University of Chicago Press Wallingford UK: CABI.
- Mackay, R. J. (1981). A miniature laboratory stream powered by air bubbles. *Hydrobiologia*, 83, 383-385.
- Mackay, R. J., & Wiggins, G. B. (1979). Ecological diversity in Trichoptera. *Annual review of*

- entomology*, 24(1), 185-208.
- Malas, D., & Wallace, J. B. (1977). Strategies for coexistence in three species of net-spinning caddisflies (Trichoptera) in second-order southern Appalachian streams. *Canadian Journal of Zoology*, 55(11), 1829-1840.
- Malicky, H. (2004). *Atlas of European Trichoptera: Atlas der Europäischen Köcherfliegen/Atlas des Trichoptères d'Europe*. Springer, Dordrecht, Netherlands, 359 pp.
- Malmqvist, B. (2002). Aquatic invertebrates in riverine landscapes. *Freshwater biology*, 47(4), 679-694.
- Moretti, G. P., & Mearelli, M. (1981). Ecological profiles in three Rhyacophila species. Proceedings of the Third International Symposium on Trichoptera, Perugia July 28–August 2, 1980, pp. 227-230.
- Morse, J. C., Frandsen, P. B., Graf, W., & Thomas, J. A. (2019). Diversity and ecosystem services of Trichoptera. *Insects*, 10(5), 125.
- Oswood, M. W. (1979). Abundance patterns of filter-feeding caddisflies (Trichoptera: Hydropsychidae) and seston in a Montana (USA) lake outlet. *Hydrobiologia*, 63, 177-183.
- Philipson, G. N., & Moorhouse, B. H. S. (1974). Observations on ventilatory and net-spinning activities of larvae of the genus Hydropsyche Pictet (Trichoptera, Hydropsychidae) under experimental conditions. *Freshwater Biology*, 4(6), 525-533.
- Resh, V. H., & Unzicker, J. D. (1975). Water quality monitoring and aquatic organisms: the importance of species identification. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 9-19.
- Ross, D. H., & Wallace, J. B. (1982). Factors influencing the longitudinal distribution of larval Hydropsychidae (Trichoptera) in a southern Appalachian stream system (USA). *Hydrobiologia*, 96, 185-199.
- Schwartz, A. M. (1972). *Net-spinning and Habitat Partitioning in Hydropsychid Caddis Larvae (Trichoptera)* [Doctoral dissertation, Graduate School of Arts and Sciences, University of Pennsylvania].
- Sweeney, B. W. (1984). Factors influencing lifehistory patterns of aquatic insects. *Ecology of aquatic insects*, 56-100.
- Van der Geest, H. G. (2007). Behavioural responses of caddisfly larvae (Hydropsyche angustipennis) to hypoxia. *Contributions to Zoology*, 76(4), 255-260.
- Verdonschot, P. F. M., & Higler, L. W. G. (1992). Optima and tolerances of Trichoptera larvae for key factors in Dutch inland waters. Proceedings of the seventh International Symposium on Trichoptera, Umeå, Sweden, 3-8 August 1992, pp. 293-296.
- Verdonschot, P. F., & Nijboer, R. C. (2004). Testing the European stream typology of the Water Framework Directive for macroinvertebrates. *Integrated assessment of running waters in Europe*, 35-54.
- Wallace, J. B., Webster, J. R., & Woodall, W. R. (1977). The role of filter feeders in flowing waters. *Archiv Für Hydrobiologie*, 79(4), 506-532.
- Watts, G., Battarbee, R. W., Bloomfield, J. P., Crossman, J., Daccache, A., Durance, I., Elliott, J. A., Garner, G., Hannaford, J., Hannah, D. M., Hess, T., Jackson, C. R., Kay, A. L., Kernan, M., Knox, J., Mackay, J., Monteith, D. T., Ormerod, S. J., Rance, J.,... & Wilby, R. L. (2015). Climate change and water in the UK—past changes and future prospects. *Progress in Physical Geography*, 39(1), 6-28.
- Westman, W. E. (1991). Measuring realized niche spaces: climatic response of chaparral and coastal sage scrub. *Ecology*, 72(5), 1678-1684.
- Wiens, J. A. (1989). Spatial scaling in ecology. *Functional ecology*, 3(4), 385-397.
- Wiggins, G. B. (2004). *Caddisflies: the underwater architects*. University of Toronto Press, Toronto.
- Wiggins, G. B., & Mackay, R. J. (1978). Some relationships between systematics and trophic ecology in nearctic aquatic insects, with special reference to Trichoptera. *Ecology*, 59(6), 1211-1220.
- Wiley, M. J., & Kohler, S. L. (1980). Positioning changes of mayfly nymphs due to behavioral regulation of oxygen consumption. *Canadian Journal of Zoology*, 58(4), 618-622.
- Wu, Y. F. (1931). A contribution to the biology of Simulium. *Papers of The Michigan Academy of Science, Arts and Letters*, 13, 543-99.



İğdır İli Meyve Bahçelerinde *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritida)'nın Popülasyon Gelişimi, Yoğunluğu ve Bulaşıklık Oranının Belirlenmesi

Erdoğan TAMER¹, Erol YILDIRIM²

^{1,2}Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 25240- Erzurum- TÜRKİYE

<https://orcid.org/0000-0003-2115-0457>, <https://orcid.org/0000-0002-3509-425X>

✉: eyildi@atauni.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma, Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae))'nin ergin popülasyon gelişimi ve kültür bitkilerindeki zarar oranını belirlemek amacıyla 2021 yılında İğdır ili Merkez ilçeye bağlı köylerde elma, armut, şeftali ve nektarin bahçelerinde yürütülmüştür. Zararlının popülasyonu bölgeyi temsilen Bayraktutan, Çalpala, Kuzugüden ve Küllük köylerinde birer meyve bahçesinde feromon ihtiva eden delta tuzak + McPhail tipi tuzaklar kullanılarak takip edilmiştir. Bahçelere yerleştirilen tuzaklar yerden 1.5 – 2.0 m yükseklikte ağaçların dışa bakan dallarının güney ve güney doğu yönüne yerleştirilmiştir. Tuzaklarda yakalanan erginlerin sayımı 5 Eylül 2021 ile 21 Kasım 2021 tarihleri arasında haftada bir kez yapılmıştır. Meyvelerdeki zarar oranı erginlerin tuzaklarda görülmeye başladığı tarihten itibaren iki haftada bir bahçelerden rastgele seçilen 50 armut, elma, şeftali veya nektarin meyveleri incelenerek belirlenmiştir. Akdeniz meyve sineği ergin popülasyonunun en yüksek seviyesi 24 Ekim 2021 tarihinde kayıt edilmiştir. İlk erginler 5 Eylül tarihinde görülmüştür. Zararlı popülasyonu 24 Ekim tarihinde tuzak başına en fazla yoğunluğa 200 ergin/hafta ile ulaşırken, 14 Kasım tarihinde 73 ergin/hafta ile ikinci en yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşıldığı tespit edilmiştir. Meyve bahçelerine göre en yüksek hasar oranı olan meyve türü, Bayraktutan lokasyonunda nektarin %17.6, Çalpala lokasyonunda şeftali %12, Kuzugüden lokasyonunda %8.4, Küllük lokasyonunda şeftali %18.4 olarak belirlenmiştir.

Entomoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 04.08.2022

Kabul Tarihi : 01.11.2022

Anahtar Kelimeler

Akdeniz Meyve Sineği

Popülasyon Gelişimi

Yoğunluk

Bulaşıklık Oranı

İğdır

Determination of Population Development, Density and Infection Rate of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) in Orchards of İğdır Province

ABSTRACT

This study was carried out by the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)) was carried out in apple, pear, peach and nectarine orchards in the villages of İğdır Province Central district in 2021 in order to determine the population development and damage rate of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)). The population of the pest was followed by using delta trap and delta trap + McPhail type (Decis Trap) traps containing pheromone and attractant in an orchard in Bayraktutan, Çalpala, Kuzugüden and Küllük villages, representing the region. Traps placed in the gardens are placed at a height of 1.5 – 2 m from the ground, on the outward facing branches of the trees, in the south-south east direction. Counting of adults caught in the traps was done once a week between 5 September 2021 and 21 November 2021. The damage rate on fruits was determined by examining 50 randomly selected pear, apple, peach or nectarine fruits from the orchards every two weeks from the date the adults started to appear in the traps. The highest level of Mediterranean fruit fly adult population was recorded on 24 October 2021. The first adults were seen on September 5th. While the highest density per trap was reached with 200 adults/week on October, it was determined that the

Entomology

Research Article

Article History

Received : 04.08.2022

Accepted : 01.11.2022

Keywords

Mediterranean fruit fly

Population Development

Density

Infection Rate

İğdır

second highest population density was reached with 73 adults/week on 14 November. According to the fruit gardens, the highest damage rate is the fruit type, 17.6% of nectar in the Bayraktutan location, 12% of peaches in the Çalpala location, 8.4% in the Kuzugüden location, 18.4% peach in the Küllük location.

- Atıf Şekli:** Tamer, E., & Yıldırım, E. (2023). Iğdır İli Meyve Bahçelerinde *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)'nın Popülasyon Gelişimi, Yoğunluğu ve Bulaşıklık Oramının Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3), 560-569. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1155618
- To Cite :** Tamer, E., & Yıldırım, E. (2023). Determination of Population Development, Density and Infection Rate of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) in Orchards of Iğdır Province. *KSU J. Agric Nat* 26 (3), 560-569. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1155618

GİRİŞ

Türkiye bulunduğu coğrafi koşullar göz önüne alındığında meyvecilik anlamında subtropik ve ılıman iklim meyvelerinin üretimi konusunda oldukça verimli bir bölgede bulunmaktadır. Üretimi yapılan bu ürünlerin ekonomiye katkısı için ihracatı ve iç pazara satışı da desteklenmeli ve kaliteli ürün yetiştirilmesine özen gösterilmedir. Meyve yetiştiriciliğinin kültürümüzde ve ülke ekonomideki yeri oldukça önemli olmakla birlikte, her geçen yıl bu alanda üretim miktarında ve bu ürünlerin ihracatında artış görülmektedir (Sarı & Yıldırım, 2021). Türkiye'nin meyvecilik alanında en önemli ihracat ürünlerinden olan incir, portakal, mandalina, kayısı gibi meyvelerin üretim oranlarına göre ihracat oranı oldukça yüksektir. Bu meyvelerden incir %80.78, portakal %36.61, mandalina %50.24 ve kayısı %64.63 oranında ihraç ürünü olarak yetiştirilmektedir (TÜİK, 2022). İhracat oranları dikkate alındığında yetiştiriciliği yapılan bu ürünlerin kalitesinin arttırılması, hastalık ve zararlılardan korunması ekonomik açıdan oldukça önemlidir.

Dünya üzerinde çok geniş alanlara yayılmış ve önemli meyve zararlılarından birisi olan Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae))'nin zararını doğrudan meyvede ve meyvelerin olgunlaşma dönemlerinde yapması sebebiyle ürünlerin ticari değerlerini ve kalitesini düşürerek meyve dökümlerine neden olduğu, ülkelerce dış karantina zararlısı olarak bilindiği ve bulaşıklık toleransının sıfır olduğu, bu nedenle ihraç edilen ürünlerde tek bulaşık meyve olması halinde tüm ürünün ihracatını engellediği bilinmektedir (Kahyaoğlu, 2011). Akdeniz meyvesineği başta ılıman ve subtropik iklim meyveleri, bazı sebzeler ve süs bitkileri üzere dünyada 70'den fazla ülkede, 260'dan fazla konukçusu olan polifag bir zararlıdır (Kasap & Aslan, 2016; Satar & Tiring, 2017).

Dünya'da tropik ve subtropik tüm bölgelere yayılmış olması, diğer meyve sineklerine göre nispeten serin iklimli bölgelere uyum gösterebilmesi, çok sayıda meyve türüne zarar vermesi, diğer meyve sineklerine göre Akdeniz meyvesineğini birinci derecede ekonomik öneme sahip bir tür durumuna getirmiştir. Zararlı 1910 yılında Dünya'da ilk olarak Hawaii adasında

belirlenmiştir (Bergsten et al., 1999; USDA, 2003). Türkiye'de ise 1939 yılında Ankara'da tespit edilmiştir (Bodenheimer, 1958). Türkiye'de zarar meydana getiren 117 meyve sineği türü arasında en önemli türlerden birisi olarak bildirilmiştir (Kütük ve ark., 2013). Orijini Afrika Sahrası olan Akdeniz meyve sineği, Kuzey ve Güney Afrika (Uganda, Zambia, Kenya, Tanzania, Zimbabwe), Güney ve Orta Amerika (Brezilya, Hawaii, Florida, California, Arjantin'in batı kesimi, Bermuda, Costa Rica, Uruguay), Batı Avustralya gibi tropik ve subtropik iklime sahip olan bölgelerde, Türkiye (Akdeniz ve Ege Bölgeleri yoğunlukta), İsrail, Lübnan ve Ürdün gibi Akdeniz'e komşu birçok ülkede yaygın bir türdür (EPPO, 2022).

Zararlının Türkiye'de en çok zarar yaptığı konukçuları turuncgiller, nar, kayısı, şeftali, zerdali, erik, elma, ayva, incir, yenedünya, muz, Trabzon hurması, nektarin ve incir olarak bildirilmiştir (Elekçioğlu, 2009; Uygun ve ark., 2010).

Dünya genelinde ve Türkiye'de üreticiler tarafından Akdeniz meyvesineğinin kontrolü yaygın olarak kimyasal mücadele ile yapılmaktadır. Fakat zararlı ile mücadelede kullanılan insektistlerin hem doğaya hem de doğada bulunan faydalı böcekler üzerine olumsuz etkilere sebep olduğu bilinmektedir (Leza et al., 2008). Bu olumsuzluklar düşünüldüğünde kimyasal mücadeleye alternatif diğer mücadele programları yaygın olarak kullanılmaya çalışılmaktadır. Akdeniz meyvesineğinin yayılışı, konukçuları, zararı ve mücadelesi kapsamında kısır böcek salımı (SIT), kitle tuzaklama (mass trapping) ve çiftleşmeyi önleyici feromon tuzaklarının kullanılması gibi farklı mücadele yöntemleri üzerine çok sayıda çalışmalar yürütülmüştür (Demirdere, 1961; Zümreoğlu, 1985, 1990; Ros et al., 2000; Epsky et al., 1996; Alemany et al., 2006; Başpınar ve ark., 2009). Bu yöntemler dışında ürün güvenliğini sağlama amacıyla yapılacak olan kültürel önlemler ise konukçu meyve ağaçlarının bir arada veya birbirine yakın olacak şekilde dikilmemesi, olgunlaşan meyvelerin hasatlarının geciktirilmeden toplanması olarak kaydedilmiştir (Cingöz, 2015). Ayrıca vuruklu ve yere dökülmüş, zararlı ile bulaşık olduğu düşünülen meyvelerin toplanarak 50-100 cm derinlikte kazılan çukurlara gömülerek imha edilmesi, ergin çıkışlarını engellemek veya azaltmak amacıyla kış sonu ve

İlkbahar başında bahçelerde toprak işleme yapılması zararlı ile mücadelede etkili kültürel önlemler olarak belirtilmiştir (Elekçioğlu, 2013).

Iğdır ili coğrafik konumu ve iklimi iklimi sahip olması sebebiyle Doğu Anadolu Bölgesi'nde meyve ve sebze yetiştiriciliği bakımından büyük öneme sahip illerinden birisidir. İl genelinde meyve çeşitliliği ve üretim alanları göz önüne alındığında hastalık ve zararlı konusunda ekonomik anlamda problemlerin yaşanması oldukça muhtemeldir. İlin ürün yelpazesine bakıldığında, yetiştirilen meyveler arasında *C. capitata*'nın konukçusu olan elma, kayısı, şeftali, nektarin, armut gibi meyve ağaçlarının yanı sıra zararlının ara konukçu olarak bilinen bazı sebze türlerinin de üretildiği bilinmektedir. Bölgede özellikle ihracat ürünü olarak pazarlanmak amacıyla yöreye has olarak yetiştirilen kayısı ve şeftali meyvelerinde hastalık ve zararlıların tespiti ve mücadelesi oldukça önem arz etmektedir. Akdeniz meyve sineği ile ilgili olarak hem yurtdışında hem de Türkiyede farklı kültür bitkileri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Ancak, Iğdır ilinde yaygın olarak yetiştirilen şeftali, nektarin, kayısı, elma ve armut bitkileri üzerinde bu zararlının cezbediciler ile kontrolü ve zarar oranının belirlenmesine yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma ile Iğdır ili meyve bahçelerinde Akdeniz meyve sineğinin cezbediciler kullanılarak ergin popülasyonunun gelişimi, yoğunluğu ve bulaşıklık oranının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışma alanında delta tipi kırmızı veya beyaz renkli tuzaklar ve bu tuzaklar içinde zararlının yakalanması ve feromon kapsülünün sabitlenmesi amacıyla yapışkan kağıtlar ve böcek cezbedici madde olarak 0.015 g Deltamethrin, 7.8 g Ammonium acetate, 0.5 g Chlorhydrate trimethylamine, 0.03 g 1.5 Diamineopentane içeren McPhail tipi Decis Trap adlı tuzaklar birlikte kullanılmıştır. Örneklem alanlarından toplanan meyvelerdeki zararlı gelişimini gözlemlemek ve meyveleri kültüre almak amacıyla plastik kapalı kaplar, pupa çıkışından sonra ergin

bireyleri vücut bütünlüğü bozulmadan öldürmek üzere etil-asetat ihtiva eden öldürme kapları kullanılmıştır.

Metot

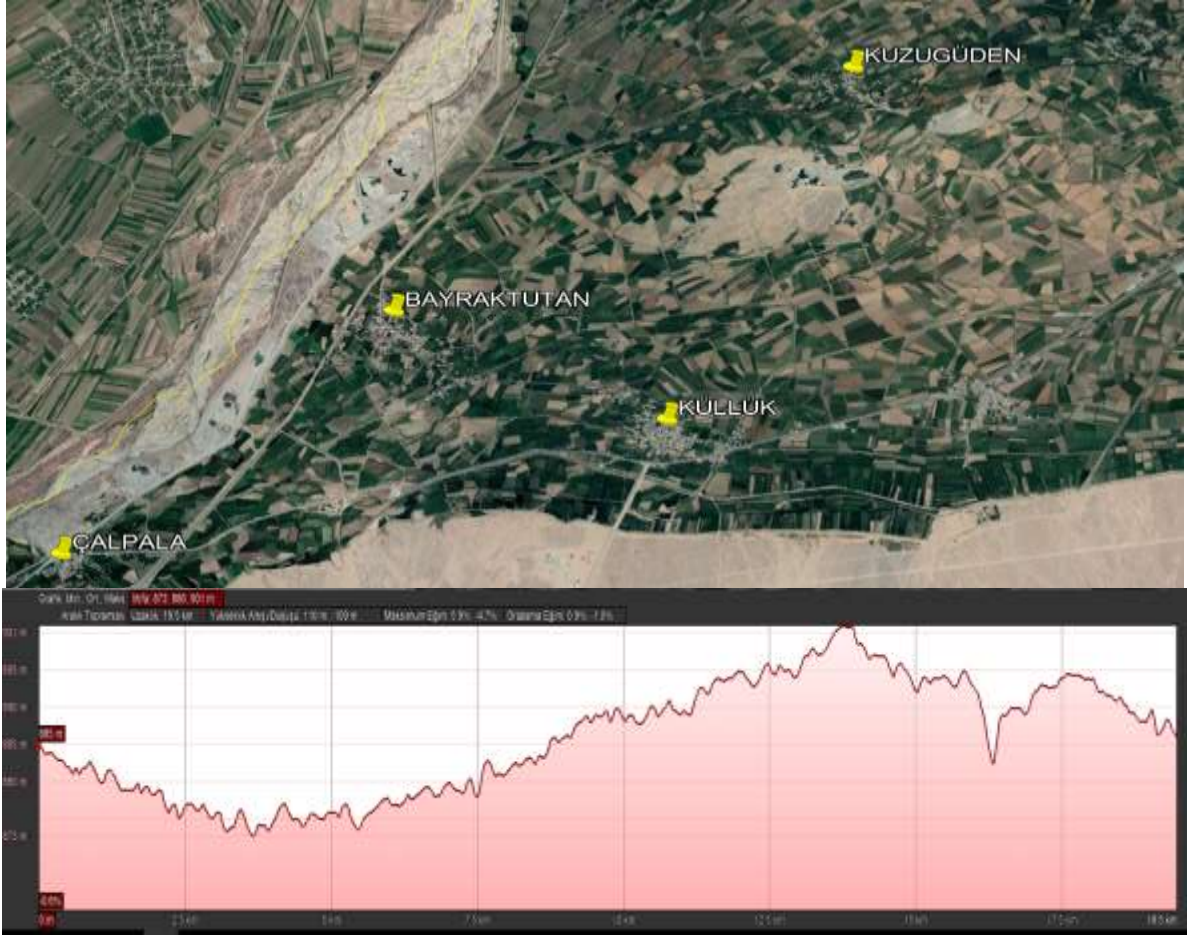
Bu çalışma, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)'nın ergin popülasyonunun gelişimini saptamak amacıyla 2021 yılında Iğdır ilinin Merkez ilçesine bağlı bulunan Bayraktutan, Çalpala, Kuzugüden ve Küllük (Şekil 1) köylerindeki şeftali, nektarin, elma ve armut meyveleri bulunan dört meyve bahçesinde toplam altı adet delta tipi tuzak + feromon (etki süresi 90 gün) ve iki adet McPhail tipi Decis Trap tuzak kullanılarak yürütülmüştür (Çizelge 1). Tuzaklar 15-16 Nisan 2021 tarihleri arasında hedef bahçelerde ağaçların taçlanma yapıları, tür ve çeşit özellikleri dikkate alınarak ağaçların güney-güneydoğu kısmına hâkim rüzgâr yönünde yerden yaklaşık 1.5-2.0 m yükseklikte ve taç iz düşümün ¼'lük iç kısmına doğru asılmıştır.

Tuzaklar 25 Nisan 2021 – 24 Kasım 2021 tarihleri arasında haftalık olarak kontrol edilerek delta tuzaklar (Şekil 2) içerisinde bulunan yapışkan kartlarda ergin bulunması halinde değiştirilerek yerlerine yenisi konmuştur. McPhail tipi tuzaklarda (Şekil 3) erginlerin yakalanması durumunda tuzak bir kap içerisine boşaltılarak sayım yapılmış ve içi boş tuzak tekrar yerine asılmıştır. Ergin bireylerin yakalandığı yapışkan yakalanan ergin bireyler arazide sayımı yapıldıktan sonra şeffaf dosya poşetlerine yerleştirilerek toplanma tarihi, tuzaklarda yakalanan birey sayısı ve yeri kayıt altına alındıktan sonra etiketlenmiştir.

Akdeniz meyve sineğinin seçilen bahçelerdeki bulaşıklık oranı ve zararı düzeyini saptamak amacıyla her bir bahçede zararlının görülmeye başlandığı 5 Eylül tarihinden sonra iki haftada bir rastgele seçilen beş armut, elma, şeftali veya nektarin ağacı üzerinde her bir meyve türü için beş ayrı ağaç seçilmiş ve her ağaçta on adet meyve incelenerek vuruklu olduğu tespit edilenler not alınmıştır. Vuruklu Meyve Oranı (%) = Vuruklu Meyve Sayısı / Toplam Meyve Sayısı x 100 formülü kullanılarak vuruklu meyvelerin oranı hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Iğdır İli ve Merkez İlçeye Bağlı Köylerdeki Denemelerin Yapıldığı Bahçelerin Ürün Çeşidi ve Tuzak Tipleri.
Table 1. Product Type and Trap Types of the Trials in the Villages of Iğdır Province and Central District.

Köy	Ürün Çeşidi	Asılan Tuzak Tipi	Bahçe Büyüklüğü (Da)	Koordinat	Rakım
Bayraktutan	Nektarin	Delta + McPhail Tuzak	40	40°00'07"K 43°55'58"D	883 m.
Çalpala	Elma+Şeftali	Delta Tuzak	10	40°01'12"K 43°52'46.4"D	897 m.
Kuzugüden	Armut+ Elma	Delta Tuzak	30	39°59'12"K 43°57'53"D	873 m.
Küllük	Elma+Şeftali	Delta + McPhail Tuzak	35	39°59'40"K 43°54'47"D	888 m.



Şekil 1. Örneklerin toplandığı köy ve bölgelerin harita üzerindeki yaklaşık konumları ve rakımları gösterir harita.
Figure 1. Map showing the approximate locations and altitudes of the villages and regions where the samples were collected.



Şekil 2. *Ceratitıs capitata* (Wiedemann, 1824) erginlerini yakalamak için kullanılan Delta tipi tuzaklar.
Figure 2. Delta type traps used to catch *Ceratitıs capitata* (Wiedemann, 1824) adults.



Şekil 3. Delta tipi tuzak ve McPhail tipi tuzaklara yakalanan *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) bireylerinin incelenmesi.

Figure 3. Investigation of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) individuals caught in delta-type and McPhail-type traps.

Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerde yerden toplanan meyve türlerine ait örneklerin bir kısmı daha sonra larva çıkışlarının gözlemlenmesi ve zararlının gelişiminin incelenmesi amacıyla kapalı kaplarda oda sıcaklığında hava alacak şekilde muhafaza edilmiştir (Şekil 4).

Bahçelerden toplanan bazı meyvelerde larva gelişimleri gözlemlenmiş ve daha sonrasında oluşan pupalar izole edilerek zararlının tespiti için kültür kaplarına alınmıştır. Pupalardan gelişimi için ortam nemini sağlamak amacıyla kapların alt yüzeyine pamuk yerleştirilmiş ve zaman zaman ıslatılarak ortam nemi oluşturulmuştur. Pupalardan çıkan ergin bireyler etil-asetat içeren öldürme kaplarına alınarak bireylere zarar vermeden öldürülmüştür. Zararlının yumurtlama ve larva gelişiminin hangi meyve türleri üzerinde daha fazla olduğu saptanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışma, 2021 yılında Iğdır ili Merkez ilçeye bağlı bulunan Bayraktutan (nektarin), Çalpala (elma+şeftali), Kuzugüden (armut+ elma) ve Küllük (elma+şeftali) köylerindeki dört meyve bahçesinde *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)'nın feromon ihtiva eden delta tipi + yapışkan kağıt ihtiva eden tuzaklar ve McPhail tipi tuzaklar kullanılarak ergin popülasyonunun gelişimi,

popülasyon yoğunluğu ve meyve gözlemleri yapılarak zarar durumunu belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Ergin Popülasyon Gelişimi

Nisan ayının ortalarında asılan kırmızı ve beyaz renkli delta tuzaklar ile McPhail tipi tuzak gibi farklı tuzak tipi ve renkleri de kullanılarak popülasyonun izlenmesinde kullanılan tuzak çeşitlerinin kıyaslaması yapılmak istenmiştir. Tuzak çeşitleri karşılaştırıldığında zararlının yakalanma tarihleri aynı olup ve yakalanan birey sayıları bakımından delta tuzaklarda, McPhail tipi tuzaklara nazaran daha az ergin yakalandığı görülmüştür. Zararlı ilk görülmeye başlandığı eylül ayına kadar tuzaklarda yakalanmamış, ekim ayının sonlarına doğru yapılan kontrollerde zararlının popülasyonunun en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Kasım ayının ortalarından itibaren yapılan kontrollerde zararlı popülasyonunun azalmaya başladığı, kasım ayının sonlarına doğru havaların soğuması sebebiyle zararlının etkinliği azalarak tuzaklara yakalanan birey sayısında önemli derecede düşüş olduğu tespit edilmiştir.

Iğdır ili Merkez ilçeye bağlı Bayraktutan, Çalpala, Kuzugüden ve Küllük köylerindeki meyve bahçelerinde yürütülen çalışmada Akdeniz meyve sineğinin popülasyon yoğunluğu incelendiğinde

araştırma alanlarına kurulan sekiz adet tuzakta toplam 4245 adet ergin yakalanmıştır. Popülasyon yoğunluğunda örnekleme yapılan aylara göre önemli dalgalanmalar gözlenmiştir. Araştırma süresince en

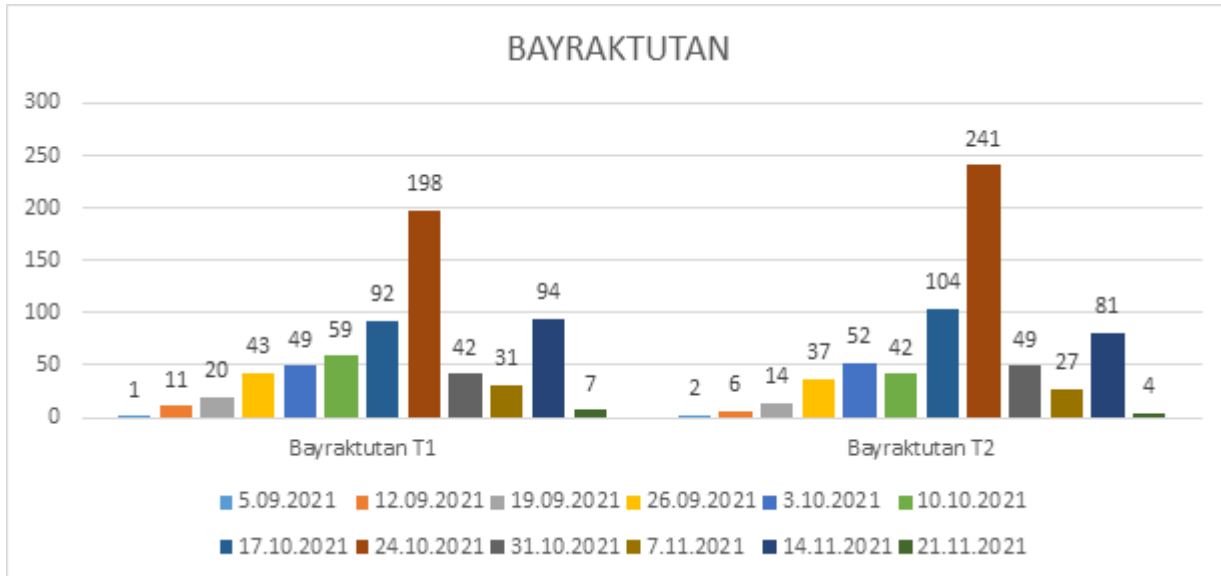
fazla ergin %73.19 (3107 adet) ile ekim ayında olmak üzere sırasıyla, %21.32 (905 adet) ile kasım ve %5.49 (233 adet) ile eylül aylarında tuzaklarda ergin yakalanmıştır.



Şekil 4. *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)'nın larva gelişiminin incelenmesi için kültüre alınan farklı meyveler.
Figure 4. Different fruit cultured to examine the larval development of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824).

Tuzaklarda yapılan kontrollerde ilk erginler 5 Eylül tarihinde tüm lokasyonlarda görülmüş olup 19 Eylül'den itibaren tuzaklarda yakalanan erginlerin sayısında belirgin artışlar gözlenmiştir. Zararlının en fazla popülasyonunu ekim ayı ortalarında oluşturduğu, şeftali ve nektarin meyvelerinin yoğun olduğu bahçelerde zararlı popülasyonunun daha fazla

olduğu gözlemlenmiştir. Akdeniz meyve sineği sezon boyunca asılan tüm tuzaklarda farklı yoğunlukta da olsa saptanmıştır. Sezon boyunca çalışmanın yürütüldüğü Bayraktutan (Şekil 5), Çalpala (Şekil 6), Kuzugüden (Şekil 7) ve Küllük (Şekil 8) lokasyonlarındaki zararlı popülasyonunun değişimi tespit edilmiştir.



Şekil 5. *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)'nın eylül-kasım aylarında Bayraktutan köyü nektarin bahçesindeki delta+mcpahail tuzaklarda popülasyon yoğunluğu

Figure 5. Population density of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) in delta+mcpahail traps in the nectarine garden of Bayraktutan village in September-November

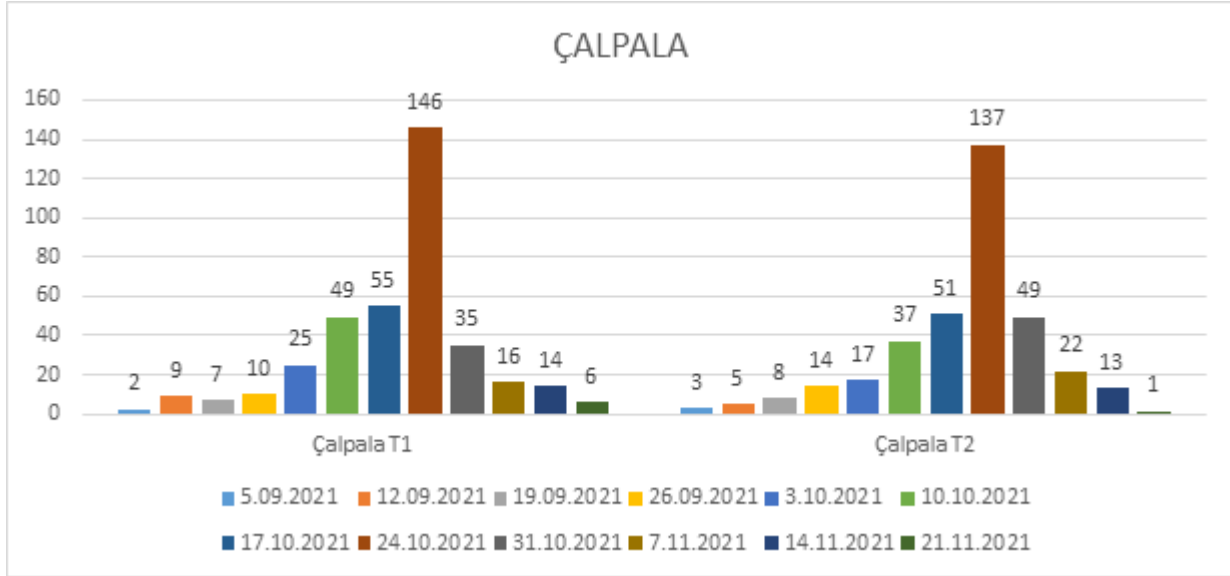
Bayraktutan köyünde yapılan popülasyon takibinde sezonun ilk ergin çıkışları 05.09.2021 tarihinde 3 ergin

ile başlamış olup en yüksek sayıya 439 ergin ile 24.10.2021 tarihinde ulaşılmıştır. Kasım ayının

başlarında tuzaklara yakalanan ergin sayısında azalma görülse de 14.11.2021 tarihinde ikinci en yüksek sayı 175 ergin ile gerçekleşmiştir.

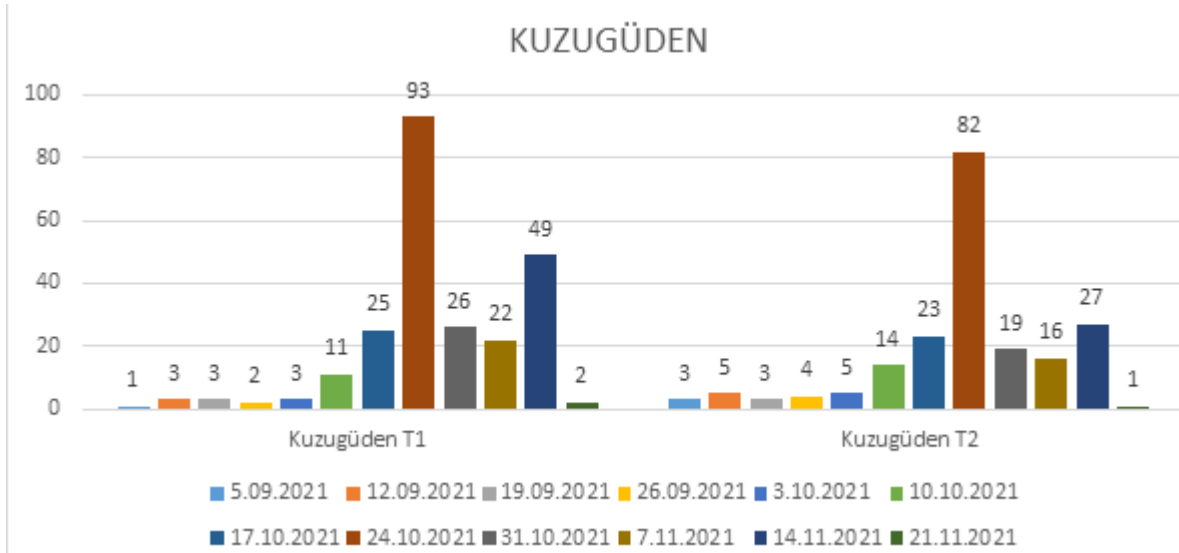
Çalpala köyünde yapılan popülasyon takibinde sezonun ilk ergin çıkışları 05.09.2021 tarihinde 5 ergin

ile başlamış olup en yüksek sayıya 283 ergin ile 24.10.2021 tarihinde ulaşılmıştır. Zararlı iklim şartlarının elverişsiz olması ve ana konukçu olarak tercih edeceği türün bölgede daha az yetiştirilmesinden dolayı kasım ayının sonlarına doğru popülasyonunu azaltmıştır.



Şekil 61. *Ceratitıs capitata* (Wiedemann, 1824)'nın eylül-kasım aylarında Çalpala köyü elma ve şeftali bahçesindeki delta tuzaklarda popülasyon yoğunluğu

Figure 6. Population density of *Ceratitıs capitata* (Wiedemann, 1824) in delta traps in the apple and peach orchard of Çalpala village in September-November

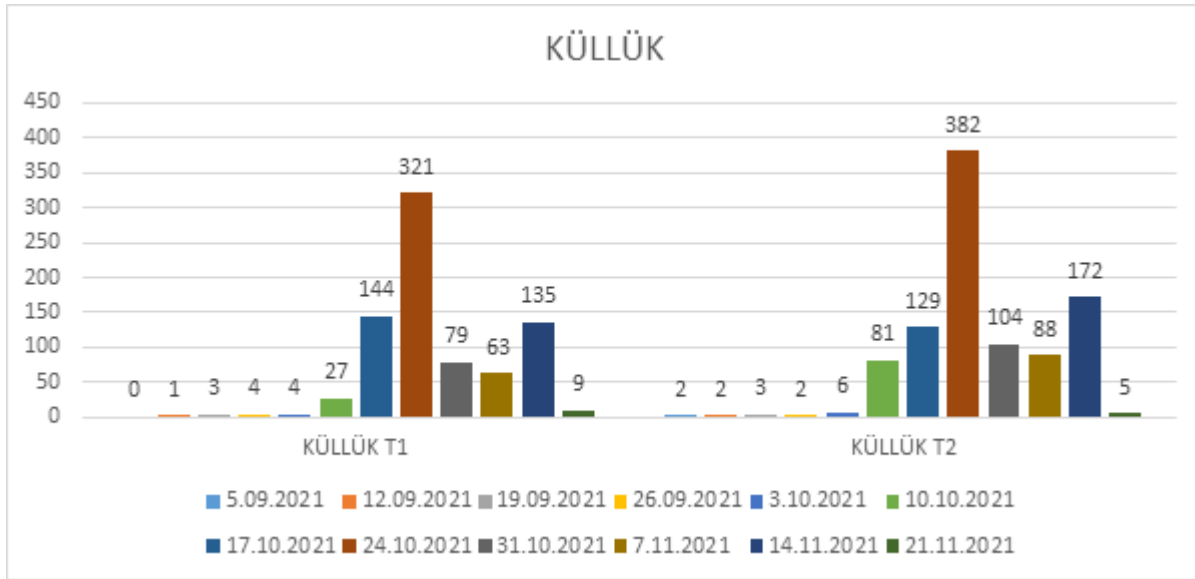


Şekil 2. *Ceratitıs capitata* (Wiedemann, 1824)'nın eylül-kasım aylarında Kuzugüden köyü elma ve armut bahçesindeki delta tuzaklarda popülasyon yoğunluğu

Figure 7. Population density of *Ceratitıs capitata* (Wiedemann, 1824) in delta traps in the apple and pear orchard of Kuzugüden village in September-November

Kuzugüden köyünde yapılan popülasyon takibinde sezonun ilk ergin çıkışları 05.09.2021 tarihinde 4 ergin ile başlamış olup en yüksek sayıya 175 ergin ile 24.10.2021 tarihinde ulaşılmıştır. Kasım ayının

başlarında tuzaklara yakalanan ergin sayısında azalma görülse de 14.11.2021 tarihinde ikinci en yüksek sayı 76 ergin ile gerçekleşmiştir.



Şekil 8. *Ceratitıs capıtata* (Wiedemann, 1824)'nın eylül-kasım aylarında Küllük köyü elma ve şeftali bahçesindeki delta+mcphail tuzaklarda popülasyon yoğunluğu

Figure 8. Population density of *Ceratitıs capıtata* (Wiedemann, 1824) in delta+mcphail traps in the apple and peach orchard of Küllük village in September-November

Küllük köyünde yapılan popülasyon takibinde sezonun ilk ergin çıkışları 05.09.2021 tarihinde 2 ergin ile başlamış olup en yüksek sayıya 703 ergin ile 24.10.2021 tarihinde ulaşılmıştır. Kasım ayının başlarında tuzaklara yakalanan ergin sayısında azalma görülse de 14.11.2021 tarihinde ikinci en yüksek sayı 307 ergin ile gerçekleştirmiştir.

Papadopoulos et al. (2001) Kuzey Yunanistan'da yaptıkları bir çalışmada McPhail ve Jackson tuzaklarının Akdeniz meyvesineklerinin yakalama oranlarında farklılıklar gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan delta tipi ve Mcphail tipi tuzaklar için erginlerin tuzaklara yakalanma dönemlerinde bir farklılık gözlemlenmemiş olup tuzaklara yakalanan ergin sayısında McPhail tipi tuzakların delta tuzaklara nazaran daha fazla ergin yakaladığı gözlemlenmiştir.

Başpınar ve ark. (2009) Aydın ilinde yürüttükleri bir çalışmada zararlının ilk ergin uçuşlarının nisan ayında başlamasına rağmen en yüksek popülasyon yoğunluğuna ekim ve kasım ayları arasında ulaşıldığı bildirilmiş ve bu çalışmada da zararlı popülasyon sayısının en yüksek olduğu dönemlerin bu bulgularla uyduğu görülmüştür. Uygun ve ark. (2010) yürüttükleri bir çalışmada zararlının Türkiyede en çok zarara neden olduğu konukçuları arasında olan şeftali, elma, nektarin gibi meyvelerin Iğdır ili iklim koşullarında da zararlı için potansiyel konukçu olarak görüldüğü, larva gelişimi için bu meyvelere yumurta bırakma eğilimi olduğu fakat bu türler içinde en çok şeftali türünde zarara neden olduğu görülmüştür. Gürbüz (2018) Antalya ilinde yürüttüğü bir çalışmada 2017-2018 yıllarında en yüksek erginin eylül ayında yakalandığını, narenciye bahçelerinde zarar oranının

%4 ile %12 arasında olduğunun tespit edildiğini bildirmiştir. Bu çalışmada Iğdır ili için iklim ve coğrafi koşullar göz önüne alındığında en fazla erginin ekim ayında yakalandığı ve zarar oranının ise %8.4 ile %18.4 arasında olduğu tespit edilmiştir. Zararlının yakalanma dönemleri ile zarar oranlarının meyve türleri farklı olsa dahi diğer araştırmaların sonuçları ile nispeten uyumlu olduğu değerlendirilmektedir.

Akdeniz meyvesineğinin tuzaklarda yakalanma oranları incelendiğinde en fazla erginin Bayraktutan ve Küllük lokasyonlarında tespit edildiği bu bölgelerdeki bahçelerde şeftali ve nektarin gibi zararlının ilk tercih edeceği konukçuların daha fazla yetiştirilmesi bu bölgelerin zararlı tarafından ergin popülasyon gelişimi için daha çok tercih edilen alanlar olarak görüldüğü düşünülmektedir. Çalışmada en yüksek popülasyon yoğunluğu ekim ve kasım aylarında gözlemlenmiştir. Ekim ayında en fazla ergin 24 Ekim'de 11°C ortalama sıcaklık ve %62 ortalama nispi nemde yakalanmıştır. Kasım ayında ise en fazla ergin 14 Kasım'da 6°C ortalama sıcaklık ve %62 ortalama nispi nemde tuzaklarda yakalanmıştır.

Meyvelerdeki Bulaşıklık Oranı ve Zararı

Bayraktutan lokasyonundaki nektarin bahçesinde %17.6, Çalpala lokasyonundaki elma+şeftali bahçesinde elma %6.8 ve şeftali %12, Kuzugüden lokasyonundaki armut+elma bahçesinde armut %4 ve elma %8.4, Küllük lokasyonundaki elma+şeftali bahçesinde elma %10 ve şeftali %18.4 olarak zarar oranı tespit edilmiştir.

Çalışma alanındaki zarar oranları incelendiğinde zararlının primer konukçu olarak tercih ettiği şeftali

ve nektarin meyvelerinin yoğun olduğu bölgelerde zararın arttığı değerlendirilmektedir. Zararının aktif olarak tuzaklarda görülmeye başladığı dönemde en fazla şeftali türünde vuruklu meyve oluşumuna neden olduğu tespit edilmiştir.

Muhafaza edilen örnekler incelendiğinde larva ve pupa gelişimi nektarin meyvelerinde meyve başına en az 2 adet larva/pupa ve şeftali meyvelerinde meyve başına en az 4 adet larva/pupa gelişimi olduğu gözlemlenmiştir.

Bayraktutan lokasyonundaki nektarin bahçesinde sezon boyunca delta+McPhail tuzaklarda 1306 adet ergin birey yakalanmış olup zarar oranı %17.6, Çalpala lokasyonundaki elma ve şeftali bahçesinde delta tuzaklarda 731 adet ergin birey yakalanmış olup zarar oranı %12, Kuzugüden lokasyonundaki elma ve armut bahçesinde delta tuzaklarda 442 adet ergin birey yakalanmış olup zarar oranı %8.4, Küllük lokasyonundaki elma ve şeftali bahçesinde delta+McPhail tuzaklarda 1766 adet ergin birey yakalanmış olup zarar oranı %18.4 olarak tespit edilmiştir. Zarar oranı ve zararının tuzaklara yakalanma oranları incelendiğinde yetiştirilen ürün çeşidine göre zararının popülasyonunda ve zarar oranında farklılıklar gözlemlenmiştir. Zararlı tarafından yumurta bırakıldığı değerlendirilen vuruklu meyveler incelendiğinde larva çıkışlarının sadece şeftali ve nektarin meyvelerinde olduğu gözlemlenmiş olup elma ve armut meyvelerinde larva veya pupa oluşumu gözlemlenmemiştir.

Akdeniz meyvesineği ile mücadele kapsamında dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan birisi de zararının görülmeye başlandığı ve konukçusu olarak yetiştirilen ürünlere yöneldiği dönemin tespit edilmesidir. Zararlı ile mücadeleye erken başlamak, mücadele yöntemine karar vermek, zararının çıkış ve yayılış döneminde bulunan potansiyel konukçu türlere yoğunlaşmak Akdeniz meyvesineği ile mücadelede üreticiye büyük avantajlar sağlayacaktır. Zararlı bölgeye ulaşmadan önce meyvelerin hasatlarının yapılması, bahçelerde hasat sonrası kalan meyvelerin toplanması, derin olmayan toprak işleme yapılarak zararının topraktaki pupalarına zarar vermek suretiyle gelişmelerinin engellenmesi gibi kültürel önlemler alınmalıdır. Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) kapsamında mücadele yöntemlerinin birbirini tamamlayacak şekilde kullanılması zararının popülasyonunun baskılanmasında oldukça etkili olabilmektedir. Iğdır ilinde yetiştirilen ve zararlı için konukçu potansiyeli olan meyve türlerinin üretim miktarı göz önüne alındığında Akdeniz meyve sineğine karşı erken uyarı sistemlerine bu zararının da eklenerek üreticilerin birlikte mücadeleye başlamasının sağlanması, çevre kirliliğinin önlenmesine ve kaliteli ürün yetiştirilmesine imkân sağlayacaktır. Zararının bölgedeki biyoekolojisinin tam anlaşılması amacıyla araştırmacılar tarafından

farklı konukçularının tespit edilmesi ve bölgede yerleşik tür olup olmadığı konusunda yeni çalışmaların yürütülmesi ve desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 28.06.2022 tarihinde kabul edilen Yüksek Lisans tezinin bir kısmıdır. Çalışmanın hazırlanması sırasında katkılar sunan Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK ve Dr. Öğretim Üyesi Yeşim BULAK KORKMAZ'a sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağladıklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Aleman, A., Miranda, M.A., Alonso, R., & Escorza, C. M. (2006). Changes in the spatial and temporal population density of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in a citrus orchard. *Spanish Journal Agriculture Research*, 4 (2), 161-166.
- Başpınar, H., Çakmak, İ., Başpınar, N., & Koçlu, N. (2009). Aydın ili meyve bahçelerinde Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin biyo-ekolojisi, popülasyon dalgalanmaları, doğal düşmanları ve zararı üzerine çalışmalar, *Tübitak-Tovag*, 105, 178 sy.
- Bergsten, D., Lance, D., & Stefan, M. (1999). Mediterranean Fruit Flies and Their Management in the U.S.A. *The Royal Society of Chemistry*, 10, 207-212.
- Bodenheimer, F.S. (1958). *Türkiye'de Ziraata ve Ağaçlara Zararlı Olan Böcekler ve Bunlarla Savaş Hakkında bir Etüt*, Ankara, 320 sy.
- Cingöz, L. (2015). *Akdeniz meyve sineği, Ceratitis capitata. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu*, Erdemli, Mersin, 65 sy.
- Demirdere, A. (1961). *Çukurova Bölgesinde Akdeniz meyve sineği (Ceratitis capitata Wiedemann)'nin Biyolojisi ve Mücadelesi Üzerinde Çalışmalar. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Umum Müdürlüğü*, Ankara, 118 sy.
- Elekçioğlu, N.Z. (2009). Akdeniz meyve sineği. *Biyoloji Bilimler Araştırma Dergisi*, 2 (1), 61-65.
- Elekçioğlu, N.Z. (2013). Fruit flies of economic importance in Turkey, with special reference to Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied.). *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6 (2), 33-37.
- Epsky, N.D., Heath, R.R., Uchida, G., Guzman, A., Rizzo, J., Vargas, R., & Jeronimo, F. (1996).

- Capture of Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) using color inserts in trimedlure-baited Jackson traps. *Environmental Entomology*, 25 (2), 256-260.
- EPPO, (2022). European and Mediterranean Plant Protection Organization, <https://gd.eppo.int/taxon/CERTCA/distribution> (Alınma Tarihi: 04.04.2022)
- Gürbüz, T. (2018). *Antalya ili turunçgil bahçelerinde Akdeniz meyve sineği, Ceratitis capitata (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin kitlesele tuzaklama ile kontrolü ve zarar oranının belirlenmesi (Tez no 557971)*. [Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kahyaoğlu, M. (2011). Hazır yem (bait) formülasyon geliştirilmesi ve Akdeniz meyve sineği [*Ceratitıs capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae)] mücadelesinde kullanım olanaklarının araştırılması (Tez no 447971). [Doktora Tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kasap, A., & Aslan, M.M. (2016). Akdeniz meyve sineğinin feromon tuzaklarla (*Ceratitıs capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae)'nin nar ve hurmadaki popülasyon takibi ve zarar oranının tespiti. *Doğa Bilimleri Dergisi*, 19 (1), 43-50.
- Kütük, M., Yaran, M., Hayat, R., Koyuncu, M.Ö., Görmez, V., & AYTEKİN, H.U. 2013. The determination of fruit fly (Diptera: Tephritidae) fauna in Adıyaman, Kilis, and Şanlıurfa Provinces with a new record for Turkish Fauna. *Turkish Journal of Zoology*, 37 (1), 38-49.
- Leza, M.M., Juan, A., Capllonch, M., & Alemany, A. (2008). Female-biased mass trapping vs. bait application techniques against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitıs capitata* (Dipt., Tephritidae). *Journal of Applied Entomology*, 132 (9-10), 753-761.
- Satar, S., Tiring, G. (2017). *Ceratitıs capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin bazı meyve bahçelerinde popülasyon dalgalanması. *Türk. Entomoloji Bülteni*, 7 (3), 239-247.
- Papadopoulos, N. T., Katsoyannos, B.I., Kouloussis, N.A., Hendrichs, J., Carey, J.R., & Heath, R.R. (2001). Early detection and population monitoring of *C. capitata* (Diptera: Tephritidae) in a mixed-fruit orchard in Northern Greece. *Journal of Economic Entomology*, 94 (4), 971-978.
- Ros, J.P., Escobar, I., Tapia, F.G., & Aranda, G. (2000). Pilot experiment to control medfly, *Ceratitıs capitata* (Weid.) (Diptera: Tephritidae) using mass trapping technique in a Cherimoya (*Annona cherimola* Miller) orchard. Fifth International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Penang, Malaysia, 1 - 5 June, 1998, pp 165.
- Sarı, E.D., & Yıldırım, E. (2021). Gülnar (Mersin) İlçesi elma ağaçlarındaki zararlı ve yararlı Arthropoda türlerinin tespiti ve bazı biyoeolojik gözlemler. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (6), 1247-1262.
- TUİK, (2022). <https://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 24 Mayıs 2022).
- USDA, (2003). Mediterranean Fruit Fly Action Plan. <https://www.aphis.usda.gov> (Alınma Tarihi: 24 Mayıs 2022).
- Uygun, N., Karaca, İ., Ulusoy, M.R., & Satar, S. (2010). *Meyve ve Bağ Zararlıları. Özyurt Matbaacılık*, Adana, 347 sy.
- Zümreoğlu, A. (1985). *İzmir ve Civarında Turunçgil ve Meyve Ağaçlarında Zarar Yapan Akdeniz meyve sineği (Ceratitis capitata Wied.) (Dipt.:Tephritidae)'nin Önemi ve Popülasyon Dalgalanmalarına Etki Eden Faktörler Üzerinde Araştırmalar (Tez no 410938)*. [Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Zümreoğlu, A. (1990). Standardization of Medfly (*Ceratitıs capitata* Wied.) trapping for use in sterile insect technique programmes: two year investigations on the efficiency of various Medfly trapping systems in western part of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 14 (3), 155-166.



Bazı Bitki Ekstraktlarının *Tribolium confusum*'ün Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) Larva ve Ergin Dönemleri Üzerine Etkileri

Yeter KÜÇÜKTOPÇU^{1*}, Beyza CAN², İslam SARUHAN³

^{1,2,3}Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-2104-5764>, ²<https://orcid.org/0000-0002-6404-8463>,

³<https://orcid.org/0000-0003-0229-9627>

✉: ybilgili46@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada; sıcak ve soğuk su yöntemi ile *Nigella sativa* ve *Lavandula angustifolia* bitkilerinden elde edilen ekstraktların üçer farklı (10, 15 ve 20 w/w) konsantrasyonlarına ait süspansiyonları, önemli bir depo zararlısı olan Kıрма un biti (*Tribolium confusum* Jacquelin du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae))'nin ergin ve larva dönemlerine karşı fumigant etkileri üzerine değerlendirilmiştir. Çalışmada ayrıca ekstraktların *T. confusum* erginlerinin bir sonraki nesilleri üzerine olan etkisi de incelenmiştir. Tüm denemeler 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 adet larva ve 10 adet ergin olacak şekilde yürütülmüştür. Çalışma, 27±2 °C ve %65±5 bağıl nem koşullarındaki tamamen karanlık inkübatörde yürütülmüştür. Çalışma ikişer gün arayla 13 gün boyunca takip edilerek ölü bireyler not edilmiş ve yüzde ölüm oranları belirlenmiştir. Uygulamanın 13. gününde *L. angustifolia* ekstraktlarının zararlının erginleri üzerindeki ölüm oranları, %5.71-62.86 arasında değişim gösterirken; zararlının larvaları üzerindeki ölüm oranları ise %75.68-91.43 arasında değişim göstermiştir. *N. sativa* ekstraktlarının zararlının erginleri üzerindeki ölüm oranları, %30.93-89.69 arasında değişim gösterirken; zararlının larvaları üzerindeki ölüm oranları ise %26.47-89.47 arasında değişim göstermiştir. Denemelerde kullanılan tüm bitki ekstraktları ise istatistiksel olarak kontrolden farklı grupta yer almışlardır (P=0.000). Yapılan çalışmaya genel olarak bakıldığında, bitki ekstraktlarının zararlının larvaları üzerindeki fumigant etkisi zararlının erginleri üzerindeki fumigant etkisine göre daha yüksek olmuştur. Zararlının erginleri üzerinde yürütülen çalışma sonucundaki F1 dölü üzerine etkisine bakıldığında ise *N. sativa* ekstraktlarının *L. angustifolia* ekstraktlarına kıyasla F1 dölünü azaltmada daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada *N. sativa* sıcak ve soğuk su ekstraktının %20 konsantrasyonunda zararlının yeni nesil yavru çıkışında %100 oranında azalma tespit edilmiştir. Sonuç olarak *N. sativa* ekstraktlarının *T. confusum* zararlısı ile mücadelede etkili bir şekilde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 27.04.22

Kabul Tarihi : 16.09.22

Anahtar Kelimeler

Kırma biti

Bitki ekstrakt

Nigella sativa

Lavandula angustifolia

Effects of Some Plant Extracts on Larva and Adult Stages of *Tribolium confusum* Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae)

ABSTRACT

In this study, suspensions of three different (10, 15, and 20 w/w) concentrations of hot and cold water extracts obtained from *Nigella sativa* and *Lavandula angustifolia* plants were used to control adult and larval of Confused flour beetle (*Tribolium confusum* duVal.) which is an important storage pest. To ascertain the insecticidal activity of plant extracts, fumigant effect studies were conducted. The study also examined the effect of extracted solutions on the hatching rate of *T. confusum* adults in the subsequent generation. All trials used a randomized plot design and consisted of four replications, each with ten larvae and ten adults. The experiment was carried out in a completely dark incubator set at a temperature of 27±2°C and a relative humidity of 65±5%. The study was conducted over 13 days, two days apart; dead

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 27.04.22

Accepted : 16.09.22

Keywords

Confused flour beetle

Plant extract

Nigella sativa

Lavandula angustifolia

individuals were recorded, percent mortality was calculated, and averages were compared using the Tukey test. All plant extracts tested were statistically significantly different from the control group (P=0.000). On the 13th day of experiments, the mortality rates ranged from 5.71 to 62.86% and 75.68 to 91.43% in the case of applying *L. angustifolia* extracts, whereas these values were 30.93 to 89.69%, and 26.47 to 89.47% in the case of applying *N. sativa* extracts for adults and larvae, respectively. In general, plant extracts had a greater fumigant effect on larvae than on the adults of the pest. After analyzing the F1 progeny count from the adult pest study, it was determined that *N. sativa* extracts were more effective than *L. angustifolia* extracts at reducing fertility. The study discovered a 100% reduction in the pest's new generation offspring at a 20% concentration of *N. sativa* hot and cold water extract. These findings indicated that *N. sativa* extracts could effectively combat the *T. confusum* pest.

Atıf İçin : Küçüktopçu, Y., Can, B., & Saruhan, İ., (2023). Bazı Bitki Ekstraktlarının *Tribolium confusum*'ün Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) Larva ve Ergin Dönemleri Üzerine Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26* (3), 570-578. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1109845>.

To Cite: Küçüktopçu, Y., Can, B., & Saruhan, İ., (2023). Effects of Some Plant Extracts on Larva and Adult Stages of *Tribolium confusum* Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *KSU J. Agric Nat 26* (3), 570-578. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1109845>.

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı artışı sonucu gerekli besin ihtiyacının karşılanması önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de tarım ürünleri arasında ilk sıralarda yer alan tahıllar dünya üretiminde de önemli bir konumda bulunmaktadır (Dörtok & Aksoy, 2018; Teke, 2019).

Kırma biti (*Tribolium confusum* Jacquelin du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae), depolanmış buğdayın en yaygın zararlıları arasında yer almaktadır (Sağlam & Özder, 2013). Sekonder bir zararlı olan *T. confusum*'ün larva ve erginleri tahıllarda zarara neden olan diğer depolanmış ürün zararlıları tarafından zarar verilmiş ürünlerde beslenmektedir (Sharaby, 1988; Şimşek ve ark., 2019).

Literatüre göre depo zararlısı böceklerin ürünlerin muhafazası sırasında neden oldukları kayıplar dünyada ortalama yıllık %10-30 arasında değişmektedir (Emekci & Ferizli, 2000). Depo zararlısı böcekler bulaştıkları üründe ya doğrudan beslenerek ya da dolaylı olarak zarar oluşturmaktadırlar. Bulaştıkları üründe beslenmeleri sonucu; ürünlerin ağırlık ve çimlenme kapasitesini azaltarak doğrudan nicel kayıplara neden olurlar (Kumar & Kalita, 2017). Yoğun bulaşmalar olduğu durumda ise ürün üzerinde bıraktıkları kalıntılar ürünün gıda maddesi olarak değerini oldukça düşürmektedir (Rajendran, 2002).

Hasattan sonra depolanan tahıllarda ürün kaybını en aza indirmek için zararlılar ile mücadele oldukça önemlidir. Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede birçok mücadele yöntemi uygulanmasına rağmen bu yöntemler arasında en yaygın kullanılan kimyasal mücadele yöntemidir (Şimşek ve ark., 2019; Kanik & Karakoç, 2020). Etkin ve etkili bir sonuç alınması nedeniyle depo zararlıları ile mücadelede yoğun

şekilde sentetik pestisit uygulaması yapılmaktadır (Tiryaki ve ark., 2010). Bu pestisitler arasında malathion, pirimiphos metil, chlorpyrifos metil gibi koruyucu insektisitler yanında metil bromid ve aliminyum-fosfin gibi fumigantlar bulunmaktadır (Bond ve ark., 1984; Taylor, 1994). Her ne kadar zararlılarla mücadelede etkili olsalar da sentetik insektisitler ve fumigantların uzun yıllar kullanımları çok farklı sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur (Bond ve ark., 1984; Ertugay & Certel, 1991; Bell & Wilson, 1995). Günümüzde birçok araştırmacı geçmişte yoğun olarak kullanılan bu insektisitler ve fumigantların yerine artık kimyasal mücadele yöntemlerine alternatif olacak yöntemlere yönelmişlerdir. Bunlardan biri de zararlı böcek türleri ile mücadelede bitkisel kökenli insektisitlerin kullanılmasıdır (Karcı, 2006). Son yıllarda birçok araştırmacı bitkilerin farklı kısımlarını (çiçek, yaprak, tohum vb.) kullanarak ekstrakt elde etmekte ve bu ekstraktların tarım alanlarındaki zararlılara karşı kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Yaptıkları araştırmalar bitki ekstraktlarının farklı zararlı türlerinin kontrolünde başarılı bir şekilde kullanılabilirliğini kanıtlamıştır (Erler & Çetin, 2007; Gökçe ve ark., 2010; Hassan & Gökçe, 2014; Çetin & Elma, 2019).

Ekstraksiyon genel olarak, biyoaktif bileşiklerin bitki materyalinden elde edilebildiği ana işlem olarak tanımlanmaktadır. Ekstraksiyon verimi ve elde edilen ekstraktın biyolojik aktivitesi; ekstraksiyon yöntemine ve kullanılan çözücüye bağlıdır. Bitki materyallerinden biyoaktif maddelerin ekstraksiyonu için metanol, etanol ve aseton gibi birçok çözücü kullanılmaktadır (Truong ve ark., 2019). Bitkisel ekstraktlar ile ilgili yapılmış önceki çalışmalarda ekstrakt elde edilirken çözücü olarak sıcak ve soğuk

suyun kullanımı ile ilgili çok az çalışma bulunmaktadır (Karataş ve ark., 2019). İnsanlar tarafından depo ürünlerinin mücadelesinde ekstrakt elde edilirken çözücü olarak suyun kullanımı daha tercih edilebilecek bir yöntem olarak düşünülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, farklı çözücüler kullanılarak yapılan bilimsel araştırmalara sıcak ve soğuk su ekstraktlarının da dahil edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Tıbbi ve aromatik bitkiler grubunda yer alan Çörek otu, *Nigella sativa* L. (Ranunculaceae) ve Lavanta, *Lavandula angustifolia* Mill. (Lamiaceae) bitkilerinin antibakteriyel (Halawani, 2009; Imane ve ark., 2017), antioksidan (Burits & Bucar, 2000; Chrysargyris ve ark., 2016) ve antiinflamatuvar (Al-Ghamdi, 2001; Hajhashemi ve ark., 2003) gibi aktiviteleri sahip olduğunu gösteren çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Bu çalışmada, Çörek otu ve Lavanta bitkilerinden elde edilen sıcak ve soğuk su ekstraktlarının önemli bir depo zararlısı olan Kıрма un biti (*T. confusum* du Val.)'nin ergin ve larva dönemlerine karşı insektisidal aktivitesi değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve METOD

Böcek Kültürünün Kaynağı ve Yetiştirilmesi

Çalışmada, depolanmış tahıllarda yaygın olarak bulunan Kıрма un biti [*Tribolium confusum* Jacquain du Val (Col.:Tenebrionidae)]'nin 3. larva ve ergin

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bitkilere ait bilgiler
Table 1. Information on the plants used in the study

	Latince Adı	Yaygın İsmi	Familyası	Kullanılan Kısım	Kullanılan Çözücü
1	<i>Nigella sativa</i> L.	Çörek otu	Ranunculaceae	Tohum	Sıcak su (100 °C)
2	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Lavanta	Lamiaceae	Çiçek	Soğuk su (25 °C)

Biyolojik testlerde kullanılan Çörek otu (*Nigella sativa*) bitkilerinin tohumları, 2021 yılının haziran ayında ticari bir marketten temin edilmiştir. Lavanta (*Lavandula angustifolia*) bitkisinin çiçekleri, 2021 yılının ağustos ayında Mersin Silifke ilçesine bağlı Çaltıbozkır mahallesinden toplanmıştır.

Bitki Ekstraktlarının Elde Edilmesi

Etkinliği denenen *L. angustifolia* bitkisinin çiçekleri toplanarak laboratuvara getirildikten sonra direkt güneş ışığı almayan ve fazla nem bulunmayan karanlık odada kurutma kâğıtları üzerine serilmiş ve oda sıcaklığında yaklaşık bir hafta boyunca kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutulan *L. angustifolia* bitki çiçekleri ve satın alınan *N. sativa* tohumları öğütücüden geçirilip cam kavanozlara doldurularak etiketlenmiş ve kullanılıncaya kadar +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir (Şenel, 2013).

Soğuk Su Ekstraksiyonlarının Elde Edilmesi

Yapılan çalışmada %10 (w/w)'lik stok solüsyonları için 10 g kuru bitki materyalleri ve 90 ml 25 °C'deki saf su

dönemleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan kültür Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ne ait Entomoloji Laboratuvarı'nda hali hazırda üretilen stok kültürlerle dayanmaktadır.

T. confusum' un laboratuvarında yetiştirilmesinde besin ortamı olarak, elekten geçirilmiş 95 g buğday unu ve 5 g bira mayası kullanılmıştır. *T. confusum* erginlerini yetiştirmek için kullanılan besin, bulaşık olma ihtimaline karşı -18 °C derin dondurucuda bir hafta boyunca bekletilerek olası böcek bulaşmalarından arındırılmıştır. Steril cam kavanozun (1 lt'lik) içerisine 250-300 adet *T. confusum* erkek ve dişileri bırakılarak kavanozun ağzı tül ile kapatılmıştır. 3 günlük aralıklarla yumurtlama kavanozunun eleme işlemi gerçekleştirilmiş ve böylece erginlerin un ve yumurtalardan ayrılması sağlanmıştır. Bu işlemden sonra elde edilen yumurtalar, içerisinde buğday kırması ve maya bulunan besin ortamına aktarılmıştır. Kültür 27±2 °C'da %65±5 bağıl nem ve karanlık koşullarda inkübe edilmiş; 3. dönem larva ve erginler denemelerde kullanılmıştır.

Bitki Materyalinin Temini

Çalışma kapsamında etkinliği belirlenen bitkilerin Latince ve Türkçe isimleri, familyaları, denemede kullanılan bitki kısımları ve ekstraksiyon çözücü çeşitleri Çizelge 1'de verilmiştir.

karışımı kullanılırken; %15 (w/w)'luk stok solüsyonlar için 15 g kuru bitki materyalleri ve 85 ml saf su kullanılmış, %20 (w/w)'luk stok solüsyonlar için ise 20 g kuru bitki materyalleri ve 80 ml saf su kullanılmıştır. Erlenmayer içerisine belirlenen orandaki sıvılar yerleştirildikten sonra bu sıvılar, 4 °C'deki dairesel hareketli çalkalayıcıda 100 rpm'de 24 saat tutulmuştur. Elde edilen bitki-su karışımları ilk olarak bez bir tülbentten, daha sonra 38 mikronluk (400 mesh) elekten geçirilerek cam beher içerisinde alınmıştır. Bu solüsyonlar daha sonra sırasıyla 15 ml hacmindeki tüplere yerleştirilmiş, 5000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiş ve solüsyonların üst fazı Whatman filtre kağıdından (No.1) geçirilmiştir. Bu şekilde elde edilen ekstraktlar, 500 ml'lik plastik beyaz numune şişelerine konularak kullanılıncaya kadar +4 °C'deki buzdolabında muhafaza edilmiştir (Oka, 2012; Oka ve ark., 2014).

Sıcak Su Ekstraksiyonlarının Elde Edilmesi

Sıcak su ekstraktlarının elde edilme aşamaları, soğuk su ekstraktlarının elde edilme metoduna benzer

şekilde yapılmıştır. Farklı olarak, sıcak su ekstraktlarının yapım aşamasında, kullanılan bitki su karışımları 100 °C'de 10 dk kaynatılmıştır (Aydınlı, 2009).

Bitki Ekstraktlarının Kıрма Bitinin Larva ve Ergin Dönemlerine Karşı Öldürücü Doz Tarama Testleri

Çalışma kapsamında etkinliği denenen bitki ekstraktlarının öldürücü etkileri belirlenmiştir. Çalışmada, 2 farklı bitkiden elde edilen bitki ekstraktlarının 2 farklı çözücü kullanılarak ayrı ayrı hazırlanan stok süspansiyonlarından 3 farklı (10, 15 ve 20 w/w) konsantrasyon kullanılmıştır. Deneme üniteleri oluşturulmadan önce kullanılacak olan böcek besini herhangi bir böcek ile bulaşık olabilme ihtimaline karşı bir hafta süre ile -20 °C'de derin dondurucuda tutularak sterilize edilmiştir. Tüm denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre tasarlanarak 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 larva ve 10 ergin olacak şekilde yürütülmüştür. Her uygulama için kontrol grubu oluşturulmuştur.

Bitki özlerinin böcek ölümlerine karşı etkisini test etmek amacıyla plastik kavanozlar (kapasite 100 ml) kullanılmıştır. Her iki dönem için de her bir kavanoz içerisine hassas terazi yardımıyla 11 ± 1 ürün nemi içeren 10'ar g yumuşak ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) tartılarak koyulmuştur. Hedef konsantrasyondaki solüsyondan alınan 2 ml ekstrakt çözeltisi kontrol grubu dışındaki tüm kavanozların içerisinde bulunan besinin üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür. Ardından cam baget yardımıyla homojen bir şekilde karışımın sağlanması için buğday karıştırılmıştır (Maceljski & Korunic, 1974). Kontrol için ayrılan plastik kavanozlardaki 10 g besinin üzerine 2 ml saf su ile muamele edilmiştir. Her bir kavanozunun içerisine 10'ar adet larva veya ergin koyulduktan sonra; plastik kavanozlar etiketlenmiş, kavanozların ağzı larvaların veya erginlerin kaçmasını önlemek amacıyla muslin bez ile kapatılmış ve bu kavanozlar son olarak 27 °C sıcaklık ve 70 ± 5 bağıl neme sahip iklim dolabına yerleştirilmiştir (Panzai ve ark., 2019).

Öldürücü doz tarama testleri uygulamalarından sonra ikişer gün arayla 1-13 gün arasında ölü-canlı larva ve ergin sayımları yapılarak veriler kaydedilmiştir. Sayımlarda plastik deneme kavanozları içerisindeki böceklerle tek tek ince uçlu fırça ile dokunularak canlı olup olmadıkları gözlemlenmiş ve herhangi bir hareket belirtisi göstermeyenler ölü, az da olsa hareket gösterenler canlı olarak kabul edilmiştir. Ölüler, sayımdan sonraki 24 saat sonrasına kadar bekletilerek herhangi bir hareket belirtisi olup olmadığı tekrar kontrol edilmiş ve eğer canlanma varsa kaydedilmiştir (Taş, 2011). Aynı işlem kontrol grupları için de tekrar edilmiştir.

Biyolojik Denemeler Sonunda Elde Edilen Kıрма Biti'nin Yeni Nesil (F1 döl) Verimi

Tekerrürlerdeki ölü bireyler çalışmanın son gün sayımında denemeden uzaklaştırılmış, canlı bireyler ise F1 döl sayımının belirlenmesi için tekrar kavanoz içerisine aktarılmıştır. F1 döl veriminin belirlenmesi için aynı çalışma koşullarında deneme kapları 45 gün süre ile bekletilmiştir. Bu süre sonunda deneme kaplarındaki *T. confusum*'un yeni larva sayımları yapılarak veriler kaydedilmiştir. Aynı işlem kontrol grupları için de tekrar edilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Ölü-canlı olarak yapılan sayım sonuçları Abbott formülü ile değerlendirilerek yüzde ölüm oranları belirlenmiştir. Sadece 13. gün etkisi kontrole göre Abbott ile düzeltilmiştir (Abbott, 1925). Çalışma sonunda tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanarak, ortalamalar arasındaki istatistiksel farklar $P \leq 0.05$ 'e göre Tukey testi kullanılarak hesaplanmıştır (SPSS, 2013).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, *N. sativa* ve *L. angustifolia* bitkilerinden elde edilen bitki ekstraktlarının depolanmış ürün zararlılarından olan *T. confusum*'un larvaları ve erginleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca ekstrakt solüsyonlarının *T. confusum* erginlerinin bir sonraki neslindeki azalma oranına etkisi incelenmiştir.

Denemelerde kullanılan tüm bitki ekstraktları ise istatistiksel olarak kontrolden farklı grupta yer almışlardır ($P=0.000$). *T. confusum* erginleri ile yürütülen çalışmada 13. gün alınan verilere bakıldığında en yüksek toksisiteyi %89.69 ile %20 *N. sativa* sıcak su ekstraktı gösterirken; bunu %62.86 ile %20 *L. angustifolia* soğuk su ekstraktı takip etmiştir (Çizelge 2 ve 4).

T. confusum larvaları ile yürütülen çalışmada ise uygulamadan 13 gün sonra en yüksek toksisite, %91.43 ile %20 *L. angustifolia* soğuk su ekstraktında elde edilirken; bunu %89.47 ile %20 *N. sativa* sıcak su ekstraktı takip etmiştir (Çizelge 3 ve 5).

Uygulamanın 13. gününde *L. angustifolia* ekstraktlarının zararlıının erginleri üzerindeki ölüm oranları, %5.71-62.86 arasında değişim gösterirken; zararlıının larvaları üzerindeki ölüm oranları ise %75.68-91.43 arasında değişim göstermiştir. *N. sativa* ekstraktlarının zararlıının erginleri üzerindeki ölüm oranları, %30.93-89.69 arasında değişim gösterirken; zararlıının larvaları üzerindeki ölüm oranları ise %26.47-89.47 arasında değişim göstermiştir. Yapılan çalışmaya genel olarak bakıldığında, bitki ekstraktlarının zararlıının larvaları üzerindeki fumigant etkisi zararlıının erginleri üzerindeki fumigant etkisine göre daha yüksek bulunmuştur.

Benzer şekilde bazı araştırmacılar da, *T. confusum* larvalarının erginlere oranla öldürücü olan bazı maddelere karşı daha duyarlı olduğunu belirtmişlerdir (Arthur, 2000; Fields & Korunic, 2000; Jawale & Dama, 2010).

Çizelge 2. Lavanta sıcak su ve soğuk su ekstraktlarının *Tribolium confusum* erginleri üzerindeki öldürücü etkileri
Table 2. Lethal effects of lavender hot water and cold water extracts on Tribolium confusum adults

Doz	Uygulama	%Ölüm±SH/Gün						
		1.	3.	5.	7.	9.	11.	13.(Abbott)
%10	Sıcak su	0±0.00	5±0.29	13±0.25	18±0.48	23±1.79	28±0.25	17.24±0.25 BCD*
	Soğuk su	0±0.00	5±0.28	7.5±0.25	10±0.40	12.5±0.25	15±0.28	5.71±0.47 CD
%15	Sıcak su	5±0.29	8±0.25	15±0.25	23±0.29	28±0.25	33±0.29	22.99±0.29 BC
	Soğuk su	5±0.47	17.5±0.64	25±0.47	32.5±0.64	35±0.64	37.5±0.75	31.43±0.70 B
%20	Sıcak su	8±0.25	13±0.25	18±0.25	25±0.29	33±0.25	35±0.29	25.29±0.29 BC
	Soğuk su	10±0.57	20±0.40	27.5±0.47	35±0.64	47.5±0.75	55±0.64	62.86±0.47 A
Kontrol	Sıcak su	0±0.00	0±0.29	5±0.25	10±0.48	10±1.79	13±0.25	13±0.25 D
	Soğuk su	0±0.00	0±0.00	2.5±0.25	5±0.28	7.5±0.25	10±0	12.5±0.25 D
F=20.43		P=0.000						

*Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova P<0.05, Tukey test)

Çizelge 3. Lavanta sıcak su ve soğuk su ekstraktlarının *Tribolium confusum* larvaları üzerindeki öldürücü etkileri
Table 3. Lethal effects of lavender hot water and cold water extracts on Tribolium confusum larvae

Doz	Uygulama	%Ölüm±SH/Gün						
		1.	3.	5.	7.	9.	11.	13. (Abbott)
%10	Sıcak su	0±0.00	15±0.28	37.5±0.75	55±0.64	62.5±0.47	70±0.40	75.68±0.25 B*
	Soğuk su	2.5±0.25	15±0.64	37.5±0.62	50±0.70	55±0.86	65±0.64	77.14±0.40 AB
%15	Sıcak su	10±0.57	25±0.28	47.5±0.47	60±0.70	67.5±0.94	75±0.64	81.08±0.25 AB
	Soğuk su	7.5±0.47	30±0.00	42.5±0.94	55±0.64	70±0.40	70±0.40	82.86±0.28 AB
%20	Sıcak su	12.5±0.62	37.5±0.47	52.5±0.25	62.5±0.62	72.5±0.62	77.5±0.47	83.78±0.50 AB
	Soğuk su	10±0.00	32.5±0.62	45±0.50	62.5±0.47	75±0.50	82.5±0.47	91.43±0.25 A
Kontrol	Sıcak su	2.5±0.25	5±0.28	5±0.28	5±0.28	7.5±0.25	7.5±0.25	7.5±0.25 C
	Soğuk su	0±0.00	5±0.28	5±0.28	5±0.28	7.5±0.47	12.5±0.25	12.5±0.25 C
F=116.82		P=0.000						

*Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova P<0.05, Tukey test)

Çizelge 4. Çörek otu sıcak su ve soğuk su ekstraktlarının *Tribolium confusum* erginleri üzerindeki öldürücü etkileri
Table 4. Lethal effects of black cumin hot water and cold water extracts on Tribolium confusum adults

Doz	Uygulama	%Ölüm±SH/Gün						
		1.	3.	5.	7.	9.	11.	13. (Abbott)
%10	Sıcak su	20±0.40	25±0.28	25±0.28	30±0.40	30±0.40	33±0.62	30.93±0.62 B*
	Soğuk su	22.5±0.47	30±0.57	35±0.28	37.5±0.47	37.5±0.47	40±0.40	38.46±0.40 B
%15	Sıcak su	25±0.28	43±0.47	45±0.28	48±0.47	50±0.57	50±0.57	51.55±0.47 B
	Soğuk su	30±0.40	32.5±0.25	35±0.28	37.5±0.25	40±0.00	42.5±0.25	41.03±0.25 B
%20	Sıcak su	33±0.25	63±0.47	68±0.62	75±0.50	78±0.25	85±0.28	89.69±0.40 A
	Soğuk su	32.5±0.47	35±0.28	35±0.28	40±0.00	45±0.28	45±0.50	46.15±0.62 B
Kontrol	Sıcak su	0±0.00	0±0.00	0±0.00	3±0.25	3±0.25	3±0.25	3±0.25 C
	Soğuk su	0±0.00	0±0.00	2.5±0.25	2.5±0.25	2.5±0.25	2.5±0.25	2.5±0.25 C
F= 41.33		P=0.000						

*Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova P<0.05, Tukey test)

Çizelge 5. Çörek otu sıcak su ve soğuk su ekstraktlarının *Tribolium confusum* larvaları üzerindeki öldürücü etkileri
Table 5. Lethal effects of black cumin hot water and cold water extracts on *Tribolium confusum* larvae

Doz	Uygulama	%Ölüm±SH/Gün							
		1.	3.	5.	7.	9.	11.	13. (Abbott)	
%10	Sıcak su	7.5±0.25	10±0.40	12.5±0.47	15±0.28	15±0.28	20±0.40	34.21±0.47 B*	
	Soğuk su	7.5±0.47	10±0.57	12.5±0.47	20±0.40	22.5±0.47	35±0.28	26.47±0.47 B	
%15	Sıcak su	15±0.28	17.5±0.25	20±0.00	22.5±0.25	30±0.40	37.5±0.47	42.11±0.50 B	
	Soğuk su	10±0.57	15±0.28	17.5±0.25	22.5±0.25	27.5±0.47	37.5±0.47	29.41±0.47 B	
%20	Sıcak su	32.5±0.25	50±0.57	70±0.40	82.5±0.25	85±0.28	87.5±0.47	89.47±0.57 A	
	Soğuk su	17.5±0.47	25±0.28	30±0.40	35±0.28	40±0.70	42.5±0.47	32.35±0.47 B	
Kontrol	Sıcak su	0±0.00	0±0.00	0±0.00	2.5±0.25	2.5±0.25	2.5±0.25	5±0.25 C	
	Soğuk su	0±0.47	0±0.28	0±0.40	2.5±0.28	7.5±0.70	10±0.47	15±0.47 C	
		F=31.25	P=0.000						

*Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova P<0.05, Tukey test)

Şimşek ve ark. (2019), yapmış oldukları bir çalışmada 6 farklı bitkiden elde edilen %10 konsantrasyonuna ait ekstraktları, *T. confusum* erginleri üzerinde denemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, uygulamadan 3 gün sonra zararlı üzerindeki en yüksek fumigant etki oranı %23.17 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak, yürütmüş olduğumuz çalışmada uygulamadan 3 gün sonraki verilere bakıldığında %10 *N. sativa* sıcak ve soğuk su ekstraktlarının zararlının erginleri üzerindeki fumigant etki sırasıyla %25 ve %30 olarak belirlenmiştir. Abdulhay (2012), yapmış olduğu bir çalışmada %15 konsantrasyona ait *Prunus armeniaca* L. bitki su ekstraktının *T. confusum*'ün erginleri üzerindeki fumigant etkisini %25 olarak belirlemiştir. Benzer şekilde yapmış olduğumuz çalışmada %15 *L. angustifolia* sıcak su ekstraktının fumigant etki sonucu %22.99 olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda kullanılan bitki ekstraktlarının zararlının F1 dölü üzerine olan etkisine bakıldığında ise *N. sativa* ekstraktlarının *L. angustifolia* ekstraktlarına kıyasla F1 dölünü azaltmada oldukça başarılı olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada *N. sativa* sıcak ve soğuk su ekstraktının %20 konsantrasyonunda zararlının yeni nesil yavru çıkışında %100 oranında azalma tespit edilmiştir (Çizelge 6). Benzer şekilde; Khan (2018), yürütmüş olduğu çalışmada *N. sativa* bitki uçucu yağının *T. castaneum*'ün yeni nesil çıkışını azaltmada kontrole kıyasla oldukça başarılı olduğunu belirtmiştir. Farmakolojik araştırmalara göre çörek otunun ihtiva ettiği en önemli bileşenlerden timokinon maddesi (Güzelsoy ve ark., 2018) ve lavantanın bünyesinde bulundurduğu linalil asetat ve linalool maddeleri (Yusufoğlu ve ark., 2003) sebebiyle zararlıların F1 dölündeki azaltmaların gerçekleştiği düşünülmektedir.

Çizelge 6. Bitki ekstraktlarının farklı dozlarına 13 gün süreyle maruz kalan *Tribolium confusum* erginlerinin F1 dölündeki azalma oranı

Table 6. The rate of decrease in F1 progeny of *Tribolium confusum* adults exposed to different doses of plant extracts for 13 days

Bitki Ekstraktı	Farklı dozlarda F1 dölündeki azalma oranı (%)±SH		
	%10	%15	%20
Çörek otu sıcak su	23.91±1.04	40.22±2.75	100.00±0.00
Çörek otu soğuk su	24.11±2.21	37.50±1.85	45.54±1.03
Lavanta sıcak su	50.00±0.63	51.22±1.47	58.54±1.32
Lavanta soğuk su	30.00±1.31	36.67±1.70	66.67±2.47

Sonuçlara genel olarak bakıldığında; *N. sativa* için sıcak su ekstraktı soğuk su ekstraktına göre daha yüksek etki gösterirken, *L. angustifolia* için ise soğuk su ekstraktı sıcak su ekstraktına göre daha yüksek etki göstermiştir. Sıcak ve soğuk su ekstraktlarının etki derecelerinde ortaya çıkan bu farklılıklar; bitki bünyesinde bulunan bazı maddelerin bir çözücü içindeki çözünürlüğünün sıcaklık ile değişim

gösterebileceğinden kaynaklanmaktadır. Bazı bitkilerdeki önemli ana maddeler, yüksek sıcaklıkta denatürasyona uğramakta ve böylece çözücünün optimum/kaynama sıcaklığının üzerindeki ekstraksiyon sıcaklıklarında antioksidan özellikleri büyük ölçüde azalabilmektedir (Onyebuchi & Kavaz, 2020)

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yürütülen bu çalışmada yüksek fumigant etki gösteren *N. sativa* ve *L. angustifolia* ekstraktlarının *T. confusum* üzerindeki etkinliğini test eden çalışma yok denecek kadar azken; farklı bitkilerden elde edilen ekstraktların aynı zararlı üzerindeki etkinliğini test eden birçok çalışma bulunmaktadır (Saidana ve ark., 2005; Haouas, 2008; Marouf ve ark., 2008; Abdulhay, 2012; Şimşek ve ark., 2019; Al-Janabi, 2019; Piris ve ark., 2021; Ben-Nasr ve ark., 2021). Bitkisel kökenli insektisitlerin çevre, insan ve faydalı organizmalar üzerinde çok fazla olumsuz etkisi bulunmaması sebebiyle bu tür çalışmaların değeri artmaktadır.

Sonuç olarak, yapılan bu çalışmada *N. sativa* ve *L. angustifolia* bitkilerinden elde edilen sıcak ve soğuk su ekstraktlarının *T. confusum* larva ve erginleri ile mücadelede kullanılabilir alternatifler olduğu ortaya koyulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre denemelerde *T. confusum* larva ve erginleri üzerinde %100 ölüm gerçekleşirse de ekstraktların uygulama dozu arttıkça zamana bağlı olarak test edilen zararlıların ölüm oranlarında da önemli artışlar meydana gelmiştir. Ayrıca, F1 dölünün verimi artan dozla birlikte azaldığı tespit edilmiş ve hatta bazı uygulamada kontrol uygulamasına göre *T. confusum* yeni nesil çıkışlarında %100 azalma meydana gelmiştir. Bundan sonraki aşamada bitki ekstraktlarının ana bileşenlerinin araştırılarak bitkideki aktif moleküllerin belirlenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte yapılacak ek çalışmalar ile depo zararlılarına karşı kullanılma olanaklarının da araştırılması uygun olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, lisans tez çalışmasının verilerini içermektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>

Abdulhay, H.S. (2012). Insecticidal activity of aqueous and methanol extracts of apricot *Prunus armeniaca* L. kernels in the control of *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera: Tenebrionidae). *Al-Mustansiriyah Journal of Science*, 23(6), 7-18. <https://www.iasj.net/iasj/download/65e7faa6ecae567e>

Al-Ghamdi, M.S. (2001). The anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activity of *Nigella sativa*. *Journal of Ethnopharmacology*, 76(1), 45-48. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(01\)00216-1](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(01)00216-1)

Al-Janabi, A.A. (2019). Effect of some water plant extracts in mortality of Confused Flour Beetle adults *Tribolium confusum*. *Plant Archives*, 19(2), 1142-1145.

Arthur, F.H. (2000). Impact of food source on survival of red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to diatomaceous earth. *Journal of Economic Entomology*, 93(4), 1347-1356. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.4.1347>

Aydınlı, G. (2009). *Lahana kist nematodu (Heterodera cruciferae Franklin) (Nemata: Tylenchida: Heteroderidae)'na karşı kimyasal mücadeleye alternatif yöntemler üzerinde araştırmalar-Dayanıklı çeşit saptanması, bazı bitki ekstraktlarının etkileri ve kistlerden larva çıkışına etkili olan faktörler* (Tez no 233100). [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Bell, C.H., & Wilson, S.M. (1995). Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts. (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Product Research* 31(3), 199-205. [https://doi.org/10.1016/0022-474X\(95\)00012-V](https://doi.org/10.1016/0022-474X(95)00012-V)

Ben-Nasr, R., Baudelaire, E.D., Dicko, A., & El Ferchichi Ouarda, H. (2021). Phytochemicals, antioxidant attributes and larvicidal activity of *Mercurialis annua* L. (Euphorbiaceae) leaf extracts against *Tribolium confusum* (du val) larvae (Coleoptera; Tenebrionidae). *Biology* 10(4), 344. <https://doi.org/10.3390/biology10040344>

Bond, E.J., Dumas, T., & Hobbs, S. (1984). Corrosion of metals by the fumigant phosphine. *Journal of Stored Product Research*, 20(2), 57-63. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302562304>

Burits, M. & Bucar, F. (2000). Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research*, 14(5), 323-328. [https://doi.org/10.1002/1099-1573\(200008\)14:5<323::AID-PTR621>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/1099-1573(200008)14:5<323::AID-PTR621>3.0.CO;2-Q)

Chrysargyris, A., Panayiotou, C., & Tzortzakakis, N. (2016). Nitrogen and phosphorus levels affected plant growth, essential oil composition and antioxidant status of lavender plant (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Industrial Crops and Products*, 83, 577-586. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.067>

Çetin, H., & Elma, F.N. (2019). Kermes meşesi [*Quercus coccifera* (L.)] yaprak ekstraktının *Tetranychus urticae* Koch, *Callosobruchus maculatus* F. ve *Plodia interpunctella* (Hubner)'ya toksik etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2), 224-229. <http://dogadergi.ksu.edu.tr/tr/download/>

- article-file/ 647956
- Dörtok, A., & Aksoy, A. (2018). Türkiye buğday sektörünün eşanlı model yöntemiyle tahmini. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 580-586. <http://dogadergi.ksu.edu.tr/tr/pub/issue/37499/433628>
- Emekci, M., & Ferizli, A.G. (2000). Current status of stored products protection in Turkey. *IOBC wprs Bulletin*, 23(10), 39-46.
- Erler, F., & Çetin, H. (2007). Mortality of brown-tail moth, *Euproctis chrysorrhoea* (L.), larvae in response to neem-based products. *Journal of Entomological Science*, 42(4), 593-595.
- Ertugay, Z., & Certel, M. (1991). Tahıllarda depolama problemleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 93-106. <https://agriculture-atauni.press.org/Content/files/sayilar/100/tr-507-tahillar-da-depolam.pdf>
- Fields, P., & Korunic, Z. (2000). The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research*, 36(1), 1-13. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(99\)00021-1](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(99)00021-1)
- Gökçe, A., Stelinski, L.L., Whalon, M.E., & Gut, L. (2010). Toxicity and antifeedant activity of selected plant extracts against larval obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana* (Harris). *The Open Entomology Journal*, 4(1), 18-24.
- Güzelsoy, P., Aydın, S., & Başaran, N. (2018). Çörek otunun (*Nigella sativa* L.) aktif bileşeni timokinonun insan sağlığı üzerine olası etkileri. *Literatür Eczacılık Bilimleri Dergisi*, 7(2), 118-135. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/356036/>
- Hajhashemi, V., Ghannadi, A., & Sharif, B. (2003). Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia* Mill. *Journal of Ethnopharmacology*, 89(1), 67-71. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00234-4](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00234-4)
- Halawani, E. (2009). Antibacterial activity of thymoquinone and thymohydroquinone of *Nigella sativa* L. and their interaction with some antibiotics. *Advances in Biological Research*, 3(5-6), 148-152. <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/11/29>
- Haouas, D., Halima-Kamel, M.B., & Hamouda, M.H. (2008). Insecticidal activity of flower and leaf extracts from *Chrysanthemum* species against *Tribolium confusum*. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 3(2), 87-93.
- Hassan, E., Gökçe, A. (2014). *Production and consumption of biopesticides*. In *Advances in Plant Biopesticides*. Springer, New Delhi, 361-379.
- Imane, M.M., Houda, F., Amal, A.H.S., Kaotar, N., Mohammed, T., Imane, R., & Farid, H. (2017). Phytochemical composition and antibacterial activity of moroccan *Lavandula angustifolia* Mill. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20(4), 1074-1082. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1363000>
- Jawale, C.S., Dama, L.B. (2010). Insecticidal potential of *Cestrum* sp.(Solanaceae: Solanales) against *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Herbst)(Coleoptera:Tenebrionidae). *Deccan Current Science*, 3, 155-61.
- Kanik, F., & Karakoç, Ö.C. (2020). Bazı bitki ekstraktlarının *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki insektisidal ve davranışsal etkileri. *Bitki Koruma Bülteni*, 60(4), 31-40.
- Karataş, İ., Karataş, R., & Elmastaş, M. (2019). Yaygın olarak kullanılan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin sıcak su infüzyonlarının sekonder metabolit içeriği ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(2), 49-57. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gbad/issue/48739/575637>
- Karcı, A. (2006). *Bitkisel Kökenli Bazı Uçucu Yağların Kıрма Un Biti, Tribolium confusum Duval, (Col.: Tenebrionidae)'un Tüm Gelişme Dönemlerine Karşı Fumigant Etkisi* (Tez no 182147). [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Khan, M.M., Akhtar, I., Shah, S.W.H., Shafiq, M., & Hussain, M. (2018). Comparison of means of repellent, toxic and growth regulatory effects of essential oils of plants on different strains of *Tribolium castaneum*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(2), 1319-1324. <https://www.entomoljournal.com/archives/2018/vol6issue2/PartR/6-2-201-755.pdf>
- Kumar, D., & Kalita, P. (2017). Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries. *Foods*, 6(1), 8. <https://doi.org/10.3390/foods6010008>
- Maceljski, M., & Korunic, Z. (1974). Trials of inert dusts in water suspensions for controlling stored-product pests. *Zast. Bilja.*, 22, 115/116.
- Marouf, A., Sangari, S., & Jabbari, L. (2008). An investigation on fumigant effect of the extract of *Origanum vulgare* (Lamiales: Lamiaceae) for control of two stored-product beetles. *Journal Entomol Society of Iran*, 27, 29-41. <https://civilica.com/doc/1588511/>
- Oka, Y. (2012). Nematicidal Activity of *Verbesina encelioides* against the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* and Effects on Plant Growth. *Plant and Soil*, 355, 311-322. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-011-1100-8>
- Oka, Y., Shuker, S., Tkachi, N., Trabelcy, B., & Gerchman, Y. (2014). Nematicidal activity of

- Ochradenus baccatus* against the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica*. *Plant Pathology* 63, 221-231. <https://doi.org/10.1111/ppa.12079>
- Onyebuchi, C., & Kavaz, D. (2020). Effect of extraction temperature and solvent type on the bioactive potential of *Ocimum gratissimum* L. extracts. *Scientific Reports*, 10(1), 1-11.
- Panezai, G.M., Javaid, M., Shahid, S., Noor, W., Bibi, Z., & Ejaz, A. (2019). Effect of four plant extracts against *Trogoderma granarium* and *Tribolium castaneum*. *Pakistan Journal of Botany*, 51(3), 1149-1153.
- Piris, H., Pakeerathan, K.B., & Sayanthan, S. (2021). Efficacy of botanical extracts against storage insect pest *Tribolium confusum* (confused flour beetle) and *Sitophilus oryzae* (Rice Weevil). 1st International Electronic Conference Entomology, 01 Temmuz 2021, <https://doi.org/10.3390/IECE-10529>
- Rajendran, S. (2002). *Postharvest pest losses*. In: Pimentel D, editor. *Encyclopedia of pest management*. New York (NY): Marcel Dekker, Inc., p. 654-656.
- Sağlam, Ö., & Özder, N. (2013). Fumigant toxicity of monoterpenoid compounds against the confused flour beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi* 37, 457-466. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/65245>
- Saidana, D., Tiba, B., Haouas, D., Mahjoub, M.A., Mighri, Z., & Helal, A.N. (2005). Bio-insecticidal activities of halophytic plant extracts against *Tribolium confusum* (Coleoptera, Tenebrionidae). *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 70(4), 793-798.
- Sharaby, A. (1988). Evaluation of some Myrtaceae plant leaves as protectants against the infestation by *Sitophilus oryzae* L. and *Sitophilus granarius* L. *Insect Science And Its Application*, 9, 465-468.
- SPSS, (2013). IBM SPSS Statistics 21.0 for Windows. Armonk, NY.
- Şenel, M. (2013). *Bazı bitkisel ekstraktların Tuta absoluta (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın farklı biyolojik dönemlerine etkisi* (Tez no 334663). [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Şimşek, Ş., Gürsoy, M., & Erkul, S. (2019). Bazı bitki ekstraktlarının *Tribolium confusum* Duv. (Coleoptera: Tenebrionidae) ve *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) üzerindeki kontakt toksisitesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(11), 1785-1788. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/355275/>
- Taş, M.N. (2011). *Bazı bitki ekstraktlarının Callosobruchus maculatus (F.) (Coleoptera: Bruchidae)'a etkileri üzerinde araştırmalar* (Tez no 286874). [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Taylor, R.W.D. (1994). Methyl bromide - Is there any future for this noteworthy fumigant? *Journal of Stored Product Research*, 30, 253-260. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(94\)90317-4](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(94)90317-4)
- Teke, M.A. (2019). *Bazı bitki uçucu yağlarının Sitophilus granarius L. (Coleoptera: Curculionidae) ve Tribolium castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki insektisidal ve davranışsal etkileri* (Tez no 553536). [Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., & Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 154-169. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/erciyesfen/issue/25574/269775>
- Truong, D.H., Nguyen, D.H., Ta, N.T.A., Bui, A.V., Do, T.H., & Nguyen, H.C. (2019). Evaluation of the use of different solvents for phytochemical constituents, antioxidants and in vitro anti-inflammatory activities of *Severinia buxifolia*. *Journal of Food Quality*, 2019, 9. <https://doi.org/10.1155/2019/8178294>
- Yusufoğlu, A., Çelik, H., & Kırbaşlar, F.G. (2003). Utilization of *Lavandula angustifolia* Miller extracts as natural repellents, pharmaceutical and industrial auxiliaries. *Journal of The Serbian Chemical Society*, 69(1), 1-7. <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0352-5139/2004/0352-51390401001Y.pdf>



Bazı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların Amerikan Hamamböceği (*Periplaneta americana* L.) Erginlerine Karşı Ölüm Etkisi

Merve YIKINÇ¹, Hasan TUNAZ^{2*}

¹KSÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Aşşar Kampüsü, 46100 Onikişubat/ Kahramanmaraş, ²KSÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Aşşar Kampüsü, 46100 Onikişubat/ Kahramanmaraş

¹https://orcid.org/0000-0002-9878-5226, ²https://orcid.org/0000-0003-4942-6056

✉: htunaz@ksu.edu.tr

ÖZET

Yapılan çalışmada 17 farklı bitkisel kökenli uçucu yağ kullanılarak *Periplaneta americana* L. (Blattodea:Blattidae) erginlerine karşı fümigant etkisi araştırılmıştır. Kullanılan yağlar *Lavendula angustifolia* (Lamiaceae), *Zingiber officinale* (Zingiberaceae), *Citrus bergamia* (Rutaceae), *Juniperus virginiana* (Cupressaceae), *Piper nigrum* (Piperaceae), *Curcuna longa* (Zingiberaceae), *Betula lenta* (Betulaceae), *Myristica fragrans* (Myristicaceae), *Juniperus communis* (Cupressaceae), *Origanum vulgare* (Lamiaceae), *Mentha piperita* (Lamiaceae), *Chenopodium ambrosioides* (Chenopodiaceae), *Coriandrum sativum* (Apiaceae), *Citrus aurantium* (Rutaceae), *Pimpinella anisum* (Apiaceae), *Abies balsamea* (Pinaceae) ve *Brassica nigra* (Brassicaceae)'dir. Kullanılan uçucu yağlardan *Pimpinella anisum* L. (Apiaceae), *Brassica nigra* L. (Brassicaceae), *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) yağlarının 5 µl l⁻¹ konsantrasyonunda diğer yağlara göre daha yüksek oranlarda *P. americana* ergin ölümü meydana gelmiştir. Bu üç uçucu yağın *B. nigra* 2.5 µl l⁻¹, *C. ambrosioides* 20 µl l⁻¹ ve *P. anisum* 50 µl l⁻¹ konsantrasyonlar uygulandıktan 24 saat sonunda *P. americana* erginlerinde % 100 ölüm meydana getirmiştir. LT₅₀ değerleri *B. nigra* (2.5 µl l⁻¹) için 3.720 saat, *C. ambrosioides* (20 µl l⁻¹) için 3.324 saat ve *P. anisum* (50 µl l⁻¹) için ise 7.203 saat olarak bulunmuştur. LC₉₉ değerleri *B. nigra* (0.5 µl l⁻¹) için 3.825 µl l⁻¹, *C. ambrosioides* (1 µl l⁻¹) için 9.104 µl l⁻¹ ve *P. anisum* (5 µl l⁻¹) için ise 11.404 µl l⁻¹ konsantrasyon şeklinde hesaplanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar ile *P. americana* erginlerine karşı kullanılan yağlardan *B. nigra* (Siyah hardal), *C. ambrosioides* (Meksika çayı) ve *P. anisum* (Anason) yağlarının *P. americana* ergin mücadelesinde kullanılabilmesi ortaya çıkarılmıştır.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 31.08.2022

Kabul Tarihi : 01.11.2022

Anahtar Kelimeler

Amerikan hamamböceği

Uçucu yağ

Fumigant etki

Toxicity of Same Plant-Based Essential Oils Against American Cockroaches (*Periplaneta americana* L.) Adults

ABSTRACT

Toxicity of 17 different plant-based essential oil against *Periplaneta americana* (Blattodea:Blattidae) adults were investigated. Used oils were *Lavendula angustifolia* (Lamiaceae), *Zingiber officinale* (Zingiberaceae), *Citrus bergamia* (Rutaceae), *Juniperus virginiana* (Cupressaceae), *Piper nigrum* (Piperaceae), *Curcuna longa* (Zingiberaceae), *Betula lenta* (Betulaceae), *Myristica fragrans* (Myristicaceae), *Juniperus communis* (Cupressaceae), *Origanum vulgare* (Lamiaceae), *Mentha piperita* (Lamiaceae), *Chenopodium ambrosioides* (Chenopodiaceae), *Coriandrum sativum* (Apiaceae), *Citrus aurantium* (Rutaceae), *Pimpinella anisum* (Apiaceae), *Abies balsamea* (Pinaceae), *Brassica nigra* (Brassicaceae). Higher mortality rates of *P. americana* adult occurred at a concentration of 5 µl l⁻¹ of the essential oils used, *Pimpinella anisum* L. (Apiaceae), *Brassica nigra* L. (Brassicaceae), *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) oils. *B. nigra* 2.5 µl l⁻¹, *C. ambrosioides* 20 µl l⁻¹ and *P. anisum* 50 µl l⁻¹ concentrations caused %100 mortality in *P. americana* adults after 24 hours. LT₅₀ values (2.5 µl l⁻¹) were found to

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 31.08.2022

Accepted : 01.11.2022

Keywords

American cockroach

Essential oils

Fumigant effect

be 3.720 hours for *B. nigra*, 3.324 hours for *C. ambrosioides* and 7.203 hours for *P. anisium*. LC₉₉ values (0.5 µl l⁻¹) were calculated as 3.825 µl l⁻¹ for *B. nigra*, 9.104 µl l⁻¹ for *C. ambrosioides* and 11,404 µl l⁻¹ for *P. anisium*. With the results obtained from the study, it was revealed that the oils of *B. nigra* (Black mustard), *C. ambrosioides* (Mexican tea) and *P. anisium* (Anise) oils used against *P. americana* adults can be used in the control of *P. americana* adults.

Atıf Şekli: Yıkınç M.,& Tunaz H., (2023). Bazı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların Amerikan Hamamböceği (*Periplaneta americana* L.)Erginlerine Karşı Ölüm Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3), 579-587. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1168874>

To Cite : Yıkınç M.,& Tunaz H., (2023). Toxicity of Same Plant-Based Essential Oils Against American Cockroaches (*Periplaneta Americana* L.) Adults. *KSU J. Agric Nat* 26(3), 579-587. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1168874>

GİRİŞ

Amerikan hamamböceği insan sağlığını tehdit edebilen zararlıdır ve Amerikan hamamböceği *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) (Blattodea: Blattidae), ev gibi yaşam yerlerini istila eden hamamböceklerinin en büyüğüdür. Amerikan hamamböcekleri ticaret yoluyla tüm dünyaya yayılmıştır (Rust ve ark., 1991). Amerikan hamamböcekleri, yiyecek zehirlenmesi, dizanteri ve ishale neden olan bakteriyel hastalıklarla gıdaları kirletebilmekte ve çocukluk çağında astıma neden olabilmektedir (Chanbang, 1997). Amerikan hamamböceği mücadelesinde genelde sulfloramid, fipronil ve imidacloprid gibi çevreye zararlı olan kimyasallar kullanılmaktadır. Bununla birlikte, kullanılan kimyasal ilaçlara karşı böcekler direnç kazanabilmektedir. Ayrıca bu kimyasal maddeler insan sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bundan dolayı hamamböceği mücadelesinde yeni mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır (Ahmad ve Suliyat, 2011).

Hamamböceklerinin mücadelesi için geleneksel böcek ilaçlarının kullanımına bir alternatif, bitki uçucu yağlarıdır. Uçucu yağlar, Asya'da (örneğin, Çin, Hindistan) yüzlerce yıldır böcek mücadelesi için kullanılmaktadır ve nispeten kısa kalıntı süreleri ve insanlara ve hayvanlara karşı düşük toksisiteleri nedeniyle güvenli kabul edilmektedir (İsman, 2006).

Uçucu yağlar, aromatik bitkilerin yaprak ve gövdelerin de iç salgı hücrelerinde oluşmaktadır (Guenther, 1948). Bu bileşikler, patojenik mikroorganizmalara karşı geniş bir aktivite göstermektedir (Sameza ve ark., 2016). Uçucu yağlar ayrıca böceklerde insektisit ve repellent aktiviteye sahiptir ve zararlı böceklerin büyümesini, beslenmesini, üremesini ve yumurtlamasını olumsuz etkilemektedir (İsman, 2006). Uçucu yağlar ve bileşenleri, hamamböceklerine ve diğer bir çok zararlı böceklere karşı böcek öldürücü ve uzaklaştırıcı aktiviteye sahiptir (Ngoh ve ark., 1998). Geraniol, eugenol, thymol, trans Cinnamaldehyde, and p-Cymene gibi uçucu yağ bileşenleri, Alman

hamamböceği üzerinde böcek öldürücü etkiye sahip olduğu bir çok çalışmaya ortaya konulmuştur (Phillips ve Appe, 2010, Alzogaray ve ark., 2013).

Yapılan bu çalışmalardan yola çıkılarak bu çalışmada *Chenopodium ambrosioides*, *Brassica nigra*, *Pimpinella anisum*, *Piper nigrum*, *Juniperus Virginia*, *Myristica fragrans*, *Lavendula angustifolia*, *Curcuma longa*, *Citrus aurantium*, *Citrus bergamia*, *Abies balsamea*, *Betula lenta*, *Menta piperita*, *Coriandrum sativum*, *Juniperus communis*, *Origanum vulgare* ve *Zingiber officinale*, uçucu yağlarının diğer bir hamamböceği türü olan Amerikan hamamböceği erginlerine karşı fümigant etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Böcek

Çalışmada test böceği olarak *P. americana* erginleri kullanılmıştır. *P. americana* 50 litrelik plastik kovalar içerisinde, 25 °C sıcaklık ve %60±5 nispi nemde kültüre alınmıştır.

Test edilen uçucu yağlar

Kullanılan uçucu yağlar ve bileşenleri Çizelge 1'de verilmiş olup, biyolojik testlerde kullanılacakları süreye kadar 4±1°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Biyolojik testler

Biyolojik testlerde *P. americana*'nın erginleri kullanılmıştır. Biyolojik testlerde ve kontrollerde 1 litrelik cam kavanozlar kullanılmıştır. Çalışma 3 tekerrür olarak ve her tekerrürde 5'er tane *P. americana* erginleri kullanılmıştır. Kontrol uygulamalarında herhangi bir yağ uygulanmamıştır ve kontrolde 3 tekerrürlü olarak her tekerrür de 5'er tane *P. americana* ergini kullanılmıştır. *P. americana* erginlerine de besin olarak köpek maması verilmiştir. Deneme kavanozlarının ağız kısmına hamamböceklerin kaçmasını engellemek için gres yağı sürülmüştür. *P. americana* erginlerine karşı kullanılan yağlar *Chenopodium ambrosioides*, *Brassica nigra*, *Pimpinella anisum*, *Piper nigrum*,

Betula lenta, *Mentha piperita*, *Coriandrum sativum*, *Ocimum basilicum*, *Zingiber officinale*, *Curcuma longa*, *Citrus aurantium*, *Juniperus communis*, *Abies balsamea*, *Myristica frangras*, *Lavandula angustifolia*, *Citrus bergamia*, *Juniperus virginia* ve *Oregano vulgare* bitkilerinden elde edilmiş uçucu yağların her

birinden 5 µl l⁻¹ konsantrasyon kavanoz kapaklarının alt kısmına yapıştırılan küçük kurutma kağıdına uygulandıktan sonra kapaklar dikkatli bir şekilde sıkıca kapatılmıştır. Her bir uçucu yağ için ölüm gerçekleşene kadar 24 saatte bir sayıma devam edilmiştir.

Çizelge 1. Test edilen uçucu yağlar
Table 1. Tested essential oils

Test Edilen Uçucu Yağlar	Uçucu Yağların Ticari İsimleri	Uçucu Yağların Türkçe İsimleri
<i>Zingiber officinale</i> R. (Zingiberales: Zingiberaceae)	Ginger	Zencefil
<i>Pimpinella anisum</i> L. (Apiales: Apiaceae)	Anise Seed	Anason
<i>Curcuma longa</i> L. (Zingiberales: Zingiberaceae)	Turmeric	Zerdeçal
<i>Mentha piperita</i> L. (Lamiales: Lamiaceae)	Pepper Mint	Nane
<i>Brassica nigra</i> L. (Capparales: Brassicaceae)	Black Pepper	Siyah hardal
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L. (Chenopodiaceae)	S/D (Leaves) Wormsy	Meksika çayı
<i>Betulla lenta</i> L. (Fagales: Betulaceae)	Birch,Sweet	Tatlı huş
<i>Citrus aurantium</i> L. (Sapindales: Rutaceae)		Turunç
<i>Origanum vulgare</i> (Lamiales: Lamiaceae)	Oregano	Oregano
<i>Juniperus communis</i> L. (Pinales: Cupressaceae)	Jüiper Berry	Ardıç
<i>Abies balsamea</i> L. (Pinales: Pinaceae)	Oregane	Balsam göknarı
<i>Coriandrum sativum</i> L. (Apiales: Apiaceae)		Kişniş
<i>Myristica frangras</i> H. (Magnoliales: Myristicaceae)	Oregane	Hindistan cevizi
<i>Lavendula angustifolia</i> L. (Lamiales: Lamiaceae)	Lavender 40/42	
<i>Citrus bergamia</i> L. (Sapindales: Rutaceae)		Bergamot
<i>Juniperus virginia</i> L. (Pinales: Cupressaceae)		Kurşun Kalem Ardıcı
<i>Piper nigrum</i> L. (Piperales:Piperaceae)	Anise Seed	Karabiber

Farklı konsantrasyonlardaki *Pimpinella anisum*, *Brassica nigra* ve *Chenopodium ambrosioides* uçucu yağlarının *Periplaneta americana* erginine karşı ölüm oranının belirlenmesi

Çalışmada 5 µl l⁻¹ konsantrasyonunda uygulanan 17 farklı bitkisel kökenli uçucu yağ arasında en yüksek ölüme sebep olan *P. anisum*, *B. nigra* ve *C. ambrosioides* uçucu yağlarının farklı konsantrasyonları *P. americana* erginlerine uygulanmıştır. Bu bağlamda *P. anisum* yağının 1 µl, 5 µl, 10 µl, 15 µl, 20 µl ve 50 µl l⁻¹ konsantrasyonları; *B. nigra* yağının 0.5 µl, 1 µl, 1,5 µl, 2 µl, 2.5 µl ve 5 µl l⁻¹ konsantrasyonları ve *C. ambrosioides* yağının 1 µl, 5

µl, 10 µl, 15 µl ve 20 µl l⁻¹ konsantrasyonlar *P. americana* erginlerine uygulandıktan sonra *P. americana* erginlerinin canlı ve ölüm sayımları günlük olarak yapılmıştır.

Letal sürenin belirlenmesi

Yapılan biyolojik testler sonucunda *P. americana* erginlerinin 24 saat maruz kalma sonucunda *B. nigra* yağının 2.5 µl l⁻¹ konsantrasyonunda % 100 ölüme, *C. ambrosioides* yağının 20 µl l⁻¹ konsantrasyonunda % 100 ölüme ve *P. anisum* yağının 50 µl l⁻¹ konsantrasyonda %100 ölüme sebep olan

konsantrasyonları baz alınarak 3, 6, 9, 12, 18 ve 24 saat sürelerde maruz bırakıldıktan sonra letal süreler (LT₅₀ ve LT₉₉) hesaplanmıştır. Letal değerlerinin bulunabilmesi için POLO-PC (LeOra Software, 1987) programı kullanılarak probit analizi yapılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizi

Çalışma sonucunda bitkisel kökenli uçucu yağların farklı konsantrasyonlarda *P. americana*'nın erginlerine karşı biyolojik testler yapılmıştır. *P. americana* erginine karşı yapılan uygulamalar sonucunda konsantrasyon ve maruz bırakılma süreleri, çalışmada kullanılan Amerikan hamamböceği sayılarını ve ölüm oranlarını içeren EXCEL tabloları hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda *P. americana*'nın erginlerinin ölüm oranları (%)

hesaplanarak Arcsin transformasyona (Zar, 1996) tabi tutulmuştur. Tek yönlü varyans analizi (SAS, 2009) yapılmış olup ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5'lik Duncan testine göre karşılaştırması yapılmıştır.

BULGULAR

Bazı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların *Periplaneta americana* Erginine Karşı Fümigant Etkisi

Denemeye alınan 17 farklı uçucu yağın 5 µl l⁻¹'lik konsantrasyonuna 24 ve 48 saat süreyle maruz kalan *P. americana* erginlerinde *B. nigra* uçucu yağı % 100 ve *C. ambrosioides* uçucu yağı %53.3 ölümüne sebep olmuştur. Test edilen diğer yağlar ise *P. americana* ergininde düşük ölümüne sebep olmuştur (Çizelge 2.).

Çizelge 2. Bazı bitkisel kökenli uçucu yağların *Periplaneta americana* erginine karşı fümigant etkisi

Table 2. Fumigant effect of some plant-derived essential oils against *Periplaneta americana* adult

UÇUCU YAĞLAR Konsantrasyon (5 µl l ⁻¹)	ÖLÜM ORANLARI (%) ± S.H	
	24 Saat	48 Saat
<i>Brassica nigra</i>	100±0 a	100±0 a
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	53.3±17.6 b	53.3±17.6 b
<i>Mentha piperita</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Zingiber officinale</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Juniperus Virginia</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Juniperus communis</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Betulla lenta</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Origanum vulgare</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Coriandrum sativum</i>	10±10 c	10±10 c
<i>Myristica fragrans</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Abies balsamea</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Pimpinella anisum</i>	6.6±6.6 c	13.3±6.6 cd
<i>Citrus bergamia</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Citrus aurantium</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Piper nigrum</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Curcuma longa</i>	0±0 d	0±0 d
<i>Lavendula angustifolia</i>	6.6±6.6 cd	6.6±6.6 cd
Kontrol	0±0	0±0

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0.0001)

Pimpinella anisum yağının farklı konsantrasyonlarının *Periplaneta americana* erginlerine ölüm oranları

P. anisum uçucu yağının 1, 5, 10, 15, 20 ve 50 µl l⁻¹ konsantrasyonlarının *P. americana* erginlerindeki ölüm oranları Çizelge 3'de görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda *P. anisum* konsantrasyonlarının (F_{5,45}=103.24; P<0.0001), hamamböceğinin uçucu yağa maruz bırakılma süresinin, (F_{9,45}=87.2; P<0.0001) ve bu iki faktörün (Konsantrasyon ve Maruz bırakılma süresi) etkileşiminin (F_{45,45}=4.38; P<0.0001) *P. americana* erginlerinin ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çizelge 3'de *P. anisum* yağının 1 ve 5 µl l⁻¹

konsantrasyonlarının *P. americana* erginlerindeki ölüm oranları altıncı güne kadar düşük olurken, 10 µl l⁻¹ konsantrasyonda sekizinci günde, 15 µl l⁻¹ konsantrasyonda ise yedinci günde %100 ölümü görülmüştür. En yüksek konsantrasyon olan 50µl l⁻¹'de dördüncü gün sonunda *P. americana* ergininde %100 ölüm görülmüştür. Konsantrasyon arttıkça ergin böceklerde ölümler daha kısa sürede gerçekleşmiştir. *P. anisum* yağının 1 ve 5 µl l⁻¹ konsantrasyonunda *P. americana* erginlerinde yedinci günden itibaren ölümün arttığı ve onuncu günde %100'e ulaştığı görülmüştür. *P. americana* erginlerinde ölüm oranı 10 µl l⁻¹ konsantrasyonda birinci günden itibaren zamana bağlı olarak artmış ve sekizinci günde *P. americana* ergininde %100 ölüm gerçekleşmiştir. *P. anisum*

yağının 20 µl l⁻¹ ve 50 µl l⁻¹ konsantrasyonlarında ilk günden itibaren yüksek böcek ölümleri görülmüştür. Bu sonuçlar, uçucu yağ konsantrasyonu ve maruz kalma süresi

arttıkça *P. americana* erginlerinde ölüm oranının arttığını göstermektedir(Çizelge 3).

Çizelge 3. *Pimpinella anisum* yağının farklı konsantrasyonları ve maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerin ölüm oranları

Table 3. The mortality rate of *Periplaneta americana* adults exposed to different concentrations of *Pimpinella anisum* oil

<i>Pimpinella anisum</i> Konsantrasyonu (µl l ⁻¹)	<i>Periplaneta americana</i> Ölüm oranı ±S.hata						F ve P değeri
	1 µl l ⁻¹	5 µl l ⁻¹	10 µl l ⁻¹	15 µl l ⁻¹	20 µl l ⁻¹	50 µl l ⁻¹	
1.gün	6.6±6.6 Fc	6.6±6.6 Fc	33.3±6.6 Dbc	20±11.5 Dbc	40±0 Cb	86.6±13.3 Aa	F _{9,20} =14.68 P<0.0001
2.gün	6.6±6.6 Fd	13.3±6.6 EFcd	40±0 Dcb	33.3±6.6 CDcb	53.3±6.6 Cb	86.6±13.3 Aa	F _{9,20} =25.99 P<0.0001
3.gün	13.3±6.6 EFc	26.6±6.6 DEbc	46.6±6.6 CDb	33.3±6.6 CDbc	66.6±17.6 Cb	93.3±6.6 Aa	F _{9,20} =31.93 P<0.0001
4.gün	26.6±6.6 DEFc	40±0 CDc	53.3±6.6 CDbc	53.3±6.6 BCbc	80±11.5 Bba	100±0 Aa	F _{9,20} =34.04 P<0.0001
5.gün	33.3±0 CDE	46.6±6.6 CDbc	53.3±6.6 CDb	53.3±6.6 BCb	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{9,20} =- P=-
6.gün	33.3±0 CD	46.6±6.6 CDc	66.6±6.6 Cb	73.3±6.6 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{9,20} =- P=-
7.gün	46.6±0 BCDc	66.6±6.6 Cc	86.6±6.6 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{9,20} =- P=-
8.gün	60±0 BCc	86.6±6.6 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{9,20} =- P=-
9.gün	80±0 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{9,20} =- P=-
10.gün	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{9,20} =- P=-
Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	
F ve P değeri	F _{5,12} =8.14 P>0.0015	F _{5,12} =9.54 P>0.0007	F _{5,12} =11.12 P>0.0004	F _{5,12} =9.26 P>0.0008	F _{5,12} =- P=-	F _{5,12} =- P=-	Doz: F _{59,120} =25.39 P<0.0001

*: Verilere tek yönlü varyans analizi uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem seviyesinde Duncan testine göre belirlenmiştir. Aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler ortalamalar arasındaki farklılığı ifade eder.

Brassica nigra uçucu yağının *Periplaneta americana* erginlerine farklı konsantrasyonlarda ölüm oranı

B. nigra uçucu yağının 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 ve 5 µl l⁻¹ konsantrasyonlarına dört gün süreyle maruz bırakılan *P. americana* erginlerinde elde edilen ölüm oranları Çizelge 4 de verilmiştir. Yapılan uygulamaların varyans analizi sonucunda *B. nigra* yağının konsantrasyonlarının (F_{5,15}=39.25; P<0.0001), *P. americana* erginine uçucu yağ maruz bırakılma süresinin, (F_{3,15}=17.44; P<0.0001) ve bu iki faktörün (Konsantrasyon ve Maruz bırakılma süresi) etkileşiminin (F_{15,15}=6.51; P<0.0001) *P. americana* erginlerinin ölümü üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. Çizelge 4.'de *B. nigra* yağının düşük konsantrasyon olan 0.5 µl l⁻¹'de *P. americana* erginlerinde ölüm oranları ilk iki gün düşük olurken üçüncü gün artmış olup ve dördüncü günde %100 ölüme ulaşmıştır. *B. nigra* yağının 1µl l⁻¹ konsantrasyonunda ise ikinci gün *P.*

americana erginlerinde %100 ölüm gerçekleşmiştir. Bu yağın diğer konsantrasyonları olan 1.5, 2, 2.5 ve 5 µl l⁻¹'de ise birinci gün sonunda *P. americana* erginleri ölüm oranları % 100 olmuştur. Bu bağlamda Çizelge 4.3'e bakıldığında yalnızca 0.5 ve 1 µl l⁻¹ konsantrasyonlarda *B. nigra* yağının konsantrasyonu arttıkça *P. americana* erginlerinde ölüm oranları da paralel olarak artmıştır.

Chenopodium ambrosioides uçucu yağının *Periplaneta americana* erginlerine farklı konsantrasyonlarda ölüm oranları

Chenopodium ambrosioides uçucu yağına 1, 5, 10, 15 ve 20 µl l⁻¹ konsantrasyonlarına altı gün süreyle maruz bırakılan *P. americana* erginlerinin ölüm oranları Çizelge 5.'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda *C. ambrosioides* uçucu yağının konsantrasyonlarının, (F_{4,20}=74.58; P<0.001), *P. americana* ergini uçucu yağ maruz bırakılma süresinin,(F_{5,20}=13.24 P<0.0001) *P. americana*

erginlerinin ölüm oranları üzerine istatistiki ($F_{7,128}=25.90$; $P<0.0001$) ve bu iki faktörün (Konsantrasyon ve Maruz bırakılma süresi) etkileşiminin ($F_{20,20}=3.84$; $P<0.0001$) *P. americana* erginlerinin ölümü üzerine istatistiksel açıdan önemli derecede etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. Çizelge 5 'e bakıldığında *C. ambrosioides* yağının $1 \mu\text{l l}^{-1}$ konsantrasyonunda *P. americana* erginlerinde ölümler beşinci günden sonra artmış ve altıncı gün sonunda *P. americana* erginlerinde %100 ölüm gerçekleşmiştir. Diğer konsantrasyonlar olan 5 ve $10 \mu\text{l l}^{-1}$ konsantrasyonlarda ölümler sırasıyla altıncı ve dördüncü günde *P. americana* erginlerinde %100 ölüm

olmuştur. *C. ambrosioides* yağının $15 \mu\text{l l}^{-1}$ konsantrasyonunda ilk günden itibaren *P. americana* erginlerinde yüksek ölüm görülmüş ve ikinci gün sonunda ölüm oranı *P. americana* erginlerinde %100'e ulaşmıştır. En yüksek konsantrasyon olan $20 \mu\text{l l}^{-1}$ 'de birinci gün sonunda *P. americana* erginlerinde %100 ölüm elde edilmiştir. Uygulanan bütün konsantrasyonlar arasında istatistiki olarak farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.). Uygulanan *C. ambrosioides* yağının konsantrasyon miktarı arttıkça *P. americana* erginlerinin ölüm oranlarında artış yaşanmıştır.

Çizelge 4. Belli sürelerde *Brassica nigra* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerin ölüm oranları

Table 4. The mortality rate of *Periplaneta americana* adults exposed to different concentrations of *Brassica nigra* oil

<i>Brassica nigra</i> Konsantrasyon ($\mu\text{l l}^{-1}$)	<i>Periplaneta americana</i> ergini ölüm oranı \pm S.hata						F ve P değeri
	$0.5 \mu\text{l l}^{-1}$	$1 \mu\text{l l}^{-1}$	$1.5 \mu\text{l l}^{-1}$	$2 \mu\text{l l}^{-1}$	$2.5 \mu\text{l l}^{-1}$	$5 \mu\text{l l}^{-1}$	
1.gün	13.3 \pm 6.6 Bc	66.6 \pm 6.6 Bb	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	$F_{3,8}=6.93$ $P<0.0001$
2.gün	33.3 \pm 17.6 Bb	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	$F_{3,8}=68.76$ $P<0.0001$
3.gün	93.3 \pm 6.6 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	$F_{3,8}=-$ $P=-$
4.gün	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	$F_{3,8}=-$ $P=-$
Kontrol	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	
F ve P değeri	$F_{5,12}=28.59$ $P<0.0001$	$F_{5,12}=15.25$ $P<0.0001$	$F_{5,12}=-$ $P=-$	$F_{5,12}=-$ $P=-$	$F_{5,12}=-$ $P=-$	$F_{5,12}=-$ $P=-$	Konsantrasyon: $F_{5,48}=39.25$

*Verilere tek yönlü varyans analizi uygulanmış olup ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem seviyesinde DUNCAN testine göre belirlenmiştir. Aynı Satırdaki farklı büyük harfler ve aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel açıdan farklılık ifade etmektedir.

Bazı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların *Periplaneta americana* Erginlerine Karşı LT_{50} ve LT_{99} Değerleri

Yapılan probit analizi sonucunda *Periplaneta americana* erginlerinde toksik etki gösteren uçucu yağlardan *B. nigra* yağının ($2.5 \mu\text{l l}^{-1}$), *C. ambrosioides* ($20 \mu\text{l l}^{-1}$) ve *P. anisum* ($50 \mu\text{l l}^{-1}$) yağlarının sabit konsantrasyonlarının LT_{50} ve LT_{99} değerleri bulunmuştur. Çizelge 6.'da *B. nigra*, *C. ambrosioides* ve *P. anisum* uçucu yağlarının LT_{50} ve LT_{99} değerleri verilmiştir. LT_{50} değerleri *B. nigra*, *C. ambrosioides* ve *P. anisum* yağları için sırasıyla 3.720 saat, 3.320 saat ve 7.203 saat olarak bulunmuştur. LT_{99} değerleri ise *B. nigra* yağı için 12.158 saat, *C. ambrosioides* yağı 6.702 saat ve *P. anisum* yağı için 14.813 saat süreleri olarak hesaplanmıştır. LT_{99} değerlerine bakıldığında *P. americana* erginlerine en kısa sürede ölüm meydana gelen yağ *C. ambrosioides* yağı iken, *P. anisum* yağı daha uzun sürede ölümler görülmüştür.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Günümüzde kullanılan kimyasal ilaçlar doğada ve gıdalarda kalıntı sorununa neden olmaktadır. Bu

durumdan hedefte olmayan canlılarda etkilenmektedir. Çevre ve insan sağlığını olumsuz etkileyen bazı sorunlara neden olmaktadır. İnsanlar geçmişten beri hastalıkların tedavisinde, beslenmede, barınmada, savunmada ve ısınmak için bitkilerden faydalanmışlardır ve hala devam etmektedirler. Günümüzde ise bu daha bilinçli bir şekilde yapılmakta ve gıda, eczacılık, kozmetik, boya, ziraat, tıp gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bitkilerden elde edilecek yağ için doğada hali hazırda çeşitli bitkiler bulunmalarından dolayı doğaya toksik madde yayılmasının söz konusu olmaması, kısa zamanda parçalanarak toprak ve su kirliliklerine yol açmaması, tüketilen gıdalar üzerinde insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli kalıntılar oluşturmamaları, seçici olmaları gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda bitkisel kökenli uçucu yağların etkilerinin vermiş olduğu zararların kimyasal ilaçlara göre daha az olmasından dolayı böcekler üzerinde birçok çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada laboratuvar koşullarında *P. americana* erginine karşı 17 farklı uçucu yağ kullanılmış olup bu yağların *P. americana* erginlerine karşı fümigant

Çizelge 5 *Belli sürelerde Chenopodium ambrosioides uçucu yağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan Periplaneta americana erginlerin ölüm oranları*

Table 5 The mortality rate of *Periplaneta americana* adults exposed to different concentrations of *Chenopodium ambrosioides* oil

<i>Periplaneta americana</i> ergini ölüm oranı ±S.hata						
<i>Chenopodium ambrosioides</i> Konsantrasyon (µl l ⁻¹)	1 µl l ⁻¹	5 µl l ⁻¹	10 µl l ⁻¹	15 µl l ⁻¹	20 µl l ⁻¹	F ve P değeri
1.gün	13.3±6.6 Cb	53.3±17.6 Bb	86.6±13.3 Aa	93.3±6.6 Aa	100±0 Aa	F _{4,10} =10.01 P>0.0016
2.gün	13.3±6.6 Cc	53.3±17.6 Bb	86.6±13.3 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{4,10} =13.49 P>0.0005
3.gün	13.3±6.6 Cc	60±11.5 Bb	93.3±6.6 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{4,10} =23.91 P<0.0001
4.gün	26.6±6.6 BCc	80±11.5 BAb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{4,10} =22.04 P<0.0001
5.gün	46.6±6.6 Bb	93.3±6.6 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{4,10} =22.24 P<0.0001
6.gün	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{4,10} =- P=-
Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	
F ve P değeri	F _{5,12} =17.91 P<0.0001	F _{5,12} =4.21 P=0.0193	F _{5,12} =0.62 P=0.6892	F _{5,12} =1.00 P=0.4582	F _{5,12} =- P=-	

*Verilere tek yönlü varyans analizi uygulanmış olup ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem seviyesinde DUNCAN testine göre belirlenmiştir. Aynı satırdaki farklı küçük harfler ve aynı sütündeki farklı büyük harfler istatistiksel açıdan farklılık ifade etmektedir.

Çizelge 6. Bazı bitkisel kökenli uçucu yağların *Periplaneta americana* erginlerine karşı LT₅₀ ve LT₉₉ değerleri
Table 6. LT₅₀ and LT₉₉ values of some plant essential oils against *Periplaneta americana* adults

Uçucu Yağlar ve Konsantrasyon	n ^a	Eğim±SH	LT ₅₀ (µl l ⁻¹) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₉ (µl l ⁻¹) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	X ² _c S.D H ^e
<i>Brassica nigra</i> 2.5 µl l ⁻¹	105	0.2 ±0.08	3.720 (0.4-5.2)	12.158 (9.5-21)	5.930 16 0.37
<i>Pimpinella anisum</i> 50 µl l ⁻¹	105	0.3± 0.05	7.203 (6.3-8.1)	14.813 (12.6-19.1)	11.779 28 0.42
<i>Chenopodium ambrosioides</i> 20 µl l ⁻¹	105	0.6±0.16	3.324 (2.5-4.1)	6.702 (5.4-9.8)	10.406 19 0.54

^a : Toplam test edilen birey sayısı, s.d: Serbestlik derecesi, ^c : Ki-kare değeri

etkisi test edilmiştir. Bu bağlamda test edilen uçucu yağlar *Lavendula angustifolia*, *Zingiber officinale*, *Citrus bergamia*, *Juniperus virginiana*, *Piper nigrum*, *Curcuma longa*, *Betula lenta*, *Myristica fragrans*, *Juniperus communis*, *Origanum vulgare*, *Mentha piperita*, *Chenopodium ambrosioides*,

Coriandrum sativum, *Citrus aurantium*, *Pimpinella anisum*, *Abies balsamea*, *Brassica nigra* 'dır. Test edilen uçucu yağlardan *B. nigra* (siyah hardal) ve *C. ambrosioides* (Meksika çayı) 5 µl⁻¹lik konsantrasyonda *P. americana* ergininde uygulamadan 48 saat sonunda yüksek ölümler görülmüştür. Bu ölümler *B. nigra*

%100, *C. ambrosioides* % 53.3 ve *P. anisum* yağında ise %13.3 oranında *P. americana* ergin ölümlerine sebep olmuştur. Diğer yandan *P. americana* erginine uygulanan bu üç uçucu yağın konsantrasyonları arttırılınca *C. ambrosioides* yağında 20 µl l⁻¹ konsantrasyon, *P. anisum* yağı 50 µl l⁻¹ konsantrasyon ve *B. nigra* yağında 2.5 µl l⁻¹ konsantrasyon uygulandıktan 24 saat sonunda *P. americana* erginlerinde %100 ölümüne sebep olmuştur. Kullanılan yağların konsantrasyonlarında ve maruz bırakma sürelerinde elde edilen ölüm oranları arasında farklılar göstermiştir. *B. nigra* (2.5 µl l⁻¹), *C. ambrosioides* (20 µl l⁻¹) ve *P. anisum* (50 µl l⁻¹) sabit konsantrasyonlarda uçucu yağlarının LT₅₀ değerleri sırasıyla 3.720 saat, 3.324 saat ve 7.203 saat olarak bulunmuştur. LT₉₉ değerleri *B. nigra* yağı için (12.158 saat), *C. ambrosioides* için (6.702 saat) ve *P. anisum* yağı için (14.813 saat) süreleri hesaplanmıştır.

Bartu (2021) tarafından yürütülen çalışmada *P. americana* nimflerine 5 µl l⁻¹ konsantrasyonda uyguladığı yağlardan etkili olan *Brassica nigra* %100, *Foeniculum vulgare* %93, *Chenopodium ambrosioides* %93, *Betula lenta* %66 oranında ölümler meydana gelmiştir. *B. nigra* yağının 1 µl l⁻¹, *M. fragrans* yağının 30 µl l⁻¹, *F. vulgare* yağının 10 µl l⁻¹, *B. lenta* yağının 10 µl l⁻¹ konsantrasyonları *P. americana* nimflerine %100 ölümüne sebep olduğunu bulmuştur. Mevcut çalışmada ise yağların uygulanmasından 48 saat sonra *B. nigra* uçucu yağının 5 µl l⁻¹ konsantrasyonunda *P. americana* ergininde %100 ölüm görülürken, *C. ambrosioides* uçucu yağı 5 µl l⁻¹ konsantrasyonuna maruz kalan *P. americana* erginlerinde %53 oranında ölüm görülmüştür. *B. nigra* yağı çalışmada *P. americana* ergininde 2.5 µl l⁻¹ konsantrasyonda %100 ölüm görülürken, Bartu'nun çalışmasında ise *P. americana* nimfinde 1 µl l⁻¹ konsantrasyonda %100 ölümüne neden olmuştur.

Benzer bir çalışmada Sular (2021) kullandığı 14 farklı uçucu yağın 5 µl l⁻¹ konsantrasyonunda *B. germanica* nimfine karşı etkisi yüksek olan üç yağda çalışma yapmıştır. Bu yağlar *B. nigra*, *C. ambrosioides* ve *F. vulgare* 'dir. *B. nigra* uçucu yağında 4 µl l⁻¹, *F. vulgare* ve *P. anisum* yağına 20 µl l⁻¹ konsantrasyonuna 24 saat maruz bırakılma sonunda *B. germanica* nimflerinde % 100 ölüm meydana gelmiştir. Mevcut çalışmada ise 24 saatlik maruz bırakma sonunda *P. americana* ergininde daha düşük konsantrasyon uygulanan *B. nigra* yağının 2.5 µl l⁻¹ konsantrasyonunda % 100 ölüm gerçekleşirken *P. anisum* yağının 50 µl l⁻¹ konsantrasyonunda % 100 ölümüne sebep olmuştur.

Yapılan bir başka çalışmada Mülayim ve ark., (2020)'de *Myzus persicae* 'ya karşı uçucu yağlar uygulamıştır. Uygulanan bitkisel uçucu yağlardan en çok etkiyi *M. persicae* 'ye karşı 24 saatlik uygulama süresinde *P. anisum* uçucu yağının 30 µl l⁻¹ konsantrasyonda %86.67 ölüm oranıyla tespit etmişlerdir. *Aphis craccivora*'ya 30 µl l⁻¹

konsantrasyonda 24 saatlik uygulama sonucunda en yüksek etkinin %53.33'lük ölüm oranıyla *F. vulgare* (rezene) olurken, en düşük etkiyi ise %26.67'lik ölüm oranıyla *P. anisum* uçucu yağında tespit etmişlerdir. *P. anisum* yağının *M. persicae* ve *P. americana* ergininde yüksek ölümler görülürken *A. craccivora* 'da düşük ölümüne sebep olduğu sonucuna varılmıştır. Yapmış olduğumuz çalışmada *P. anisum* uçucu yağının 50 µl l⁻¹ konsantrasyonda 24 saat uygulama sonucunda *P. americana* ergininde % 100 ölüm gerçekleşmiştir. Yapılan bu çalışmalar sonucunda farklı böcek türlerinde de *P. anisum* yağının etkili olduğu bu iki çalışma ile bu sonuca varılmıştır.

Saraç ve Tunç (1995) *P. anisum* uçucu yağının *Tribolium confusum* erginlerine karşı yüksek bir kalıntı toksisitesi (%95'in üzerinde ölüm) gösterdiğini bulmuşlardır. *S. oryzae* erginlerine karşı kullanılan *P. anisum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Thymbra spicata* var. *spicata* ve *Satureja thymbra* uçucu yağlarından *P. anisum* uçucu yağının en yüksek (%0-7,2) repellent etkiye sahip olduğunu bunu sırasıyla *E. camaldulensis*, *T. spicata* var. *spicata* ve *S. thymbra* uçucu yağlarının bildirmişlerdir. *P. anisum* uçucu yağının %40.1-60 arasında 8 hafta boyunca uzaklaştırıcı etki yaptığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda *P. anisum* uçucu yağının 50 µl l⁻¹ konsantrasyonda *P. americana* erginlerine uygulanıp 24 saat sonunda %100 ölüm meydana gelmiştir. Farklı böcek türlerinde *P. anisum* yağının önemli derecede etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda yapılan çalışmada literatüre benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Aydın (2020) yaptığı çalışmada *Blatella germanica* erginine karşı 5 µl l⁻¹ konsantrasyonda 9 bitkisel kökenli uçucu yağ kullanmıştır. *B. germanica* ergininde 24 ve 48 saatlik süre sonunda *B. nigra* 'da (%100), *P. anisum* (%96.6) ve *C. ambrosioides* (%90) yağlarında ölümler meydana gelmiştir. Aydın (2020) yaptığı çalışmada *B. nigra* uçucu yağında 1.5 µl l⁻¹ konsantrasyonda %100 ölüm meydana gelirken yapmış olduğumuz çalışmada *P. americana* ergininde 2.5 µl l⁻¹ konsantrasyonda %100 ölüm meydana gelmiştir.

Çalışmada kullanmış olduğumuz *B. nigra* uçucu yağı *P. americana* ergininde etkili olduğu gibi yapılan başka araştırmalarda da böcek türlerinde etkili sonuç elde edilmiştir ve yüksek ölüm meydana geldiği için mücadelede kullanılabiliğini göstermiştir. Sonuç olarak test edilen yağlardan *B. nigra* 'nın yanısıra *C. ambrosioides* ve *P. anisum* uçucu yağlarında farklı konsantrasyonlarda *P. americana* erginlerinin mücadelesinde kullanılabilme potansiyele sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, ilk yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Ahmad, I. & Suliyat, A. (2011). Development Of Fipronil Gel Bait Against German Cockroaches, *Blattella germanica* (Dictyoptera:Blattellidae) . *Journal of Entomology*, 8(3), 288-294.
- Alzogaray, R.A., Sfara, R., Moretti, A.N., & Zerba, A.N. (2013). Behavioural and toxicological responses of *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) to monoterpenes. *European Journal of Entomology*, 110(2), 247-252.
- Aydın, S. (2020). *Bazı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların Alman Hamamböceği (Blattella germanica (L.)) Erginlerine Karşı Toksisitesi. (Tez No: 629065)*. [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Bartu, F. (2021). *Bazı Bitkisel Kökenli Uçuc Yağların Amerikan Hamamböceği (Periplaneta americana (L.)) Nimflerine Karşı Toksisitesi. (Tez No: 661441)*. [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Chanbang, Y. (1997). "Monitoring of cockroaches (Orhoptera: Blattidae) population in Bangkok urban area and effective used of insecticides. Ph D. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, 57 p.
- Guenther, E. (1948). The essential oils. Vol. I. The constituents of essential oils. D. Van Nostrand Company, Inc. New York. NY.
- Isman, M. (2006). Botanicals insecticide, deterrents and repellents in modern agriculture and increasing regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45-66.
- Isman, M.B. & Paluch, G. (2011). Needles in the haystack: Exploring chemical diversity of botanical insecticides, pp. 248-265. In O. Lopez and J. G. Fernandez-Bolanos (eds), *Green trends in insect control*. Royal Society of ~ Chemistry, Cambridge, London, United Kingdom.
- Leora Software, (1987). Polo-PC. A User's Guide to Probits or Logits Analysis. LeOra Software, Berkeley, CA.
- Mülayim, O., Alaoğlu, Ö., & Çetin, H. (2020). Bazı bitkisel uçucu yağların *Aphis craccivora* (Koch) ve *Myzus persicae* (Sulzer)(Hemiptera: Aphididae)'ya karşı fumigant etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimler Dergisi*, 24(2), 195-203.
- Ngoh, S.P, Choo, L.E.W., Pang, F.Y., Huang, Y., Kini, M.R., & Ho, S.H. (1998). Insecticidal and repellent properties of nine volatile constituents of essential oils against the American cockroach, *Periplaneta americana* (L.). *Pesticide Science*, 54, 261-268.
- Saraç, A. & Tunç, I. (1995). Residual Toxicity and Repellency of Essential Oils to Store Product Insects. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 102, 429-434.
- Phillips, A.K., & Appe, I. (2010). Fumigant toxicity of essential oils to the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *Journal of Economical Entomology*, 103, 781-790.
- Rust, M.K., Reiersen, D.A., & Hansgen, K.H. (1991). Control of American cockroaches (Dictyoptera: Blattidae) in sewers. *Journal of Medical Entomology*, 28, 210-213.
- Sameza, M.L., Mabou, L.C.N., Tchameni, S., Bedine, M.A.B., Tchoumboungang, F., Dongmo, P.M.J., & Fekam, F.B. (2016). Evaluation of clove essential oil as a mycobiocide against *Rhizopus stolonifer* and *Fusarium solani*, tuber rot causing fungi in yam (*Dioscorea rotundata* Poir.). *Journal of Phytopathology*, 164, 433-440.
- SAS Institute, (2009). SAS/STAT User' s Guide, Version 9.1.3. Portable, SAS Institute, Cary, NC.
- Sular, S. (2021). *Bazı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların Alman Hamamböceği (Blattella germanica (L.)) Nimflerine Karşı Ölüm Etkisi. (Tez No: 654490)*. [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Zar, J.H. (1996). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.



Effect of Different Irrigation Water Levels on Yield and Quality Parameters of Fodder Beet

Emmanuel HAKIRUWIZERA¹, Yusuf UÇAR²

^{1,2}Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Isparta/ Türkiye
¹<https://orcid.org/0000-0002-5303-6766>, ²<https://orcid.org/0000-0001-9243-3695>

✉: emmyhakiri@gmail.com

ABSTRACT

The study was carried out at the Agricultural Research and Application Farm of Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences in 2021, with the aim of determining the effect of different irrigation water levels on the yield and quality parameters of fodder beet by the experiment of randomized complete block design with three replications. The study used Rota fodder beet variety. Applied irrigation water amounts were determined according to Penman-Montheith method by considering the total reference evapotranspiration (ET_0) of ten days for five different ratios (S_1 : $ET_0 \times 1.20$, S_2 : $ET_0 \times 0.90$, S_3 : $ET_0 \times 0.60$, S_4 : $ET_0 \times 0.30$; S_5 : $ET_0 \times 0.00$). Drip irrigation method was used for irrigation. Applied irrigation water amounts ranged between 131.9 mm – 643.6 mm. Crop water consumption (ET) ranged between 337.1 mm – 782 mm. At the end of the treatments, it was observed that fresh leaf yield varied between 570 and 1788.1 kg da⁻¹ while these values were from 1865.7 to 7838.8 kg da⁻¹ for fresh root yield, from 2435.8 to 9626.9 kg da⁻¹ for total fresh yield, from 134.1 to 255.5 kg da⁻¹ for leaf dry matter yield, from 469.9 to 1247.6 kg da⁻¹ for root dry matter, from 12.2 cm to 25.4 cm for tuber length, and from 6.5 to 12.4 cm for tuber diameter. The yield response factor (ky) was 1.04. The water use efficiency was 72.3 – 145.0 kg ha⁻¹ mm⁻¹, the irrigation water use efficiency was ranged from 111.7 to 157.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹. The S_2 irrigation treatment was the most appropriate irrigation program under adequate irrigation water conditions. In terms of irrigation deficit conditions, results indicated that there may apply irrigation water at 60% or 30% of reference evapotranspiration from S_3 or S_4 irrigation program.

Biosystem Engineering

Research Article

Article History

Received: 29.08.2022

Accepted: 08.12.2022

Keywords

Fodder beet

Water deficit

Water use efficiency

Yield response factor

Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Yem Pancarının Verim ve Kalite Parametrelerine Etkisi

ÖZET

Çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde 2021 yılında farklı sulama suyu düzeylerinin yem pancarının verim ve kalite parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla tesadüf bloklar deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada Rota çeşidi yem pancarı kullanılmıştır. Sulama suyu miktarının belirlenmesinde Penman-Monteith yöntemine göre hesaplanan kıyas bitki su tüketimi (ET_0) dikkate alınmış, on günlük kıyas bitki su tüketimi toplamının beş farklı oranı (S_1 : $ET_0 \times 1.20$; S_2 : $ET_0 \times 0.90$; S_3 : $ET_0 \times 0.60$; S_4 : $ET_0 \times 0.30$; S_5 : $ET_0 \times 0.00$) sulama suyu olarak uygulanmıştır. Sulamalarda damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 131.9 mm – 643.6 mm arasında, bitki su tüketimi (ET) ise 337.1 mm – 782 mm arasında değişmiştir. Deneme konularına göre yaş yaprak verimi, 570 – 1788.1 kg da⁻¹, yaş yumru verimi, 1865.7 – 7838.8 kg da⁻¹, toplam yaş verim, 2435.8 – 9626.9 kg da⁻¹, yaprak kuru madde verimi, 134.1 – 255.5 kg da⁻¹, yumru kuru madde verimi 469.9 – 1247.6 kg da⁻¹, yumru boyu, 12.2 cm – 25.4 cm, yumru çapı, 6.5 – 12.4 cm arasında değişmiştir Verim tepki etmeni (ky) 1.04 olarak hesaplanmıştır. Su kullanım randımanı 72.3 – 145.0 kg ha⁻¹ mm⁻¹ arasında iken sulama

Biyosistem Mühendisliği

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 29.08.2022

Kabul Tarihi : 08.12.2022

Anahtar Kelimeler

Yem pancarı

Su kısıtı

Su kullanım randımanı

Verim tepki etmeni

suyu kullanım randımanı 111.7 – 157.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹ arasında belirlenmiştir. Deneme koşulları için yeterli sulama suyu koşullarında S₂ konusu en uygun sulama programı olarak belirlenmiştir. Kısıtlı sulama suyu koşullarında ise kıyas bitki su tüketiminin %60'ının ya da %30'unun uygulandığı S₃ veya S₄ konularının sulama programı olarak kullanılabilceği sonucuna ulaşılmıştır.

Atıf Şekli: Hakiruwizera, E., & Uçar, Y (2023). Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Yem Pancarının Verim ve Kalite Parametrelerine Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3), 588-599. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1168306>

To Cite : Hakiruwizera, E., & Uçar, Y (2023). Effect of Different Irrigation Water Levels on Yield and Quality Parameters of Fodder Beet. *KSU J. Agric Nat* 26(3), 588-599. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1168306>

INTRODUCTION

Forage crop farming, meadow, and pasture farming are sources that provide the feed needed by animals cheaply and in abundance (Açıkgöz et al., 2005). It is necessary to increase the amount of forage crop production in field agriculture for reducing the grazing pressure on the meadows and pastures (Yılmaz, 2018). Forage crops are defined as roughage, forage contains important nutrients for increasing the reproductive power of animals and providing high-quality animal products (Yolcu & Tan, 2008). Globally, the amount of feed produced by the feed industry has reached an estimated 1 billion tons per year (FAO & IFIF, 2020). Roughage shortage is a serious problem in Central Anatolia and Transition Regions as well as throughout Türkiye (Erdoğan et al., 2011). Recently, Türkiye has occurred overgrazing (Parlak & Ekiz, 2008). Despite Türkiye being at a good level in terms of livestock, the yield in animal production is quite low (Özdemir & Kökten, 2020). Fodder beet can provide abundant and high-quality forage during meadows and pastures begin to dry up or become insufficient (Erdoğan et al., 2011). The fodder beet is an alternative plant, which attracts more attention from farmers (Seifu et al., 2020).

Fodder beet is a species from the spinach family that produces tubers (root–stem, hypocotyl) and has a high yield among forage plants (Acar et al, 2020). Fodder beet provides both its leaves and tubers in animal nutrition and is consumed either directly or as silage (Sakr et al., 2014). High crude protein and sugar content make fodder beet a more palatable, nutritious, and energy efficient feed (Dulphy et al., 2000). Fodder beet suits temperate climates (Gemalmaz & Bilal, 2016), resistant to salinity and provides the marginal land economically (Güleş, 2009; Abdallah & Yassen, 2008). According to Howell and Musick (1984), it is possible to irrigate fodder beet economically. Brown et al. (1987) and Martin et al. (1983), Fodder beet is particularly sensitive to drought during germination and early development stage, but drought tolerance increases after the root system develops. However, Clover et al. (1999) stated that the lack of water requirement during the growing period reduces the

yield of fodder beet.

Kassab et al. (2012), conducted a study in Egypt for three different irrigation levels according to reference evapotranspiration (ET_o) ratios of 100%, 75%, and 50%, applied irrigation water reported 502 mm, 385 mm and 270 mm, respectively. Chakwizira et al. (2014) in New Zealand, conducted the plant water consumption of 316 mm in non irrigated treatment, 483 mm, and 774 mm for 50% and full irrigation (100% of ET_o), respectively. Yılmaz (2018) reported the fresh leaf yield of 1760 kg da⁻¹ – 2548 kg da⁻¹ in Sakarya–Pamukova conditions, 2913.1 kg da⁻¹ – 3270.0 kg da⁻¹ in Tokat conditions (Karadağ et al., 2014), and from 1592 kg da⁻¹ to 1917 kg da⁻¹ in Konya conditions (Özköse, 2013). Fresh root yields, obtained by Albayrak and Çamaş (2006) varied between 9060 kg da⁻¹ – 8690 kg da⁻¹ for Ecdogelb and Ecdorot cultivars in Central Black Sea conditions. Sarag (2013) reported 5313 kg da⁻¹, 5944 kg da⁻¹ and 6821 kg da⁻¹ in Voroshenger cultivar and 5746 kg da⁻¹, 6345 kg da⁻¹ and 7260 kg da⁻¹ in Rota varieties by applying irrigation water of 50%, 75% and 100% based on the field capacity, respectively. Mofeeda et al. (2019) applied irrigation water of 100%, 80%, and 60% of evaporation pan by drip irrigation method in Egypt. The total fresh yields reported from these irrigation treatments were 7012.6 kg da⁻¹, 6670.5 kg da⁻¹, and 4846.1 kg da⁻¹, respectively.

This study has aimed to determine the water–yield relations of fodder beet in Isparta ecological conditions. The main objectives of the study were to determine the water consumption, irrigation water requirement, the most appropriate irrigation water level, and the effects of different irrigation water levels on yield and quality parameters of fodder beet grown.

MATERIAL and METHODS

The study was carried out in Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Agricultural Research and Experimental Farm (37° 45' N, 30° 33' E) with elevation of 1020 m during 2021. The experimental area was located in the Lakes Region with transition features between the Mediterranean

and the Central Anatolia climate. According to long-term climate data records, average temperature of the region was 12.1 °C, the average relative humidity was 62%, and the average annual total precipitation was 524 mm. During the study, the lowest and highest average temperature recorded in both February and December with 3.8 °C, and August with 24 °C. However, the lowest and highest relative humidity was 36% and 83.6%, obtained in August and January, respectively. In 2021, the total precipitation measured 362 mm, while the rainfall measured in the trial period was 137.6 mm.

Soil samples taken from experimental area indicated the soil bulk density of 1.42 g cm⁻³ and 1.45 g cm⁻³, field capacity of 22.74% (96.9 mm) and 21.08% (91.7 mm), wilting point 11.83% (50.4 mm) and 11.92% (51.8 mm), available water holding capacity of 10.90% (45.4 mm) and 9.16% (39.9 mm), which determined from 0-30 cm and 30-60 cm soil profiles, respectively. The percentages of clay, silt and sand at 0-30 cm soil depth are 28.95%, 34.97% and 36.07%, respectively, and these values are 30.28%, 32.61% and 36.76% at 30-60 cm soil depth. Therefore, the soil texture in both layers determined is Clay Loam (CL) (Table 1).

Table 1. Some characteristics of the soils of the trial area

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı özellikleri

Characteristics	Unit	Results		
Soil depth	cm	0-30	30-60	0-60
Soil bulk density	g cm ⁻³	1.42	1.45	
Field capacity	%	22.74	21.08	
	mm	96.9	91.7	188.5
Wilting point	%	11.83	11.92	
	mm	50.4	51.8	102.2
Available water holding capacity	%	10.9	9.2	
	mm	46.4	39.9	86.3
Clay	%	28.95	30.28	
Silt	%	34.97	32.61	
Sand	%	36.07	36.76	
Soil texture class		CL	CL	

Irrigation water used in the experiment was characterized by the electrical conductivity (EC) of 0.54 dS m⁻¹, pH of 7.74, and SAR value of 0.78. The cations used were Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ and K⁺ with values of 4.72 me L⁻¹, 0.17 me L⁻¹, 1.22 me L⁻¹ and 0.28 me L⁻¹, respectively. However, the anions used were CO₃²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻ and SO₄²⁻ with values of 0.0 me L⁻¹, 6.27 me L⁻¹, 0.11 me L⁻¹, and 0.01 me L⁻¹, respectively. Therefore, the quality of irrigation water is classified in C₂S₁ (Uçar et al., 2020). Irrigation water was taken from the hydrant, which is located next to the trial area and serves to irrigate the farm land, and was applied with the drip irrigation method. The control unit consisted of a sieve filter, pressure regulators and a fertilizer tank that provides fertilizer. The main pipes in the irrigation system were used PE pipes with an outer diameter of 50 mm and an operating pressure of 6 atm, while the manifold pipes were used PE pipes with an outer diameter of 32 mm and an operating pressure of 4 atm. In the study, lateral pipes with 16 mm outer diameter, 40 cm dripper spacing and 2 L h⁻¹ dripper flow were used. A lateral was placed in each row of plants. The system also included water meters and manometers and ball valves to measure and control water. Various agricultural practices were done during the trial such as ploughing, weed control, pest control, and fertilizer applications. Fertilizer application to the fodder beet was applied according to the study recommendation of Türk (2010).

Experimental Design

Five different irrigation water levels were created based on reference evapotranspiration (ET₀) that was taken from the meteorology station (Pessl Instruments, Metos 3.3) of Isparta University of Applied Sciences, Agricultural Research and Practice Farm, which is located from the experimental area. ET₀ values were calculated according to the Penman – Monteith method with irrigation interval of 10 days (Table 2) (Tari et al., 2016). Randomized Complete Block (RCB) design with three replications was used as an experimental design. The irrigation treatment plots were arranged in 10 m long and 3 m width. The fodder beet was planted in 20 March 2021 at 60 cm between rows, and 25 cm within the row. Each irrigation plot had five plant rows (Figure 1).

Table 2. Irrigation treatments used in experiment

Çizelge 2. Denemede kullanılan sulama konuları

Irrigation treatments	ET ₀ ratio	Irrigation interval (days)
S ₁	120%	
S ₂	90%	
S ₃	60%	10
S ₄	30%	
S ₅ ¹	0%	

¹Only apply the same amount of irrigation water as other treatments during the germination and emergence

Applied Irrigation Water Amount

Applied irrigation water amount was calculated by using Equation 1 according to the rates of reference evapotranspiration of cumulative daily ET_o values in 10-day intervals (Tarı et al., 2016). The crop cover percentage was calculated with the help of Equation 2

(Ertek and Kanber, 2001).

$$I = A \times \sum ET_o \times P \times R \quad (1)$$

$$P = \frac{a}{b} \times 100 \quad (2)$$

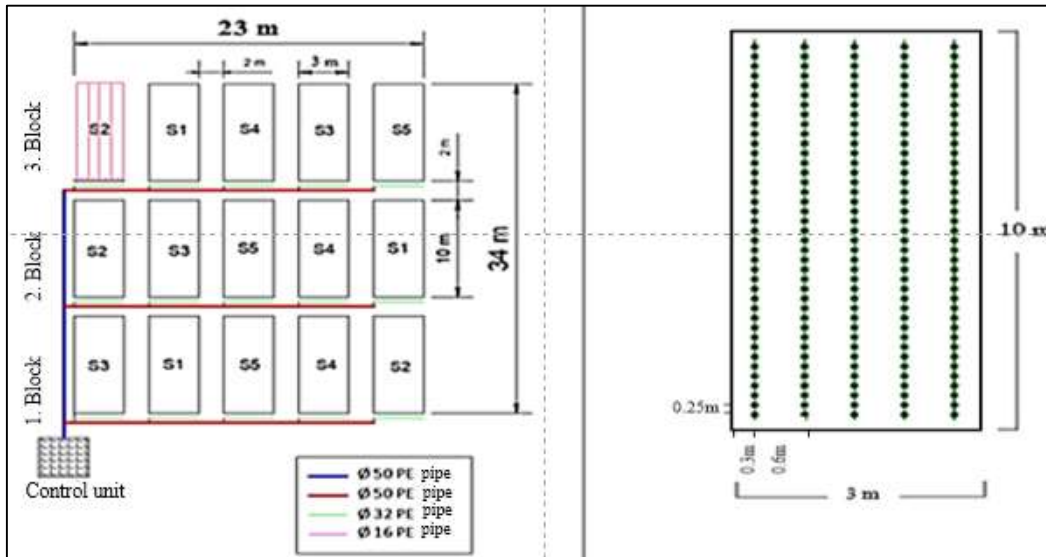


Figure 1. Layout of experimental design and parcel detail
Şekil 1. Deneme yerleşim düzeni ve parsel detayı

Where, I: Irrigation water (liter), A: Parcel area (m^2), ΣET_o : Total reference evapotranspiration (mm), P: Crop cover percentage (%), R: ET_o ratio, a: Plant leaf shadow width (cm) and b: Row spacing (cm)

Crop Water Consumption (ET_c)

The effective root depth (D) of fodder beet is 60 cm (Heikal, 2008; Sakr et al., 2014; Khafaga et al., 2017). Therefore, the soil moisture content in root zone of fodder beet was monitored by gravimetric method with an interval of ten days between 20.04.2021 and 22.10.2021, from 0 – 60 cm soil depth to calculate the crop water consumption (ET_c). The ET_c for each experimental treatment was calculated by using Equation 3 (James, 1988).

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (3)$$

Where; ET: Crop water consumption (mm), I: Applied irrigation water (mm), P: Precipitation measured over a ten-day period (mm), C_p : Capillary rise (mm), D_p : Deep percolation (mm), R_f : Surface runoff (mm) and ΔS : Change of water content in soil profile (mm). Since the experimental area consisted of deep soils without problems of drainage and salinity (Akgül & Başayığit, 2005), C_p and R_f values were neglected during calculations of ET_c .

Water -Yield Relationships

Yield response factor (ky) was determined according to the Stewart model. Equation 4 was used in the

calculation (Stewart et al.,1976, Doorenbos and Kassam,1979).

$$[1 - (Y_a/Y_m)] = ky [1 - (ET_a/ET_m)] \quad (4)$$

Where; ky : Yield response factor, Y_a : Actual yield of total fresh yield ($kg da^{-1}$), Y_m : The highest total fresh yield ($kg da^{-1}$), ET_a : Actual water consumption (mm) and ET_m : Maximum water consumption (mm).

Water Use Efficiencies

Irrigation water and water use efficiencies were determined with the help of Equations 5 and 6 (Howell et al., 1990; Ertek et al., 2007).

$$IWUE = (Y - Y_{ni})/I \quad (5)$$

$$WUE = Y/ET \quad (6)$$

Where; IWUE: Irrigation water use efficiency ($kg ha^{-1} mm^{-1}$), WUE: Water use efficiency ($kg ha^{-1} mm^{-1}$), Y: Total fresh yield ($kg ha^{-1}$), Y_{ni} : Total fresh yield obtained in rainfed conditions ($kg ha^{-1}$), I: Irrigation water (mm), ET: Plant water consumption (mm).

Yield and Quality Parameters

The fodder beet was harvested after 183 days of planting. The harvested area in each irrigation treatment was remained as $16.2 m^2$ ($1.8 m \times 9 m$) after leaving one row at each edge of each trial plot and two plants from the beginning and end as an edge effect. During the yield observations and measurements, 30 fodder beet were selected randomly from each

irrigation treatment (Acar, 2000). The length of tubers (cm) were determined by measuring 30 fodder beet that selected randomly in each plot. The diameter of tubers (cm) were determined by dividing the fodder beet into two part and measured using a ruler. The part of the root above the ground (cm) is the part above the surface level of soil. This parameter measured in each plot by using a meter. The length of fodder beet was expressed in cm. The ratio of the root-stem to the total root-stem was expressed in percentage. Above ground root-stem ratio (%) was calculated by taking the length of fodder beets left in above the ground to the total length of fodder beets. For leaf dry matter ratio (%), after harvesting, at least 100 gram of leaf samples were taken from each plot and dried in a closed place where the sun did not come into direct contact. Then after, they putted in paper bags and dried in an oven at 65 °C until they reached a constant weight, and then dry matter ratios were determined by calculating the ratio of weight of dry leaves to the weight of fresh leaves. The leaf dry matter yield (kg da⁻¹) was calculated by multiplying the dry matter rate and the fresh leaf yield in kg obtained in each plot. For dry matter ratio in root-stem (%), tuber samples were cutted into thin slices and dried in an oven at 70 °C until they reached a constant weight, and then dry matter weights of the tubers were determined. Dry matter ratios of tubers were calculated by proportioning dry weight to wet weight. Root-stem dry matter yield (kg da⁻¹) was calculated by multiplying the dry matter rate determined for root-stem in each plot with the fresh root-stem yield in that plot. For determining the leaf yield (kg da⁻¹), the fodder beet leaves in the harvest plot were separated from their

root-stems and weighed. The fodder beets in the harvest plot were harvested by hand and then the root-stems separated from the leaves and weighed to determine the tuber yield per decare (Güleş, 2009).

Statistical Analysis

Variance analysis of the obtained data was done with the “Minitab 17” computer software according to experimental design. Duncan multiple comparison test with significance level of 5% was applied, if the differences between the treatments were significant different. However, the regression analysis was made for determining irrigation water application, yields, and quality of yield parameters.

RESULTS and DISCUSSIONS

Reference Crop Evapotranspiration

Reference crop evapotranspiration (ET_o) and precipitation values taken from the meteorology station located 500 m away from the experimental area during period of 10 days. The growing period of the fodder beet under the experimental conditions was 183 days. The total precipitation recorded during experiment was 137.6 mm. The ET_o values between 82nd days after planting and 111st days after planting were high, reached the value between 51.6 mm – 57.4 mm. However, it gradually decreased in the period starting from 112nd days after planting until the harvest. When the completely growing period was taken into account, the relative humidity was the lowest between the 72nd and 142nd days after planting, while ET_o reached its highest values (Figure 2).

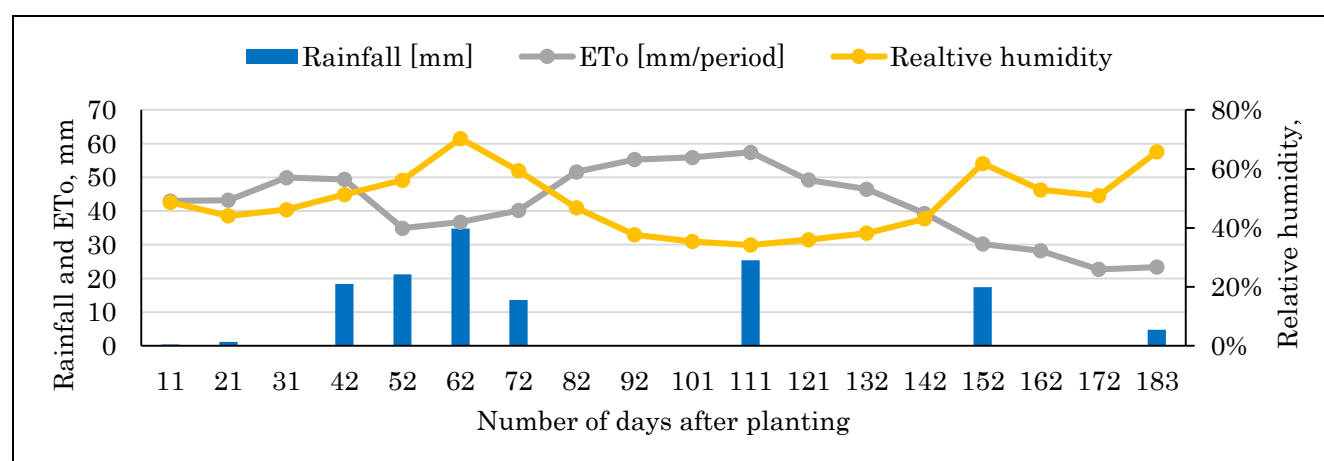


Figure 2. ET_o, precipitation and relative humidity

Şekil 2. ET_o yağış ve bağıl nem

Applied Irrigation Water Amount

The same irrigation water amount was applied to all irrigation treatments during the germination and emergence period. During this period, 131.9 mm of irrigation water was applied equally to all irrigation treatment. The total amounts of irrigation water

applied to S₁, S₂, S₃, S₄ and S₅ were 643.6 mm, 515.7 mm, 387.8 mm, 259.8 mm and 131.9 mm, respectively (Table 3). The amount of irrigation water applied gradually increased until 111st days after planting where it has been seen that the highest average temperature. When there increases air temperature,

ET_o also increases. Khafaga et al. (2017) applied irrigation water amount to the fodder beet of 765.3 mm and 751.5 mm for sprinkler and furrow irrigation methods in 2011, respectively, and 962 and 934 mm of irrigation water in 2012. In Spain, the amount of irrigation water applied was 690 mm and 585 mm in 2011 and 2012, respectively (Noreldin et al., 2016), while the value obtained in New Zealand was 537 mm (Chakwizira et al., 2014). In Egypt conditions, irrigation water amounts were reported as 502 mm, 385 mm and 270 mm for water deficit ratio by 100%

ET_o, 75% ET_o and 50% ET_o (Kassab et al., 2012). Irrigation water may differ from place to another due to the differences in the climate, the method taken into account, the cultivar growing management as well as the different irrigation method.

Soil Moisture Content

Twelve irrigations times were applied during the growing season (Figure 3).

Table 3. The amount of irrigation water applied to the irrigation treatment, mm

Çizelge 3. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, mm

Date	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
Irrigation water applied during germination and emergence period, mm 20/04/2021-20/06/2021			131.9		
Irrigation water applied after starting scheduled irrigation program, mm					
30/06/2021	26.5	19.9	13.3	6.6	0
10/07/2021	41.5	31.2	20.8	10.4	0.0
20/07/2021	53.8	40.4	26.9	13.5	0.0
31/07/2021	61.6	46.2	30.8	15.4	0.0
10/08/2021	68.9	51.7	34.4	17.2	0.0
20/08/2021	59.0	44.3	29.5	14.8	0.0
31/08/2021	55.8	41.9	27.9	14.0	0.0
10/09/2021	47.2	35.4	23.6	11.8	0.0
20/09/2021	36.2	27.2	18.1	9.1	0.0
30/09/2021	33.8	25.4	16.9	8.5	0.0
10/10/2021	27.2	20.4	13.6	6.8	0.0
Total (during scheduled irrigation program, mm)	511.7	383.8	255.9	127.9	0.0
Seasonal Irrigation water applied, mm	643.6	515.7	387.8	259.8	131.9

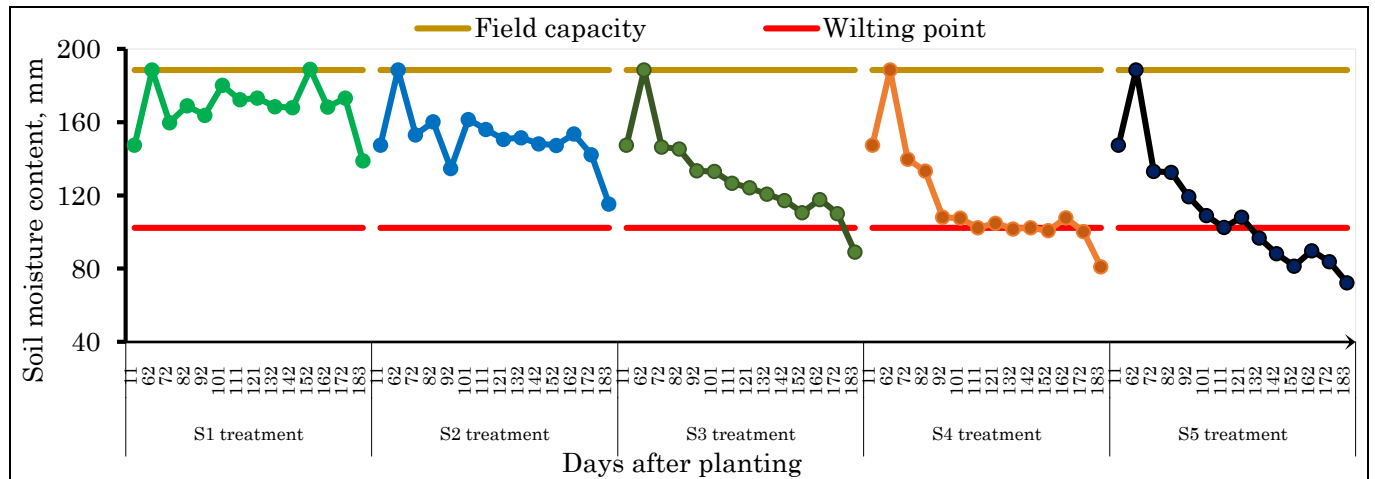


Figure 3. Soil moisture content according to irrigation treatments

Şekil 3. Deneme konularına göre toprak nemi içeriği

Soil moisture content in S₁ was close to field capacity, while in S₂ it generally varied between field capacity and wilting point, except for the last irrigation. On the other hand, S₃ was between field capacity and wilting point at the beginning of the trial, similar to S₂, but towards the end of the trial, it approached to the wilting point. While it was generally around the wilting point in S₄, it started to fall below the wilting

point in S₅ from the middle of the trial. Therefore, in this trial, the leaves of the plants turned yellow and dried after 132nd days after planting.

Crop Water Consumption (ET_c)

The ET_c measured in all irrigation treatment was 163.9 mm before the scheduled irrigations. After the

irrigation program was started, the ET_c values measured in S_1 , S_2 , S_3 , S_4 and S_5 treatments were 618.1 mm, 513.7 mm, 412.1 mm, 286.3 mm and 173.2 mm, respectively, while seasonal ET_c measured in the same irrigation treatments were 782.0 mm, 677.7 mm, 576.0 mm, 450.2 mm and 337.1 mm, respectively (Table 4). Compared to S_1 , where the most irrigation water was applied, the reduction rate of ET_c in S_2 , S_3 , S_4 and S_5 was 13%, 26%, 42% and 57%, respectively. Chakwizira

et al. (2014) in New Zealand reported the ET_c of 316 mm in non-irrigated treatment, and 483 mm and 774 mm in irrigation treatments where 50% and 100% of the ET_0 were applied. Mofeeda et al. (2019) measured ET_c under full irrigation conditions of 573.3 mm for the first year of the experiment and 680.9 mm for the second year in Egypt conditions. The seasonal ET_c measured in this study shows that there was no difference from previous studies.

Table 4. Crop water consumption (ET_c)
Çizelge 4. Bitki su tüketimi (ET_c)

Irrigation treatments	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
ET_c during germination and emergence period, mm 20 April-20 June			163.9		
ET_c after starting irrigation program, mm June (20-30)	101.3	93.0	90.8	85.9	69.6
July	181.0	142.5	110.8	77.0	30.1
August	191.7	154.7	115.8	65.9	39.7
September	109.8	96.5	73.4	43.9	22.0
October	34.3	27.1	21.2	13.5	11.8
Total ET_c after starting irrigation program, mm	618.1	513.7	412.1	286.3	173.2
Seasonal ET_c , mm	782.0	677.7	576.0	450.2	337.1

Effect of Different Irrigation Water Levels on Yields and Quality of Fodder Beet

According to variance analysis results, different irrigation water levels statistically significantly affected the yields and quality of fodder beet ($p < 0.01$) (Table 5). Results indicated that when irrigation water decreased lead fresh root yield, fresh leaf yield, total

fresh yield, leaf dry matter yield, root dry matter ratio, root dry matter yield, leaf dry matter ratio, leaf dry matter yield, total dry matter yield, root length, root diameter, upper root length and upper ground root ratio of fodder beet also decreased accordingly. In order hand, when the amount of applied irrigation water decreased, the rate of leaf dry matter and tuber dry matter increased accordingly.

Table 5. Effect of different irrigation levels on Yield and Quality parameters of Fodder beet
Çizelge 5. Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Yem Pancarının Verim ve Kalite Parametrelerine Etkisi

Irrigation treatment	Yield and Quality parameters of Fodder beet ¹				
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Irrigation water applied (mm)	643.63	515.7	387.8	259.8	131.9
Fresh root yield (kg da ⁻¹)	7838.8±103 ^a	7336.2±50.2 ^a	6945.1±742 ^a	5421.3±474 ^b	1865.7±6.70 ^c
Fresh leaf yield (kg da ⁻¹)	1788.1±2.94 ^a	1373.9±36.6 ^b	1242.0±73.6 ^c	1106.4±58.6 ^d	570.0±26.2 ^e
Total fresh yield (kg da ⁻¹)	9626.9±106 ^a	8710.0±30.4 ^{ab}	8187.1±679 ^b	6527.7±421 ^c	2435.8±21.9 ^d
Root DM ratio (%)	16.0±0.78 ^c	16.0±0.53 ^c	18.0±1.18 ^c	18.3±1.03 ^c	21.8±0.88 ^b
Root DM yield (kg da ⁻¹)	1247.6±50.6 ^a	1319.2±31.4 ^a	1259.6±83.0 ^a	1181.1±117 ^a	469.9±16.1 ^b
Leaf DM ratio (%)	14.3±0.04 ^d	16.4±0.56 ^c	18.1±0.34 ^b	18.6±0.70 ^b	23.5±0.68 ^a
Leaf DM yield (kg da ⁻¹)	255.5±1.12 ^a	225.9±5.88 ^{ab}	225.2±15.7 ^{ab}	207.3±17.4 ^b	134.1±7.50 ^c
Total DM yield (kg da ⁻¹)	1503.1±50.0 ^a	1545.2±37.2 ^a	1484.8±72.7 ^a	1388.3±102 ^a	604.0±17.8 ^b
Root length (cm)	25.4±0.20 ^a	24.7±0.27 ^a	21.0±0.38 ^b	17.3±0.04 ^c	12.2±0.24 ^d
Root diameter (cm)	12.4±0.01 ^a	11.5±0.36 ^b	10.2±0.08 ^c	9.1±0.13 ^d	6.5±0.25 ^e
Upper root length (cm)	15.3±0.02 ^a	14.9±0.20 ^a	11.9±0.49 ^b	8.4±0.01 ^c	5.3±0.06 ^d
Upper root ratio (%)	60.1±0.38 ^a	60.3±0.21 ^a	56.5±1.48 ^b	48.7±0.05 ^c	43.6±0.74 ^d

¹Means with the same letter are no significantly difference, DM: Dry Matter,

Fresh root yield was determined as 7838.8 kg da⁻¹, 7336.2 kg da⁻¹, 6945.1 kg da⁻¹, 5421.3 kg da⁻¹ and 1865.7 kg da⁻¹ in S_1 , S_2 , S_3 , S_4 and S_5 , respectively. Compared to the non-irrigated S_5 treatment, there were the increasing the fresh tuber yield in S_4 , S_3 , S_2

and S_1 as 65.6%, 73.1%, 74.6% and 76.2%, respectively. Albayrak and Çamaş (2006) determined fresh root yield of 9060 kg da⁻¹ – 8690 kg da⁻¹ in Ecdogelb and Ecdorot cultivars under Central Black Sea conditions. Abdallah and Yassen (2008) found the fresh yield as 7797.6 kg da⁻¹, 6983.3 kg da⁻¹ and 5069 kg da⁻¹ in the

combination of the fertilizer and irrigation interval (14, 21, 28 days), respectively in Egypt. Sarag (2013) applied 50%, 75% and 100% of the water to Voroshenger and Rota varieties, and the results were 5313 kg da⁻¹, 5944 kg da⁻¹ and 6821 kg da⁻¹, and 5746 kg da⁻¹, 6345 kg da⁻¹ and 7260 kg da⁻¹, respectively. These results are closed to the results of our study.

Fresh leaf yield was determined as 1788.1 kg da⁻¹, 1373.9 kg da⁻¹, 1242 kg da⁻¹, 1106.4 kg da⁻¹ and 570 kg da⁻¹ in S₁, S₂, S₃, S₄ and S₅, respectively. Compared to the non-irrigated S₅ treatment, fresh leaf yields of S₄, S₃, S₂ and S₁ were increased by 48.5%, 54.1%, 58.5% and 68.1%, respectively. Yılmaz (2018) reported the fresh leaf yield varied 1760 – 2548 kg da⁻¹ in Sakarya-Pamukuva. Karadağ et al. (2014) reported the fresh leaf yield of 2913.1 – 3270.0 kg da⁻¹ in Tokat condition. Özköse (2013) reported fresh leaf yield of 1592 – 1917 kg da⁻¹ in Konya. Erdoğan et al. (2011) in Eskişehir conditions, reported the fresh leaf yield of 1676 kg da⁻¹ and 1436 kg da⁻¹ in Rota and Nedimbey cultivars. The fresh leaf yields reported by Güleş (2009) varied between 1200 -1514 kg da⁻¹ from Magnum, Kyros, Rota, Feldher and Amerilla Bures varieties in Ankara conditions.

The total fresh yields obtained were 9626.9 kg da⁻¹, 8710.0 kg da⁻¹, 8187.1 kg da⁻¹, 6527.7 kg da⁻¹ and 2435.8 kg da⁻¹ in S₁, S₂, S₃, S₄ and S₅, respectively. Compared to the rainfed treatment, fresh tuber yield increased in S₄, S₃, S₂ and S₁ by 62.7%, 70.2%, 72.0% and 74.7%, respectively. Mofeeda et al. (2019) applied 100%, 80% and 60% of the water evaporated from the evaporation pan by drip irrigation method in Egypt and reported 7012.6 kg da⁻¹, 6670.5 kg da⁻¹ ve 4846.1 kg da⁻¹ of total fresh yield. Sakr et al. (2014), obtained total fresh yields of 8347.6 kg da⁻¹, 7367.9 kg da⁻¹, 5875.0 kg da⁻¹ and 4432.1 kg da⁻¹ by irrigating interval 7, 6, 5 and 4 times during the irrigation season, respectively. Kassab et al. (2012) obtained total fresh yield of 5285 kg da⁻¹, 4171 kg da⁻¹ and 3076 kg da⁻¹ by irrigation water levels at 100%, 75% and 50% of ET₀, respectively. While the total yield values obtained from the experiment were similar to Mofeeda et al. (2019). However, Sakr et al. (2014) reported high yield than obtained in this study. In other hand, the total yields obtained in this study were less than yield reported by Kassab et al. (2012).

The lowest and highest tuber dry matter ratios were determined as 16% and 25.2% in S₁ and S₅, respectively. Compared to the S₅ treatment, the reduction rate of tuber dry matter in S₄, S₃, S₂ and S₁ was 13.5%, 27.2%, 28.7% and 36.5%, respectively. Judson et al. (2016) examined the tuber dry matter ratio by considering the upper, middle and lower parts of the tuber and determined the dry matter ratio as 19%, 19% and 19.2% in the upper, middle and lower parts of the tuber, respectively.

The lowest and highest leaf dry matter ratios of fodder

beet (14.3% and 23.5%) were determined as S₁ and S₅ treatments. Compared to the S₅ treatment, the decreases in leaf dry matter rate in S₄, S₃, S₂ and S₁ were 20.8%, 23.1%, 30.2% and 39.2%, respectively. Yılmaz (2018) stated that leaf dry matter ratio determined in Rekord, Rota, Ursus and Zentuar cultivars were 12.5%, 13.5%, 13.5% and 12.4%, respectively. Judson et al. (2016) reported between 7% – 18%, Karadağ et al. (2014) found it to be between 13.05 and 13.62%.

The maximum and minimum tuber dry matter yields were determined as 1319.2 kg da⁻¹ and 469.9 kg da⁻¹ in S₂ and S₅, respectively. Compared to the S₅ treatment, tuber dry matter yield increased in S₄, S₃, S₂ and S₁ by 60.2%, 62.7%, 64.4% and 62.3%, respectively. Milne et al. (2014) reported root dry matter yield of 1500 – 1800 kg da⁻¹ in New Zealand, while Yılmaz (2018) obtained 1781.2 kg da⁻¹, 2348.6 kg da⁻¹, 2855.3 kg da⁻¹, 1536.2 kg da⁻¹ from Rekord, Rota, Ursus and Zentua, respectively. Albayrak and Çamaş (2005) reported 1525 kg da⁻¹ and 1529 kg da⁻¹ in 2002 and 2003 in Çarşamba ecological condition, respectively. Sarag (2013) in Egypt, determined the tuber dry matter yield in Voroshenger cultivar of 865 kg da⁻¹, 1045 kg da⁻¹ and 1666 kg da⁻¹, and Rotta cultivars of 946 kg da⁻¹, 1287 kg da⁻¹ and 1707 kg da⁻¹ at irrigation water levels of 50%, 75% and 100% of field capacity, respectively.

The highest and least leaf dry matter yields were determined as 255.5 kg da⁻¹ and 134.1 kg da⁻¹ in S₁ and S₅, respectively. Compared to the S₅ treatment, there were increased in S₄, S₃, S₂ and S₁ of 35.3%, 40.5%, 40.7% and 47.5%, respectively. Leaf dry matter yields reported in previous study were 154.2 kg da⁻¹ in Rota variety, 232.5 kg da⁻¹ in Rekord cultivar, 304 kg da⁻¹ in Rota cultivar, 344 kg da⁻¹ in Ursus, and 218.2 kg da⁻¹ in Zentuar cultivar (Özdemir and Kökten, 2020).

Total dry matter yield was determined as 1503.1 kg da⁻¹, 1545.2 kg da⁻¹, 1484.8 kg da⁻¹, 1388.3 kg da⁻¹ and 604.0 kg da⁻¹ in S₁, S₂, S₃, S₄ and S₅, respectively. Milne et al. (2014) reported that the highest dry matter yields of 13 different beet varieties in New Zealand were 1937 kg da⁻¹, 1898 kg da⁻¹, 1783 kg da⁻¹, 1754 kg da⁻¹ and 1739 kg da⁻¹ in Enermax, Magnum, Bangor, Troy and Kyros varieties, respectively. They stated that the minimum dry matter yields were 1400 kg da⁻¹ and 1515 kg da⁻¹ in Brigadier and Feldherr varieties, respectively. Heikal (2022) determined the dry matter yield of 2230 – 2370 kg da⁻¹ for non-irrigation treatment (control treatment), 2320 – 2450 kg da⁻¹ for 75% of ET₀, and 2480 – 2770 kg da⁻¹ for 100% ET₀ in Voroshenger variety.

Tuber sizes of S₁, S₂, S₃, S₄ and S₅ were determined as 25.4 cm, 24.7 cm, 21.0 cm, 17.3 cm and 12.2 cm, respectively. Tuber sizes obtained by Mofeeda et al. (2019), Khafaga et al. (2017), Sarag, (2013), Karadağ et al. (2014), Güleş (2009), and Acar (2000) were less than obtained in this study, while the similar to

Abdallah and Yassen (2008).

Tuber diameters measured from S₁, S₂, S₃, S₄ and S₅ were 12.4 cm, 11.5 cm, 10.2 cm, 9.1 cm and 6.5 cm, respectively. The tuber length percentage increased to S₄, S₃, S₂ and S₁ was 28.9%, 36.8%, 43.9% and 47.8%, respectively, when compared to the S₅ treatment. Mofeeda et al. (2019) reported the largest tuber diameter of 15.3 cm in 100% irrigation water, followed by 12.9 cm with 80%, and the smallest diameter fodder beet of 10.8 cm from 60%. Khafaga et al. (2017) reported root diameter of 14.2 cm and 12.9 cm by applying sprinkler and furrow irrigation method, respectively. Karadağ et al. (2014) reported 8.8 cm, 9.2 cm, 10.6 cm and 10.3 cm for Rozsa, Voroshengel, Rota and Brigadier cultivars, respectively.

The length of the tube above the ground was measured as 15.3 cm, 14.9 cm, 11.9 cm, 8.4 cm and 5.3 at S₁, S₂, S₃, S₄ and S₅, respectively. Güleş (2009) reported 7.82 cm, 7.61 cm, 7.29 cm, 6.92 cm and 6.73 cm for Magnum, Kyros, Rota, Feldher ve Amerilla Bures cultivars, respectively, which less than obtained in experiment.

The above-ground-subsoil ratio of the highest and lowest tuber were determined as 60.3% and 43.6% in S₂ and S₅, respectively. Compared to the S₅ treatment, the increases in the aboveground-subsoil ratio of the tuber in S₄, S₃, S₂ and S₁ were 10.3%, 22.7%, 27.6% and

27.4%, respectively. Jbawi (2020) stated that about 50% of fodder beet tubers tend to grow above ground.

It can conclude that the difference yield and quality parameters of fodder beet differ due to the amount of irrigation water, the variety of fodder beet grown, irrigation method and climatic local conditions.

Water-Yield Relationships

The polynomial relationships between the amount of irrigation water and the total fresh yield of fodder beet was determined as $y = -0.00003x^2 + 0.04x - 1.77$ ($R^2 = 0.98^*$) (Figure 4). However, the regression analysis indicated that the a statistically significant linear relationship between the ET_c and fresh yield, as $y = 0.015x - 1.3509$ ($R^2 = 0.87^*$) (Figures 5). According to the results obtained, the fresh yield of fodder beet increased in case irrigation water amount increase as well as the ET_c. Seasonal yield response factor (ky) for fodder beet under experimental conditions was determined as 1.04 (Figure 6). When ky is greater than 1 indicates that the plant is more vulnerable to water stress, while a ky less than 1 indicates that the plant is more resistant to water stress (Savva and Frenken, 2002). The value of 1.04 found in this study for fodder beet can be considered as an indication that this plant is moderate resistant to water deficit.

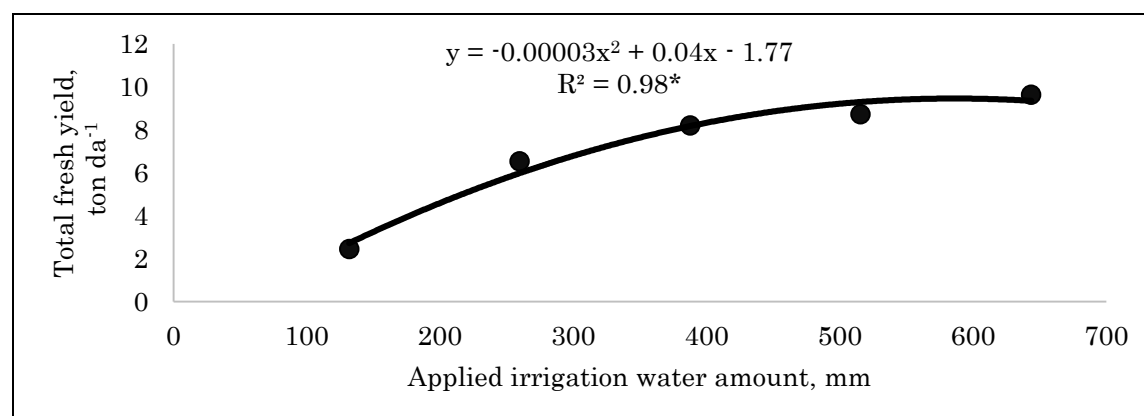


Figure 4. Relationship between the amount of irrigation water and the total wet yield

Şekil 4. Sulama suyu miktarı ve toplam yaş verim arasındaki ilişki

Water Use Efficiency and Irrigation Water Use Efficiency

The water use efficiency was highest in S₄ (145.0 kg ha⁻¹ mm⁻¹), followed by S₃ (142.1 kg ha⁻¹ mm⁻¹), S₂ (128.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹), S₁ (123.1 kg ha⁻¹ mm⁻¹) and S₅ (72.3 kg ha⁻¹ mm⁻¹). Similarly, the highest irrigation water use efficiency was determined in S₄ with 157.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹, followed by S₃ (148.3 kg ha⁻¹ mm⁻¹), S₂ (121.7 kg ha⁻¹ mm⁻¹) and S₁ (111.7 kg ha⁻¹ mm⁻¹) (Figure 7). Khafaga et al. (2017) found IWUE values of 114.7 kg ha⁻¹ mm⁻¹ and 162.2 kg ha⁻¹ mm⁻¹, respectively, in furrow and sprinkler irrigation method. In a study on fodder beet conducted by Heikal (2008), the highest IWUE was determined for the irrigation treatment applied as 50%

of the ET, and the lowest for the full irrigation (108.6 kg ha⁻¹ mm⁻¹). In another study, IWUE values at three different water levels (control, 75% and 100% irrigation) were 156.4 kg ha⁻¹ mm⁻¹, 258.1 kg ha⁻¹ mm⁻¹ and 215.4 kg ha⁻¹ mm⁻¹, respectively (Heikal, 2022). Noreldin et al. (2016) reported that the water use efficiency in Spain was between 110-115 kg ha⁻¹ mm⁻¹. Hasanli et al. (2010) reported the highest IWUE of 90 kg ha⁻¹ mm⁻¹ and the lowest IWUE of 38 kg ha⁻¹ mm⁻¹ by considering root yield of fodder beet. Sakr et al., (2014) determined WUE at four different irrigation intervals (7, 6, 5 and 4 times irrigation), and reported as 169 kg ha⁻¹ mm⁻¹, 172.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹, 158.3 kg ha⁻¹ mm⁻¹ and 145.3 kg ha⁻¹ mm⁻¹, respectively. Hussein

and Hanan (2014) determined IWUE between 164 - 233 kg ha⁻¹ mm⁻¹, and WUE between 162.9 – 168.8 kg ha⁻¹ mm⁻¹ for three different irrigation treatments. The WUE and IWUE values obtained from the experiment

were similar to the WUE and IWUE values stated in the previous studies, although it was grown under different regions and cultivation techniques.

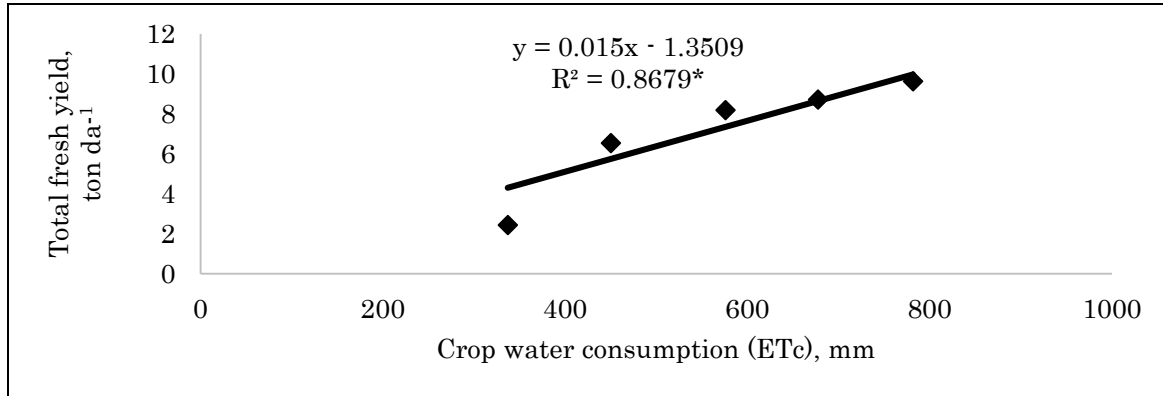


Figure 5. Relationship between plant water consumption and total wet yield
 Şekil 5. Bitki su tüketimi ve toplam yaş verim arasındaki ilişki

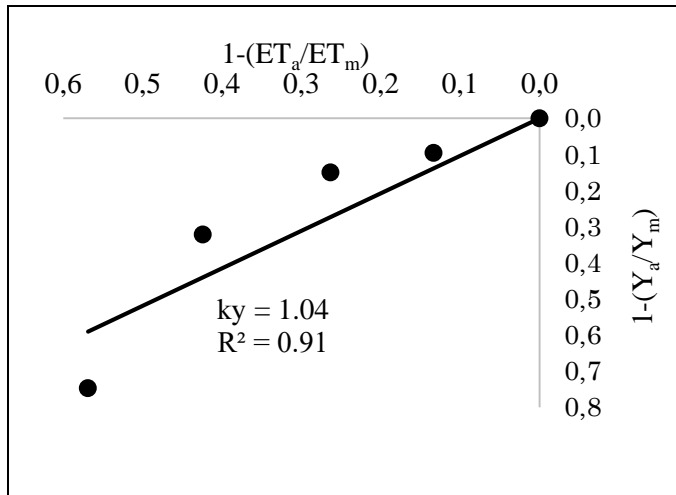


Figure 6. Yield Response Factor (ky)
 Şekil 6. Verim tepki etmeni (ky)

CONCLUSIONS

In the experimental conditions, the length of the growing period of the fodder beet was determined as 183 days. While the total amount of irrigation water applied in the experimental conditions was 643.6 mm, 515.7 mm, 387.8 mm, 259.8 mm and 131.9 mm in S₁, S₂, S₃, S₄ and S₅ treatments, seasonal crop water consumption was 782.0 mm, 677.7mm, 576.0 mm, 450.2 mm and 337.1 mm in S₁, S₂, S₃, S₄ and S₅ treatments, respectively. Maximum and minimum dry leaf yield was 255.5 and 134.1 kg da⁻¹. Maximum and minimum fresh leaf yield was 1865.7 kg da⁻¹ and 570 kg da⁻¹. Maximum and minimum fresh tuber yield was 7838.8 kg da⁻¹ and 1788.1 kg da⁻¹. Maximum and minimum total fresh yield was 9626.9 kg da⁻¹ and 2435.8 kg da⁻¹. All those values above have been determined in S₁ and S₅ irrigation treatments, while maximum and the least dry tuber (root) yield of 1319.2 kg da⁻¹ – 469.9 kg da⁻¹ obtained in S₂ and S₅ irrigation treatments..

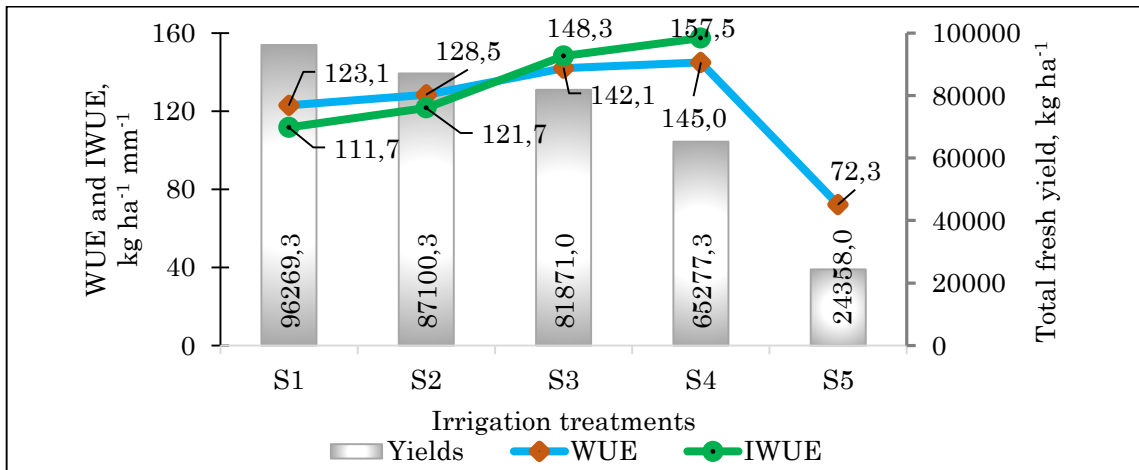


Figure 7. WUE, IWUE and total fresh yield
 Şekil 7. WUE, IWUE ve toplam yaş verimi

Seasonal yield response factor (ky), which is an indicator of the sensitivity of plants to water, was determined as 1.04. The ky value determined for fodder beet, considered as an indicator of the medium resistance of this plant against water deficiency. The highest water use efficiency and irrigation water use efficiency in fodder beet were calculated as 145.0 kg ha⁻¹ mm⁻¹ and 157.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹ for S₄, respectively. The lowest water use efficiency was obtained from S₅ with 72.3 kg ha⁻¹ mm⁻¹, while the lowest irrigation water usage efficiency was obtained from S₁ with 111.7 kg ha⁻¹ mm⁻¹. According to these results, S₂ irrigation treatment has been evaluated as the most appropriate irrigation level under adequate irrigation water conditions. While, it is possible to use S₃ or S₄ irrigation levels in terms of water deficit conditions. S₃ and S₄ in this study has difference of approximately to 6.4% in yield.

Contribution of the Authors

Authors declare the contribution of the authors is equal.

Statement of Conflict of Interest

Author has declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Abdallah, E. F. & Yassen, A. A. (2008). Fodder beet productivity under fertilization treatments and water augmentation. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(2), 282-287.
- Acar, R. (2000). *Bazı Yemlik Pancar (Beta Vulgaris L. Rapacea koch.) Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanı ve Bitki Sıklıkları Uygulamalarının Verim, Verim Unsurları ve Kalite Üzerine Etkileri*. (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Acar, R., Koç, N. & Direk, M. (2020). Süt hayvancılığında alternatif kaba yem olarak hayvan pancarının kullanılması. *Tarla Sera Dergisi*, 95, 94-96.
- Açıkgöz, E., Hatipoğlu, R., Altınok, S., Sancak, C., Tan, A. & Uraz, D. (2005). Yem bitkileri üretimi ve sorunları. Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Türkiye, ss.503-518.
- Akgül, M. & Başığit, L. (2005). Süleyman Demirel Üniversitesi çiftlik arazisinin detaylı toprak etüdü ve haritalanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3), 1-10.
- Albayrak, S. & Çamaş, N. (2005). Influence of row spacing on root yield and yield components of fodder beet in the black sea coastal region. *Tarım Bilimleri Dergisi* 11(2) 160-164.
- Albayrak, S. & Çamaş, N. (2006). Yield components of fodder (Beet *Beta vulgaris* var. *crassa* Mans.) under the middle black sea region conditions. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(1), 65-70.
- Brown, K.F., Messeem, A.B., Dunham, R.J. & Biscoe, P.V. (1987). Effect of drought on growth and water use of sugar beet. *Journal of Agricultural Science*, 109, 421-435.
- Chakwizira, E., De Ruiter, J. M., Maley, S., Dellow, S. J., George, M. J. & Michel, A. J. (2014). Water use efficiency of fodder beet crops. In *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*. (Pp.125-134).
- Clover, G.R.G., Smith, H.G., Azam-Ali, S.N. & Jaggard, K.W. (1999). The effects of drought on sugar beet growth in isolation and in combination with beet yellow virus infection. *J. Agr. Sci.* 133, 251-261.
- Doorenbos, J. & Kassam, A. H. (1979). *Yield Response to Water*. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, 33, 257.
- Dulphy, J. P., Moklet, S. K. & Demarquilly, C. (2000). Fodder beets in animal husbandry. *Fourrages*, 163, 307-314.
- Erdoğan, İ., Sever, A. & Atalay, A. (2011). Eskişehir koşullarında hayvan pancarı yem verimleri ve bazı bitkisel özellikler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 11, 57-63.
- Ertek, A. & Kanber, R. (2001). Pamukta uygun sulama dozu ve aralığının pan evaporasyon yöntemiyle belirlenmesi. *Türk J Agric* 24, 293-300.
- Ertek, A., Sensoy, S., Gedik, I. & Kucukyumuk, C. (2007). Irrigation scheduling for green pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in field conditions by using class-A pan evaporation values. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 2(4), 349-358.
- FAO & IFIF. (2020). *Good practices for the feed sector – Implementing the Codex Alimentarius Code of Practice on Good Animal Feeding*. FAO Animal Production and Health Manual No. 24. Rome.
- Gemalmaz, E. & Bilal, T. (2016). Alternatif kaba yem kaynakları. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 56(2), 63-69.
- Güleş, A. (2009). *Bazı Hayvan Pancarı (Beta Vulgaris L.ssp. crassa Mansf.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri Bakımından Karşılaştırılması*. (Tez No: 256270) [(Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Hassanlı, A.M., Ahmadi, S. & Beecham, S. (2010). Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency. *Agricultural Water*, 97(2), 357-362.
- Hiekal, H. A. M. (2022). Modernization drip irrigation systems to improve fodder crops production and rationalizing groundwater in North Sinai - Egypt: case study. *Misr J. Ag. Eng.*, 39(1), 51 – 70.
- Howell, T.A. & Musick, J.T. (1984). *Relationship of dry matter production of field crops to water consumptions*. *Proc. Int. Con. On Crop Water Requirements*, (pp.11-14).

- Howell, T.A., Cuenca, R.H. & Solomon, K.H. (1990). *Crop Yield Response: Management of Farm Irrigation Systems*. ASAE, USA, (p. 312).
- Hussein, M. M. & Hanan, S.S. (2014). Growth, yield and water use efficiency of fodder beet responses to the npk fertilizer and withholding irrigation. *International Journal of Science and Research*, 3(11), 3117-3126.
- Jbawi, A. E. (2020). All about fodder beet (beta vulgaris subsp. crassa L.) as a source of forage in the world and Syria. *Research Journal of Science* 1(2): 24-44.
- Judson, H.G., McKenzie, S., Robinson, S., Nicholls, A. & Moorhead, A.J.E. (2016). Measurement techniques and yield estimates of fodder beet in Canterbury and Southland. *Journal of New Zealand Grasslands*, 78, 177-180.
- Karadağ, Y., Dündar, Z. & Özkurt, M. (2014). Tokat-Kazova ekolojik koşullarında bazı yemlik pancar (beta vulgaris L. var. rapacea koch.) çeşitlerinin verim ve verim özellikleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2), 1-6.
- Kassab, O. M., Orabi, S. A. & Ellil, A. A. (2012). Physiological response to potassium application in fodder beet plant grown under water stress. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(13), 566-574.
- Khafaga, H.S., Heikal, H.A.M., Abdel-Nabi, A.S., Sharkawy, S.F.T. & Al Shaer, H.M. (2017). Acclimatization fodder beet plants under two irrigation system in saline soils at Sahl El-Tina north Sinai. *Menoufia Journal Plant Production*, 2, 479-494.
- Martin, R.J., Stephen, R.C., Bourdot, G.W. & Goldson, S.L. (1983). A blueprint for high sugar beet yields in Canterbury. *Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand*, 13, 55-58.
- Milne, G.D., Direen, C., Kitson, E., Evans, P., Cleland, R.G. & Treder, D. (2014). Performance of fodder beet cultivars in the South Island *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 76, 141-144.
- Mofeeda, A.S, Nashed, M.E., Osman, A. M. & Sayed, M.A. (2019). Productivity and physiological response of fodder beet to drip irrigation regimes and potassium levels under calcareous soil conditions. *Alex. J. Agric. Sci.*, 64 (6), 439-458.
- Noreldin, T., Sakr, H. O., Abdou, S. & Awad, H. (2016). Simulation of water management for fodder beet to reduce yield losses under late season drought. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1145031.
- Özdemir, A. M. & Kökten, K. (2020). Bazı yemlik pancar (beta vulgaris var. rapacea) çeşitlerinin yumru verimi ve kalite özellikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 2191-2198.
- Özköse A. (2013). Determination of yield and yield components of fodder beet (Beta vulgaris L. var. rapacea koch.) cultivars under the Konya Region conditions. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation* 7(12), 1157-1160.
- Parlak, A. Ö. & Ekiz, H. (2008). Ankara koşullarında bazı yemlik pancar (beta vulgaris l. ssp. crassa mansf.) çeşitlerinin verim ve verim öğeleri bakımından karşılaştırılması. *Journal of Agricultural Sciences*, 14(02), 95-100.
- Sakr, H. O., Awad, H. A., Seadh, S. E. & Abido, W. A. E. (2014). Influence of irrigation withholding and potassium levels on forage yields and its quality of fodder beet. *Journal of Crop Science*, 5(1), 116.
- Sarag, E. I. (2013). Response of fodder beet cultivars to water stress and nitrogen fertilization in semi-arid regions. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 13 (9): 1168-1175.
- Savva, A.P. & Franken, K. (2002). *Monitoring the Technical and Financial Performance of an Irrigation Scheme*. FAO Sub- Regional Office for East and Southern Africa, Harare.
- Seifu, H., Getnet, M. & Mekonnen, K. (2020). Report on Africa RISING Annual Staff Retreat and Planning program. International Livestock Research Institute. 2-5.
- Stewart, J.I., Hagan, R.M. & Pruitt, W.O. (1976). *Production Functions and Predicted Irrigation Programs for Principal Crops as Required for Water Resources Planning and Increased Water use Efficiency*. Tech. Bureau Recl. No: 14-06-D. 7329, USA.
- Tarı, A. F., Özbahçe, A., Ata, G. & Bilgiç, C. (2016). Farklı sulama programlarının şekerpancarında kaliteye etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, 55-60. doi: 10.21566/tarbitderg.281843.
- Türk, M. (2010). Effects of fertilization on root yield and quality of fodder beet (beta vulgaris var. crassa mansf.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16, 212-219.
- TÜİK (2021). Yem Bitkileri Üretimi. Türkiye İstatistik Kurumu <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (Son erişim tarihi: 19.05.2022).
- Uçar, Y., Türk, M., & Kale Çelik, S. (2020). Toprak Altı Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Yoncannın Verim, Kalite ve Su Kullanım Özelliklerinin Belirlenmesi. Tübitak Proje Sonuç Raporu, 215-329s.
- Yılmaz, M. (2018). Sakarya/Pamukova ekolojik koşullarında bazı yemlik pancar çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 22(3), 977-985.
- Yolcu, H. & Tan, M. (2008). Ülkemiz yem bitkileri tarımına genel bir bakış. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(3), 303-312.



Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis*)'nın *In vitro* Çoğaltımı Üzerine Temel Besin Ortamlarının ve Büyüme Düzenleyici Tiplerinin Etkisi

Selcan ÖZYALIN¹, Cennet YAMAN^{2*}

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Akdağmadeni Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bahçe Tarımı Programı, 66300 Akdağmadeni-Yozgat/Türkiye, ²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 66100 Yozgat/Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-4831-8600>, ²<https://orcid.org/0000-0002-2364-8171>

✉: cennet.yaman@yobu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, tıbbi ve ticari değeri yüksek olan tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nin *in vitro* çoğaltımı ve *in vitro* çoğaltılan bitkilerin dış ortama aktarılma başarısı incelenmiştir. Eksplant kaynağı olarak bitkilerin nodal kısımları kullanılmış ve *in vitro* sürgün gelişimi üzerine farklı besin ortamlarının (MS ve B5) ve kök gelişimi üzerine çeşitli büyüme düzenleyicilerinin (IAA; Indol asetik asit ve IBA; Indol bütirik asit) farklı dozlarının (0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 mg L⁻¹) etkisi araştırılmıştır. MS ortamı, *in vitro* bitki çoğaltımı için önemli olan daha fazla sürgün sayısı ve vitrifikasyon göstermeyen sürgünler elde edilmesinde B5 ortamına göre daha etkili bulunmuştur. *In vitro* şartlarda en iyi köklenme 1.0 mg L⁻¹ IBA içeren ortamda gözlenmiş, fakat 1.0 mg L⁻¹ IAA içeren ortamından elde edilen *in vitro* köklü ve köksüz sürgünler diğerlerine göre daha yüksek oranda aklimatize başarısı sergilemiştir. Aklimatize olan bitkilerin hepsi arazi koşullarına başarılı bir şekilde aktarılmış ve canlılıkları devam etmiştir. Sonuç olarak, tıbbi adaçayının tek bir genotipinden hızlı bir şekilde daha sağlıklı bitkilerin çoğaltılmasının belirlenmesi, ticareti ve ıslah çalışmaları için alternatif çoğaltım olanağı sunmaktadır.

Tarımsal Biyoteknoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 06.12.2021

Kabul Tarihi : 13.09.2022

Anahtar Kelimeler

Salvia officinalis

Mikroçoğaltım

Besin ortamı

Köklendirme

Aklimatizasyon

Effect of Basic Nutrient Media and Growth Regulatory Types on *In vitro* Propagation of Common Sage (*Salvia officinalis*)

ABSTRACT

In this study, *in vitro* propagation of common sage (*Salvia officinalis* L.), which has high medicinal and commercial value, and the success of transferring *in vitro* propagated plants to external environment were investigated. The nodal parts of plants were used as explant source, and the effects of different nutrient media (MS and B5) on shoot growth *in vitro* and different doses (0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 mg L⁻¹) of various growth regulators (IAA; Indole acetic acid and IBA; Indole butyric acid) on root growth were investigated. MS medium had higher shoot number than B5 medium, and found to be more effective in obtaining shoots without vitrification, which is important for *in vitro* plant propagation. *In vitro*, the best rooting was observed in the medium containing 1.0 mg L⁻¹ IBA, but *in vitro* rooted and unrooted shoots obtained from the medium containing 1.0 mg L⁻¹ IAA showed higher acclimatization success than the others. All of the acclimatized plants were successfully transferred to the field conditions and their vitality continued. As a result, it offers an alternative propagation opportunity to determinate quickly reproduction of healthier plants from a single genotype of common sage for trading and breeding.

Agricultural Biotechnology

Research Article

Article History

Received : 06.12.2021

Accepted : 13.09.2022

Keywords

Salvia officinalis

Micropropagation

Media

Rooting

Acclimatization

Atıf İçin: Özyalın, S., & Yaman, C (2023). Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis*)'nın *In vitro* Çoğaltımı Üzerine Temel Besin Ortamlarının ve Büyüme Düzenleyici Tiplerinin Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3), 600-609. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1033321.

To Cite: Özyalın, S., & Yaman, C (2023). Effect of Basic Nutrient Media and Growth Regulatory Types on *In vitro* Propagation of Common Sage (*Salvia officinalis*). *KSU J. Agric Nat* 26 (3), 600-609. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1033321

GİRİŞ

Salvia, tüm dünyada süs, farmakolojik ve ekolojik anlamda önemli olan *Lamiaceae* familyasının en büyük cinsidir ve dünya genelinde yaklaşık 900 tür içerir (Ghorbani & Esmailzadeh, 2017). *Salvia* cinsinin yüz türü Türkiye’de bulunur ve bunların yaklaşık 50’si endemiktir (Tursun ve ark., 2021). Tıbbi adaçayı olarak bilinen *Salvia officinalis* L., en yaygın *Salvia* türlerinden biridir. Tıbbi adaçayı 60 cm ile 100 cm arasında değişen boylarda, beyaz, mavi veya mor çiçekli, yaprakları beyazımsı griden gümüş rengine kadar değişen renkte ve tüylü, çok yıllık, yarı çalimsı ve saçak köklere sahip bir bitkidir (Bahtiyarca Bağdat, 2006; Elmas, 2021). Akdeniz ülkelerine özgü farmasötik bitkilerden biri olmasına rağmen dünya çapında tıbbi ve gıda amaçlı olarak yetiştirilmektedir (El-Feky & Aboulthana, 2016; Khare ve ark., 2019). Tıbbi adaçayı Türkiye florasında doğal yayılış göstermemektedir (Dumanoğlu & Sönmez, 2021). Ancak, TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) 2020 verilerine göre Türkiye’nin Antalya, Denizli, Burdur, Kütahya, Muğla, Tekirdağ, Manisa, Düzce, Adana, Ankara, Eskişehir, Uşak, Şanlıurfa, İzmir, Hatay, Kayseri illerinde tıbbi adaçayı kültürü yapılmaktadır (Anonim, 2021). Tıbbi Adaçayı, eski zamanlardan beri geleneksel tıpta terlemeyi azaltmak, boğaz ağrısı için gargara olarak, adet döngüsünün düzenini iyileştirmek ve menopozda sıcak basmaları azaltmak, gastroenterit ve diğer enfeksiyonlarla savaşmak, genel olarak lipid durumunu ve karaciğer fonksiyonunu iyileştirmek, iştahı iyileştirmek, sindirim ve zihinsel kapasiteyi geliştirmek için kullanılmaktadır (Anonymus, 2021; Yaman, 2021). Hatta, Ghorbani & Esmailzadeh (2017)'e göre adaçayının insanlar üzerindeki şu ana kadar onaylanmış klinik farmakolojik etkileri arasında hafıza ve bilişsel işlevlerin iyileştirilmesi, özellikle boğaz ağrısı için ağrının giderilmesi ve kan şekerinde (HbA1c ve tokluk glikoz dahil) ve lipid profilinde (özellikle yüksek yağlı lipoprotein, HDL’de bir artış) önemli iyileşme gibi etkiler yer almaktadır. Bu türün biyolojik ve farmakolojik özelliklerinden sorumlu olabilecek fenolik bileşikler ve uçucu yağ gibi iki ciddi sekonder metabolit grubuna sahiptir (El-Feky & Aboulthana, 2016). Tıbbi adaçayının uçucu yağı, hipotansif ve hipoglisemik özelliklere, anti-spazmodik etkilere, anti-inflamatuar potansiyele ve merkezi sinir sistemi depresan aktivitesine sahip seskiterpenler, monoterpenler, triterpenoidler, oleanolik asit ve ursolik asit içeren bir bir karışımdır (Khare ve ark., 2019). Rosmarinik asit ve türevleri, *S. officinalis* türündeki fenolik asitlerin önemli bir kısmını oluşturur (Lu & Foo, 1999) ve radikal süpürücü aktivitelerinden ve terapötik özelliklerinden sorumludur (El-Feky & Aboulthana, 2016). Son zamanlarda tıbbi bitkilerin herbal çayları (infüzyon

veya dekoksasyon) hem zevk hem de sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle tüketimi popüler hale gelmekte olup, önemli tıbbi bitkilerden biri olan tıbbi adaçayının herbal çayları da birçok ülkede bu amaçla tüketilmektedir (Atoui ve ark., 2005). Aynı zamanda aromaterapi, parfümeri, kozmetik sektöründe; baharat, bitkisel boya ve gıda koruyucu olarak da birçok kullanım alanına sahiptir (Bahtiyarca Bağdat, 2006). Tıbbi adaçayının geleneksel ve endüstriyel kullanımları nedeni ile yetiştiriciliği her geçen gün artmaktadır.

Tıbbi adaçayı, generatif olarak tohumla, vejetatif olarak ise çelikle çoğaltılabilmektedir (Ayanoğlu ve Özkan, 2000; Kara ve ark., 2011). Genel olarak, *Salvia* türlerinin tohum kabuğu etrafında müsülajımsı yapı içermesinden dolayı tohumdan çimlenme oranlarının düşük olduğu bilinmektedir (Yaman, 2020). Aghilian ve ark. (2014) çalışmalarında *Salvia officinalis* türünün çimlenme oranını %45 olarak kaydetmiştir. Bu nedenden dolayı, tıbbi adaçayı çoğaltımında çelikle üretim tercih edilmektedir. *Salvia officinalis* bitkisinin çelikle çoğaltılmasında oksin uygulamalarının, çeliklerin köklenmesinde önemli derecede olumlu etkiler gösterdiği, özellikle yapılan araştırmalarda IBA uygulamasının kök oluşumuna en önemli etkiyi yaptığı bildirilmiştir (Ayanoğlu & Özkan, 2000; Kara ve ark., 2011). Fakat çelikle çoğaltmada, kök oluşum oranları türler arasında önemli değişkenlikler göstermektedir (Kara ve ark., 2011). Son zamanlarda bitkilerin çoğaltımı için alternatif bir yöntem olan doku kültürü teknikleri de kullanılmaktadır. Doku kültürü, çeşitli nedenlerden dolayı (dormansi, embriyonun gelişmemesi, çeliklerin köklenmemesi vb.) generatif veya vejetatif çoğaltılmasında sorunlar yaşanan bitkilerin çoğaltılmasında, ticari değeri yüksek olan türlerin hızlı çoğaltımı ve nesli tehlike altında bulunan türlerin korunması için kullanılan önemli bir çoğaltma yöntemidir.

Salvia türleri için doku kültürü ile çoğaltılması hakkında çalışmalar her geçen gün artmaktadır (Türkmen, 2009; Zayova ve ark., 2016; Uyanık, 2017; Yadav ve ark. 2019) Bu kapsamda daha önceki çalışmalarda *S. officinalis* türü üzerinde hücre ve kallus kültürleri, sürgün ve saçak kök kültürleri ile *in vitro* çoğaltma kültürleri yapılmıştır (Kintzios ve ark., 1999; Bolta ve ark., 2003; Grzegorzcyk ve ark. , 2005; Grzegorzcyk ve ark., 2006; Tawfik & Mohamed, 2007; Irina, 2008; Lemraski ve ark., 2014). Ekonomik değeri yüksek olan bu *Salvia* türünün son zamanlarda artan taleplerinden dolayı yetiştiricilik alanları da artmaktadır. Bu çalışma ile tıbbi adaçayının generatif ve çelikle üretmeye alternatif çoğaltma yöntemi olan *in vitro* yöntemle çoğaltılabilirliği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, tıbbi ve ticari değeri yüksek olan tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) türünün arazi koşullarında deneme kurma potansiyeline sahip

olabilecek bitki materyalinin *in vitro* şartlardan çoğaltılması, köklenmesi ve *in vitro* şartlarda köklenen/köklenmeyen bitkilerin aklimatizasyon (dış ortama alıştırmaya) başarısının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Yalova-Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsünden temin edilen (2019) *Salvia officinalis* L. (tıbbi adaçayı) tohumları bitki materyali olarak kullanılmıştır.

Eksplant Kaynağı

Eksplant kaynağı olarak, iklimlendirme odasında kontrollü şartlarda (24 ± 2 °C, %60 nem ve 16/8 saat ışık/karanlık periyodu) kültüre alınan tohumlardan elde edilmiş bitkilerin (2 aylık) nodal kısımları kullanılmıştır. Herbir eksplant tek nodal içeren 1 cm uzunluğunda kesilmiştir.

Eksplant Sterilizasyonu

Eksplantlar, %20'lik ticari çamaşır suyu çözeltisi (% 5 sodyum hipoklorit (NaOCl)) içinde arada çalkalanarak 15 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Steril saf su ile 4 kez 5'er dk süre ile durulanmıştır. Eksplantlar dikim yapılmadan önce alt kısmından birkaç mm kesilerek besin ortamına dikilmiştir.

Sürgün Kültür Şartları

Sürgün gelişimi için Grzegorzycyk-Karolak ve ark. (2020) ve Rostami ve ark. (2022) çalışmaları modifiye edilerek uygulanmıştır. Temel besin ortamları olarak MS (Murashige ve Skoog, 1962) ve B5 (Gamborg, 1970) besin ortamları ayrı ayrı kullanılmış ve her iki besin ortamı 0.25 mg L^{-1} BAP (6-benzil amino pürin), 0.5 mg L^{-1} Kinetin, 1.0 mg L^{-1} IAA (Indol asetik asit) bitki büyüme düzenleyicileri, 30 gr sukroz ve 6.5 gr agar ile desteklenmiştir. Besin ortamlarının pH'sı 1 N NaOH ya da 1 N HCl kullanılarak 5.8'e ayarlanmıştır. Hazırlanan besin ortamları $121 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 1.2 atmosfer basınç altında 20 dk otoklavda tutularak sterilize edilmiştir.

Eksplantlar hazırlanan her iki steril besin ortamlarına kültüre alınmış ve tüm kültürler 24 ± 2 °C, %60 nem ve 16/8 saat ışık/karanlık periyodunda inkübe edilmiştir. Tüm kültürler 15 günde bir alt kültüre alınmış, deneme için yeterli düzeyde eksplant kaynağı çoğaltımı elde edildiğinde *in vitro* sürgünlerin nodal kısımları kullanılarak denemeler kurulmuştur. Deneme her iki besin ortam için 4 tekerrürlü ve herbir tekerrürde 5 eksplant olacak şekilde tasarlanmıştır. Kültürden 4 hafta sonra denemeler sonlandırılmış ve her iki besin ortamındaki bitkilerin sürgün sayısı (adet), sürgün boyu (cm), yaprak sayısı (adet), yaprak boyu (cm), bitki taze ağırlığı (g) ve bitki kuru ağırlığı

(g) ölçümleri yapılmıştır.

Köklendirme Kültür Şartları

Köklendirme denemesi için eksplant kaynağı 0.25 mg L^{-1} BAP, 0.5 mg L^{-1} Kinetin, 1.0 mg L^{-1} IAA MS besin ortamından elde edilmiştir. Bu ortamda kültür edilen nodal eksplantları her 15 günde bir taze besin ortamına alındı ve 4 haftalık *in vitro* sürgünlerin nodal kısımları kullanılarak aynı ortamlarda mikroçoğaltım yapılmıştır. Yeteri kadar eksplant kaynağı elde edildiğinde yaklaşık 4 haftalık 4-5 yapraklı *in vitro* sürgünler köklendirme denemesi için kullanılmıştır. Köklendirme deneme için *in vitro* sürgünler indol asetik asit (IAA) (0, 0.5, 1.0, 2.0, ve 4.0 mg L^{-1}) veya Indol bütirik asit (IBA) (0, 0.5, 1.0, 2.0, ve 4.0 mg L^{-1}) büyüme düzenleyicileri içeren MS besin ortamında 6 hafta süre ile kültür edilmiştir. Her ortama 30 g sukroz eklenmiş ve 6.5 g agar ile katılaştırılmıştır. Deneme 4 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 4-5 yapraklı bitki olacak şekilde kurulmuştur. Kültürden 6 hafta sonra, kök oluşumu (%), kök sayısı (adet), kök boyu (cm), sürgün gelişimi (%), sürgün sayısı (adet), sürgün boyu (cm), yaprak sayısı (adet) ve taze ağırlıkları (mg) gibi ölçümler alınmıştır.

Aklimatizasyon

Aklimatizasyon için viyollere 2:1 oranında torf:perlit karışımı konulmuştur. Kökleri olmayan tıbbi adaçayı bitkileri 1000 ppm 'lik IBA solisyonuna 5 sn daldırıldıktan sonra viyollere dikilmiştir (Ayanoglu & Özkan, 2000; Kara ve ark, 2011; İzgi, 2020). Tıbbi adaçayı bitkileri köklü ve köksüz olanlar ayrı ayrı olacak şekilde viyollere dikilmiştir. Viyoller şeffaf bir kap içerisine yerleştirilmiş ve benzer bir kap ile de üzeri kapatılmış ve iklim odasında $24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de, %60 nemde 16/8 saat ışık/karanlık periyodunda kültüre alınmıştır. Gerekli olduğu durumlarda sulama yapılmıştır ve 1 hafta sonra viyollerin üzeri 7 gün süre ile her gün birkaç saat açılarak havalanması sağlanmıştır. Kültürden 2 hafta sonra viyollerin üzeri tamamen açılarak iklim odasında gelişimlerine devam etmiştir. Kültürden 4 hafta sonra bitkiler sera koşullarına alınmış canlılık oranları tespit edilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve ikiden fazla uygulamalar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile kıyaslanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1983). İki uygulama arasında analiz edilen parametreler açısından bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t Testi kullanılmış ve p değerinin 0.05 veya daha küçük olması anlamlı kabul edilmiştir. Veriler içerisinde yüzde değerleri olanlar önce açılı değerlerine dönüştürülmüş, daha sonra varyans analize tabi tutulmuştur (Snedecor and Cochran, 1967). Tüm istatistiksel analizler SPSS bilgisayar paket programında yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

İn vitro Sürgün Gelişimi

Bu çalışmada, ekonomik olarak değerli bir tıbbi ve aromatik bitki olan tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin *in vitro* çoğaltılabilirliği araştırılmıştır.

Başarılı bir *in vitro* çoğaltımdaki ilk engel, eksplantlarla birlikte ekzojen ve endojen kaynaklı mikroorganizmaların varlığıdır. Yabani kaynaktan elde edilen seçilmiş eksplantlardan steril kültürlerin oluşturulması ön koşuldur. Ancak çok yıllık bitkiler söz konusu olduğunda sterilizasyon işi zorlaşmaktadır (Shekhawat ve ark., 2012; Aghaye & Yadollahi, 2012).

Kontrollü serada yetiştirilmiş tıbbi adaçayı fidelerden alınan nodal eksplantlarının 15 dakika süreyle %20 ticari çamaşır suyu ile muamele edilmesi, %100 başarılı bir şekilde sterilize edilmesinde etkili olmuştur. Uyanık (2017) çalışmalarında doğada yetişen tıbbi adaçayı örneklerinden almış oldukları eksplantlarda %86.7 ile en yüksek sterilizasyonu 20 dakika %15'lik ticari çamaşır suyu uygulamasından elde etmiştir. Aradaki farklılığın sterilizasyon solüsyonunun konsantrasyonundan kaynaklanabileceği gibi eksplant kaynağı olarak kullanılan fidelerin yetiştikleri ortam ve yaşından da meydana gelebilir.

Çok yıllık bitkilerin *in vitro* kültüründe karşılaşılan

diğer bir zorluk ise kültüre alınan eksplantların besin ortamına fenolik bileşik salgılamasıdır. Bitkilerdeki fenolik bileşikler, bitki gelişiminde biyotik ve abiyotik streslere karşı koruma için gerekli olan sekonder metabolitlerdir (Kefeli ve ark., 2003). Ancak, bu fenolik bileşiklerin besin ortamına sızması, eksplantların *in vitro* rejenerasyonuna karşıt olan bazı toksik bileşikler içerebilir (Dibax ve ark., 2005). Ayrıca salgılanan fenolik bileşikler, polifenoloksidazlar ve peroksidaz enzimleri tarafından kolayca oksitlenebilir (Bhat & Chandel, 1991) ve besin ortamının esmerleşmesine/ kararmasına, nihayetinde de eksplantların ölümüne yol açabilir (Laukkanen ve ark., 1999; Arnaldos ve ark., 2001). Birçok bilimsel çalışmada, eksplantların antioksidanlarla ön işleme tabi tutulması ve ortama polifenol adsorbanlarının dahil edilmesinin bu sorunun bir dereceye kadar çözülebileceğini öne sürmüştür (Abdelwahd ve ark., 2008; Jiang ve ark., 2018; Nishchal ve ark., 2018; Raj ve ark., 2020). Bu çalışmada çok yıllık bir bitki olan tıbbi adaçayı eksplantlarının kültür ortamında yok denecek kadar az salgı gözlenmiştir.

Tıbbi adaçayının sürgün gelişimi için 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ Kinetin, 1.0 mg L⁻¹ IAA içeren MS ve B5 temel besin ortamları ayrı ayrı kullanılmış ve elde edilen veriler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tıbbi adaçayında MS ve B5 besin ortamlarının bitki gelişime etkisi

Table 1. Effect of MS and B5 nutrient media on plant growth parameters in medicinal sage

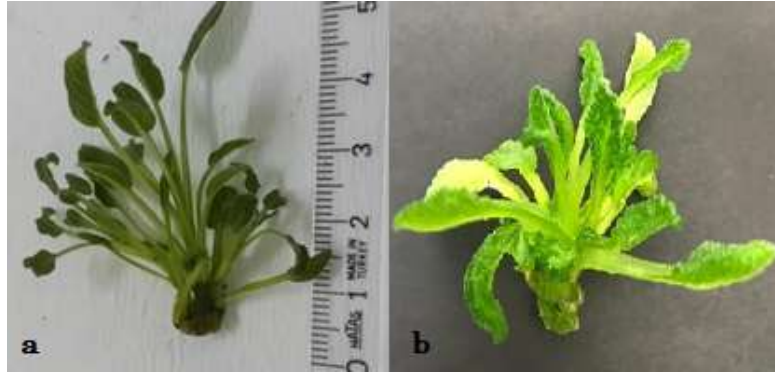
	MS	B5	p
Sürgün sayısı (adet) (<i>Shoot number</i>)	4.19	3.00	0.002**
Sürgün boyu (cm) (<i>Shoot length (cm)</i>)	4.36	5.64	0.003**
Yaprak sayısı (adet) (<i>Leaves number</i>)	35.25	20.67	<0.001**
Yaprak boyu (cm) (<i>Leaves length (cm)</i>)	1.12	1.27	0.305
Bitki taze ağırlığı (g) (<i>Fresh weight (g)</i>)	0.58	0.68	0.006**
Bitki kuru ağırlığı (g) (<i>Dry weight (g)</i>)	0.07	0.06	0.015*

** , p ≤ 0.010. *, p ≤ 0.050

Çizelge 1'deki verilere göre, besin ortamı farklılığı sürgün sayısı, sürgün boyu, yaprak sayısı, bitki taze ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı üzerine istatistiksel olarak etkili bulunmuştur. Bitki çoğaltımında sürgün sayısı önemli bir parametre olduğundan, MS besin ortamı (4.19 adet) B5 ortamına (3.00 adet) göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Benzer olarak, Uyanık (2017) çalışmalarında, endemik *Salvia* türlerinin *in vitro* çoğaltımı üzerine farklı besin ortamlarının (MS, B5, FN, NN) etkisini incelemiş ve en yüksek etkiyi MS ortamında olduğunu vurgulamıştır.

Hiperhidrik olarak da ifade edilen vitrifikasyon (camlaşma), *in vitro* koşullarda bitkilerin vejetatif olarak çoğaltımında meydana gelen en önemli morfolojik ve fizyolojik sorunlardan bir tanesidir. Vitrifikasyonun nedenleri besin ortamındaki oksin, sitokinin, mineral madde, şeker ve agar miktarı, morfolojik ve ekolojik etmenler olarak ifade edilmiştir (Mansuroğlu & Gürel, 2001). Bu çalışmada, Şekil 1'de

de görüldüğü gibi B5 besin ortamında gelişen sürgünlerde camlaşma görülmüştür. Bu durum rejenere olan sürgünlerin herba veriminin daha düşük çıkmasına neden olmuştur. İstatistiki olarak da, B5 ortamında gelişen sürgünlerin taze ağırlıkları daha yüksek olmasına rağmen herba verimleri ise MS ortamında gelişen bitkilere göre daha düşük bulunmuştur (Çizelge 2). Bazı bilim adamları *Salvia* türleri için 1.0 mg L⁻¹ dozundan daha yüksek BAP içeren MS ortamlarında rejenere sürgün sayısında vitrifikasyon oranının artmasına neden olduğunu vurgulamıştır (Echeverrigaray ve ark., 2010; Grigoriadou ve ark., 2020). Petrova ve ark. (2015) çalışmalarında ise *Salvia officinalis* türünün BAP ve IAA içeren MS besin ortamlarında gelişen sürgünlerin en fazla %5'de oranında vitrifikasyon olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada, MS ortamında gelişen sürgünlerde normal bir morfolojide olduğu ve önceki literatürleri desteklediği gözlenmiştir.



Şekil 1. 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ Kinetin, 1.0 mg L⁻¹ IAA ile desteklenmiş tıbbi adaçayımın ayrı ayrı MS (a) ve B5 (b) ortamlarında mikroçoğaltılması

Figure 1. Micropropagation of common sage supplemented with 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ Kinetin, 1.0 mg L⁻¹ IAA in separately MS (a) and B5 (b) media

İn vitro Köklendirme

MS ortamında daha iyi gelişim gösteren tıbbi adaçayı sürgünlerinin *in vitro* kök gelişimi üzerine iki farklı oksin (IAA ve IBA) büyüme düzenleyicisi ve farklı dozlarının (0, 0.5, 1, 2, 4 mg L⁻¹) etkisi incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Avato ve ark. (2005), *S. officinalis*’in kök oluşumu için oksin takviyesinin gerekli olmadığını bildirmiştir. Aynı şekilde birçok bilim adamı bazı *Salvia* türleri içinde benzer ifadeye bulunmuştur (Chen ve ark., 2005; Echeverrigaray ve ark., 2010). Bu çalışmada da bitki büyüme düzenleyicileri olmadan kontrol ortamındaki

sürgünlerin %50 kök oluşumunu teşvik ettiği ve büyüme düzenleyicisi içeren ortamlardan (IAA için %31.3 ve IBA için %25.0) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Irina (2008), tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis*)’nın *in vitro* köklendirilmesinde IBA’nın tek başına köklenmeye etkisinin olmadığını, NAA’nın ise tek başına ve kinetin ile kombine bir şekilde uygulandığında daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmiştir. Erişen ve ark. (2020) çalışmalarında *Salvia sclarea* türünün *in vitro* sürgünlerinin köklenme frekansı üzerine IBA’ın IAA’dan daha düşük etki gösterdiğini, fakat NAA en yüksek etkiye sahip olduğunu rapor etmiştir.

Çizelge 2. Tıbbi adaçayında IAA ve IBA içeren MS ortamının köklenme üzerine etkileri

Table 2. Effects of MS medium containing IAA and IBA on rooting in medicinal sage

Büyüme Düzenleyicileri Growth regulators	Doz Dose (mg L ⁻¹)	Kök oluşumu Root formation (%)	Kök sayısı Root number (adet)	Kök uzunluğu Root length (cm)	
Kontrol (Control)		50.0	a	1.8±0.2	d
	0.5	25.0	ab	3.8±0.2	b
	1.0	50.0	a	2.0±0.1	d
	2.0	25.0	ab	0.9±0.1	e
	4.0	25.0	ab	3.2±0.5	c
	Ort.	31.3	2.5	1.0	
IBA Indole butyric acid	0.5	0.0	b	0.0	f
	1.0	41.7	a	5.3±0.7	a
	2.0	33.3	ab	2.0±0.3	d
	4.0	25.0	ab	1.7±0.4	d
		Ort.	25.0	2.3	1.3

Ancak, bir bitkinin toprağa tutunabilmesi için kök oluşumunun önemli olduğu kadar kök sayısının fazla olması da önemlidir. Uygulamada büyüme düzenleyicileri bulunan ortamlarda kök sayısının kontrole (1.8 adet) göre daha yüksek olduğu, hatta IAA (2.5 adet)’in IBA (2.3 adet)’dan daha etkili olduğu kaydedilmiştir. Birçok çalışmada da benzer sonuçlar vurgulanmıştır (Echeverrigaray ve ark., 2010; Erişen

ve ark., 2020). Kök uzunlukları incelendiğinde, 1.8 cm ile kontrol grubu IAA (1.0 cm) ve IBA (1.3 cm)’dan daha yüksek bulunmuştur.

Kök gelişimi üzerine büyüme düzenleyici dozlarının etkisi incelendiğinde kontrolden daha etkili ortamlar olduğu gözlenmiştir (Şekil 2). Kök teşviği üzerine IAA ve IBA’nın 1.0 mg L⁻¹ dozlarının (sırasıyla %50.0 ve %41.7) kontrol ile istatistiki olarak aynı grupta yer almış

ve 1.0 mg L⁻¹ IBA kök sayısı (5.3 adet) ve kök uzunluğu (2.5 cm) üzerine en güçlü etkiyi göstermiştir. Bu çalışma ile benzer olarak, Petrova ve ark. (2015) *S. officinalis in vitro* sürgünlerinin kök gelişimi üzerine 1.0 mg L⁻¹ IBA'nın diğer konsantrasyon ve uygulamalara göre daha yüksek etki sergilediğini

bildirmiştir. Tawfik ve Mohamed (2007), çalışmasında IBA kullanarak *in vitro* *S. officinalis* sürgünlerini köklendirmiş ve köklendirme ortamına ilave edilen askorbik asitin köklenmeye etkisinin olduğunu ifade etmiştir.

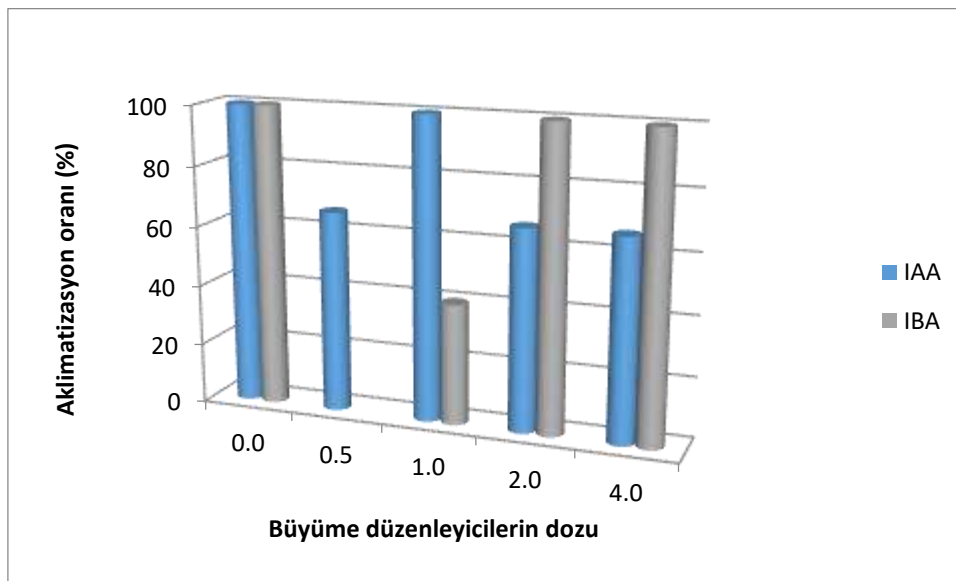


Şekil 2. 1.0 mg L⁻¹ IAA (a) ve IBA (b) içeren MS besin ortamında köklenen tıbbi adaçayı bitkileri
Figure 2. Medicinal sage plants rooted in MS nutrient medium containing 1.0 mg L⁻¹ IAA (a) and IBA (b)

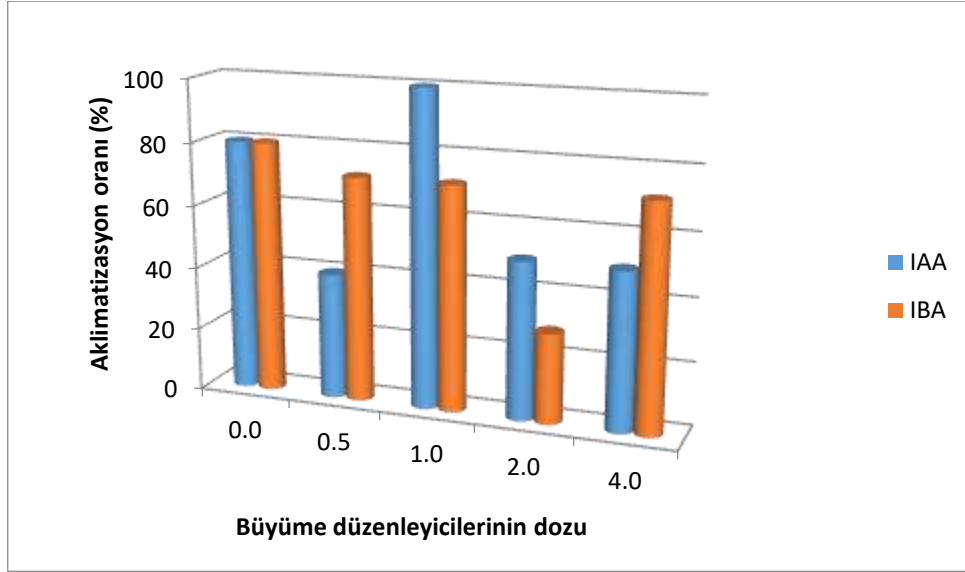
Aklimatizasyon

Uygulanan in vitro ortamlardan elde edilen hem köklü hem de köksüz bitkilerin aklimatizasyon oranları belirlenmiştir. Torf:perlit (1:1) içeren viyollere aktarılan köklü bitkiler, bir yetiştirme odasında, 24°C'lik sabit gece/gündüz sıcaklığı altında, 16 saatlik bir ışık fotoperiyodunda başarıyla iklimlendirilmiştir (Şekil 3). Aynı zamanda köksüz sürgünler 1000 pm konsantrasyonundaki IBA büyüme düzenleyicisinde 5 sn bekletilmiş ve daha sonra torf:perlit içeren viyollere aktarılmış ve kontrol dahil IAA ve IBA'dan türetilen sürgünlerin bir kısmının köklendiği gözlenmiştir (Şekil 4).

Köklü bitkiler içerisinde aklimatize oranları Şekil 4'de verilmiş ve kontrol bitkileri, 1.0 mg L⁻¹ IAA, 2.0 mg L⁻¹ IBA ve 4.0 mg L⁻¹ IBA uygulamalarından elde edilen köklü bitkiler %100 aklimatize oranına sahip olmuştur. Köksüz bitkilerden ise 1.0 mg L⁻¹ IAA uygulamasından elde edilen sürgünler %100 canlılık aklimatize göstermiştir. Sonuç olarak, *in vitro* köklendirme çalışmasında kullanılan 1.0 mg L⁻¹ IAA uygulamasından elde edilen fide ve sürgünlerin aklimatize ve aklimatize olan bitkilerin arazi koşullarında adapte olma oranlarının çok yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 3. IAA veya IBA içeren ortamlardan elde edilen köklü tıbbi adaçayı bitkilerinin aklimatizasyon oranları (%)
Figure 3. Acclimatization rates (%) of rooted common sage seedling by IAA or IBA



Şekil 4. IAA ve IBA içeren ortamlarda köklenmeyen tıbbi adaçayı bitkilerinin aklimatizasyon oranları (%)
Figure 4. Acclimatization rates (%) of rootless seedlings of common sage by IAA or IBA

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis*)'nın *in vitro* çoğaltımı protokolü belirlenmeye çalışılmıştır. Farklı besin ortamlarında gelişimi incelenen tıbbi adaçayının MS ortamında daha iyi gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Kullanılan köklendirme için IBA ve IAA'nın köklenmeye etkileri incelenmiş ve 1.0 mg L⁻¹ IBA'nın tıbbi adaçayının köklenmesinde daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aklimatizasyon aşamasında 1.0 mg L⁻¹ IAA ortamından gelen köklü veya köksüz bitkilerin daha başarılı bir şekilde dış ortama adapte olmuştur. Bu nedenle, köklendirme için daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ekonomik olarak değerli olan ve her geçen zamanda kültür alanı genişleyen *S. officinalis* L. bu yöntemle hızlı bir şekilde aynı klonal özelliğe sahip bitkiler üretilir ve bu bitkiler ıslah çalışmalarında ve kültür denemelerinin kurulmasında alternatif üretim amacıyla kullanılabilir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Abdelwahd, R., Hakam, N., Labhilili, M., & Uduoa, S.M. (2008). Use of an Adsorbent and Antioxidants to Reduce the Effects of Leached Phenolics in *In vitro* Plantlet Regeneration of Faba Bean. *African Journal of Biotechnology*, 7, 997-1002.

Aghaye, R.N.M., & Yadollahi, A. (2012). Micropropagation of GF 677 Rootstock. *Journal of*

Agricultural Science, 4, 131-138.

Aghilian, S., Khajeh-Hosseini, M., & Anvarkhah, S. (2014). Evaluation of Seed Dormancy in Forty Medicinal Plant Species. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 7(10), 760-768.

Anonim, (2021). *Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Alınma Tarihi: 12.10.2021).

Anonymus, (2021). *Herbalpedia*. <http://www.herbworld.com/learningherbs/sage.pdf> (Alınma Tarihi: 15.10.2021).

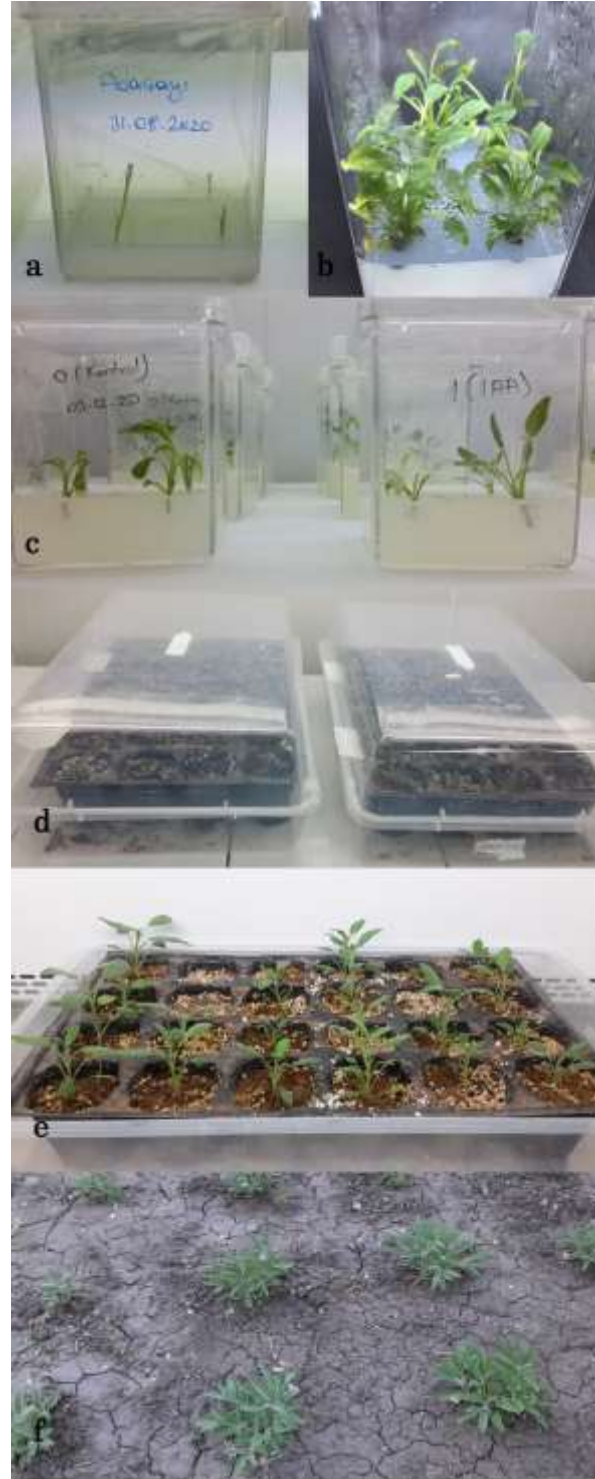
Arnaldos, T.L., Munoz, R., Ferrer, M.A., & Calderon, A.A. (2001). Changes in Phenol Content During Strawberry (*Fragaria x ananasa*, cv. Chandler) Callus Culture. *Physiologia Plantarum*, 113, 315-322.

Atoui, A.K., Mansouri, A., Boskou, G., & Kefalas, P. (2005). Tea and Herbal Infusions: Their Antioxidant Activity and Phenolic Profile. *Food Chemistry*, 89(1), 27-36.

Avato, P., Fortunato, I.M., Ruta, C., & D'Elia, R. (2005). Glandular Hairs and Essential Oils in Micropropagated Plants of *Salvia officinalis* L. *Plant Science*, 169(1), 29-36.

Ayanoğlu, F., & Özkan, C.F. (2000). Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Çeliklerinde Kök Oluşumu ve Gelişimi Esnasında Mineral Element Konsantrasyonunda Meydana Gelen Değişiklikler ve IBA Etkisi. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 24, 677-682.

Bahtiyarca Bağdat, R. (2006). Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve Ülkemizde Kekik Adıyla Bilinen Türlerin Yetiştirme Teknikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(1-2), 19-28.



Şekil 5. Tıbbi adaçayının *in vitro* çoğaltımı ve dış ortama aktarılması: a) eksplantların steril edilmesi, b) 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ Kinetin, 1.0 mg L⁻¹ IAA içeren MS ortamında mikroçoğaltım, c) *in vitro* sürgünlerin köklendirilmesi, d) köklü ve köksüz *in vitro* sürgünlerin aklimatize edilmesi, e) aklimatize edilen bitkilerin serada büyütülmesi, f) *in vitro* koşullardan geliştirilen bitkilerin tarladaki görünümü (iki ay sonra).

Figure 5. *In vitro* propagation and acclimatization of common sage: a) sterilization of explants, b) micropropagation in MS medium containing 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ Kinetin, 1.0 mg L⁻¹ IAA, c) rooting of shoots, d) acclimatization of rooted and rootless shoots, e) Growing of acclimatized plants in greenhouse, f) appearance in field of plants developed from *in vitro* conditions (after two months).

- Bhat, S.R., & Chandel, K.P.J. (1991). A Novel Technique to Overcome Browning in Tissue Culture. *Plant Cell Reports*, 10, 358-361.
- Bolta, Z., Baricevic, D., & Raspor, P. (2003). Biomass Segregation in Sage Cell Suspension Culture. *Biotechnology Letters*, 25, 61-65.
- Chen, U.C., Shiau, Y.J., Tsay, H.S., & Hsia, C.N. (2005). Influence of Cytokinin and Ventilating Container Closure on Shoot Proliferation and Hyperhydricity of *In vitro Salvia miltiorriza* Culture. *Journal Taiwan Agricultural Research*, 54, 93-102.
- Dibax, R., Eisfeld, C.L., Cuquel, F.L., Koehler, H., & Quoirin, M. (2005). Plant Regeneration from Cotyledonary Explants of *Eucalyptus camaldulensis*. *Scientia Agricola (Piracicaba Brazil)*, 62, 406-412.
- Dumanoglu, Z., & Sönmez, Ç. (2021). Farklı Sürelerde Depolanan Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Tohumlarının Karşılaştırmalı Olarak Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2), 365-375.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., & Gürbüz, F. (1983). *İstatistik Metotları 1*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:862, Ankara.
- Echeverrigaray, S., Carrer, R.P., & Andrade, L.B. (2010). Micropropagation of *Salvia guaranitica* Benth. through Axillary Shoot Proliferation. *Brazilian Archives Biology Technology*, 53, 883-888.
- El-Feky, A.M., & Aboulthana, W.M. (2016). Phytochemical and Biochemical Studies of Sage (*Salvia officinalis* L.). *UK Journal of Pharmaceutical and Biosciences*, 4(5), 56-62.
- Elmas, S. (2021). Türkiye’de Adaçayı Yetiştiriciliği ve Ticari Önemi. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3(1), 298-332.
- Erişen, S., Kurt-Gür, G., & Servi, H. (2020). *In vitro* Propagation of *Salvia sclarea* L. by Meta-Topolin, and Assessment of Genetic Stability and Secondary Metabolite Profiling of Micropropagated Plants. *Industrial Crops and Products*, 157, 112892.
- Gamborg, O.L. (1970). The Effects of Amino Acids and Ammonium on the Growth of Plant Cells in Suspension Culture. *Plant Physiology*, 45, 372-375.
- Ghorbani, A., & Esmaeilzadeh, M. (2017). Pharmacological Properties of *Salvia officinalis* and Its Components. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7, 433-440.
- Grigoriadou, K., Triikka, F.A., Tsoktouridis, G., Krigas, N., Sarropoulou, V., Papanastasi, K., Maloupa, E., & Makris, A.M. (2020). Micropropagation and Cultivation of *Salvia sclarea* for Essential Oil and Sclareol Production in Northern Greece. *in vitro Cellular Developmental Biology Plant*, 56, 51-59.
- Grzegorzcyk, I., Bilichowski, I., Mikiciuk-Olasik, E., & Wysokińska, H. (2005). *In vitro* Cultures of *Salvia officinalis* L. as a Source of Antioxidant Compounds. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 74, 17-21.
- Grzegorzcyk, I., Królicka, A., & Wysokińska, H. (2006). Establishment of *Salvia officinalis* L. Hairy Root Cultures for the Production of Rosmarinic Acid. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 61c, 351-356.
- Grzegorzcyk-Karolak, I., Hnatuszko-Konka, K., Zarzycka, M. & Kuźma, Ł. (2020). The Stimulatory Effect of Purine-Type Cytokinins on Proliferation and Polyphenolic Compound Accumulation in Shoot Culture of *Salvia Viridis*. *Biomolecules*, 10(2), 178.
- Irina, G. (2008). Effects of Different Plant Hormones on *Salvia officinalis* Cultivated *In vitro*. *International Journal of Botany*, 4(4), 430-436.
- İzgi, M.C. (2020). Farklı IBA (Indol-3-Bütirik Asit) Dozları ve Köklendirme Ortamlarının Bazı Tıbbi Bitkileri Köklenmesi Üzerine Etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 9-16.
- Jiang, W., Hua, S., Zhou, X., Han, P., Lu, Q., & Qiu, Y. (2018). Assessment of Genetic Stability and Analysis of Alkaloids Potential in Micropropagated Plants of *Croomia japonica* Miquel, an Endangered, Medicinal Plant in China and Japan. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 135(1), 1-12.
- Kara, N., Baydar, H., & Erbaş, S. (2011). Farklı Çelik Alma Dönemleri ve IBA Dozlarının Bazı Tıbbi Bitkilerin Köklenmesi Üzerine Etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(2), 71-81.
- Kefeli, V.I., Kalevitch, M.V., & Borsari, B. (2003). Phenolic Cycle in Plants and Environment. *Journal of Cell and Molecular Biology*, 2, 13-18.
- Khare, R., Upmanyu, N., Shukla, T., Jain, V., & Jha, M. (2019). Compendium of *Salvia officinalis*: an Overview. *Current Traditional Medicine*, 6, 300-311.
- Kintzios, S., Nikolau, A., & Skoula, M. (1999). Somatic Embryogenesis and *In vitro* Rosmarinic Acid Accumulation in *Salvia officinalis* and *S. fruticosa* Leaf Callus Cultures. *Plant Cell Reports*, 18, 462-466.
- Laukkanen, H., Häggman, H., Kontunen-Soppela, S., & Hohtola, A. (1999). Tissue Browning of *In vitro* Cultures of Scots Pine: Role of Peroxidase and Polyphenol Oxidase. *Physiologia Plantarum*, 106, 337-343.
- Lemraski, M.G., Eftekhari, M., Faraji, M., & Zarrini, S.S. (2014). Study of Callus Induction in Common Sage (*Salvia officinalis* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 7(7), 386-389.
- Lu, Y., & Foo, L.Y. (1999). Rosmarinic acid derivatives from *Salvia officinalis*. *Phytochemistry* 51, 91-94.

- Mansuroğlu, S., & Gürel, E. (2001). *Mikroçoğaltım*. (Bitki Biyoteknolojisi: Doku Kültürü ve Uygulamaları, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya: Edi. Babaoğlu M, Gürel E, Özcan S), 262-281.
- Murashige, F., & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473-492.
- Nishchal, N., Mir, H., Rani, R., & Pal, A.K. (2018). Effect of Antioxidants in Controlling Phenol Exudation in Micropropagation of *Litchi* cv. Purbi. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 31(4), 1-7.
- Petrova, M., Nikolova, M., Dimitrova, L., & Zayova, E. (2015). Micropropagation and Evaluation of Flavonoid Content and Antioxidant Activity of *Salvia officinalis* L. *Genetics and Plant Physiology*, 5(1), 48-60.
- Raj, P., Jakhar, M.L., Ahmad, S., Chahar, S., & Jat, K.A. (2020). Study on Effects of Antioxidants in Micropropagation of Bael (*Aegle marmelos* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(1), 1687-1690.
- Rostami, F., Radjabian, T., & Abrishamchi, P. (2022). Enhancement of Phenolic Acids Accumulation in *Salvia Abrotanoides* (Kar.) Sytsma Shoot Cultures under Elicitation with Nitric Oxide. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 149(1), 441-453.
- Shekhawat, N.S., Phulwaria, M., Harish Rai, M.K., Kataria, V., Shekhawat, S., Gupta, A.K., Rathore, N.S., Vyas, M., Rathore, N., Vibha, J.B., Choudhary, S.K., Patel, A.K., Lodha, D., & Modi, R. (2012). Bioresearches of Fragile Ecosystem/ Desert. *Proceedings of the National Academy Of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 82, 319-334.
- Snedecor, G.W., & Cochran, W.G. (1967). *Statistical Methods*. The Iowa State University.
- Tawfik, A.A., & Mohamed, M.F. (2007). Regeneration of *Salvia* (*Salvia officinalis* L.) Via Induction of Meristematic Callus. *In vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 43, 21-27.
- Tursun, A.O., Sipahioglu, H.M., & Telci, I. (2021). Genetic Relationships and Diversity Within Cultivated Accessions of *Salvia officinalis* L. in Turkey. *Plant Biotechnology Reports*, 15(5), 663-672.
- Türkmen, O.S. (2009). *Kazdağı'nda Yetişen Oğulotu, Adaçayı ve Kekik Türlerinin Doku Kültürü Yöntemiyle Muhafazası ve Çoğaltılması* (Tez no: 259335). [Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Uyanık, M. (2017). *Türkiye'de Tehlike Altındaki Bazı Endemik Salvia Türlerinin İn vitro Çoğaltımı ve Tarla Şartlarına Adaptasyonu*. [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yadav, A., Kothari, S.L., Kachhwaha, S., & Joshi, A. (2019). *In vitro* Propagation of Chia (*Salvia hispanica* L.) and Assessment of Genetic Fidelity Using Random Amplified Polymorphic DNA and Intersimple Sequence Repeat Molecular Markers. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 7(01), 42-47.
- Yaman, C. (2020). *Bazı Salvia Türlerinin İn vitro Çimlenmesi ve Önemi*. International Eurasian Conference on Biotechnology and Biochemistry (BioTechBioChem 2020) 16 - 18 Aralık 2020, Ankara.
- Yaman, C. (2021). Tıbbi Adaçayının (*Salvia Officinalis* L) Herbal Çaylarındaki Mineral İçeriği Üzerine Örnek Miktarı ve Uygulama Süresinin Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 336-343.
- Zayova, E., Nikolova, M., Dimitrova, L., & Petrova, M. (2016). Comparative Study of *In vitro*, *Ex Vitro* and *In Vivo* Propagated *Salvia hispanica* (Chia) Plants: Morphometric Analysis and Antioxidant Activity. *AgroLife Scientific Journal*, 5(2), 166-173.



Comparison of Quality and Yield Components of Peanut Market Types Using PCA

Cenk Burak ŞAHİN¹, Mustafa YILMAZ², Reşat YILDIZ³, Necmi İŞLER⁴

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Hatay, TÜRKİYE, ²Oil Seed Research Institute, Osmaniye, TÜRKİYE, ³Oil Seed Research Institute, Osmaniye, TÜRKİYE, ⁴Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Hatay, TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0001-6270-8184>, ²<https://orcid.org/0000-0002-1816-0729>, ³<https://orcid.org/0000-0002-4990-7311>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-5877-7830>

✉: cbsahin@mku.edu.tr

ABSTRACT

The aim of this study was to compare of agronomic and quality parameters of peanut varieties (*Arachis hypogea* L.) grown as main crop in Mediterranean Region of Türkiye. Principal component analysis (PCA) was used for evaluating the results of varieties. Field experiments were conducted over during the main crop seasons of the years 2018 and 2019. The experiment was designed as randomized complete block design (RCBD) with three replications. Runner (Georgia Green), Spanish (Florispán) and Virginia market types (Sultan, Brantley, BATEM-Cihangir, BATEM-5025, Arioglu-2003, Halisbey, NC-7, Flower-22, Wilson, NC-V-11, Com, Osmaniye-2005, Gazipasa) peanut varieties were used as plant materials. According to PCA two-year average, PC1, PC2 and PC3 explained about 80% in joined years. Georgia Green could be recommended to achieve high efficiency shelling percentage (73.96%) and pod yield (497.24 kg da⁻¹), and Arioglu-2003 could be the optimum selection on the first quality pod ratio (80.28%) and protein content (28.76%).

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 03.12.2021

Accepted : 22.09.2022

Keywords

Arachis hypogea L.

PCA

Pod yield

Protein content

Yerfıstığı Pazar Tiplerinin Kalite ve Verim Bileşenlerinin TBA Kullanılarak Karşılaştırılması

ÖZET

Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesi'nde ana ürün olarak yetiştirilen yerfıstığı çeşitlerinin (*Arachis hypogea* L.) bazı agronomik ve kalite özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve 2 yıl (2018 ve 2019) süreyle yürütülmüştür. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi için temel bileşen analizi (TBA) kullanılmıştır. Runner (Georgia Green), Spanish (Florispán) ve Virginia pazar tiplerine (Sultan, Brantley, BATEM-Cihangir, BATEM-5025, Arioglu-2003, Halisbey, NC-7, Flower-22, Wilson, NC-V-11, Com, Osmaniye-2005, Gazipasa) ait yerfıstığı çeşitleri bitki materyali olarak kullanılmıştır. Yapılan TBA sonucunda, iki yıllık ortalamalara göre PC1, PC2 ve PC3 bileşenleri toplam varyasyonun yaklaşık %80'ini açıklamıştır. Sonuç olarak, Georgia Green çeşidi hem iç oranı (%73.96) hem de meyve verimiyle (497.24 kg da⁻¹) ön plana çıkarken, birinci kalite meyve sayısı oranı (%80.28) ve protein içeriği (%28.76) açısından ise Arioglu-2003 çeşidi ön plana çıkmıştır.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 03.12.2021

Kabul Tarihi : 22.09.2022

Anahtar Kelimeler

Arachis hypogea L.

TBA

Meyve verimi

Protein oranı

Atıf Şekli: Şahin, C. B., Yılmaz, M., Yıldız, R. & İşler, N. (2023) Yerfıstığı Pazar Tiplerinin Kalite ve Verim Bileşenlerinin TBA Kullanılarak Karşılaştırılması. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3), 610-618. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1031864>

To Cite : Şahin, C. B., Yılmaz, M., Yıldız, R. & İşler, N. (2023). Comparison of Quality and Yield Components of Peanut Market Types Using PCA. *KSU J. Agric Nat* 26(3), 610-618. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1031864>

INTRODUCTION

Peanut (*Arachis hypogea* L.), from *Fabaceae*, is an important oil crop and used in both human and animal nutrition because of its protein, mineral and carbohydrate contents (Awal & Aktar, 2015; Arioglu et

al., 2016; Yılmaz, 2022). Peanut seeds contain approximately 45-55% oil and 25-30% protein. Peanut oil is composed of 43% oleic acid (|C18:1|), 30% linoleic acid (|C18:2|), and 12% palmitic acid (|C16:0|) (Shin et al., 2010; Yasli et al., 2020). High oleic acid content provides an extended shelf life for peanut-derived

products in food applications (Yol & Uzun, 2018; Sahin et al., 2022). Because of crop pulp has the highest crude protein (45%) after the oil extraction, it is used for making mixed feed in developed countries (Arioglu et al., 2016). There are four market types of peanuts such as Spanish, Valencia, Runner, and Virginia. Each market type has own nutritional composition, flavor, and pod size (Arioglu, 2014; Zhao et al., 2017; Karabulut & Tuncturk, 2019).

Peanut absorbs the high amount of nitrogen from the soil when harvesting because of it is a legume plant and its seed contains high protein content. The researchers reported that peanut plant fixed about 45-150 kg ha⁻¹ nitrogen during the growing period (Gohari & Niyaki, 2010; Yilmaz et al., 2022). Nitrogen, fixed by *Rhizobium*, is stored as nodules in plant roots and a large proportion of this nitrogen is used by the plants (Arioglu et al., 2016; Karabulut & Tuncturk, 2019; Yasli et al., 2020).

The World produced about 53.6 million tonnes of peanut on 31.5 million ha area in 2020. The top producers are China, India, Nigeria, the USA, and Sudan (FAO, 2022). In 2020, Republic of Türkiye produced about 216 thousand tonnes of peanut on 54.7 thousand ha area. Adana and Osmaniye, located in Mediterranean region, were the top producer provinces as about 90% (TUIK, 2022). Peanut can be valuable alternative crop for the irrigated areas of the Mediterranean basin which has suitable temperature regimes for both vegetative and reproductive growth of peanut (Caliskan et al., 2008; Yol & Uzun, 2018). In 2020, shelled peanut is one the most important market product in the World which has 3.6 billion USD import and 3.5 billion USD export values. The importers were Netherlands, Indonesia, UK, Mexico, and Germany while the top five exporters were India, China, USA, Argentina, and Netherlands (FAO, 2022).

The percentage of flowers turned to pegs and the

percentage of pegs turned to pods were the most promising characteristics that could contribute to seed yield increase in peanut production (Caliskan et al., 2008). These researchers also reported that the highest pod yield was obtained from Osmaniye 2005 variety which had the lowest number of flowers per plant and the highest percentage of flowers turned to pods.

Arioglu et al. (2016) investigated the some important agronomical and quality properties of peanut varieties in main crop season. As a result of study, they indicated that pod yield varied between 366-879 kg da⁻¹, and average oil and protein contents were 49% and 26%, respectively.

Asik et al. (2018) reported that the number of pods per plant, 100 seed weight, internal rate and pod yield were varied between 15.53-43.31, 53.27-132.68 g, 62.40-76.57% and 234.46-655.41 kg da⁻¹, respectively. Halisbey, Osmaniye-2005, Sultan, NC-V-11, BATEM-5025 and Brantley were as alternative varieties for NC-7, mostly chosen by farmers, for getting highest pod yield.

The objectives of this study were to determine the agronomic and quality characteristics of peanut varieties grown as a main crop season in Mediterranean Region of Türkiye.

MATERIAL and METHOD

Material

Georgia Green, Sultan, Brantley, BATEM-Cihangir, BATEM-5025, Arioglu-2003, Halisbey, NC-7, Florispan, Flower-22, Wilson, NC-V-11, Com, Osmaniye-2005 and Gazipasa were used as a plant material in the study (Table 1). Experiments were carried out over the experimental fields of Osmaniye Oil Seed Research (37°03'41"N, 36°06'79"E; 50 m) in Türkiye during the main growing seasons of 2018 and 2019.

Table 1. Some characteristics of peanut varieties.

Çizelge 1. Yerfıstığı çeşitlerinin bazı özellikleri

Varieties	Growing Type	Market Type	Origin
Florispan	Erect	Spanish	USA
BATEM-Cihangir	Semi-erect	Virginia	Türkiye
Georgia Green	Spreading	Runner	USA
Sultan	Semi-spreading	Virginia	Türkiye
Brantley	Semi-spreading	Virginia	USA
BATEM-5025	Semi-spreading	Virginia	Türkiye
Arioglu-2003	Semi-spreading	Virginia	Türkiye
Halisbey	Semi-spreading	Virginia	Türkiye
NC-7	Semi-spreading	Virginia	USA
Flower-22	Semi-spreading	Virginia	China
Wilson	Semi-spreading	Virginia	USA
NC-V-11	Semi-spreading	Virginia	USA
Com	Semi-spreading	Virginia	Türkiye
Osmaniye-2005	Semi-spreading	Virginia	Türkiye
Gazipasa	Semi-spreading	Virginia	Türkiye

The pH of the clay-loam soil used in the study was slightly alkaline (pH ~8). Lime content of the soil was optimum (~10%) while the organic matter of soil was low (~1.20%). Climate parameters -total precipitation, average temperature and relative humidity- during 2018 and 2019 growing period and long year (LY) were shown in Figure 1. The total precipitation was 220.1

mm in 2018 and 193.8 mm in 2019. Although LY (260.2 mm) was similar with 2018 but a bit difference with 2019. The average temperature in studied years and LY were no significant differences. The average temperatures were 25.1°C and 24.6°C in 2018 and 2019, respectively.

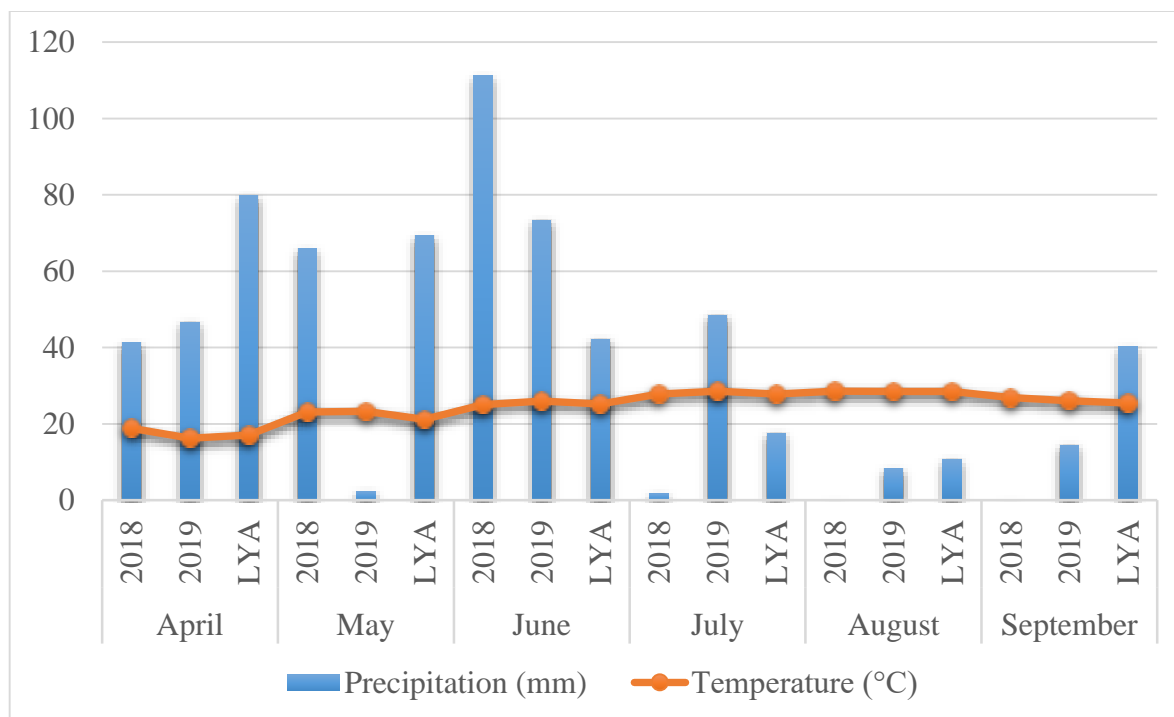


Figure 1. Climate parameters of the research field (2018, 2019, and long-year average)
Şekil 1. Araştırma alanının meteorolojik verileri (2018, 2019 ve uzun yıllar ortalaması)

Method

Experiments were conducted in randomized complete block design (RCBD) with three replications. Each plot had 5 m long four rows with 70 cm row and 15 cm plant spacing. Di-ammonium phosphate (DAP) fertilizer was used at the rates of 25 kg da⁻¹ before sowing. Sowing was performed on April 6, 2018 in the first year and on April 30, 2019 in the second year. Hand weeding was performed with the emergence of the plants. Irrigations were performed to prevent drought effects with a drip irrigation system. Manuel harvests were performed on September 11, 2018 in the first year and on September 25, 2019 in the second year. Harvests were performed from two inner rows by taking into consideration side effects.

Number of pods per plant, pod weight per plant, 100-seed weight, 100-pod weight, shelling percentage, first quality pod ratio, protein content, and pod yield were measured over 20 plants randomly selected from each plot following the harvest. For 100-seed/pod weight, 4 × 100 seed/pod groups were taken from each plot and they were weighed, and averaged to get 100-seed/pod weight. Same groups (4 x 100 pods) were also used for calculating shelling percentage. Pod yield was

determined through weighing the seeds of all plants of a plot except side effect rows. Seed nitrogen content was calculated by Kjeldahl method using Behr Distillation Unit S2. The conversion factor is 5.46 for peanut protein content. Each pod containing two seeds were counted and were determined for the first quality pod ratio.

Statistical Analysis

Experimental data were subjected to analysis of variance in accordance with RCBD separately for each year and joined years with the aid of R v4 software. Means were compared with the aid of Duncan's multiple range test. PCA was also performed with the aid of JMP 13 software.

RESULTS and DISCUSSION

The data was statistically analyzed using RCBD according to two-year values (each year separately and joined) and the probability level (*p*-value) for years, varieties, and years × varieties interaction were presented in Table 2. Pod weight per plant, 100-pod weight, first quality pod ratio, pod yield and protein content were found to be significant for years.

However, all investigated parameters were found to be significant ($p < 0.01$) for varieties in joined year

analysis but no significant ($p > 0.05$) for years x varieties interaction.

Table 2. Results of the analysis of variance for characteristics studied in the experiment.

Çizelge 2. İncelenen özelliklere ait ANOVA sonuçları

SV	df	NP	PW	HPW	HSW	SP	FQP	PC	PY
Block	4	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Year	1	ns	**	**	ns	ns	**	**	*
Varieties	14	**	**	**	**	**	**	**	**
Y x V	14	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

SV: Source of variation, df: Degree of freedom, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, NP: Number of pods per plant, PW: Pod weight per plant, HPW: 100-pod weight, HSW: 100-seed weight, SP: Shelling percentage, FQP: First quality pod ratio, PC: Protein content, PY: Pod yield

The result for the number of pods per plant was significant ($p < 0.01$) for varieties but not for year and year x varieties interaction (Table 2). It was observed that the number of pods varied between 16.40±1.28-56.0±2.69 in two-year average. The highest value of pods number per plant was obtained from Georgia Green as 54.80±5.82 and 57.20±0.98 in 2018 and 2019, respectively with the average of 56.00±2.69. (Table 3). Georgia green almost doubled the rest of varieties that belong to Virginia type. Runner type peanut varieties produce more branches and pods number than Virginia type varieties (Gulluoglu et al., 2017). Asik et al. (2018) reported that the highest number of pods per plant is obtained from Runner type varieties because of growing spreading. Besides, number of pods increases to the pod yield, there is a positive correlation between them. These findings were similar with Arioglu et al. (2016), Gulluoglu et al. (2017) and Asik et al. (2018), lower than Caliskan et al. (2008) and Yol & Uzun (2018).

Upon analyzing the mean values of two years for pod weight per plant was significant ($p < 0.01$) for varieties and year but not for year x varieties interaction (Table 2). Pod weight per plant varied between 20.61±1.16-54.01±2.71 g in two-year average. The highest value of pod weight for 2018 (50.81±4.87 g), 2019 (57.20±1.67 g) and joined years (54.01±2.71 g) was obtained from Brantley, followed by NC-7 and Wilson as 51.31±2.57 g while lowest average was obtained from Florispan as 20.61±1.16 g (Table 3). Although Florispan had the second place for number of pods per plant, it got behind among all varieties for pod weight per plant. Thus, it also came last place for the pod yield. Pod weight per plant affected the pod yield directly in contrast to number of pods per plant. The pod size of the varieties that are mostly in the Virginia type are bigger than the other types (Asik et al., 2018). These findings were similar with Asik et al. (2018), lower than Arioglu et al. (2016), Gulluoglu et al. (2017) and Onat et al. (2017).

When the average values for 100-pod weight were examined, the highest mean was obtained from Osmaniye-2005 as 282.24±12.20 g, 295.17±4.07 g and

288.71±6.44 g in 2018, 2019 and average of studied years, respectively, while the lowest mean from Georgia Green as 113.08±2.22 g (Table 2 and 3). However, there is no statistical difference between them and Florispan variety. A hundred-pod weight was correlated with pod yield and 100-seed weight, positively, and number of pods per plant, negatively. Thus, it means 100-pod weight affect the pod yield directly. These findings were similar with Asik et al. (2018), lower than Arioglu et al. (2016).

A hundred-seed weight result was significant ($p < 0.01$) for varieties but not for year and year x varieties interaction (Table 2). It varied between 52.39±0.89-115.55±2.37 g in two-year average. The highest 100-seed weight was observed from Brantley as 118.30±4.49 g in 2018. BATEM-5025 (117.14±2.44 g) had the maximum 100-seed weight with Brantley (112.57±3.85 g) and NC-V-11 (115.58±4.89 g) cultivars in 2019. While the lowest value was obtained as 55.91±1.51 g from Georgia Green cultivar in the same group with Florispan cultivar (Table 4). Gulluoglu et al. (2017) reported that there is a positive correlation between seed size and 100-seed weight, and when the seed size increasing, affects the 100-seed weight positively. Similar to 100-pod weight, 100-seed weight was correlated with pod yield and pod weight per plant, positively, and number of pods per plant, negatively. These findings were similar with Caliskan et al. (2008), Arioglu et al. (2016), Gulluoglu et al. (2017), Asik et al. (2018), lower than Onat et al. (2017) but higher than Yol & Uzun (2018).

As can be observed in Table 2, the result of shelling percentage was significant ($p < 0.01$) for varieties but not for year and year x varieties interaction. It varied between 62.17±4.32-73.96±1.00% in two-year average. The highest value of shelling percentage was obtained from Georgia Green with the values of 75.97±0.82%, 71.95±0.54% and 73.96±1.00% in 2018, 2019 and joined years, respectively (Table 4). Asik et al. (2018) reported that Runner type peanut varieties had the highest ratio of shelling, about 75-80%, among all market types. Shelling percentage is changed according to the planting date, varieties, and environmental factors

Table 3. Average values of number of pods per plant, pod weight per plant and 100-pod weight.

Çizelge 3. Bitki başına meyve sayısı, bitki başına meyve ağırlığı ve 100 meyve ağırlığı ortalamaları

Varieties	Number of pods per plant			Pod weight per plant (g)			100-pod weight (g)		
	2018	2019	Average	2018	2019	Average	2018	2019	Average
Florispan	30.68±7.77 b	40.67±2.75 b	35.68±4.31 b	19.09±1.21 d	22.13±1.72 e	20.61±1.16 f	118.17±2.87 g	117.62±3.86 h	117.89±2.15 j
B-Cihangir	17.26±2.61 c	15.54±0.75 g	16.40±1.28 e	27.32±2.94 cd	29.81±0.86 e	28.56±1.48 e	203.13±4.69 fg	224.32±2.15 f	213.73±5.27 h
G. Green	54.80±5.82 a	57.20±0.98 a	56.00±2.69 a	47.62±3.32 ab	41.39±1.27 d	44.51±2.11 bc	113.72±3.64 g	112.43±3.30 h	113.08±2.22 j
Sultan	19.95±1.94 bc	30.05±1.73 cd	25.00±2.54 cd	42.13±5.42 ab	47.91±2.51 ad	45.02±2.97 bc	251.55±10.43 bc	264.04±7.86 cd	257.80±6.47 c
Brantley	27.43±1.58 bc	26.76±1.33 ce	27.10±0.94 cd	50.81±4.87 a	57.20±1.67 a	54.01±2.71 a	244.55±5.95 cd	236.45±2.87 ef	240.50±3.46 ef
B-5025	22.48±4.66 bc	23.63±3.36 ef	23.05±2.58 cd	43.65±9.55 ab	53.00±6.97 ab	48.32±5.68 ab	250.43±5.22 bc	251.60±6.10 de	251.02±3.60 de
A-2003	23.80±1.77 bc	19.24±1.43 fg	21.52±1.44 de	37.53±1.25 bc	42.99±1.34 cd	40.26±1.47 d	210.45±4.01 ef	222.02±1.96 f	216.24±3.27 gh
Halisbey	26.07±0.50 bc	22.57±1.93 ef	24.32±1.19 cd	47.29±1.28 ab	46.15±1.78 bd	46.72±1.01 bc	269.06±9.54 ab	281.02±2.60 ab	275.04±5.17 b
NC-7	27.12±0.90 bc	30.92±1.47 c	29.02±1.15 c	49.63±1.88 ab	53.00±4.49 ab	51.31±2.31 ab	244.11±15.71 cd	263.36±8.71 cd	253.73±9.11 cd
Flower-22	23.52±4.39 bc	24.48±0.40 ef	24.00±1.98 cd	37.42±1.50 bc	46.68±1.59 bd	42.05±2.29 cd	184.08±4.37 g	190.47±5.82 g	187.28±3.56 i
Wilson	29.11±0.96 b	25.10±1.41 de	27.10±1.18 cd	46.37±1.15 ab	56.26±2.69 a	51.31±2.57 ab	230.14±1.73 ce	249.84±1.60 de	240.00±4.53 ef
NC-V-11	23.02±3.41 bc	27.92±1.53 ce	25.47±2.00 cd	46.35±4.71 ab	50.66±4.49 ac	48.50±3.07 ab	275.85±4.77 a	269.56±5.00 bc	272.71±3.40 b
Com	22.22±0.84 bc	23.52±0.53 ef	22.87±0.53 cd	37.39±1.05 bc	41.01±0.71 d	39.20±0.99 d	209.30±5.39 ef	204.97±3.07 g	207.13±2.94 h
O-2005	27.77±1.57 bc	23.81±0.92 ef	25.79±1.20 cd	48.53±1.74 ab	48.80±0.15 ad	48.66±0.79 ab	282.24±12.20 a	295.17±4.07 a	288.71±6.44 a
Gazipasa	22.47±1.52 bc	26.79±0.68 ce	24.63±1.22 cd	45.59±2.75 ab	53.00±1.14 ab	49.29±2.12 ab	225.67±3.25 df	229.36±6.75 f	227.52±3.45 fg
Average	26.51±1.44	27.88±1.48	27.20±1.03	41.78±1.51 B	46.00±1.53 A	43.89±1.09	220.83±7.56 B	227.48±7.88 A	224.16±5.44
CV (%)	21.12	10.37	16.39	16.00	10.53	13.30	5.86	3.84	4.92

CV: Coefficient of variation. Letters show different groups in each column.

Table 4. Average values of 100-seed weight, shelling percentage and first quality pod ratio

Çizelge 4. 100 tohum ağırlığı, kabuk/İç oranı ve birinci kalite meyve sayısı oranı ortalamaları

Varieties	100-seed weight (g)			Shelling percentage (%)			1st quality pod ratio (%)		
	2018	2019	Average	2018	2019	Average	2018	2019	Average
Florispan	52.26±0.91 g	52.53±1.77 e	52.39±0.89 f	68.50±1.61 ac	70.38±1.59 ab	69.44±1.10 b	75.51±5.44 ad	75.37±3.28 bd	75.44±2.84 ab
B-Cihangir	90.15±1.71 ef	93.68±0.94 c	91.91±1.18 d	60.28±0.64 de	67.80±1.17 ad	64.04±2.12 ef	82.47±2.87 a	76.50±1.53 ac	79.49±1.97 ab
G. Green	57.99±1.98 g	53.84±1.79 e	55.91±1.51 f	75.97±0.82 a	71.95±0.54 a	73.96±1.00 a	71.75±3.60 bd	72.59±1.43 be	72.17±1.74 cd
Sultan	110.26±3.61 ac	103.28±1.37 b	106.77±2.33 b	66.05±0.29 bd	63.48±0.45 de	67.77±0.62 de	67.71±1.17 d	65.97±1.98 f	66.84±1.10 f
Brantley	118.30±4.49 a	112.57±3.85 a	115.44±2.94 a	69.27±0.54 ac	68.37±1.26 ab	68.82±0.64 bc	76.77±1.09 ad	77.08±1.29 ab	76.92±0.76 ab
B-5025	113.96±4.31 ac	117.14±2.44 a	115.55±2.37 a	68.96±0.03 ac	69.81±0.99 ab	69.39±0.48 b	76.04±1.07 ad	72.71±1.40 be	74.38±1.08 bc
A-2003	94.85±0.81 e	98.99±0.66 bc	96.92±1.04 cd	65.19±0.12 bd	62.32±1.08 e	63.75±0.80 ef	79.06±2.59 ab	81.51±1.82 a	80.28±1.52 a
Halisbey	107.74±4.18 bd	101.57±0.48 b	104.66±2.33 b	62.43±0.30 ce	63.58±1.16 ce	63.00±0.59 ef	77.56±2.04 ac	66.18±2.73 f	71.87±2.97 cd
NC-7	109.19±0.87 ad	104.11±1.88 b	106.65±1.47 b	71.33±0.36 ab	67.90±2.32 ac	69.61±1.30 b	72.65±4.31 bd	68.12±2.63 ef	70.38±2.47 de
Flower-22	99.35±3.46 de	104.63±3.15 b	101.99±2.40 bc	69.51±0.87 ac	66.23±1.87 be	67.87±1.18 cd	79.51±2.07 ab	70.85±0.92 cf	75.18±2.19 ab
Wilson	107.96±0.13 bd	105.04±0.66 b	106.50±0.72 b	64.52±1.58 bd	67.70±0.76 ad	66.11±1.06 cd	74.08±0.65 ad	77.15±1.29 ab	75.62±0.94 ab
NC-V-11	115.22±5.98 ab	115.58±4.89 a	115.40±3.46 a	67.92±0.96 bc	66.52±0.77 bd	67.22±0.63 cd	71.34±3.41 bd	69.33±1.06 ef	70.34±1.66 de
Com	81.83±1.86 f	76.75±2.17 d	79.29±1.71 e	64.96±0.96 bd	67.03±1.15 bd	65.99±0.81 cd	69.23±0.58 cd	68.20±0.71 ef	68.22±0.61 ef
O-2005	108.40±0.11 ad	102.96±1.64 b	105.68±1.42 b	57.18±8.15 e	67.16±1.51 bd	62.17±4.32 f	74.55±2.54 ad	70.46±0.54 df	72.51±1.48 cd
Gazipasa	104.54±2.47 cd	101.39±1.26 b	102.97±1.43 b	68.52±1.38 ac	66.69±0.96 bd	67.61±0.86 cd	68.22±2.25 d	66.52±2.05 f	67.37±1.41 ef
Average	98.13±2.99	96.27±2.93	97.20±2.08	66.70±0.84	67.13±0.46	66.92±0.48	74.43±0.86 B	71.84±0.80 A	73.13±0.60
CV (%)	5.41	3.90	4.73	5.98	3.35	4.84	6.38	4.43	5.53

CV: Coefficient of variation. Letters show different groups in each column.

(Arioglu et al., 2016; Gulluoglu et al., 2017). The pod filling period extended, and the pods fully matured when the harvesting time was delayed. As this reason, the shelling percentage was increased when the harvesting time delayed (Arioglu et al., 2016). Hence, it can be concluded that the shelling percentage is correlated with 100-pod weight and 100-seed weight, negatively. These findings were similar with Caliskan et al. (2008), Arioglu et al. (2016), Gulluoglu et al. (2017), Onat et al. (2017), Asik et al. (2018), and Yol & Uzun (2018).

The first quality pod ratio, also known fancy pod percentage, is an important quality parameter in peanut production and has positive correlation with peanut quality. The effect of varieties on the first quality pod ratio was found to be significant ($p < 0.01$) but not for year \times varieties interaction (Table 2). The first quality pod ratio varied between 66.84 \pm 1.10-80.28 \pm 1.52% in two-year average. The highest ratio of the first quality pod was obtained from BATEM-Cihangir as 82.47% in 2018 and Arioglu-2003 as 80.28 \pm 1.52% in 2019. Arioglu-2003 had also the maximum first quality ratio in average of the studied years with 80.28% (Table 4). These findings were supported by Arioglu et al. (2016), Onat et al. (2017), and Asik et al. (2018).

The data belonging to protein content result was significant ($p < 0.01$) for varieties and year but not for year \times varieties interaction (Table 2). It was observed that protein content varied between 26.35 \pm 0.88-29.18 \pm 1.03% in two-years average. The highest value of protein content was obtained from Florispan, Spanish type, as 31.45 \pm 0.42% and 29.18 \pm 1.03% in 2018

and joined years while BATEM-5025 (29.20 \pm 0.12%) and Wilson (29.07 \pm 0.21%) had the maximum protein content in 2019 (Table 5). Gulluoglu et al. (2017) indicated that the protein is the major nutrient components of different varieties of peanut. These findings were similar with Arioglu et al. (2016), Gulluoglu et al. (2017), Asik et al. (2018), higher than Onat et al. (2017).

As it can be seen in Table 2, the result for pod yield was significant ($p < 0.01$) for varieties but not for year and year \times varieties interaction. It was found that pod yield varied between 237.84 \pm 9.12–510.22 \pm 21.46 kg da⁻¹ in two-years average. The highest value of pod yield was obtained from Halisbey as 541.17 \pm 35.80 kg da⁻¹ and Osmaniye-2005 as 494.88 \pm 8.42 kg da⁻¹ in 2018 and 2019, respectively. For joined years, Halisbey and Georgia Green had the maximum pod yield with 510.22 \pm 21.46 kg da⁻¹ and 497.24 \pm 16.86 kg da⁻¹, and the minimum from Florispan as 237.84 \pm 9.12 kg da⁻¹ (Table 5). The variation in pod yield of varieties was probably attributable to genetic differences between varieties and how they responded to environmental changes (Onat et al., 2017). Gulluoglu et al. (2017) explained the variation in peanut yields with three physiological processes which are partitioning of assimilate between the reproductive and vegetative structures, the duration of pod filling and the rate of the pod formation. The findings of present study were similar with Caliskan et al. (2008), lower than Arioglu et al. (2016), Gulluoglu et al. (2017), Asik et al. (2018) but higher than Yol & Uzun (2018). The differences among the studies were due to varieties and environmental factors.

Table 5. Average values of protein content and pod yield

Çizelge 5. Protein oranı ve dekara meyve verimi ortalamaları

Varieties	Protein content (%)			Pod yield (kg da ⁻¹)		
	2018	2019	Average	2018	2019	Average
Florispan	31.45 \pm 0.42 a	26.90 \pm 0.09 ce	29.18 \pm 1.03 a	230.73 \pm 14.04 h	244.94 \pm 12.97 h	237.84 \pm 9.12 f
B-Cihangir	27.54 \pm 0.48 de	27.11 \pm 0.19 cd	27.32 \pm 0.25 ef	319.10 \pm 35.26 eh	310.54 \pm 11.53 f	314.82 \pm 16.70 de
G. Green	26.36 \pm 0.60 e	27.35 \pm 0.14 c	26.86 \pm 0.35 fg	508.77 \pm 28.02 ab	485.71 \pm 22.42 ab	497.24 \pm 16.86 a
Sultan	27.53 \pm 0.12 de	26.83 \pm 0.02 ce	27.18 \pm 0.17 ef	406.13 \pm 56.33 ce	416.65 \pm 25.99 d	411.39 \pm 27.84 c
Brantley	26.44 \pm 0.29 e	27.35 \pm 0.11 c	26.89 \pm 0.25 fg	365.73 \pm 23.50 df	472.90 \pm 10.45 ac	419.32 \pm 26.58 c
B-5025	28.97 \pm 0.50 bd	29.20 \pm 0.12 a	29.09 \pm 0.18 ab	354.35 \pm 33.60 df	450.29 \pm 0.85 bd	402.32 \pm 26.20 c
A-2003	30.59 \pm 0.48 ab	26.93 \pm 0.33 ce	28.76 \pm 0.86 ab	432.02 \pm 17.61 bd	442.83 \pm 6.26 cd	437.43 \pm 8.70 bc
Halisbey	27.44 \pm 0.25 de	26.64 \pm 0.21 de	27.04 \pm 0.23 fg	541.17 \pm 35.80 a	479.26 \pm 8.01 ac	510.22 \pm 21.46 a
NC-7	28.15 \pm 0.59 cd	28.47 \pm 0.23 b	28.31 \pm 0.29 bc	330.73 \pm 26.28 eg	371.49 \pm 5.19 e	351.11 \pm 15.05 d
Flower-22	29.40 \pm 1.17 bc	26.61 \pm 0.14 de	28.00 \pm 0.82 de	252.37 \pm 25.56 gh	302.77 \pm 3.93 fg	277.57 \pm 16.15 ef
Wilson	28.99 \pm 0.49 bd	29.07 \pm 0.21 a	29.03 \pm 0.24 ab	393.50 \pm 2.54 ce	412.17 \pm 14.40 d	402.84 \pm 7.77 c
NC-V-11	28.23 \pm 0.55 cd	24.47 \pm 0.14 f	26.35 \pm 0.88 g	439.57 \pm 24.71 bd	414.38 \pm 10.87 d	426.98 \pm 13.32 c
Com	27.41 \pm 0.24 de	26.43 \pm 0.25 e	26.92 \pm 0.27 fg	285.27 \pm 3.36 fh	268.77 \pm 15.76 gh	277.02 \pm 8.10 ef
O-2005	27.38 \pm 0.37 de	27.07 \pm 0.40 cd	27.22 \pm 0.25 ef	464.43 \pm 31.27 ac	494.88 \pm 8.42 a	479.66 \pm 16.00 ab
Gazipasa	28.97 \pm 0.37 bd	27.47 \pm 0.16 c	28.22 \pm 0.41 cd	317.37 \pm 18.72 eh	333.15 \pm 9.24 f	325.26 \pm 9.99 de
Average	28.32 \pm 0.24 A	27.19 \pm 0.17 B	27.76 \pm 0.16	376.08 \pm 14.51 B	393.38 \pm 12.38 A	384.73 \pm 9.53
CV (%)	3.13	1.23	2.42	13.27	5.75	10.07

CV: Coefficient of variation. Letters show different groups in each column.

Correlation

The correlation matrix is provided in Table 6. The

highest positive correlation matrix was observed between 100-seed weight and 100-pod weight ($r =$

0.851). Also, pod weight per plant was correlated with 100-pod weight ($r = 0.550$) and 100-seed weight ($r = 0.579$), positively but was negatively correlated with the first quality pod ratio ($r = -0.292$). Pod yield was correlated with pod weight per plant ($r = 0.471$), 100-pod weight ($r = 0.265$) and 100-seed weight ($r = 0.355$), positively. On the other hand, number of pods per plant had negative correlations with 100-pod weight ($r = -$

0.563) and 100-seed weight ($r = -0.569$) but positive correlation with shelling percentage ($r = 0.356$). Similar results were also observed in Gulluoglu et al. (2017) and Onat et al. (2017). It can be seen that the significant and positive correlations were among pod weight, 100-pod weight and 100-seed weight. These parameters affect the pod yield directly.

Table 6. Correlation analysis for the parameters according to 2-years average.

Çizelge 6. İki yıllık verilere göre incelenen özelliklerin korelasyon analiz sonucu

	NP	PW	HPW	HSW	SP	FQP	PC
NP	1						
PW	0.098	1					
HPW	-0.563	0.550	1				
HSW	-0.569	0.579	0.851	1			
SP	0.356	0.006	-0.407	-0.264	1		
FQP	-0.097	-0.292	-0.167	-0.055	-0.137	1	
PC	-0.102	-0.186	-0.147	-0.043	0.086	0.185	1
PY	0.164	0.471	0.355	0.265	-0.106	-0.006	-0.196

$p < 0.05$ in bold; NP: Number of pods per plant, PW: Pod weight per plant, HPW: 100-pod weight, HSW: 100-seed weight, SP: Shelling percentage, FQP: First quality pod ratio, PC: Protein content, PY: Pod yield

Principal component analysis (PCA)

Variance percentage and eigenvalues of PCA analysis are provided in Table 7 and factor loadings are provided in Table 8. PCA using the eight characteristics including quality parameters, yield and yield components indicated that more than 80.50%

variability was accounted for the first three PCs with eigenvalues > 1 . Variance explanation ratios over 70% were sufficient in PCA analysis (Yol et al., 2018; Beyzi et al., 2019; Sahin & Isler, 2021). Eigenvalues of higher than 1.0 are accepted as the descriptor of the variance in a data set according to Kaiser rules (Kaiser, 1960).

Table 7. Eigenvalues and percentage of variance for average year parameters of PCA analysis.

Çizelge 7. İncelenen özelliklerin eigenvalue değerleri ve varyasyon oranları

Principal Component	Eigenvalue	Variability (%)	Cumulative (%)
PC1	3.3935	42.418	42.418
PC2	1.9952	24.940	67.358
PC3	1.0511	13.138	80.496
PC4	0.9694	12.117	92.613
PC5	0.4392	5.491	98.104

Table 8. Factor loadings for parameters of PCA analysis (2-years average).

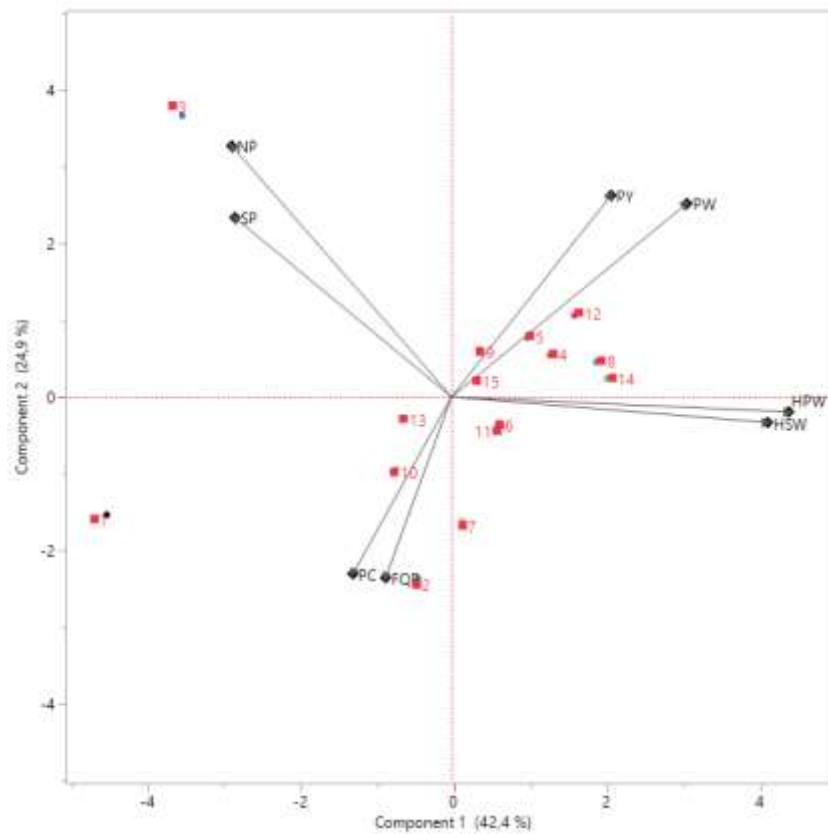
Çizelge 8. İncelenen özelliklerin factor loading değerleri (2 yıllık ortalama)

Parameters	PC1	PC2	PC3
NP	-0.637	0.727	0.161
PW	0.683	0.560	0.309
HPW	0.978	-0.043	-0.021
HSW	0.916	-0.074	0.210
SP	-0.628	0.519	0.258
FQP	-0.191	-0.523	0.619
PC	-0.286	-0.512	0.562
PY	0.463	0.584	0.346

NP: Number of pods per plant, PW: Pod weight per plant, HPW: 100-pod weight, HSW: 100-seed weight, SP: Shelling percentage, FQP: First quality pod ratio, PC: Protein content, PY: Pod yield

The first principal component (PC1) explained 42.42% of the total variation with eigenvalue of 3.39. PC1 was found to be related to all parameters except the first

quality pod ratio and protein content. 100-pod weight and 100-seed weight had the highest positive factor loading values while number of pods per plant and shelling percentage had the highest negative factor loading values in PC1. The second principal component (PC2) had an eigenvalue of 2.00 and explained 24.94% of the total variation. PC2 was found to be related to all parameters except 100-pod weight and 100-seed weight. Number of pods per plant had the highest positive factor loading value in PC2. The third principal component (PC3) explained 13.14% of the total variation with eigenvalue of 1.05. PC3 was found to be mainly related to the first quality pod ratio and protein content, positively. PCA graph which consisted of PC1 and PC2, for investigated parameters on varieties was presented in Figure 2. Spanish market type (Florispán) was distributed on the left-down of the plot which was related to PC2. Similarly, Runner market type (Georgia Green) was distributed on the left-up of the plot that was related to PC1.



Şekil 2. İncelenen özelliklerin 2 yıllık ortalamalarına ait PCA şekilleri

Figure 2. PCA graphs of varieties for investigated parameters of the 2-year average.

1: Florispan, 2: BATEM-Cihangir, 3: Georgia Green, 4: Sultan, 5: Brantley, 6: BATEM-5025, 7: Arioglu-2003, 8: Halisbey, 9: NC-7, 10: Flower-22, 11: Wilson, 12: NC-V-11, 13: Com, 14: Osmaniye-2005, 15: Gazipasa, NP: Number of pods per plant, PW: Pod weight per plant, HPW: 100-pod weight, HSW: 100-seed weight, SP: Shelling percentage, FQP: First quality pod ratio, PC: Protein content, PY: Pod yield.

CONCLUSION

In conclusion, PC1, PC2 and PC3 explained about 80% in joined years according to PCA analysis. Pod yield was positively correlated with pod weight per plant and 100-pod weight in both years. As a result, Georgia Green could be recommended to get high shelling percentage (73.96%) and pod yield (497.24 kg da⁻¹), and Arioglu-2003 could be the optimum selection on the first quality pod ratio (80.28%) and protein content (28.76%).

Author's Contributions

Dr. Şahin carried out the laboratory experiments, performed the statistical analysis, and wrote this article. Dr. Yılmaz carried out the field experiments. Dr. İşler and Mr. Yıldız coordinated process of the field experiments. All authors read and approved the final manuscript.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

Arioglu, H. H. (2014). *The oil seed crops growing and*

breeding. University of Cukurova Faculty of Agriculture Publishing. (In Turkish)

Arioglu, H. H., Bakal, H., Gulluoglu, L., Kurt, C. & Onat, B. (2016). The determination of some important agronomical and quality properties of peanut varieties in main crop conditions. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 25(Special Issue-2), 24-29. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.281656> (In Turkish)

Asik, F. F., Yildiz, R. & Arioglu, H. H. (2018). The determination of new peanut varieties for Osmaniye Region and their important agronomic and quality characteristics. *KSU J. Agric Nat*, 21(6), 825-836. <https://doi.org.10.18016/ksutarimdoga.vi.452842> (In Turkish)

Awal, M. A. & Aktar, L. (2015). Effect of row spacing on the growth and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) stands. *International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries*, 3(1), 7-11.

Beyzi, E., Gunes, A., Arslan, M. & Satana, A. (2019). Effects of foliar boron treatments on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.): detection by PCA analysis. *Commun Soil Sci Plan*, 50(16), 2023-2032. <https://doi.org/>

- 10.1080/00103624.2019.1648661
- Caliskan, S., Caliskan, M. E. & Arslan, M. (2008). Genotypic Differences for Reproductive Growth, Yield, and Yield Components in Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Turk J Agric For*, 32, 415-424.
- FAO, (2022). Food and agriculture data. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Access: 27.06.2022)
- Gohari, A. A. & Niyaki, N. S. A. (2010). Effects of iron and nitrogen fertilizers on yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Astaneh Ashrafiyeh, Iran. *American-Eurasian J Agric and Environ Sci*, 9(3), 256-262.
- Gulluoglu, L., Bakal, H., Onat, B., Kurt, C. & Arioglu, H. H. (2017). Comparison of agronomic and quality characteristics of some peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties grown as main and double crop in Mediterranean Region. *Turk J Field Crops*, 22(2), 166-177. <https://doi.org/10.17557/tjfc.356208>
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic-computers to factor-analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 141-51. <https://doi.org/10.1177/001316446002000116>
- Karabulut, B. & Tuncturk, R. (2019). Investigation of agricultural and quality characteristics of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars growing as main crop in the Diyarbakir-Bismil ecological conditions. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 97-104. (In Turkish)
- Onat, B., Bakal, H., Gulluoglu, L. & Arioglu, H. H. (2017). The effects of row spacing and plant density on yield and yield components of peanut grown as a double crop in Mediterranean environment in Turkey. *Turk J Field Crops*, 22(1), 71-80. <https://doi.org/10.17557/TJFC.303885>
- Sahin, C. B. & Isler, N. (2021). Foliar applied zinc and iron effects on yield and yield components of soybean: Determination by PCA analysis. *Commun Soil Sci Plan*, 52(3), 212-221. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1854297>
- Sahin, C. B., Yilmaz, M. & Isler, N. (2022). Determination of Oil Quality and Fatty Acid Compositions of Some Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Genotypes Grown in Mediterranean Region. *Turk J Field Crops*, 27(1), 142-148. <https://doi.org/10.17557/tjfc.1095649>
- Shin, E. C., Pegg, R. B., Phillips, R. D. & Eitenmiller, R. R. (2010). Commercial Runner peanut cultivars in the USA: Fatty acid composition. *Eur J Lipid Sci Technol*, 112, 195-207. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900141>
- TUIK, (2022). Crop production statistics. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/> (Access: 27.06.2022)
- Yasli, S., Isler, N. & Sahin, C. B. (2020). The effect of single and twin planting patterns on yield and important agricultural characteristics of main cropped peanut under Diyarbakir conditions. *KSU J. Agric Nat*, 23(1), 91-98. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.552168> (In Turkish)
- Yilmaz, M. (2022). Determination of saturated and unsaturated fatty acids in late peanut cultivation in the eastern Mediterranean. *BSJ Agri*, 5(3), 189-194. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1071618>
- Yilmaz, M., Sahin, C. B., Yildiz, D., Demir, G. & Yildiz, R. (2022). _General situation of peanut (*Arachis hypogaea*) production in the World and in Turkey, major problems and solution suggestions. *Mus Alparslan University Journal of Agriculture and Nature*, 2(1), 8-17. (In Turkish)
- Yol, E. & Uzun, B. (2018). Influences of genotype and location interactions on oil, fatty acids and agronomical properties of groundnuts. *Grasas Y Aceites*, 69(4), e276. <https://doi.org/10.3989/gya.0109181>
- Yol, E., Furat, S., Upadhyaya, H. D. & Uzun, B. (2018). Characterization of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) collection using quantitative and qualitative traits in the Mediterranean Basin. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(1), 63-75. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61675-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61675-7)
- Zhao, C., Shao, C., Yang, Z., Wang, Y., Zhang, X., Wang, M. & McGiffen, M. E. (2017). Effect of planting density on pod development and yield of peanut under the pattern of precision planted peanuts. *Legume Research*, 40(5), 901-905.



Determination of High Yield and Quality Sainfoin Genotypes (*Onobrychis viciifolia* Scop.) for the Bingöl Province of Turkey

Erdal CACAN¹, Kagan KOKTEN², Ali KOC³

¹Bingol University, Vocational School of Food, Agriculture and Livestock, Department of Crop and Animal Production, Bingöl, Turkey, ²Sivas University of Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences and Technology, Department of Plant Production and Technologies, Sivas, Turkey, ³General Directorate of Agricultural Enterprises, Ankara, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-9469-2495>, ²<https://orcid.org/0000-0001-5403-5629>, ³<https://orcid.org/0000-0002-8744-5939>

✉: ecacan@bingol.edu.tr

ABSTRACT

This research was carried out for two years between 2017-2018 to determine the high yield and quality sainfoin genotypes for Bingöl Province. A total of 13 genotypes were used as plant materials, two of which were registered cultivars (Lutfibey, Peschanyj 1251), six candidate cultivars (Emre, Hilal, Fatih, Mehmetalibey, Koc 1461, Yunus) and five were populations (Genc, Adakli, Yedisu, Ankara, Tarim). In the study forage yields, dry matter yields, crude protein ratios, crude protein yields, ADF (acid detergent fiber) ratios, NDF (neutral detergent fiber) ratios, digestible dry matter ratios and relative feed values of genotypes were investigated. As the average of two years of the genotypes; the forage yield was 1832±60 kg da⁻¹, the dry matter yield was 576±20 kg da⁻¹, the crude protein rate was 16.4±0.3%, the crude protein yield was 95.3±3.9 kg da⁻¹, the ADF rate was 31.2±0.5%, the NDF rate was 43.8±0.6%, the digestible dry matter rate was 64.6±0.4% and the relative feed value was obtained as 139±2.3. According to two years data in the study, the differences between genotypes were found statistically significant (p<0.01) in terms of forage yield, dry matter yield and crude protein yield, but the differences between genotypes were found to be statistically insignificant in terms of crude protein, ADF, NDF and digestible dry matter ratios and relative feed value. As a result, it was determined that Tarim, Hilal, Peschanyj and Lutfibey genotypes came to the fore in the conditions of Bingöl Province in terms of the examined characteristics.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 08.03.2022
Accepted : 13.09.2022

Keywords

Crude protein
Forage yield
Forage quality
Digestibility
Biplot

Bingöl İli İçin Yüksek Verim ve Kaliteye Sahip Korunga Genotiplerinin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) Belirlenmesi

ÖZET

Bu araştırma, Bingöl ili için verim ve kalitesi yüksek korunga genotiplerini belirlemek amacıyla 2017-2018 yılları arasında iki yıl süreyle yürütülmüştür. Araştırmada iki adet tescilli çeşit (Lütfibey, Peschanyj 1251), altı adet çeşit aday (Emre, Hilal, Faith, Mehmetalibey, Koç 1461) ve beş adet populasyon (Genç, Adaklı, Yedisu, Ankara ve Tarım) olmak üzere toplam 13 adet genotip bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada genotiplerin yeşil ot verimleri, kuru ot verimleri, ham protein oranları, ham protein verimleri, ADF (asit deterjanda çözünmeyen lif) oranları, NDF (nötral deterjanda çözünmeyen lif) oranları, sindirilebilir kuru madde oranları ve nispi yem değerleri incelenmiştir. Genotiplerin iki yıllık ortalaması olarak yeşil ot verimi 1832±60 kg/da, kuru ot verimi 576±20 kg/da, ham protein oranı %16.4±0.3, ham protein verimi 95.3±3.9 kg/da, ADF oranı %31.2±0.5, NDF oranı %43.8±0.6, sindirilebilir kuru madde oranı %64.6±0.4 ve nispi yem değeri 139±2.3 olarak elde edilmiştir. İki yıllık verilere göre araştırmada yeşil ot verimi, kuru ot verimi ve ham protein verimi açısından genotipler arasında tespit edilen farklılıkların istatistiksel olarak önemli (p<0.01), ham protein, ADF, NDF ve sindirilebilir kuru madde oranları ile nispi yem değeri açısından ise genotipler arasında tespit edilen farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 08.03.2022
Kabul Tarihi : 13.09.2022

Anahtar Kelimeler

Ham protein
Yem verimi
Yem kalitesi
Sindirilebilirlik
Biplot

belirlenmiştir. Sonuç olarak incelenen özellikler açısından Tarım, Hilal, Peschanyj ve Lütfibey genotiplerinin Bingöl ili koşullarında ön plana çıktığı belirlenmiştir.

Atf Şekli : Cacan, E., Kokten, K. & Koc, A. (2023). Determination of High Yield and Quality Sainfoin Genotypes (*Onobrychis viciifolia* Scop.) For The Bingöl Province of Turkey. *KSU J. Agric Nat* 26(3), 619-628. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.1084441>.

To Cite : Cacan, E., Kokten, K. & Koc, A. (2023). Bingöl İli İçin Yüksek Verim ve Kaliteye Sahip Korunga Genotiplerinin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26(3), 619-628. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.1084441>

INTRODUCTION

There are 80-100 species in the sainfoin genus. The most cultivated species of this genus is *Onobrychis viciifolia* Scop. Sainfoin is a short-lived perennial forage plant. It is cultivated as forage plant, soil conservation plant and nectar-pollen plant. Since it is resistant to grazing, it is a good pasture plant as well as a good rotation plant in arid regions. The forage quality is good and the dry matter contains about 17% crude protein. In addition, it is rich in calcium, phosphorus and other elements (Ekiz et al., 2011).

Sainfoin is resistant to cold and drought. It can grow in poor and calcareous soils where alfalfa cannot grow. However, it cannot compete with alfalfa in terms of yield under irrigation. Sainfoin forage does not cause bloating in animals, as does alfalfa. Therefore, its forage can be given to animals as much as desired (Soya et al., 2004).

Sainfoin gives one harvest every year in drought conditions. In such conditions, 1 000 kg da⁻¹ forage and an average of 250-300 kg da⁻¹ dry matter yields were recorded from sainfoin cultivation. Dry matter yield in humid areas and irrigated fields can range between 500 and 1000 kg da⁻¹. Sainfoin lives an average of 3-4 years and gives the highest yield in the second and third years. It becomes sparse in the fourth year. Therefore, at the end of the third year, another plant should be grown instead of sainfoin (Acikgoz, 2001; Acikgoz, 2013).

According to data from the Turkish Statistical Institute, in 2021, 1.546.641 tons of forage was produced on a 1.814.737 da area of sainfoin. Forage yield per decare was 887 kg. In the province of Bingöl, where the research was conducted, it was recorded that the yield per decare was 1.598 kg (TUIK, 2022).

Many studies on sainfoin have been carried out in Turkey. Turk and Celik (2005) studied, the effect of row spacing and seed quantities on the yield of sainfoin; Erkovan and Tan (2009) investigated, determination of some properties of forage and seed yield in the sainfoin cultivars grown in irrigated and arid conditions; Elmali Aksu and Kaya (2012) found, the effect of different harvest times on the nutrient content of sainfoin; Ertus et al. (2012) studied, determination of some features of local sainfoin varieties grown around Van Province; Parlak Ozaslan et al. (2014) examined, morphological and agronomic

features of some wild sainfoin species; Cecen et al. (2015) investigated, morphological characteristics of sainfoin populations that the collected in the natural flora of Antalya and Koc and Akdeniz (2017) determined, the yield and some agricultural characteristics of the sainfoin varieties developed in State Farm Gozlu and Altınova. These studies have been carried out for different purposes, at different times and in different regions. However, as can be seen from those studies and from the review of literature, focus on forage quality and digestibility of sainfoin are limited and inadequate.

This study was carried out to determine the sainfoin genotypes with high yield, quality, digestibility and relative feed value for the Province of Bingöl.

MATERIAL and METHOD

Experimental materials

In this study, a total of 13 genotypes (2 registered cultivars, 6 cultivar candidates and 5 populations), obtained from some institutions and organizations were used as plant materials. The names types (cultivar, cultivar candidate and population) and sources of the genotypes were presented in Table 1.

Research area

This research was carried out on the Field Research and Application Center of the Bingöl University, Genc Vocational School. Bingöl is located in Eastern Anatolia Region, Turkey. The district of Genc, where the research was conducted, is 20 km from Bingöl city center and its height from the sea level is 986 m on average. The research area is located on the coordinates of 38.749450 North latitude and 40.536770 East longitude.

Climate data of the research area

An analysis of the provincial climate data, obtained from the Bingöl Provincial Meteorology Directorate, shows that, the average temperature of the province over a long time (2000-2015) was on average of 12.3 °C, precipitation being 917.8 mm and humidity rate at 56.6%. July and August are the months when the temperature is the highest with the lowest amount of precipitation and humidity. It was recorded that most of the precipitation falls in the winter months and the lowest temperature and the highest humidity values

are obtained during these months. The years 2017 and 2018 were hot and less rainy compared to long years (Table 2).

Table 1. Genotypes used as research materials and sources from which genotypes were provided
Çizelge 1. Araştırma materyali olarak kullanılan genotipler ve temin edildikleri kaynaklar

Genotype	Source	Origin
1	Lutfibey	Cultivar
2	Peschanyj 1251	Cultivar
3	Emre	Cultivar candidate
4	Hilal	Cultivar candidate
5	Fatih	Cultivar candidate
6	Mehmetalibey	Cultivar candidate
7	Koc 1461	Cultivar candidate
8	Yunus	Cultivar candidate
9	Genc	Population
10	Adakli	Population
11	Yedisu	Population
12	Ankara	Population
13	Tarım	Population

Table 2. Monthly average climate data of Bingöl for 2017-2018 and long years (2000-2015)*
*Çizelge 2. Bingöl ilinin 2017-2018 ve uzun yıllara (2000-2015) ait aylık ortalama iklim verileri**

Months <i>Aylar</i>	Average temperature (°C) <i>Ortalama sıcaklık (°C)</i>			Total precipitation (mm) <i>Toplam yağış (mm)</i>			Relative humidity (%) <i>Nispi nem (%)</i>		
	2017	2018	Long years	2017	2018	Long years	2017	2018	Long years
January	-3.7	2.0	-2.5	63.9	204.0	154.0	71.1	72.7	73.3
February	-2.3	5.2	-0.9	32.9	74.9	137.7	61.6	65.8	72.2
March	5.9	10.3	4.9	114.5	72.2	124.1	64.7	59.1	64.2
April	10.8	14.4	10.9	166.4	57.1	103.8	58.8	44.1	61.2
May	16.4	16.4	16.2	92.4	163.0	66.8	56.2	67.9	55.8
June	22.6	22.6	22.6	9.6	33.3	18.4	39.0	47.4	42.5
July	28.0	27.1	27.0	0	4.6	7.3	28.1	30.6	36.7
August	27.6	27.4	26.8	2.5	11.7	5.4	26.0	31.1	36.8
September	23.5	22.6	21.3	0	11.7	16.4	26.4	37.0	42.2
October	13.4	15.9	14.2	52.8	104.5	70.3	48.6	55.6	58.9
November	7.3	7.9	6.5	99.5	83.6	91.8	68.5	72.4	64.7
December	3.7	3.2	0.2	74.6	84.4	121.8	69.8	65.4	70.7
Total/Ave.	12.8	14.6	12.3	709.1	905.0	917.8	51.6	54.1	56.6

*(Anonymous, 2019)

Soil properties of the research area

Soil analyses of the research area were carried out at the Bingol University Faculty of Agriculture. The results of the analysis were evaluated on the basis of limit values as described by Sezen (1995) and Zengin (2012). Accordingly, the soil structure was sandy-clayey-loamy structure (60% sand, 18% clay, 22% loam), pH was neutral (7.26), less lime (3.48%), unsalted (0.34 mS cm⁻¹), organic matter ratio was on medium level (2.1%), phosphorus (5.1 kg da⁻¹) and potassium (43.6 kg da⁻¹) rates were also found to be low.

Experimental methods

Since the sainfoin plant did not develop much in the first planting year in dry conditions, forage and seed production data were not taken. Plants begin to develop rapidly in the spring of the second year as explained by Acikgoz (2001). In this study, sowing was made on 06.04.2016. However, as stated by Acikgoz (2001), no yields were made in 2016. In order to combat weeds, herbage cleaning was done twice. The harvest was made on 29.05.2017 in the second year and on 27.05.2018 in the third year. Therefore, although this study was carried out in three consecutive years as

2016, 2017 and 2018, only 2017 and 2018 data were evaluated.

In the study, the parcel lengths were 5 m, distances between rows were 30 cm and each plot had 6 rows. 10 kg seeds were used per decare. During sowing, 4 kg da⁻¹ nitrogen and 10 kg da⁻¹ phosphorus fertilizers were applied (Tan & Sancak, 2009).

Considering the side effects, 50 cm parts of the upper and lower parts of the side rows and plots were removed from the harvest. Forage yield was calculated by weighing the herbage cut from each parcel and transforming it into yield per decare. Five hundred grams of forage taken from each parcel was dried at 70 °C for 48 hours, and dry matter yield was calculated from the result obtained (Anonymous, 2020). Crude protein, ADF (Acid detergent fiber) and NDF (Neutral detergent fiber) ratios were determined with the help of Near Infrared Spectroscopy (NIRS) device. This method was used by many researchers including Basaran et al. (2011) and Cinar and Hatipoglu (2015).

Crude protein yield was obtained by multiplying the dry matter yield by the crude protein ratio (Basbag et al., 2015), and the DDM (Digestible dry matter) ratio and RFV (Relative feed value) with the help of ADF and NDF ratios (Van Dyke & Anderson, 2000; Morrison, 2003).

Statistical model

The study was set up with three replications according to the random block trial design. ANOVA was used to obtain data by JMP statistics program. The averages of the groups were compared with the Tukey test according to the %5 significance level (JMP, 2018).

RESULTS and DISCUSSION

Forage and dry matter yields (kg da⁻¹)

Forage and dry matter yields of sainfoin genotypes were presented in Table 3. Genotype, year and year x genotype interactions were found statistically significant in terms of forage and dry matter yield.

Table 3. Forage yield and dry matter yield of sainfoin genotypes

Çizelge 3. Korunga genotiplerinin yeşil ot ve kuru ot verimleri

Genotypes Genotipler	Forage yield (kg da ⁻¹) Yeşil ot verimi (kg da ⁻¹)			Dry matter yield (kg da ⁻¹) Kuru ot verimi (kg da ⁻¹)		
	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean
Adakli	1363±112 f-k	984±66 kl	1173±102 GH	453±25 g-l	295±22 lm	374±38 DE
Ankara	2250±48 a-d	1784±128 d-g	2017±120 CD	728±29 a-c	486±26 e-l	607±57 BC
Emre	2552±167 a	1530±68 e-j	2041±242 B-D	824±42 a	480±27 f-l	652±80 BC
Fatih	2250±189 a-d	1326±128 g-k	1788±230 DE	761±103 ab	441±39 h-l	601±87 BC
Genc	1272±41 i-l	824±55 l	1048±104 H	385±5 i-m	218±15 m	302±38 E
Hilal	2248±55 a-d	1893±64 b-e	2071±87 B-D	774±52 ab	660±17 a-f	717±35 AB
Koc 1461	1837±121 c-f	1763±65 e-h	1800±63 DE	596±15 b-h	541±32 c-j	569±20 C
Lutfibey	1711±107 e-i	2600±128 a	2156±212 A-C	680±42 a-e	649±27 a-g	665±24A-C
Mehmetalibey	2337±65 ab	1539±66 e-j	1938±183 CD	672±51 a-f	579±15 b-i	625±32 BC
Peschanyj 1251	2344±121 ab	2305±70 a-c	2325±63 AB	756±17 ab	692±33 a-d	724±22 AB
Tarim	2614±94 a	2302±71 a-c	2458±87 A	830±55 a	744±21 ab	787±33 A
Yedisu	1296±32 h-l	1877±65 b-e	1587±133 EF	357±4 j-m	495±23 d-k	426±33 DE
Yunus	1610±77 e-j	1209±65 j-l	1409±100 FG	538±43 c-j	332±17 k-m	435±50 D
Mean	1976±78 A	1687±84 B	1832±60	643±27 A	509±26 B	576±20
CV (%)		8.25			10.88	
Genotype (G)		**			**	
Years (Y)		**			**	
G x Y		**			**	

** : P<0.01

From the two-year averages, the highest forage yield was obtained from the Tarim genotype with 2458 kg da⁻¹. Peschanyj-1251 (2325 kg da⁻¹) and Lutfibey (2156 kg da⁻¹) cultivars in the same group were next in terms of yield. The lowest forage yield was obtained from genotype from the Genc district with 1048 kg da⁻¹. In terms of years, it was seen that 2017 (1976 kg⁻¹) yielded a higher forage yield than 2018 (1687 kg⁻¹). The two-year forage yield average obtained was 1832 kg da⁻¹ as presented in (Table 3).

According to the two-year average, the highest dry

matter yield was obtained from the Tarim genotype with 787 kg da⁻¹. Peschanyj-1251 (724 kg da⁻¹), Hilal (717 kg da⁻¹) and Lutfibey (665 kg da⁻¹) cultivars in the same group followed this observation statistically. The lowest dry matter yield was obtained from the genotype obtained from Genc district with 302 kg da⁻¹. It was seen that 2017 (643 kg da⁻¹) yields a higher dry matter than 2018 (509 kg da⁻¹). The two-year dry matter yield determined was 576 kg da⁻¹ as presented in (Table 3).

The average forage yield was 1832 kg da⁻¹ and dry

matter yield was 576 kg da⁻¹. It was observed that Tarım, Peschanyj-1251, Mehmetlibey, Lutfibey,

Hilal, Emre and Ankara genotypes gave forage and dry matter yields above the average (Figure 1).

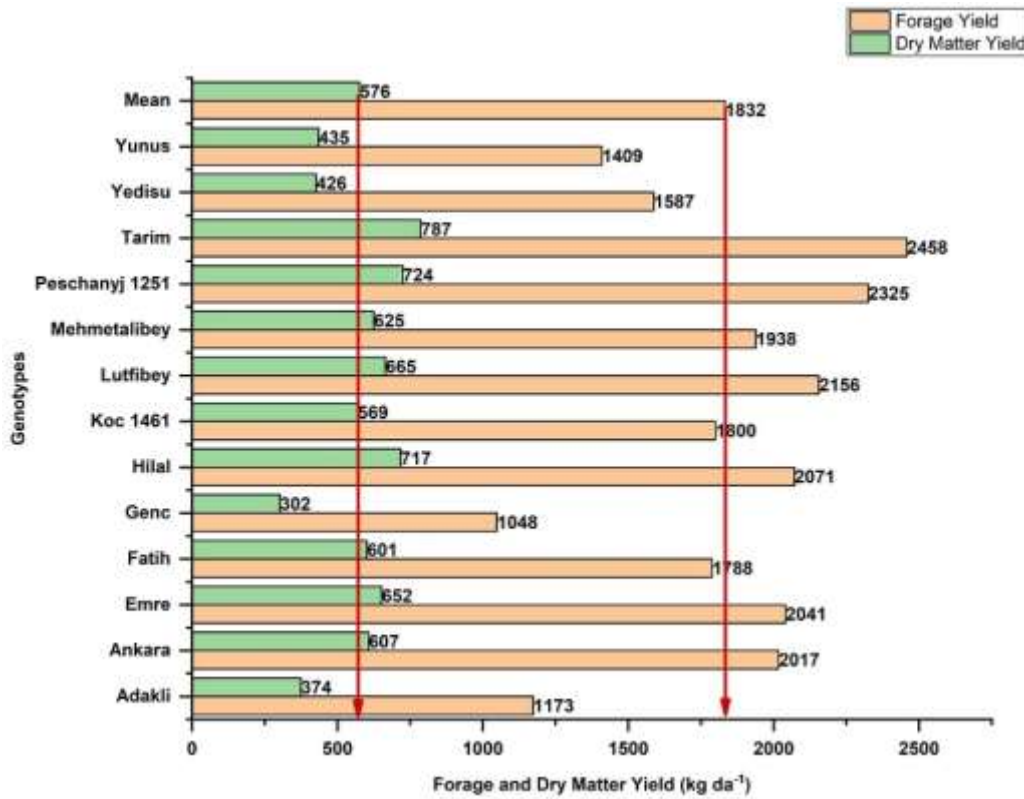


Figure 1. Forage and Dry Matter Yield of Sainfoin Genotypes
Şekil 1. Korunga genotiplerinin yeşil ve kuru ot verimleri

Erkovan and Tan (2009) reported a dry matter yield of 1016 kg da⁻¹, 776 kg da⁻¹, 749 kg da⁻¹ and 410 kg da⁻¹ over a period of four years, in irrigated and arid conditions, respectively. The differences between the yield values obtained may be attributed to the ecological conditions and genotypes used. However, in the four-year study, dry matter yields decreased systematically every year and this decrease was found to be statistically significant. This situation was similar to the decrease in both forage and dry matter yield values obtained in the second year in this study. Acikgoz (2001) reported that the sainfoin yielded the highest yield in the second and third years and the field should be plowed in the fourth year. In this study, since the first year was the year of establishment, the data obtained were not evaluated. The highest yield values were obtained in the second year (in 2017). Yield values decreased during the third year (2018) and the study was concluded in the fourth year.

Unal and Firincioglu (2007) found that there were significant differences between the years in the study they carried out with three genotypes under the conditions of the Central Anatolian region. They reported a forage yield of 2121 kg da⁻¹ in the first year, 307 kg da⁻¹ in the second year resulting in an average of 1214 kg da⁻¹. They also reported a dry matter yield

of 564 kg da⁻¹ in the first-year, 104 kg da⁻¹ in second-year thus averaging in 334 kg da⁻¹.

Crude protein ratio (CP) (%) and crude protein yield (CPY) (kg da⁻¹)

Genotype, year and genotype x year interaction were found insignificant in terms of crude protein ratio of sainfoin genotypes. The crude protein ratio of genotypes varied between 14.2% and 17.7%, with an average of 16.4%. The crude protein rate was 16.8% in 2017 and the crude protein rate was 16.1% in 2018 (Table 4).

Genotype, year and genotype x year interaction were found statistically significant in terms of crude protein yield. When the genotypes were compared, it was observed that the highest crude protein yield was obtained from the Tarım population (133.0 kg da⁻¹), followed by the Emre (112.9 kg da⁻¹) and Hilal (122.3 kg da⁻¹) cultivars. It was observed that the populations obtained from Adakli and Genc districts, recorded the lowest crude protein yields. The crude protein yield (108.1 kg da⁻¹) obtained in 2017 was higher than the crude protein yield (82.5 kg da⁻¹) obtained in 2018 (Table 4).

Table 4. Crude protein ratio and crude protein yield of sainfoin genotypes

Çizelge 4. Korunga genotiplerinin ham protein oranları ve ham protein verimleri

Genotypes <i>Genotipler</i>	Crude protein ratio (%)			Crude protein yield (kg da ⁻¹)		
	<i>Ham protein oranı (%)</i>			<i>Ham protein verimi (kg da⁻¹)</i>		
	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean
Adakli	16.5±2.6	14.7±0.1	15.6±1.2	73.4±7.1 d-g	43.4±3.0 fg	58.4±7.5 D
Ankara	16.0±1.7	17.6±0.4	16.8±0.8	117.4±16.9 a-d	85.9±6.3 c-g	101.7±10.7 A-C
Emre	18.1±1.8	15.7±0.8	16.9±1.0	150.6±22.8 a	75.2±1.4 c-g	112.9±19.7 A
Fatih	17.5±1.1	16.9±0.4	17.2±0.5	133.3±18.5 a-c	74.8±7.2 c-g	104.1±15.8 A-C
Genc	13.3±1.3	15.1±0.3	14.2±0.7	51.5±5.7 fg	33.1±2.5 g	42.3±4.9 D
Hilal	17.1±2.1	16.9±0.3	17.0±0.9	133.2±20.9 a-c	111.5±4.2 a-e	122.3±10.7 A
Koc 1461	17.0±1.9	17.3±1.7	17.1±0.9	101.4±12.0 a-f	94.2±11.0 a-f	97.8±7.4 A-C
Lutfibey	17.9±0.8	15.2±2.0	16.6±1.1	121.6±4.6 a-d	98.9±15.8 a-f	110.2±8.9 AB
Mehmetalibey	17.9±0.3	15.8±0.9	16.8±0.6	120.7±11.3 a-d	91.4±7.2 b-g	106.0±8.9 A-C
Peschanyj 1251	12.7±0.1	16.0±0.1	14.3±0.7	95.8±3.0 a-f	111.0±6.4 a-e	103.4±4.6 A-C
Tarim	17.5±0.6	16.1±0.5	16.8±0.4	145.8±14.7 ab	120.3±7.2 a-d	133.0±9.3 A
Yedisu	19.3±1.2	16.1±0.2	17.7±0.9	68.9±5.2 d-g	79.5±4.6 c-g	74.2±3.9 B-D
Yunus	17.3±1.1	15.9±0.7	16.6±0.6	92.3±4.5 a-f	52.8±3.3 e-g	72.5±9.1 D
Mean	16.8±0.4	16.1±0.2	16.4±0.3	108.1±5.6 A	82.5±4.4 B	95.3±3.9
CV (%)		12.62			19.47	
Genotype (G)		ns			**	
Years (Y)		ns			**	
G x Y		ns			**	

ns: Non significant. **: P<0.01

Average crude protein yield obtained was 95.3 kg da⁻¹. It was determined that Tarim, Peschanyj-1251, Mehmetalibey, Lutfibey, Koc 1461, Hilal, Fatih Emre and Ankara genotypes gave crude protein yield above the average as presented on Figure 2.

In a study with sainfoin cultivars, Temel and Ozalp (2016) reported a crude protein rate (although varying according to altitude) of 16.0-17.0% in the 10% flowering period and Akdeniz (2019) reported a crude protein rate of 15.12-16.07%. These rates support the results obtained in this study. Ulger and Kaplan (2016) also reported a crude protein content in the flowering period of sainfoin populations ranging between 12.7% and 15.9%, with an observation that, the crude protein ratio was higher in registered cultivars and relatively lower in population samples. However, the crude protein ratios recorded in this study did not differ between populations and registered cultivars. The crude protein ratio may differ depending on the genetic structure of the plant as well as the development stages of the plant. Therefore, the crude protein content may differ in different genotypes or in different harvesting periods.

Turk (2005) reported a crude protein yield ranging between 57.0 and 122.3 kg da⁻¹ in a three-year study conducted in order to determine the effect of different seed amounts and row spacing of sainfoin on crude protein yield. Akdeniz (2019) reported a crude protein yield of 100 kg da⁻¹ as a result of a two-year study that examined the yield and quality characteristics of different cultivation methods and mixtures. These values were in consonance with the findings of this

research.

Acid detergent fiber (ADF) (%) and neutral detergent fiber (NDF) (%)

Genotype and year x genotype interactions were not found statistically significant in terms of ADF and NDF ratios of sainfoin genotypes. Only the difference between years was found statistically significant (Table 5).

ADF ratios varied between 30.1% and 34.2% with the average of 31.2%, NDF ratios varied between 42.9% and 45.1% with the average of 43.8%. ADF (33.8%) and NDF (46.6%) ratios of 2018 were higher than ADF (28.6%) and NDF (41.4%) ratios of 2017 (Table 5).

The reason why the ADF and NDF ratios obtained in the second year were higher than the ADF and NDF ratios in the first year could be attributed to the aging of the plant. ADF and NDF ratios, which make up the plant cell wall, increased as the plants age.

ADF rates (32.0-34.0%) and NDF rates (44.0-46.5%) obtained from sainfoins at different altitudes by Temel and Ozalp (2016) support the results of this study. However, ADF rates (32.01-41.79%) and NDF rates (42.57-53.89%) reported by Ulger and Kaplan (2016) and ADF rates (41.57%) and NDF rates (50.53%) reported by Yavuz and Karadag (2016) were higher than the results of this study.

Digestible dry matter (DDM) (%) and relative feed value (RFV)

As can be observed from the Table 6, the difference between genotype and year x genotype interaction was

statistically insignificant, but the difference between years was found to be significant in terms of digestible

dry matter and relative feed value of sainfoin genotypes.

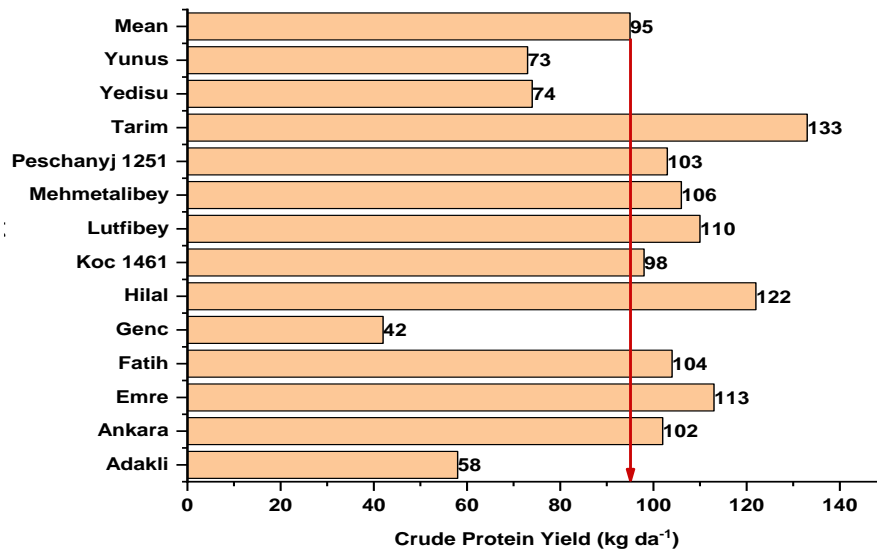


Figure 2. Crude Protein Yield of Sainfoin Genotypes
Şekil 2. Korunga genotiplerinin ham protein verimleri

Table 5. Acid detergent fiber and neutral detergent fiber of sainfoin genotypes

Çizelge 5. Korunga genotiplerinin asit ve nötral deterjanda çözünmeyen lif oranları

Genotypes <i>Genotipler</i>	ADF (%) <i>ADF (%)</i>			NDF (%) <i>NDF (%)</i>		
	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean
Adakli	27.7±2.8	33.4±0.3	30.5±1.8	41.2±3.9	45.2±0.2	43.2±1.9
Ankara	26.9±3.1	35.3±0.6	31.1±2.3	39.1±2.8	48.6±0.9	43.8±2.4
Emre	29.0±4.3	32.4±1.6	30.7±2.2	41.4±4.8	43.7±1.6	42.5±2.3
Fatih	27.9±2.1	34.3±0.6	31.1±1.7	39.8±2.0	47.0±0.9	43.4±1.8
Genc	29.7±0.8	33.8±0.1	31.7±0.9	42.3±1.3	47.9±0.4	45.1±1.3
Hilal	28.6±5.5	34.2±0.9	31.4±2.7	39.9±6.1	47.3±0.9	43.6±3.2
Koc 1461	28.8±3.1	35.5±1.1	32.2±2.0	41.3±3.1	48.4±1.6	44.9±2.2
Lutfibey	28.8±1.8	31.3±1.9	30.1±1.3	41.7±2.6	44.2±2.9	42.9±1.8
Mehmetalibey	29.8±3.9	32.2±1.7	31.0±2.0	42.6±4.3	45.2±2.2	43.9±2.2
Peschanyj 1251	28.7±0.1	39.7±0.4	34.2±2.4	41.5±0.2	52.9±0.2	47.2±2.5
Tarim	29.6±0.5	32.2±0.9	30.9±0.7	41.2±0.7	44.7±1.0	43.0±0.9
Yedisu	28.4±1.1	32.2±0.9	30.3±1.0	41.6±1.3	44.6±0.9	43.1±0.9
Yunus	28.1±2.1	32.4±0.3	30.2±1.3	40.8±2.0	45.8±0.6	43.3±1.4
Mean	28.6±0.7 B	33.8±0.2 A	31.2±0.5	41.1±0.8 B	46.6±0.3 A	43.8±0.6
CV (%)		11.71			9.42	
Genotype (G)		ns			ns	
Years (Y)		**			**	
G x Y		ns			ns	

ns: Non significant. **: P<0.01

The digestible dry matter ratios of the sainfoin genotypes varied between 63.9% and 65.5%, and the relative feed values varied between 126 and 145. Considering the average of the two years, the digestible dry matter ratio was 64.6% and the relative feed value was 139. The digestible dry matter ratio (66.6%) and relative feed value (151) obtained in 2017 were statistically higher than the values (62.6% and 127, respectively) obtained in 2018 (Table 6).

The reason why the genotypes have higher digestible dry matter ratio and relative feed values in 2017 compared to 2018 was due to the fact that the plant

was younger in the first year compared to the second year. As the plants got older, the ADF and NDF ratios increased, while their digestibility and relative feed values decreased.

Yavuz and Karadag (2016) reported that the in vitro digestibility rate of sainfoin was 61.30% and Ulger and Kaplan (2016) reported that the organic matter digestion rate ranged between 60.7% and 72.59%. The results obtained from this study are in agreement with the results of the researchers.

Table 6. Digestible dry matter and relative feed value of sainfoin genotypes
Çizelge 6. Korunga genotiplerinin sindirilebilir kuru madde ve nispi yem değerleri

Genotypes <i>Genotipler</i>	Digestible dry matter (%) <i>Sindirilebilir kuru madde (%)</i>			Relative feed value <i>Nispi yem değeri</i>		
	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean
Adaklı	67.3±2.2	62.9±0.2	65.1±1.4	152±17.7	133±1.4	142±9.0
Ankara	68.0±2.4	61.4±0.4	64.7±1.8	162±11.7	119±4.6	140±11.1
Emre	66.3±3.4	63.7±1.2	65.0±1.7	150±20.7	140±8.7	145±10.2
Fatih	67.2±1.6	62.2±0.5	64.7±1.3	157±8.3	124±5.2	141±8.6
Genc	65.8±0.6	62.6±0.1	64.2±0.7	145±4.5	122±1.3	133±5.5
Hilal	66.6±4.2	62.3±0.7	64.4±2.1	155±22.8	129±5.2	142±12.0
Koc 1461	66.4±2.4	61.3±0.8	63.9±1.6	150±11.8	119±8.0	135±9.4
Lutfibey	66.5±1.4	64.5±1.5	65.5±1.0	150±10.3	137±14.9	144±8.6
Mehmetalibey	65.7±3.0	63.8±1.3	64.8±1.5	145±17.7	135±11.2	140±9.6
Peschanyj 1251	66.6±0.1	58.0±0.3	62.3±1.9	149±0.7	102±1.8	126±10.5
Tarım	65.8±0.4	63.8±0.7	64.8±0.5	149±3.1	133±5.1	141±4.5
Yedisu	66.7±0.8	63.8±0.7	65.3±0.8	149±5.7	133±5.2	141±5.0
Yunus	67.0±1.7	63.6±0.3	65.3±1.0	153±9.6	130±3.1	141±6.8
Mean	66.6±0.5 A	62.6±0.2 B	64.6±0.4	151±3.3 A	127±1.7 B	139±2.3
CV (%)		4.40			12.49	
Genotype (G)		ns			ns	
Years (Y)		**			**	
G x Y		ns			ns	

ns: Non significant. **: P<0.01

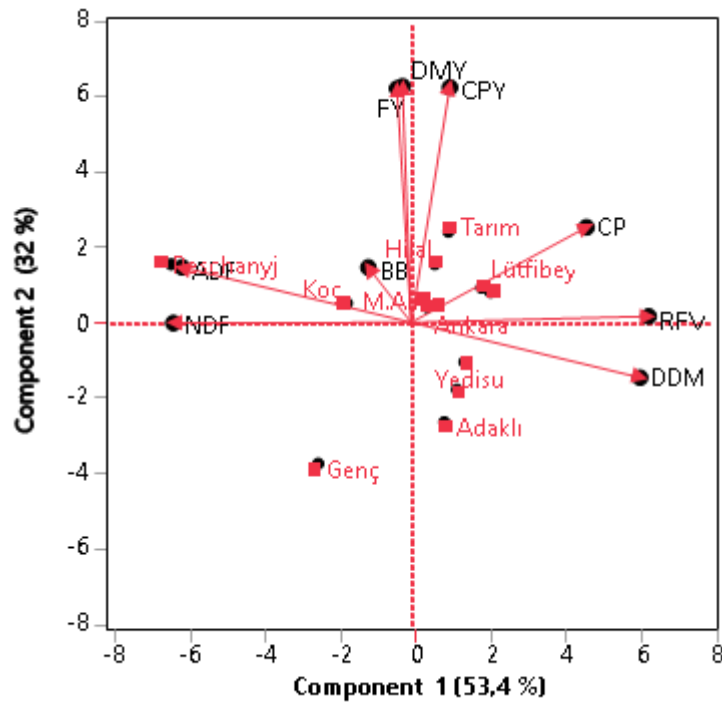


Figure 3. Biplot plot of the relationship between genotypes and traits studied
Şekil 3. Genotipler ile incelenen özellikler arasındaki ilişkinin biplot analizi

Examination of the relationship between genotypes and examined traits by Biplot analysis

The relationship between genotypes and the examined traits was presented on Figure 3. It can be observed that there is an interaction of 85.4%, with the first main component being 53.4% and the second main

component being 32.0%, between the genotypes and the investigated features.

According to Basbag et al. (2018), if the angle between the features examined in the biplot analysis was less than 90°, there was a positive and significant relationship between them. From this point of view, it can be inferred that the examined features are divided

into three groups. It can be observed that the forage yield, dry matter and crude protein yields formed a group, crude protein, digestible dry matter and relative feed value formed another group, and ADF and NDF ratios formed the third group. It was observed that there were statistical differences between the forage, dry matter and crude protein yields obtained from the genotypes considered in the study (Table 2, Table 3). As a result of the biplot analysis, it was observed that Tarım and Hilal cultivars were outstanding in terms of forage, dry matter and crude protein yields, which make up the first group and were statistically significant different from the other groups.

CONCLUSION

As a result of the two-year study, the highest results in terms of forage and dry matter yield were obtained from the Tarım population obtained from the Provincial Directorate of Agriculture. Along with this, population samples, Peschanyj and Lutfibey cultivars as well as Hilal, a registered cultivar were also determined to be the genotypes which gave the highest results. It has been observed that the Tarım population with the Emre and Hilal cultivars stands out in terms of crude protein yield. No statistically significant differences were found between genotypes in terms of crude protein ratio, ADF ratio, NDF ratio, digestibility dry matter and relative feed value. However, statistically significant increases in ADF and NDF ratios, and significant decreases in digestibility and relative feed values were detected in the second year. As the year progresses, it was observed that there was significant decrease in yield, quality, digestibility and relative feed values. In addition, as a result of the biplot analysis, it was observed that Tarım population and Hilal cultivars stand out in terms of forage, dry matter and crude protein yields. As a results; Tarım, Hilal, Peschanyj and Lutfibey genotypes came to the fore in terms of the examined characteristics and these genotypes were recommended for the Bingöl Province.

Researchers' Contribution Rate Statement

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Conflict of Interest Statement

The article authors declare that they do not have any conflict of interest.

REFERENCES

- Acikgoz, E. (2001). *Forage Crops*. Uludag University Empowerment Foundation Publication No: 182, Bursa. (In Turkish)
- Acikgoz, E. (2013). *Forage Crops Growing*. Dairy Farming Training Center Publications No: 8, Bursa. (In Turkish)
- Akdeniz, H. (2019). The influence of different sowing methods of sainfoin, smooth brome grass and wheatgrass mixtures on yield traits and quality characteristics. *Journal of Agriculture* 2(1), 1-15.
- Anonymous, (2019). Climate data of Bingol province. Bingol Meteorology Station Directorate, Bingol, Turkey.
- Anonymous, (2020). Technical instruction for measuring agricultural values. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Seed Registration and Certification Center, Ankara. (In Turkish)
- Basaran, U., Mut, H., Onal, O., Acar, Z. & Ayan, I. (2011). Variability in forage quality of Turkish grass pea (*Lathyrus sativus* L.) landraces. *Turkish Journal Field Crops* 16(1), 9-14.
- Basbag, M., Sayar, M.S., Aydin, A., Hosgoren, H. & Demirel, R. (2015). Some agronomical and quality traits in nine (*Vicia* spp.) species cultivated in Southeastern Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences* 2(1), 69-77.
- Basbag, M., Cacan, E. & Sayar, M.S. (2018). Determining feed quality of some grass species and assessments on relations among the traits with biplot analysis method. *Journal of Central Research Institute for Field Crops* 27(2), 92-101.
- Cinar, S. & Hatipoglu, R. (2015). Quality characteristics of the mixtures of some warm season perennial grasses with alfalfa (*Medicago sativa* L.) under irrigated conditions of Cukurova. *Turkish Journal of Field Crops* 20(1), 31-37.
- Cecen, S., Oten, M. & Erdurmus, C. (2015). Collection and determination of morphological traits of sainfoin (*Onobrychis sativa* L.) populations from Antalya natural flora. *Derim* 32(1), 63-70.
- Ekiz, H., Altinok, S., Sancak, C., Sevimay, C.S. & Kendir, H. (2011). *Forage Crops*. Ankara University Faculty of Agriculture Publications, Publications No: 1588, Ankara. (In Turkish)
- Elmali Aksu, D. & Kaya, I. (2012). The effects of different harvesting time on nutrient content of sainfoin (*Onobrychis sativa* L.) and vetch (*Vicia sativa* L.). *Journal of Lalahan Livestock Research Institute* 52(2), 39-45.
- Erkovan, H.I. & Tan, M. (2009). The determination of seed and hay yield and some characteristics of sainfoin under dry and irrigation condition. *Erzincan University Journal of Science and Technology* 2(1), 61-70.
- Ertus, M.M., Sabanci, C.O. & Zorer Celebi, S. (2012). Determination of some characteristics of sainfoin (*Onobrychis sativa*) landraces grown in Van province. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences* 22(3), 165-172.
- JMP, (2018). *A Business Unit of SAS*. SAS Institute, USA.
- Koc, A. & Akdeniz, H. (2017). Preliminary investigations on the yield and some agricultural properties of sainfoin (*Onobrychis sativa* L.) species

- of breed in Gozlu and Altınova agricultural establishments. *KSU Journal of Agriculture and Nature* 20(1), 6-12.
- Morrison, J.A. (2003). *Hay and Pasture Management*. Extension Educator, Crop Systems Rockford Extension Center. http://iah.aces.uiuc.edu/pdf/Agronomy_HB/08chapter.pdf (Accessed May 20, 2019).
- Parlak Ozaslan, A., Gokkus, A., Samikiran, E. & Senol, M.Y. (2014). Investigation of morphological and agronomic characteristics of some wild sainfoin species. *COMU Journal of Agriculture Faculty* 2(2), 111-117.
- Sezen, Y. (1995). *Fertilizers and Fertilization*. Atatürk University Publication No: 679, Agriculture Faculty Publications No:303, Erzurum. (In Turkish)
- Soya, H., Avcioglu, R. & Geren, H. (2004). *Forage Crops*. Hasad Publications, Istanbul. (In Turkish)
- Tan, M. & Sancak, C. (2009). *Sainfoin (Onobrychis viciifolia Scop.)*. In: Legume Forage Crops Volume II, ed. Avcioglu R., Hatipoglu R, Karadag Y, General Directorate of Agricultural Production and Development, Izmir. (In Turkish)
- Temel, O. & Ozalp, M. (2016). Effects of elevation and some soil properties on the yield and quality of sainfoin (*Onobrychis sativa* Scop.) forage crop grown in Savsat district, Artvin. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences* 31(1), 106-116.
- TUIK, (2022). Turkish Statistical Institute, Crop Production Statistic, <http://www.tuik.gov.tr>, (Accessed July 20, 2022).
- Turk, M. (2005). The effects of different seeding densities on the hay and crude protein yields of sainfoin (*Onobrychis sativa* L.). *Ankara University Faculty of Agriculture, Journal of Agricultural Sciences* 11(3), 292-298.
- Turk, M. & Celik, N. (2005). Studies on effects of different row spacings and seeding rates on the seed yield of sainfoin (*Onobrychis sativa* L.). *ANADOLU, J. of AARI* 15(2), 43-57.
- Ulger, I. & Kaplan, M. (2016). Variations in potential nutritive value, gas and methane production of local sainfoin (*Onobrychis sativa*) populations. *Alnteri Journal of Agriculture Sciences* 31(B9), 42-47.
- Unal, S. & Firincioglu, H.K. (2007). Investigation of the phenological, morphological and agronomic traits of some sainfoin populations and line. *Journal of Central Research Institute for Field Crops* 16(1-2), 31-38.
- Van Dyke, N.J. & Anderson, P.M. (2000). *Interpreting a Forage Analysis*. Alabama Cooperative Extension. Circular ANR-890.
- Yavuz, T. & Karadag, Y. (2016). Yield and quality performances of artificial pasture mixtures under dryland conditions. *Igdir University Journal of the Institute of Science and Technology* 6(4), 155-163.
- Zengin, M. (2012). *Basic Principles in Interpretation of Soil and Plant Analysis Results* (Chapter 12). In: Plant Nutrition, ed. Karaman, M.R., 874, Gubretas Guide Books Series :2. (In Turkish).



Germination and Growth Parameters in Sorghum Cultivars (*Sorghum bicolor* L.) Effected by Boron Application Under Salinity Stress

Tuğba Hasibe GÖKKAYA¹, Mehmet ARSLAN^{2*}

¹Bati Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya, Türkiye, ²Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, TR-07059, Antalya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-5956-0764>, ²<https://orcid.org/0000-0002-2197-4969>

✉: mehmetarslane@akdeniz.edu.tr

ABSTRACT

The aim of this research is investigating the effects of boron on the germination and growth of three sorghum cultivars at different salinity stress levels. The experiment was arranged as four replications according to the factorial experimental design in completely random blocks. The three sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars (Erdurmuş, Uzun and Gözde 80) selected for the genetic material. NaCl compound was utilized as salt source and solutions were prepared at concentrations of 0-75-150 mM. Boron was applied as H₃BO₃ at 0-5-10-15 mM. In general regarding growth parameters, the values obtained in Gözde 80 cultivar were determined as the highest averages. Whereas the salinity levels effect was examined in this study, a decrease was determined in the parameters measured as the level of the stress factor increased. Salinity had a high adverse effect at the 150 mM level, and as expected the highest averages were obtained in the control treatments. Low-dose boron applications have positive effects on germination and growth parameters in this experiment. Therewithal under salinity stress conditions, low-dose boron applications showed affirmative efficacy compared to the control of each condition. In this experiment, determined that boron applications reduce this effect under salinity stress conditions that sorghum seeds may encounter during the germination period, but the boron dose level to be applied should be properly controlled.

Tuzluluk Stresi Altında Bor Uygulamasından Etkilenen Sorgum Çeşitlerinde (*Sorghum bicolor* L.) Çimlenme ve Büyüme Parametreleri

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, farklı tuz stresi seviyelerinde üç sorgum çeşidinin çimlenmesi ve büyümesi üzerine borun etkilerini araştırmaktır. Deneme, tesadüf blokları faktöriyel deneme deseni kullanılarak dört tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Genetik materyal için seçilen üç sorgum çeşidi (*Sorghum bicolor* L.) Erdurmuş, Uzun ve Gözde 80'dir. Tuz kaynağı olan NaCl bileşiminden 0-75-150 mM konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanarak stres koşulları oluşturulmuştur. Bor dozları ise 0-5-10-15 mM olarak H₃BO₃ kimyasalından hazırlanarak uygulanmıştır. Genel olarak Gözde 80 çeşidinde elde edilen değerler en yüksek ortalamalar olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada tuzluluk düzeylerinin etkisi incelendiğinde, stres faktörünün düzeyi arttıkça ölçülen parametrelerde azalmalar tespit edilmiştir. En düşük ortalamalar 150 mM seviyesinde tuz uygulamalarında elde edilirken, en yüksek ortalamalar kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Düşük dozlarda bor uygulamaları bu çalışmada tüm parametreler üzerinde artışlar meydana getirmiştir. Tuzluluk stresi koşullarında düşük dozda bor uygulamaları her koşulun kontrolüne göre pozitif etki göstermiştir. Bu denemede, sorgum tohumlarının çimlenme döneminde karşılaşılabilecekleri tuzluluk stresi koşullarında bor uygulamalarının bu etkiyi azalttığı ancak uygulanacak bor doz seviyesinin uygun şekilde kontrol edilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 29.04.2022

Accepted : 12.12.2022

Keywords

Boron
Sorghum Cultivars
Salinity
Growth
Germination

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 29.04.2022

Kabul Tarihi : 12.12.2022

Anahtar Kelimeler

Bor
Sorghum Çeşitleri
Tuzluluk
Büyüme
Çimlenme

Atıf Şekli:	Gökkaya, TH., & Arslan, M. (2023) Tuzluluk Stresi Altında Bor Uygulamasından Etkilenen Sorgum Çeşitlerinde (<i>Sorghum bicolor</i> L.) Çimlenme ve Büyüme Parametreleri. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg</i> 26 (3), 629-638. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1111394
To Cite :	Gökkaya, TH., & Arslan, M. (2023) Germination and Growth Parameters in Sorghum Cultivars (<i>Sorghum bicolor</i> L.) Effected by Boron Application under Salinity Stress. <i>KSU J. Agric Nat</i> 26 (3), 629-638. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1111394

INTRODUCTION

The request for food is spawning day by day with the rapid increase in the world population. However, human activities and geological processes cause adverse biotic or abiotic agents, especially salinity problems (Kumar et al., 2017; Guo et al., 2022). Salinity is a major hazard in arid and semi-arid climatic areas and is a significant stunting factor in universal food manufacture (Ahmed et al., 2020; Tolay, 2021). Salinity occurs when soluble salts that accumulate in groundwater by washing in arid and semi-arid climatic regions rise to the soil surface with capillarity due to high groundwater and accumulate on the surface as a result of water evaporation. Salinity stress primarily occurs in degradations in metabolic and functional mechanisms. Than, it causes injury to plant organs, reduce in product quality and even death (Shabala, 2009; Arslan et al., 2013).

Salinity is one of main abiotic stress limiting plant growth, development and productivity. The significant inhibitory effect of salinity on plant growth and crop is due to (1) osmotic effect, (2) ion toxicity, and (3) nutritional deficiency leading to reduced photosynthetic effect and other physiological disorder (Almodares et al, 2008).

Nowadays, it is stated that there is a substantial decrease in crop yield due to global soil salinization and salt effect is approximately millions hectares (Pirasteh-Anosheh et al., 2017; Asgari & Diyanat, 2021; Karle et al., 2021). Therefore, it has turned into immediate needs to increase plants grown in salty areas and utilized for food and treatment and to discover a solution to salinity stress (Shahid et al., 2021).

Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) is member of a cereal crop family with various utilizes food, forage crop (Baran & Kocabağlı, 2000; Arslan et al., 2017) and energy (Rooney & Waniska, 2000; Ribas, 2014). Whereat it is from the cereal family, it can be easily made into silage (Vadakkera Joseph, 2016; Arslan et al., 2017) and as a result, it can be fed to animals (Karadağ & Özkurt 2014). Sorghum, studied annually (Pontieri et al., 2012) by breeders, has wide genetic changeability (Tigabu et al., 2012; Shakeri et al., 2017) and germplasm origins to adopt new varieties into multiple ecoregions (Bibi et al., 2016). Sorghum is one of the C4 plants that is moderately saline tolerant (Maas & Hoffman, 1986) and highly adaptable to semi-arid and arid regions where salinity creates problems for vegetative production (Kebede et al., 2001; Ejeta & Knoll, 2007; Ali et al., 2011).

Boron has a significant role in physiological courses within plants and is therefore one of the most major micronutrients for their growth (Warrington, 1923). This is one of the most limiting nutrient for grains especially for lucubratory varieties growing in sandy soils where it can vanish by filtering due to its high mobility in the soil (Uraguchi & Fujiwara, 2011). There are differences in boron access in plant species and varieties (Hu & Brown, 1997). Within its roles, the element boron is associated with increasing seed yield and quality (Batista et al., 2021). Excessive boron intake limits plant growth and damages the photosynthetic system. Thereby causing cirtical physiological reactions such as degradation of auxin biosynthesis leading to decreased fruit or crop yields. Since boron is an element involved in cell growth, nucleic acid formation, nitrogen fixation, cell wall biosynthesis, sugar translocation, as well as flowering and pollen tube growth, its importance is further increased under stress conditions (Marschner, 2012).

It is obtained that germination and emergence processes in sorghum breeding are the most enlightening phases of the plant life cycle to determine the effect of salinity (Krishnamurthy et al., 2017). It is necessary to develop new strategies and appropriate methods in order to reduce the negative effects of low salt stress that plants are exposed to during the germination and seedling stages of sorghum cultivation. In these cases, it has been found that the seed can stimulate some metabolic processes in germination by pretreatment with some plant growth regulators and increase seed emergence under varied environmental conditions (Ren et al., 2020). Therefore, we hypothesized that the adverse effects at different salt stress levels could be mitigated by boron application. The aim of the experiment was to examine the probability of differential salt stress reduction at the seedling stage of three sorghum varieties by applying boron levels.

MATERIAL ve METHOD

As investigating the effects of boron on the germination and seedling growth of three sorghum cultivars at different salt stress levels, this experiment was carried out in the Forage Crops Laboratory of the Field Crops Department of Akdeniz University. The trial was arranged in four replications using factorial arrangement according to the completely randomized blocks experimental design. The three sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.) selected for the genetic material are Erdurmuş, Uzun and Gözde 80 and were

obtained from the Western Mediterranean Agricultural Research Institute.

Petri dishes were rinsed with deionized water, sterilized and incubated as a general protocol procedure. Twenty sorghum seeds in same size of each cultivar were placed evenly in a petri dish (9 cm diameter) using forceps after two sterilized Whatman Filter papers. NaCl (Sigma®) compound was utilized as salt source and solutions were prepared at concentrations of 0-75 mM-150 mM. Boron was applied as H₃BO₃ at 0-5-10-15 mM. To prevent evaporation, all the petri dishes were wrapped with parafilm. The petri dishes were settled in a growth chamber at 20°C under photoperiodic condition 16 hours light 8 hours dark. Observations were recorded daily. The study ended on the eleventh day.

Germination tests were carried out according to ISTA rules (2017). Radicle and plumula lengths of seedling were measured using a scale. The seed of germination (MGT) was calculated using formulas described by Majda et al. (2019). Germination rate (GR) was calculated according to Xia et al. (2019). Germination index (GI) and seedling vigor index (SVI) were counted by the method of Xia et al. (2019). The radicle/plumula ratio (R/S ratio) was calculated as the following equation (Shtaya et al., 2021). The calculation of stress tolerance indices formulas as described by Naraw et al. (2014).

$$\text{MGT (day): } \frac{\sum \text{number of seeds germinated on the } i^{\text{th}} \text{ day}}{\text{number of days to count the } n^{\text{th}}}$$

GR(%):number of germinated seed/total number of seed tested*100

$$\text{GI: } \frac{\sum \text{the number of germinated seeds in day}}{\text{day of counting seed germination}}$$

SVI: germination percentage*average seedling length/100

R/P ratio: Radicle length/ plumule length

SLSI (%): (Plumula length of stressed plant/ Plumula length of control)*100

RLSI (%): (Radicle length of stressed plant/ Radicle length of control)*100

SFSI (%): (Plumula fresh weight of stressed plant/ Plumula fresh weight of control)*100

RFSI (%): (Radicle fresh weight stress of stressed plant/ Radicle fresh weight of control)*100

Statistic Analysis

Datas determined for the study subjected to analysis variance using R (ANOVA) and compared with Duncan's multiple range, which differed significantly at 0.05 levels. (4.3.19)

RESULTS and DISCUSSION

The variance analysis of the different boron applications on germination and seedling parameters of sorghum cultivars affected by salinity conditions are given in Table 1 and Table 2.

Table 1. Results of variance analysis on growth parameters of boron doses and salinity in sorghum cultivars
Çizelge 1. Tuz stresi seviyelerinde üç sorgum çeşidinin büyüme parametreleri üzerine borun etkileri

Source of variance	df	PFW	RFW	TB	PLSI	RLSI	PFSI	RFSI
C	2	21.90**	20.26**	0.20	615.00**	75.00**	227.00**	1655.00**
S	2	3529.70**	319.92**	5661.70**	83691.00**	74442.00**	84182.00**	77026.00**
B	3	4646.30**	235.67**	7337.50**	948.00**	779.00**	701.00**	510.00**
C*S	4	29.80**	26.68**	62.50**	184.00**	255.00**	78.00*	905.00**
C*B	6	23.50**	12.83**	49.60**	187.00**	124.00**	41.00	338.00**
S*B	6	213.50**	10.59**	349.00**	253.00**	211.00**	192.00**	180.00**
C*S*B	12	6.90**	7.46**	11.70**	104.00**	82.00**	14.00	146.00**

*Significant at the 0.05 probability level. **Significant at the 0.01 probability level.

(Cultivar (Çeşit): C, Salinity (Tuzluluk): S, Boron (Bor): B, Mean germination time (Ortalama Çimlenme Zamanı): MGT, Germination Rate (Çimlenme oranı): GR, Germination index (Çimlenme indeksi): GI, Seedling Vigor index (Fide canlılık indeksi): SVI, Plumula length (Plumula uzunluğu): PL, Radicle length (Radicle uzunluğu): RL, Radicle/Plumula rate (Radicle/ plumula oranı): R/S)

According to analysis of variance, all parameters except total biomass were statistically significant at the level of 1% in all cultivars. Similarly, increasing salinity levels, boron doses and their interactions had a significant effect (p<0.01) on the germination and seedling parameters of sorghum cultivars. Closely, the interaction of cultivars-boron doses and full interaction factor showed meanful effects (p<0.01) on all parameters except plumula fresh weight stress tolerance index. The plumula fresh weight stress

tolerance index was effected at 5% levels, as the other germination and seedling parameters were significantly (p<0.01) influenced by the interaction between cultivars and salinity levels (Table 1 and 2).

In general, the values obtained in Gözde 80 cultivar were determined as the maximum averages. The specified parameters are MGT, PL, RL, R/P rate and RFW. However, the highest germination rate and seedling weight were found in Erdumuş cultivar (Table 3a-3b).

Table 2. Results of variance analysis on growth parameters and stress tolerances of boron doses and salinity in sorghum cultivars

Çizelge 2. Tuz stresi seviyelerinde üç sorgum çeşidinin büyüme parametreleri ve stres toleransları üzerine borun etkileri

Source of variance	df	PFW	RFW	TB	PLSI	RLSI	PFSI	RFSI
C	2	21.90**	20.26**	0.20	615.00**	75.00**	227.00**	1655.00**
S	2	3529.70**	319.92**	5661.70**	83691.00**	74442.00**	84182.00**	77026.00**
B	3	4646.30**	235.67**	7337.50**	948.00**	779.00**	701.00**	510.00**
C*S	4	29.80**	26.68**	62.50**	184.00**	255.00**	78.00*	905.00**
C*B	6	23.50**	12.83**	49.60**	187.00**	124.00**	41.00	338.00**
S*B	6	213.50**	10.59**	349.00**	253.00**	211.00**	192.00**	180.00**
C*S*B	12	6.90**	7.46**	11.70**	104.00**	82.00**	14.00	146.00**

*Significant at the 0.05 probability level. **Significant at the 0.01 probability level.

Table 3a. The effects of boron doses on growth parameters of sorghum cultivars exposed to salinity

Çizelge 3a. Farklı tuz stresi seviyelerine maruz kalmış üç sorgum çeşidinin büyüme parametreleri üzerine borun etkileri

C	MGT (day)	GR (%)	GI (%)	SVI (%)	PL (cm)	RL (cm)
E	3.91±0.34 ^b	89.58±8.86 ^a	91.88±9.09 ^b	48.55±4.80 ^c	5.42±1.91 ^b	4.75±1.99 ^c
U	4.04±0.24 ^a	79.17±14.06 ^b	99.58±14.81 ^a	52.88±9.03 ^a	5.31±1.94 ^c	5.09±2.92 ^b
G	3.76±0.37 ^c	79.80±13.81 ^b	83.99±17.20 ^c	51.21±9.13 ^b	6.10±2.30 ^a	6.16±2.34 ^a

Different letters next to values indicate statistically different means at p<0.05 level, and p<0.01 levels.

Ortalamaları temsil eden farklı harfler, p<0.05 düzeyinde ve p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak farklı ortalamaları gösterir.

Table 3b. The effects of boron doses on growth parameters of sorghum cultivars exposed to salinity

Çizelge 3b. Farklı tuz stresi seviyelerine maruz kalmış üç sorgum çeşidinin büyüme parametreleri üzerine borun etkileri

C	R/P rate	PFW (mg)	RFW (mg)	TB (mg)
E	0.85±0.09 ^b	35.99±11.80 ^a	6.63±2.16 ^c	42.62±13.91
U	0.95±0.19 ^a	35.00±11.82 ^b	7.51±4.12 ^b	42.51±15.86
G	0.96±0.09 ^a	34.70±14.58 ^b	7.90±3.89 ^a	42.57±18.52

Different letters next to values indicate statistically different means at p<0.05 level, and p<0.01 levels.

Ortalamaları temsil eden farklı harfler, p<0.05 düzeyinde ve p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak farklı ortalamaları gösterir.

As there was no statistical difference between the total biomass, the averages were determined as nearly 43.00 mg in cultivars (Table 3b). Significant differences in biomass were not only due to genetic makeup but also to the growth medium (Amano et al., 1996). The reason why a difference was not obtained in this study is thought to be due to the fact that it was made in a petri dish. Mean germination time, is one of the most distinctive features of the cultivars, was obtained in Erdurmuş, Uzun and Gözde-80 cultivars as 3.91 days, 4.04 days and 3.76 days, respectively (Table 3a).

In this experiment, it was concluded that different morphological features showed different responses to applications. In addition, it was observed that the applications helped the tolerance under stress conditions on the cultivars. In most cases, germination traits were useful in predicting the suitability of seeds for commercial usage due to their quality at the seedling stage, whereas germination rate affects seed emergence uniformity (Ching, 1959; Thomson & El-Kassaby, 1993; El-Kassaby, 2000, El-Kassaby et al., 2008).

As the effect of salinity levels was examined in this

study, a decrease was determined in the parameters measured as the level of the stress factor increased. The lowest averages were obtained in salt applications at the level of 150 mM, and the highest values were determined in the control (Table 4a,4b). A high salt concentration was a limiting agent for initiating and maintaining germination, decreasing the amount of water available in the presence of salt and this affects both germination percentage and germination speed (dos Santos et al., 2019; Moghaddam et al., 2020).

In this study and many experiment, as the NaCl concentration increased, the seeds generally had lower germination than the control (Table 4a, Atta et al., 2021); however, it was observed that the mean germination day increased (Table 4a, Kara et al., 2011; Li et al., 2016; Önal Aşçı & Üney, 2016) and germination index (Table 4a, Carpıcı et al., 2009; Aishah et al., 2010; Atış, 2011).

As the salt stress level increased, 23.44% and 37.50% decrease in plumula length and 25.86% and 45.57% reduction in radicle length were determined, respectively (Table 4a). The obtained decreases were found to be compatible with other studies. (Rajakumar,

2013). In terms of salt stress tolerance, root and stem lengths are significant parameters (Arslan & Aydinoğlu, 2018), whereat nutrients and water are get into the plant through direct contact with the roots and subscribe to shoot development (Haileselassie & Gselassie, 2012). Similar to these results, reductions of 26.68% and 38.54% in plumula fresh weight and 32.54% and 50.19% in radicle fresh weight,

respectively, were observed. In other words, as can be seen from these results, 150 mM salt application caused a half reduction in radicle fresh weight (Table 4b, Datta et al., 2009; Yildirim et al., 2011; Ödemiş et al., 2019; Bhati et al., 2021; Tenikecier & Ates, 2022; Quamruzzaman et al., 2022). Thus, it was determined that the radicle was more precision to salinity than the plumula (Kaya et al., 2003).

Table 4a. The growth parameters of sorghum cultivars exposed to salinity

Çizelge 4a. Sorgum çeşitlerinde tuzluluğun büyüme parametreli üzerine etkisi

SL (mM)	MGT (day)	GR (%)	GI (%)	SVI (%)	PL (cm)	RL (cm)
0 mM	3.68±0.37 ^c	90.94±10.55 ^a	100.67±13.57 ^a	55.80±6.97 ^a	7.04±2.26 ^a	7.00±2.81 ^a
75 mM	3.90±0.28 ^b	83.13±11.04 ^b	92.26±12.87 ^b	51.13±6.60 ^b	5.39±1.60 ^b	5.19±2.07 ^b
150 mM	4.13±0.22 ^a	74.48±12.85 ^c	82.52±14.26 ^c	45.71±7.31 ^c	4.40±1.34 ^c	3.81±1.27 ^c

Different letters next to values indicate statistically different means at p<0.05 level, and p<0.01 levels.

Ortalamaları temsil eden farklı harfler, p<0.05 düzeyinde ve p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak farklı ortalamaları gösterir.

Table 4b. The growth parameters of sorghum cultivars exposed to salinity

Çizelge 4b. Sorgum çeşitlerinde tuzluluğun büyüme parametreli üzerine etkisi

SL (mM)	R/P rate	PFW (mg)	RFW (mg)	TB (mg)
0 mM	0.97±0.13 ^a	44.27±14.30 ^a	10.14±3.61 ^a	53.91±18.03 ^a
75 mM	0.94±0.16 ^b	34.23±7.19 ^b	6.84±2.90 ^b	41.56±11.63 ^b
150 mM	0.86±0.11 ^c	27.21±9.29 ^c	5.05±1.62 ^c	32.26±8.73 ^c

Different letters next to values indicate statistically different means at p<0.05 level, and p<0.01 levels.

Ortalamaları temsil eden farklı harfler, p<0.05 düzeyinde ve p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak farklı ortalamaları gösterir.

The salinity condition reduces the total photosynthetic capacity of the cultivars and the amount of chlorophyll level, thus reducing the synthesis of assimilate required for plant growth, and as a result, it is now clear that it causes a shrinkage in plant biomass (Taiz et al., 2015; Pirasteh-Anosheh & Hedayati-Firoozabadi, 2022). Another reason for the loss of

biomass may be the decrease in the metabolic energy of the plant due to adaptation, the photosynthesis rate of the leaf, the decrease in carbon uptake, and tissue damage if the plant reaches the maximum salt concentration that the plant can tolerate (Pirasteh-Anosheh et al., 2016).

Table 5a. The effects of boron doses on growth parameters of sorghum cultivars

Çizelge 5a. Bor uygulamalarının sorgum çeşitlerin büyüme parametreleri üzerine etkileri

Boron (mM)	MGT (day)	GR (%)	GI (%)	SVI (%)	PL (cm)	RL (cm)
0 Mm	3.91±0.28 ^c	92.78±8.14 ^a	97.11±10.35 ^b	53.84±5.07 ^b	6.54±1.11 ^b	6.39±1.81 ^b
5 Mm	3.51±0.28 ^d	87.92±6.37 ^b	103.15±10.39 ^a	57.24±5.53 ^a	7.28±1.77 ^a	7.31±2.24 ^a
10 Mm	4.03±0.24 ^b	83.61±8.83 ^c	92.78±10.55 ^c	51.42±5.00 ^c	5.58±1.51 ^c	5.28±1.66 ^c
15 Mm	4.17±0.13 ^a	67.08±12.33 ^d	74.23± 12.74 ^d	41.01±5.74 ^d	3.04±0.62 ^d	2.35±0.44 ^d

Different letters next to values indicate statistically different means at p<0.05 level, and p<0.01 levels.

Ortalamaları temsil eden farklı harfler, p<0.05 düzeyinde ve p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak farklı ortalamaları gösterir.

Table 5b. The effects of boron doses on growth parameters of sorghum cultivars

Çizelge 5b. Bor uygulamalarının sorgum çeşitlerin büyüme parametreleri üzerine etkileri

Boron (mM)	R/P rate	PFW (mg)	RFW (mg)	TB (mg)
0 Mm	0.96±0.13 ^b	39.30±8.68 ^b	8.00±2.84 ^b	47.98±10.97 ^b
5 Mm	1.00±0.12 ^a	47.30±11.31 ^a	10.34±3.48 ^a	57.64±14.44 ^a
10 Mm	0.94±0.11 ^b	34.01±6.83 ^c	6.86±2.24 ^c	40.87±8.74 ^c
15 Mm	0.78±0.08 ^c	20.29±3.65 ^d	4.18±2.29 ^d	23.80±4.40 ^d

Different letters next to values indicate statistically different means at p<0.05 level, and p<0.01 levels.

Ortalamaları temsil eden farklı harfler, p<0.05 düzeyinde ve p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak farklı ortalamaları gösterir.

Low-dose boron applications increased all parameters in this study and Alamri et al. (2018) showed an increase only on the germination day, as there was an

inverse relationship in this parameter only on the germination day. High boron doses had a negative effect on both plant shoot and root length (Table 5a-5b). Among the functions of boron element due to its

functions in plant metabolism, it is related to increasing seed yield and quality (Silva-Matos et al., 2017; Batista et al., 2021). The fact that high boron levels induce harmful effects on plant growth (Bhamburdekar, 2002) and development (Tariq & Mott, 2006) is remarkable (Jadhav & Bhamburdekar, 2014). In addition, excess boron primarily inhibits plant germination and cell division and damages the thylakoid assembly by affecting photosynthesis, thereby reducing CO₂ absorption, resulting in reduced

root and shoot growth (Reguera et al., 2009; Uluisik et al., 2018).

In general, it was determined that the effect of salinity on the growth of different cultivars decreased linearly. Considering the cultivars, the plumule length decreased by 19.00% and 35.44% in Erdurmuş, by 32.68% and 42.82% in Uzun, and by 18.40% and 33.96% in Gözde-80 (Figure1).

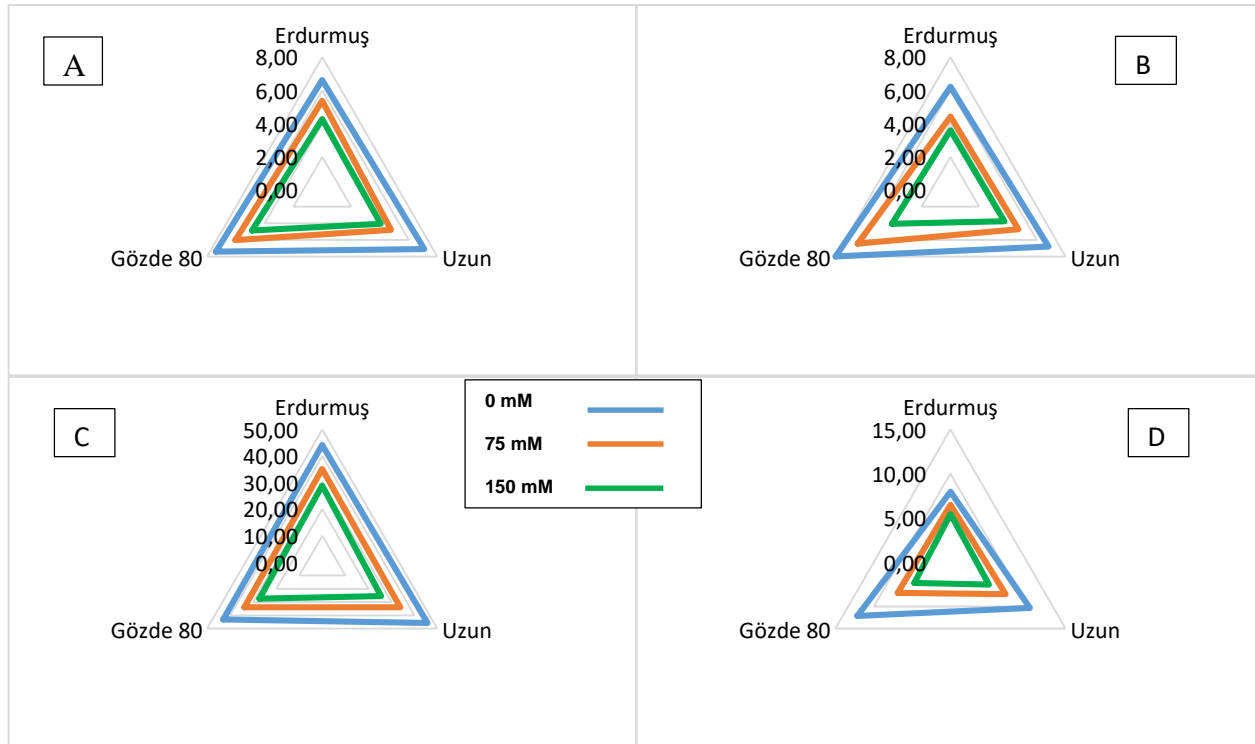


Figure 1. The effects of salinity on a. plumula length (cm), b. radicle length (cm), c. plumula fresh weight (mg) and d. radicle fresh weight (mg) in sorghum cultivars

Şekil 1. Sorgum çeşitlerinde tuzluluğun a. plumula uzunluğunda (cm), b. kök uzunluğunda (cm), c. plumula taze ağırlığında (mg) ve d. kök taze ağırlığında (mg) etkileri

On the other hand, in the same cultivars salinity stress decreased the radicle length by 28.94%, 42.12%, 30.84%, 44.94%, 19.20% and 48.94%, respectively. The highest plumule fresh weight was found in the control application and the lowest was in the application of 150 mM salt at Uzun cultivar. At the same time, when the radicle was examined in terms of fresh weight, the highest average was determined in the control application (12.12 mg) in Gözde80 cultivar and the lowest average was determined in the 150 mM application (4.70 mg) in the same variety. As a result of the reductions, it was found that Uzun is the most sensitive variety to salinity in general (Figure 1).

Whenever the effects of increasing boron doses on the cultivars were examined, the highest averages in length parameters were obtained at a dose of 5 mM in Gözde 80 cultivars, and the lowest averages were determined at a dose of 15 mM in Erdurmuş cultivars.

However, when looking at the fresh weights, the highest and lowest means were obtained in Uzun cultivar at 5 mM and 15 mM doses, respectively (Figure 2). Low boron dose has a positive effect on plant growth up to 5 mM dose, which can be explained by the effectiveness of boron element in plants such as cell division, elongation in meristematic tissues, membrane integrity, cell wall formation, leaf expansion (Marschner, 2012; Gupta & Solanki, 2013; Da Rocha Pinho et al., 2015).

CONCLUSION

As a result of this study, different salinity levels created with NaCl decreased germination and growth parameters. Differences and responses between cultivars were also observed. In addition, determined that low-level boron applications caused an increase in the parameters examined under increasing NaCl

conditions, yet observed that high-level applications caused a decrease in the parameters. It is thought that the effects of different salinity levels and boron

applications determined in this study on germination and growth will be beneficial for further studies.

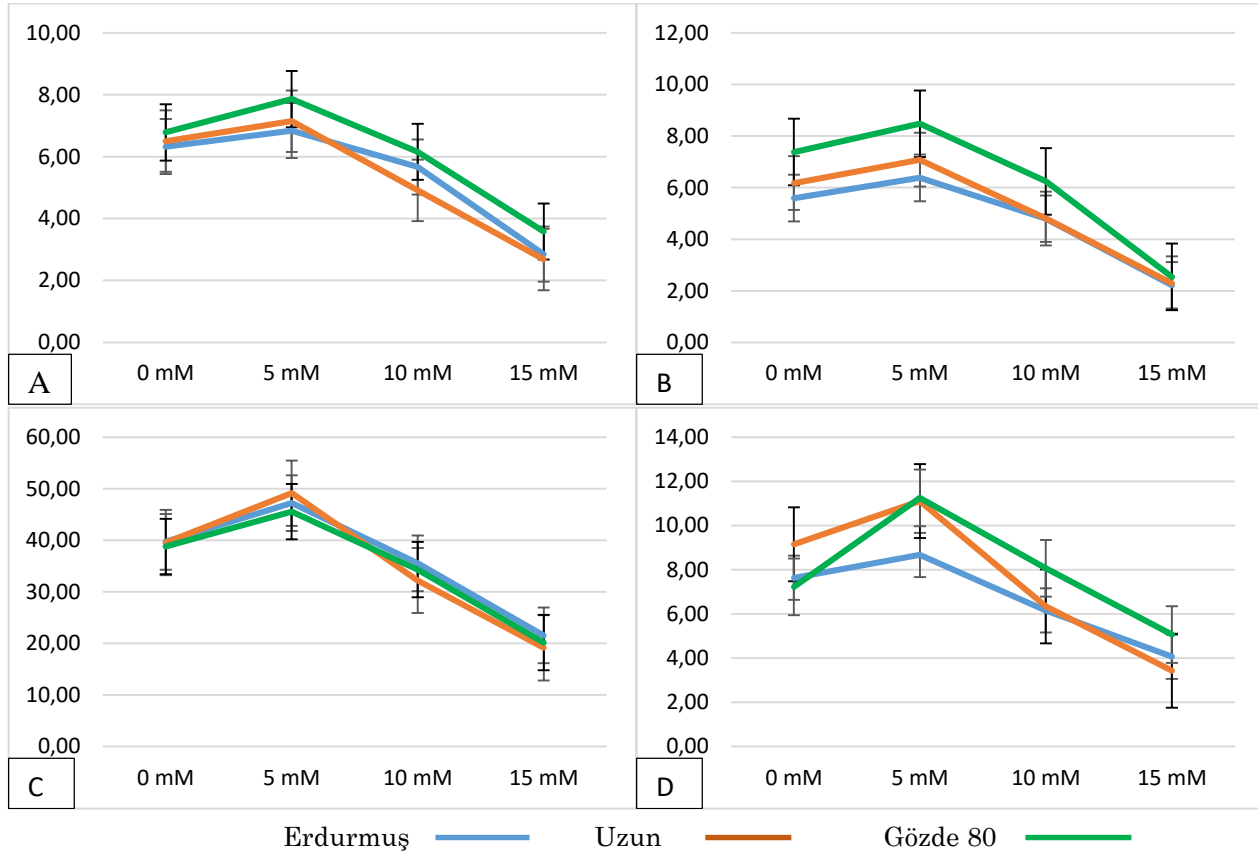


Figure 2. The effects of boron doses on a. plumula length (cm), b. radicle length (cm), c. plumula fresh weight (mg) and d. radicle fresh weight (mg) in sorghum cultivars

Şekil 2. Sorghum çeşitlerinde bor uygulamalarının a. plumula uzunluğunda (cm), b. kök uzunluğunda (cm), c. plumula taze ağırlığında (mg) ve d. kök taze ağırlığında (mg) etkileri

ACKNOWLEDGEMENTS

This experiment was conducted Forage Crops Laboratory of the Field Crops Department of Akdeniz University. The sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.) obtained from the Western Mediterranean Agricultural Research Institute.

Researchers Contribution Rate Declaration Summary

The authors declared that they have contributed to the article equally. All authors discussed the results and contributed to the final manuscript.

Statement of Conflict of Interest

Author has declared no conflict of interest.

REFERENCES

Ahmed, K., Qadir, G., Nawaz, M.Q., Riaz, M.A., Nawaz, M.F., & Ullah, M.M.A. (2020). Combined effect of growth hormones and gypsum induces salinity tolerance in wheat under saline-sodic soil. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 31(1), 121–130. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2021.1.0200>.

Aishah, H.S., Saberi, A.R., Halim, R.A., & Zaharah, A.R. (2010). Salinity effects on germination of forage sorghumes. *Journal of Agronomy*, 9(4), 169–174.

Alamri, S.A., Siddiqui, M.H., Al-Khaishani, M.Y., & Hayssam, M.A. (2018). Boron induces seed germination and seedling growth of *Hordeum vulgare* L. under NaCl stress. *Journal of Advances in Agriculture*, 8(1), 1224–1234.

Ali, M.A., Abbas, A., Awan, S.I., Jabran, K., & Gardezi, S.D.A. (2011). Correlated response of various morphophysiological characters with grain yield in sorghum landraces at different growth phases. *Journal Animal Plant Science*, 21, 671–679.

Almodares, A., Hadi, M.R., & Dosti, B. (2008). The effects of salt stress on growth parameters and carbohydrates contents in sweet sorghum. *Res J. Environ Sci*, 2(4), 298–304.

Amano, T., Shi, C.J., Qin, D.L., Tsuda, M., & Matsumoto, Y. (1996). High-Yielding Performance of Paddy Rice Achieved in Yunnan Province, China: I. High yielding ability of Japonica F1 hybrid rice, Yu-Za 29. *Japan J. Crop Sci.*, 65(1), 16–21.

- Arslan, M., Erdurmuş, C., & Çakmakçı, S. (2013). Effects of NaCl concentrations on germination and early seedling growth of silage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties on different textured soils. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(2), 474-476.
- Arslan, M., Erdurmuş, C., Öten, M., Aydınoglu, B., & Çakmakçı, S. (2017). Sorgum ve bazı bitkilerin ile farklı oranlarda karışımlarından hazırlanan silajların kalite özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14, 34-41.
- Arslan, M. & Aydınoglu, B. (2018). Tuzluluk (NaCl) stresinin mürdümükde (*Lathyrus sativus* L.) çimlenme ve erken fide gelişme özelliklerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(1), 49-54.
- Asgari, F. & Diyanat, M. (2021). Effects of silicon on some morphological and physiological traits of rose (*Rosa chinensis* var. minima) plants grown under salinity stress. *Journal of Plant Nutrition*, 44(4), 536-549. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1845367>
- Atış, İ. (2011). Bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 58-67.
- Atta, K., Pal, A.K., & Jana, K. (2021). Effects of salinity, drought and heavy metal stress during seed germination stage in ricebean [*Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi and Ohashi]. *Plant Physiology Reports*, 26(1), 109-115. <https://doi.org/10.1007/s40502-020-00542-4>.
- Baran, M.S. & Kocabağlı, N. (2000). Tane sorgumun süt ineklerinde ruminal fermantasyon, süt verimi ve sütün bileşimi üzerine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 26, 113-128.
- Batista, V.A.P., Vieira, H.D., Pires, J.I.C., & Correia, L.Z. (2021). Physical-physiological quality and early performance of sorghum plants under different boron doses via seed. *Semina: Ciências Agrárias*, 42(6), 3185-3200.
- Bhamburdekar, S.B. (2002). *Germination studies in pigeon pea (Cajanus cajan)* [Ph.D. Thesis, Shivaji University Kolhapur, India.] Pp.112
- Bhati, S., Chaudhary, S., & Garg, G. (2021). Effect of soil salinity on growth parameters and antioxidant activity in two genotypes of eggplant (*Solanum melongena* L.). *International Journal of Agricultural and Applied Sciences*, 2(2), 95-102.
- Bibi, A., Zahid, M.I., Sadaqat, H.A., & Fatima, B. (2016). Correlation analysis among forage yield and quality components in sorghum sudangrass hybrids under water stress conditions. *G.J.B.B.*, 5(4), 444-448.
- Carpıcı, E.B., Celik, N., & Bayram, G. (2009). Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 8(19), 4918-4922.
- Ching, T.M. (1959). Activation of germination in douglas-fir seed by hydrogen peroxide. *Plant Physiol.*, 34, 557-563.
- Datta, J.K., Nag, S., Banerjee, A., & Mondal, N.K. (2009). Impact of salt stress on five varieties of wheat *Triticum aestivum* L. cultivars under laboratory condition. *J. Applied Sci Environ Manage*, 13, 93-97.
- Da Rocha Pinho, L.G., Monnerat, P.H., Pires, A.A., Freitas, M.S.M., & Marciano, C.R. (2015). Diagnosis of boron deficiency in green dwarf coconut palm. *Agric. Sci.*, 6, 164-174.
- dos Santos, L.M., de Farias, S.G.G., e Silva, R.B., Dias, B.A.S., & da Silva, L.S. (2019). Ecophysiology of germination of *Parkia platycephala* Benth. seeds. *Floresta e Ambiente*, 26(1), 1-7. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.028215>.
- Ejeta, G. & Knoll, J.E., (2007). *Marker-Assisted Selection in Sorghum In: Genomic-Assisted Crop Improvement: Genomics Applications in Crops*. Varshney RK, Tuberosa Reds. 2, 187-205
- El-Kassaby, Y.A., Moss, I., Kolotelo, D., & Stoehr, M. (2008). Seed Germination: Mathematical Representation and Parameters Extraction. *Forest Science*, 54(2), 220-227.
- El-Kassaby, Y.A. (2000). Representation of douglas-fir and western hemlock families in seedling crops as affected by seed biology and nursery crop management practices. *For. Genet.*, 7,305-315.
- Guo, X., Zhi, W., Feng, Y., Zhou, G., & Zhu, G. (2022). Seed priming improved salt-stressed sorghum growth by enhancing antioxidative defense. *PLoS ONE*, 17(2), e0263036. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263036>.
- Gupta, U., & Solanki, H. (2013). Impact of boron deficiency on plant growth. *International Journal of Bioassays*, 2(7), 1048-1050.
- Haileselasie, T.H., & Gselasie, B. (2012). The Effect of salinity (NaCl) on germination of selected grass pea (*Lathyrus sativus* L.) landraces of tigray. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 4(2), 96-101.
- Hu, H., & Brown, P.H. (1997). *Absorption of Boron by Plant Roots*. In: Boron in Plants and Soils. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands: 49-58.
- ISTA, 2017. International for Seed Testing Rules. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- Jadhav, S.S. & Bhamburdekar, S.B. (2014). Effect of boron on germination performance in different varieties of sweet sorghum. *International Journal of Advanced Research*, 2(4),1137-1143.
- Kara, B., Akgün, İ., & Altındal, D. (2011). Tritikale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 25, 1-9.
- Karadağ, Y., & Özkurt, M. (2014). İkinci ürün olarak yetiştirilebilecek silajlık sorgum (*Sorghum bicolor*

- L. Moench) çeşitlerinde farklı sıra aralıklarının verim ve kalite üzerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31, 19-24.
- Karle, S.B., Guru, A., Dwivedi, P., & Kumar, K. (2021). Insights into the role of gasotransmitters mediating salt stress responses in plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10293-z>.
- Kaya, M.D., Ipek, A., & Ozturk, A. (2003). Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turk. J. Agric.For.*, 27, 221-227.
- Kebede, H., Subudhi, P.K., Rosenow, D.T., Nguyen, H.T. (2001). Quantitative trait loci influencing drought tolerance in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. moench). *Theor. Appl. Genet.*, 103, 266-276.
- Krishnamurthy, L., Serraj, R., Hash, C.T., Dakheel, A.J., & Reddy, B.S.V. (2007). screening sorghum genotypes for salinity tolerant biomass production. *Euphytica*, 156 (1-2), 15- 24.
- Kumar, D., Al Hassan, M., Naranjo, M.A., Agrawal, V., Boscaiu, M., & Vicente, O. (2017). Effects of salinity and drought on growth, ionic relations, compatible solutes and activation of antioxidant systems in oleander (*Nerium oleander* L.). *Plos One*. 12(9), e0185017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185017>. PMID: 28922384.
- Li, W., Yamaguchi, S., Khan, M.A., An, P., Liu, X., & Tran, L.S.P. (2016). Roles of gibberellins and abscisic acid in regulating germination of suaeda salsa dimorphic seeds under salt stress. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1-10.
- Maas, E.V., & Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance-current assessment. journal of irrigation drainage division. *American Society Civil Engineering*, 103, 115-134.
- Majda, C., Khalid, D., Aziz, A., Rachid, B., Badr, A.S., Lotfi, A., & Mohamed, B. (2019). Nutri-priming as an efficient means to improve the agronomic performance of molybdenum in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Science of the Total Environment*, 661, 654-663.
- Marschner, P. (2012). *Mineral Nutrition Of Higher Plants* (3rd ed.). Oxford: Elsevier.
- Moghaddam, M., Farhadi, N., Panjtandoust, M., & Ghanati, F. (2020). Seed germination, antioxidant enzymes activity and proline content in medicinal plant tagetes minuta under salinity stress. *Plant Biosystems*, 154(6), 835-842. <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1701122>.
- Nawaz, F., Ashraf, M.Y., Ahmad, R., Waraich, E.A., & Shabbir, R.N. 2014. Selenium (Se) regulates seedling growth in wheat under drought stress. *Hindawi Publishing Corporation. Advances in Chemistry*, Article ID 143567; 7p.
- Ödemiş, B., Büyüktaş, D., & Çalışkan, M.E. (2019). Effects of saline irrigation water and proline applications on yield, vegetative and physiological characteristics of potato crop (*Solanum tuberosum* L.). *Horticultural Studies* (HortiS), 36, 54-63. <http://doi.org/10.16882/derim.2018.407736>.
- Önal Aşçı, Ö., & Üney, H. (2016). Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5, 29-34.
- Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y., Rousta, M.J., & Ashraf, M. (2017). Salicylic acid induced salinity tolerance through manipulation of ion distribution rather than ion accumulation. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36, 227-239.
- Pirasteh-Anosheh, H., & Hedayati-Firoozabadi, A. (2022). Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] growth, and soil moisture and salt content as affected by irrigation water salinity. *International Journal of Applied and Experimental Biology*, 1(1), 33-37.
- Pirasteh-Anosheh, H., Ranjbar, G., Pakniyat, H., & Emam, Y. (2016). *Physiological Mechanisms of Salt Stress Tolerance in Plants: An Overview*: Pp. 141-160. In: Azooz, M.M., Ahmad, P. (Eds). "Plant-Environment Interaction: Responses and Approaches to Mitigate Stress". Wiley, London.
- Pontieri, P., Di Fiore, R., Troisi, J., Bean, S.R., Roemer, E., Okot, J., Alifano, P., Pignone, D., Giudice, L.D., & Massardo, D.R. (2012). Chemical composition and fatty acid content of white food sorghums grown in different environments. *Maydica*, 56(1), 51
- Quamruzzaman, M., Manik, S.N., Livermore, M., Johnson, P., Zhou, M., & Shabala, S. (2022). Multidimensional screening and evaluation of morpho-physiological indices for salinity stress tolerance in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 208(4), 454-471.
- Rajakumar, R. (2013). A study on effect of salt stress in the seed germination and bio chemical parameters of rice (*Oryza sativa* L.) under in vitro condition. *Asian Plant Sci. Res.*, 3(6), 20-25.
- Reguera, M., Espi, A., Bolanos, L., Bonilha, I., & Redondonieto, M, (2009). Endoreduplication before cell differentiation fails in boron-deficient legume nodules. is boron involved in signaling during cell cycle regulation? *New Phytologist*, 183(1), 8-12. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02869.x>.
- Ren, Y., Wang, W., He, J., Zhang, L., Wei, Y., & Yang, M. (2020). Nitric oxide alleviates salt stress in seed germination and early seedling growth of pakchoi (*Brassica chinensis* L.) by enhancing physiological and biochemical parameters. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 187, 109785. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109785>.
- Rooney, L.W., & Waniska, R.D, (2000). *Sorghum food and industrial utilization*, pp. 689-729. In: Smith CW, Frederiksen RA eds. Sorghum: Origin, History, Technology, and Production, John Wiley & Sons Inc., New York.

- Shabala, S. (2009). Salinity and programmed cell death: unravelling mechanisms for ion specific signalling. *Journal of Experimental Botany*, 60(3), 709–712. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp013>.
- Shahid, M., Ameen, F., Maheshwari, H.S., Ahmed, B., AlNadhari, S., & Khan, M.S. (2021). Colonization of *Vigna radiata* by a halotolerant bacterium *Kosakonia sacchari* improves the ionic balance, stressor metabolites, antioxidant status and yield under NaCl stress. *Applied Soil Ecology*, 158(November 2020), 103809. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103809>.
- Shakeri, E., Emam, Y., Tabatabaei, S., & Sepaskhah, A. (2017). Evaluation of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) lines/cultivars under salinity stress using tolerance indices. *Int. J. Plant Prod.*, 11, 101–115.
- Shtaya, M.J., Al-Fares, H., Qubbaj, T., Abu-Qaoud, H., & Shraim, F. (2021). Influence of salt stress on seed germination and agromorphological traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Legume Research-An International Journal*, 44(12), 1455-1459.
- Silva-Matos, R.R.S.D., Albano, F.G., Cavalcante, Í.H.L., Pessoa, J.A., Neto Silva, R.L., Oliveira, I.V.D.M., & Carvalho, C.I.F.S. (2017). Desenvolvimento inicial de mudas de melancia cv. crimson sweet em função de doses de boro aplicadas na semente. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(4), 30-39. doi: 10.19084/RCA16121.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I.M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, United States.
- Tariq, M., & Mott, C.J. (2006). Effect on boron supply on the uptake of micronutrients by radish (*Raphanus sativus* L.). *J. of Agri. and Bio.Sci.*, 1(2), 1-8.
- Tenikecier, H.S., & Ates, E. (2022). Impact of salinity on germination and seedling growth of four cool-season turfgrass species and cultivars. *Pol. J. Environ. Stud.*, 31(2), 1813-1821.
- Thomson, A.J., & El-Kassaby, Y.A. (1993). Interpretation of seed-germination parameters. *New For.* 7, 123–132.
- Tigabu, E., Andargie, M., & Tesfaye, K. (2012). Response of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes to NaCl levels at early growth stages. *Afr. J. Agric. Res.*, 7, 5711–5718.
- Tolay, I. (2021). The impact of different zinc (Zn) levels on growth and nutrient uptake of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown under salinity stress. *Plos One*, 16(2), e0246493. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246493>.
- Ulusik, I., Karakaya, H.C., & Koc, A. (2018). The importance of boron in biological systems. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 45(1), 156-162. <https://doi.org/10.1002/9781119487210.Ch20>.
- Uraguchi, S., & Fujiwara, T. (2011). Significant contribution of boron stored in seeds to initial growth of rice seedlings. *Plant and soil*, 340(1), 435-442. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0614-9>.
- Vadakekara Joseph, M. (2016). Extrusion, physiochemical characterization and nutritional evaluation of sorghum-based high protein, micronutrient for TIFIED. *Blended Foods*. 235 pp.
- Warrington, K. (1923). The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. *Ann. Bot. (Lond.)*, 37, 629-672.
- Xia, F.S., Wang, Y.C., Zhu, H.S., Ma, J.Y., Yang, Y.Y., Tian, R., & Dong, K.H. (2019). Influence of priming with exogenous boron on the seed vigour of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Legume Research-an International Journal*, 42(6), 795-799.
- Yildirim, E., Karlidag, H., & Dursun, A. (2011). Salt tolerance of physalis during germination and seedling growth. *Pakistan Journal of Botany*, 43, 2673-2676.



Nutrient Uptakes and N, P, K and Ca Utilization Rates of Some Plants Grown Under Greenhouse Conditions According to Farmer Practices

Ferhat BULUT¹, İbrahim ERDAL²

^{1,2}Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Soil Sciences and Plan Nutrition, 32260 Isparta.

¹<https://orcid.org/0000-0003-1645-8131>, ²<https://orcid.org/0000-0001-8177-948X>

✉: ibrahimerdal@isparta.edu.tr

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the uptakes of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu and utilization rates of N, P, K and Ca by cauliflower, lettuce, leek, onion and radish plants grown under greenhouse conditions depending on the farmer practices. For this reason, the breeding practices and fertilization program of the farmers were taken as the basis. The research was continued until the harvest period of each plant. According to the results of the analysis, significant differences ($P<0.01$) were found in examined parameters between the fertilized and non-fertilized treatments. Based on the nutrient uptake of the plants, it was seen that the radish plant removed the highest nutrient and the onion removed the least nutrient in both conditions. Considering the fertilizer nutrient utilization rates of plants as percentage for N, P, K, and Ca were 5.61, 4.31, 14.30, 75.30 for cauliflower; 11.39, 13.50, 38.70 and 22.31 for lettuce; 8.32, 8.06, 17.90, 43.0 for leek; 2.79, 2.50, 7.10, 41.80 for onion and 23.10, 33.83, 81.50 and 335 for radish plant. Although the applied fertilizers had a positive effect on the yield and nutrient concentrations of the plants, utilization rates were found to be quite low especially for N, P, and K. These results showed that these plants grown under greenhouse conditions according to farmer treatments were not fertilized properly.

Soil Science

Research Article

Article History

Received : 19.04.2022

Accepted : 14.08.2022

Keywords

Farmer practices

Greenhouse

Nutrient uptake

Nutrient utilization rates

Sera Koşullarında Çiftçi Uygulamalarıyla Yetiştirilen Bazı Bitkilerin Besin Elementi Alımlarıyla N, P, K ve Ca Yararlanma Oranları

ÖZET

Bu çalışmada, çiftçi uygulamaları altında serada yetiştirilen karnabahar, marul, pırasa, soğan ve turp bitkilerinin N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu alımlarıyla N, P, K ve Ca kullanım oranlarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu nedenle, çiftçilerin yetiştiricilik pratikleri ve gübreleme uygulamaları temel alınmıştır. Araştırma, her bitkinin hasat dönemine kadar sürdürülmüştür. Analiz sonuçlarına göre gübreli ve gübresiz uygulamalar arasında incelenen özellikler açısından istatistiksel olarak önemli farklar olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). Bitkilerin besin elementi alımlarına göre genel bir değerlendirme yapılırsa, her iki durumda da en fazla besin elementi alınımın turp, en az besin maddesi alınımın ise soğan tarafından gerçekleştiği görülmüştür. Gübrelerle uygulanan besin elementlerinden yararlanma oranları değerlendirildiğinde, bitkilerin N, P, K ve Ca'dan yararlanma oranlarının yüzde olarak karnabahar için sırasıyla 5.61, 4.31, 14.30 ve 75.30, marul için; 11.39, 13.50, 38.70 ve 22.30, pırasa için; 8.32, 8.06, 17.90 ve 43.0, soğan için; 2.79, 2.50, 7.10 ve 41.80, turp için; 23.10, 33.83, 81.50 ve 335.0 olduğu belirlenmiştir. Uygulanan gübreler, bitkilerin verim ve besin elementi içeriklerini olumlu etkilemiş olsa da, özellikle N, P ve K için yararlanma oranlarının oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, sera koşullarında çiftçi uygulamalarına göre yetiştirilen bu bitkilerin uygun gübrelenmediğini göstermektedir.

Toprak Bilimi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 19.04.2022

Kabul Tarihi : 14.08.2022

Anahtar Kelimeler

Çiftçi uygulamaları

Sera

Besin elementi alımı

Besin elementinden yararlanma oranları

Atıf Şekli:	Bulut, F., & Erdal, İ., (2023). Sera Koşullarında Çiftçi Uygulamalarıyla Yetiştirilen Bazı Bitkilerin Besin Elementi Alımlarıyla N, P, K ve Ca Yararlanma Oranları. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26(3)</i> , 639-649. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1106115
To Cite :	Bulut, F., & Erdal, İ., (2023). Fertilizer Use Efficiencies of Some Greenhouse Plants Grown under Farmer Practices. <i>KSU J. Agric Nat 26 (3)</i> , 639-649. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1106115

INTRODUCTION

Due to the continuous increase in the world population, the need for food is increasing day by day while usable agricultural lands are decreasing. This situation shows that higher yield should be obtained from a unit area. The best and fast way to get higher yield is to use chemical fertilizers. Although chemical fertilizers are the most important inputs for these purposes, it should not be forgotten that their unconscious use can cause irreparable harms to the environment and soil. For this, the applied fertilizers must be taken by the plants without any loss. Therefore, the needs of the plants should be taken into account. Fertilizer utilization efficiency (FUE) is an indicator of how much of the applied fertilizer is used by plants. Although there are several descriptions for FUE in the literature, it is also used as fertilizer recovery rates by plants (Rakshit et al., 2015; Hawkesford et al., 2016). Appropriate fertilizer selection and the correct determination of the amount needed are important in terms of issues such as yield, quality, soil health and environmental impact (Ayoub, 1999). Otherwise, problems such as salinity, heavy metal accumulation, plant nutrient imbalance, nitrate and phosphate accumulation occur in the soils if over fertilization is made (Sönmez & Kaplan, 2004; Pradika et al., 2019). Excessive and unbalanced fertilization adversely affect the yield, amount and quality as well as the damage it causes to the environment (Tang et

al., 2022). For the sustainability of soil fertility and prevention of environmental pollution, the applied fertilizers should have been used by plants in a large extent. Over and unbalanced fertilization are the most important environmental problems we faced in agricultural practices especially under greenhouse production (Engindeniz et al., 2010). In Antalya region, it was determined that 61% of the fertilizer used by farmers is in parallel with the amount of fertilizer used in the EU countries, but 39% of the farmers used fertilizer 10 times more than Turkey's average (Atılğan et al., 2007).

In this study, it was aimed to determine the uptakes of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, and Cu by cauliflower, lettuce, leek, onion, and radish plants. It is also aimed to determine the utilization rates of N, P, K and Ca from the applied fertilizers under farmer practices.

MATERIALS and METHODS

The experimental area

The experiment was carried out under greenhouse condition in Elmalı district of Antalya. Initial soil properties of the greenhouse are given in Table 1. As can be seen from there, the soil has a neutral pH and clay loam texture without salinity problem. Organic matter and CaCO₃ contents of soil are moderate. Plant available nutrient concentrations in the soil are sufficient, except Mn (Alpaslan et al., 1998).

Table 1. Some characteristics of the experimental soil
Çizelge 1. Deneme toprağının bazı özellikleri

Properties	Results	References
Texture	Clayey loamy	(Bouyoucos, 1936)
pH (saturation)	7.3	(Peech, 1965)
EC (saturation) (dS m ⁻¹)	0.7	
CaCO ₃ (g kg ⁻¹)	64	(Allison & Moodie, 1965)
Organic matter (g kg ⁻¹)	21	(Walkley & Black, 1934)
Total N (g kg ⁻¹)	2.7	(Kacar, 1994)
Olsen P (mg kg ⁻¹)	67	(Olsen, 1954)
Exchangeable K (mg kg ⁻¹)	520	
Exchangeable Ca (mg kg ⁻¹)	3944	(Jackson, 1967)
Exchangeable Mg (mg kg ⁻¹)	482	
DTPA extractable Fe (mg kg ⁻¹)	9.1	
DTPA extractable Zn (mg kg ⁻¹)	5.8	
DTPA extractable Mn (mg kg ⁻¹)	4.8	(Lindsay & Norvell, 1978)
DTPA extractable Cu (mg kg ⁻¹)	10.5	

Plant materials

In the study, *Igloo* variety for cauliflower, *Yedikule* variety for lettuce, *İnegöl92* variety for leeks *İri kırmızı*

variety for radish and *Hazar* variety for onion were used.

Fertilizers

During the experiment, 12 different fertilizers were used and all fertilization program was prepared by the producer. Fertilizers used were: 15.15.15, 18.18.18, 16.8.24, 10.0.40, 20.10.20, mono ammonium phosphate (MAP, 12.61.0), mono potassium phosphate (MKP, 0-

52-34), potassium nitrate (13-0-46), magnesium nitrate (10.0.0+15), calcium nitrate (15.5-0-0+26.5), nitric acid (55%) and urea (46%). The list of fertilizers and the total amount of each nutrient is given in Table 2. As it seen there, 28.7 kg N da⁻¹, 8.81 kg P da⁻¹, 16.8 kg K da⁻¹, 2.51 kg Ca da⁻¹ and 0.09 kg Mg da⁻¹ were used as fertilizer during the growing periods.

Table 2. List of the fertilizers and total nutrient amounts used for experiment

Çizelge 2. Denemede kullanılan gübreler ve toplam besin elementi miktarları

Fertilizers	Amount (kg da ⁻¹)	Pure nutrient amounts (kg da ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
20.10.20	26.02	5.20	1.14	4.28		
18.18.18	18.37	3.31	1.45	2.74		
16.8.24	15.81	2.53	0.55	3.14		
10.0.40	5.10	0.51		1.69		
Calcium nitrate (15.5-0-0+26.5)	13.27	2.06			2.51	
MKP (0-52-34)	9.18		2.08	2.58		
Urea (46)	26.02	11.97				
MAP (12-61)	12.24	1.47	3.26			
Potassium nitrate (13-0-46)	4.59	0.60		1.74		
Magnesium nitrate (10-0-0+15)	1.02	0.10				0.09
Nitric acid (55 %)	2.04	0.19				
15.15.15	5.10	0.76	0.33	0.63		
Total amount of nutrients (kg da ⁻¹)		28.70	8.81	16.80	2.51	0.09

METHODS

Set up of the experiment

The experiment was carried out in greenhouse conditions in Antalya, Elmali district. All plants were grown in the same greenhouse with the homogeneous conditions at the same time. The study was carried out in accordance with the farmer practices. Before plantings, the seeds of plants were sown in peat-mixed crates in March. The plants that became seedlings were planted in the greenhouse in April. Study was planned according to randomized parcel design with four replications. Each replication was arranged 4x5 m parcels as 4 rows for each crop. While row spacing was 100 cm for all plants, row in spacing was 7 cm for leeks and radishes, 33 cm for cauliflower, 20 cm for lettuce and 5 cm for onions. After experiment set up and the necessary soil preparations were made, all practices, fertilizations and records keeping were made by the farmer. Fertilization was made with the fertigation technique by drip irrigation and the fertilizer amounts used were recorded at each application.

Harvest

All plants were grown until the harvest time. Whole plants including roots were harvested and cleaned from the soil. After plants were washed with tap water they were weighted to receive a fresh yield amount. The leaf and tuber of the radish plant were evaluated separately. In order to determine the moisture contents of plants, 3 fresh plants from each replication

were taken randomly and washed with pure water. After free water was removed from the plants, their fresh weight was measured. Then, they were divided into small parts and kept at 70°C until they reach a constant weight to determine moisture contents of plants. The moisture contents were used to convert fresh weights in to dry weights.

Plant analysis procedures

Dried plants were grinded and 0.5 g was weighted for dry digestion at 550 °C for P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and Cu analysis. While vanadomolybdate yellow color method was used for P determination; K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and Cu measurements were made using atomic absorption spectrophotometer (Jones, 1991). Nitrogen concentration was determined according to the Kjeldahl method (Bremner, 1965). Nutrient analysis was performed on whole plant (root+above ground parts together) except radish. The leaf and tuber of the radish were analyzed separately.

Nutrient utilization rates

The amount of nutrients that the plants removed from each plot was obtained by multiplying the dry weights of the plants with the nutrient concentrations, then converted to area (da). In order to determine the nutrient utilization rates, the difference between the nutrients taken by the plants from the soil in the fertilized and non-fertilized plots was calculated and proportioned to the applied fertilizer. Nutrient

utilization rates were calculated only for N, P, K, and Ca. For other elements, only the amounts taken from the soil were determined because they were not applied as fertilizers.

For example (N), N utilization rate was calculated by comparing the total N removal to applied N doses as described in the following equations given by Erdal et al. (2006).

$$NU \text{ (kg da}^{-1}\text{)} = DM \times NC$$

$$NUF \text{ (kg da}^{-1}\text{)} = NU_1 - NU_0$$

$$NUR \text{ (\%)} = NUF \times 100/NF$$

Where NU is N uptake (kg da⁻¹), DM is oven dry matter (kg da⁻¹), NC is N concentration (g kg⁻¹), NUF is N uptake from fertilizer (kg da⁻¹), NU₁ is N uptake from fertilized plots (kg da⁻¹), NU₀ is N uptake from control plots (kg da⁻¹), NUR is N utilization rates (%), and NF is N application dosage with fertilizer (kg da⁻¹)

Statistical analysis

Analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey test was performed using Minitab 19 package program (<https://www.minitab.com/en-us/products/minitab/free-trial/>).

RESULTS

Nutrient utilization rates from the applied fertilizers

Nitrogen uptakes and N utilization rates (NUR) of plants were given in Table 3. As indicated there, yields, N concentrations and N uptakes of all plants were affected by the N fertilization. Fresh yield values of cauliflower, lettuce, leek, onion, radish tuber and radish leaf increased from 1564 to 1745 kg, 3169 to 3645 kg, 2105 to 2302 kg, 1034 to 1136 kg, 3383 to 3565 and 1999 to 2204 kg respectively.

Table 3. Nitrogen uptake and nitrogen utilization rates of plants

Çizelge 3. Azot almı ve bitkilerin azottan yararlanma oranları

Applied N (kg da ⁻¹)	Fresh weight (kg da ⁻¹)	Dry weight (kg da ⁻¹)	N Concentration (g kg ⁻¹)	N uptake (kg da ⁻¹)	NUF (kg da ⁻¹)	NUR (%)					
Cauliflower											
28.71	1745 ±65a*	153 ±6a	39.2 ±0.3a	6.00 ±0.26a	1.61	5.61					
0	1564 ±108b	124 ±9b	35.4 ±0.4b	4.39 ±0.05b							
Lettuce											
28.71	3645 ±128a	242 ±9a	36.4 ±0.5a	8.81 ±0.42a	3.27	11.39					
0	3169 ±184b	173 ±10b	32.0 ±0.7b	5.54 ±0.11b							
Leek											
28.71	2302 ±98a	224 ±7a	27.0 ±0.9a	6.05 ±0.47a	2.39	8.32					
0	2105b±66b	177 ±6b	20.7 ±0.3b	3.66 ±0.05b							
Onion											
28.71	1136 ±41b	83 ±3a	28.2 ±0.7a	2.34 ±0.14a	0.80	2.79					
0	1034 ±43b	64 ±3b	24.0±0.2b	1.54 ±0.01b							
Radish											
	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	Total
28.71	2204 ±75a	3565±114a	372±13a	±8a	41.8 ±0.6a	27.6 ±0.5a	15.6 ±0.7a	6.65 ±0.32a	4.8	1.83	23.1
0	1999 ±95b	3383 ±138b	289 ±11b	±8b	37.2 ±0.5b	26.2 ±0.3b	10.8 ±0.14b	4.82 ±0.06b			

*: There is no significant differences between the values sharing the same letters in the same column ($P<0.01$). L: leaf, T: tuber

Similarly, N concentrations of plants increased from 35.4 to 39.2 g kg⁻¹ in cauliflower, 32.0 to 36.4 g kg⁻¹ in lettuce, 20.7 to 27.0 g kg⁻¹ in leek, 24.0 to 28.2 g kg⁻¹ in onion, 37.2 to 41.8 g kg⁻¹ in radish leaf and 26.2 to 27.6 g kg⁻¹ in radish tuber. The amounts of N taken from the soil under fertilized and non-fertilized conditions were 6 and 4.39 kg da⁻¹ for cauliflower, 8.81 and 5.54 kg da⁻¹ for lettuce, 6.05 and 3.66 kg da⁻¹ for leek, 2.34 and 1.54 kg da⁻¹ for onion 15.6 and 10.8 kg da⁻¹ for radish leaf and 6.65 and 4.82 for radish tuber. Depending on the given values, N uptake from fertilizers (NUF) was calculated as 1.61, 3.27, 2.39, 0.80 and 6.63 (4.8+1.83) kg da⁻¹ for cauliflower, lettuce, leek, onion and radish, respectively. When the NUF

was compared to the applied N amount, it can be seen that the NUR of cauliflower, lettuce, leek, onion and radish plants are 5.61, 11.39, 8.32, 2.79 and 23.1 %, respectively.

Phosphorus concentrations, uptakes and P utilization rates (PUR) of different vegetable crops are given in Table 4. The P concentrations of plants in P-treated conditions were higher than the plants grown in non-fertilized conditions. Additionally, P uptakes of plants under fertilized conditions were significantly higher comparing to control groups. While cauliflower, lettuce, leek, onion and radish (L+T) removed 1.42, 2.59, 1.86, 0.52 and 6.88 kg P da⁻¹ under fertilized conditions, they took 1.04, 1.40, 1.15, 0.30 and 3.90 kg

P da⁻¹, respectively. When the amount of P taken from the fertilizer (PUF) was examined, it was seen that there were significant differences between plants. While the highest P uptake was realized by the radish plant with 2.98 kg da⁻¹, the lowest P uptake was realized by the onion plant with 0.22 kg da⁻¹. Similar to PUF, PUR varied with the plants. While the radish used the highest fertilizer P (33.83 %), lettuce plant followed this with 13.50 %. After these two plants, the leek took the 3rd line with 8.06 % in terms of PUR. Onion and cauliflower were the plants using the lowest fertilizer P with the rates of 2.50 and 4.31 percent.

Potassium concentrations of vegetables grown under fertilized and non-fertilized conditions significantly differed from each other (Table 5). The K

concentrations of cauliflower, lettuce, leek, onion, radish leaves and radish tuber were determined as 52-45, 74-66, 43-38, 39-31, 68 -58 and 68-61 g kg⁻¹ under fertilized and non-fertilized conditions, respectively. Again, in the same order, plants grown in fertilized and non-fertilized conditions removed 8.0-5.6, 17.9-11.4, 9.7-6.7, 3.2-2.0 and 41.7-28.0 kg K da⁻¹ from the soil. According to the calculations based on the K difference taken by the plants in the fertilized and unfertilized conditions, it was seen that cauliflower, lettuce, leek, onion, radish plants recovered 2.4, 6.5, 3.0, 1.2 and 13.7 kg da⁻¹ of the applied fertilizer, respectively. K utilization rates (KUR) of cauliflower, lettuce, leek, onion, radish from fertilizer was found as 14.3, 38.7, 17.9, 7.7 and 81.5 %, respectively.

Table 4. Phosphorus uptake and phosphorus utilization rates of plants

Çizelge 4. Bitkilerin fosfor alımı ve fosfordan yararlanma oranları

Applied P (kg da ⁻¹)	Dry weight (kg da ⁻¹)	P concentration (g kg ⁻¹)	P uptake (kg da ⁻¹)	PUF (kg da ⁻¹)	PUR (%)				
Cauliflower									
8.81	153 ±6a*	9.3 ±0.6a	1.42 ±0.04a	0.38	4.31				
0	124 ±9b	8.4 ±0.4b	1.04 ±0.01b						
Lettuce									
8.81	242 ±9a	10.7 ±1a	2.59 ±0.37a	1.19	13.50				
0	173 ±10b	8.1 ±0.7b	1.40 ±0.12b						
Leek									
8.81	224 ±9a	8.3 ±0.6a	1.86 ±0.20a	0.71	8.06				
0	177 ±6b	6.5 ±0.5b	1.15 ±0.09b						
Onion									
8.81	83 ±3a	6.3 ±0.3a	0.52 ±0.04a	0.22	2.50				
0	64 ±3b	4.7 ±0.3b	0.30 ±0.02b						
Radish									
	L	T	L	T	L	T	L	T	Total
8.81	372 ±12a	241 ±7a	12.2 ±0.6a	9.7 ±1a	4.54 ±0.4a	2.34 ±0.3a	1.82	1.16	33.83
0	289 ±10b	184 ±7b	9.4 ±0.8b	6.4 ±0.5b	2.72 ±0.2b	1.18 ±0.1b			

*: There is no significant differences between the values sharing the same letters in the same column (P<0.01). L: leaf, T: tuber

As other nutrients, Ca concentrations and uptakes of plants were higher under fertilized conditions. While Ca concentrations of cauliflower, lettuce, leek, onion, radish leaf and radish tuber were 48.7, 4.6, 16.3, 34.6, 28.7 and 27.7 g kg⁻¹ under fertilized conditions, they were measured as 44.8, 3.2, 14.5, 28.5, 16.06 and 22.6 g kg⁻¹ under control conditions (Table 6). Looking at the differences in Ca uptakes of plants between fertilized and control plots, it was seen that the radish plant received the highest amount of Ca from fertilizer (CaUF, 8.4 kg da⁻¹ in total, L+T) which is 3.3 times higher than applied Ca. While Ca uptakes of other plants varied between 0.56 (lettuce) and 1.89 (cauliflower) kg da⁻¹, Ca utilization rates (CaUR) were between 22.3 and 75.3%.

Table 7 shows the nutrient utilization rates for N, P, K and Ca of all plants comparatively. As seen there, the plant with the highest nutrient utilization rates was

radish with the use of 23.10 % of the nitrogen fertilizer given. This was followed by lettuce, which utilized about 11.39 % of fertilizer nitrogen. The plant that benefited least from the applied fertilizer nitrogen was onion. Similar trends were observed for other nutrients as well. When a ranking was made by looking at the utilization rates of the applied N, P and K fertilizers, it was seen that the order was radish>lettuce>leek>cauliflower>onion.

Magnesium, Fe, Mn and Cu uptakes of the crops

Nutrient concentrations and removals of crops under fertilized and non-fertilized conditions are given in Table 8. Results showed that Mg, Fe, Mn, Zn and Cu concentrations and uptakes of plants under fertilized conditions were significantly higher when compared to non-fertilized conditions.

Table 5. Potassium uptake and potassium utilization rates of plants

Çizelge 5. Bitkilerin potasyum alımı ve potasyumdan yararlanma oranları

Applied K (kg da ⁻¹)	Fresh weight (kg da ⁻¹)	Dry weight (kg da ⁻¹)	K concentration (g kg ⁻¹)	K Uptake (kg da ⁻¹)	KUF (kg da ⁻¹)	KUR (%)					
Cauliflower											
16.80	1745 ±65a*	153 ±10a	52 ±5a	8.0 ±0.4a	2.4	14.3					
0	1564 ±107b	124 ±9b	45 ±5b	5.6 ±0.4b							
Lettuce											
16.80	3645 ±128a	242 ±10a	74 ±8a	17.9 ±0.9a	6.5	38.7					
0	3169 ±184b	173 ±10b	66 ±6b	11.4 ±0.3b							
Leek											
16.80	2302 ±98a	224 ±10a	43 ±5a	9.7 ±0.7a	3.0	17.9					
0	2105 ±66b	177 ±6b	38 ±4b	6.7 ±0.7b							
Onion											
16.80	1136 ±41a	83 ±3a	39 ±2a	3.2 ±0.3a	1.2	7.1					
0	1034 ±43b	64 ±3b	31 ±2b	2.0 ±0.1b							
Radish											
	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	Total
16.80	2204 ±74a	3565 ±114a	372 ±13	241 ±8a	68 ±6a	68 ±5a	25.3 ±2a	16.4 ±3a	8.5	5.2	81.5
0	1999 ±94b	3383 ±138b	289 ±11b	184 ±8b	58 ±7b	61 ±8b	16.8 ±2b	11.2 ±3b			

*: There is no significant differences between the values sharing the same letters in the same column ($P<0.01$). L: leaf, T: tuber

Table 6. Calcium uptake and calcium utilization rates of plants

Çizelge 6. Bitkilerin kalsiyum alımı ve kalsiyumdan yararlanma oranları

Applied Ca (kg da ⁻¹)	Fresh weight (kg da ⁻¹)	Dry weight (kg da ⁻¹)	Ca conc. (g kg ⁻¹)	Ca uptake (kg da ⁻¹)	CaUF (kg da ⁻¹)	CaUR (%)					
Cauliflower											
2.51	1745 ±65a*	153 ±6a	48.7 ±8a	7.45 ±0.4a	1.89	75.3					
0	1564 ±108b	124 ±8b	44.8 ±3b	5.56 ±0.3b							
Lettuce											
2.51	3645 ±128a	242 ±8a	4.6±0.3a	1.11 ±0.1a	0.56	22.3					
0	3169 ±184b	173 ±10b	3.2 ±0.2b	0.55 ±0.04b							
Leek											
2.51	2302 ±98a	224 ±9a	16.3 ±0.6a	3.65 ±0.3a	1.08	43.0					
0	2105 ±66b	177 ±5b	14.5 ±0.3b	2.57 ±0.1b							
Onion											
2.51	1136 ±42a	83 ±3a	34.6 ±1a	2.87 ±0.2a	1.05	41.8					
0	1034 ±43b	64 ±3b	28.5 ±1b	1.82 ±0.1b							
Radish											
	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	Total
2.51	2204 ±74a	3565 ±114a	372 ±13a	241 ±7a	28.7±1.5a	27.7 ±1a	10.7 ±0.9a	6.7 ±0.51a	5.9	2.5	335
0	1999 ±94b	3383 ±138b	289 ±11b	184 ±7b	16.0 ±0.7b	22.6 ±0.8b	4.8 ±0.2b	4.2 ±0.14b			

*: There is no significant differences between the values sharing the same letters in the same column ($P<0.01$).

L: leaf, T: tuber

Çizelge 7. Comparing the plants in terms of nutrient utilization rates

Çizelge 7 Bitkilerin besin elementlerinden yararlanma oranlarına göre karşılaştırılması

Plants	Nutrient utilization rates (%)			
	N	P	K	Ca
Cauliflower	5.61 ±0.6d*	4.31 ±0.9d	14.3 ±2.2d	75.3 ±9b
Lettuce	11.39 ±1.4b	13.50 ±4.1b	38.7 ±5.1b	22.3 ±7e
Leek	8.32 ±1.6c	8.06 ±2.3c	17.9 ±3.9c	43.0 ±7c
Onion	2.79 ±0.4e	2.50 ±0.9e	7.1 ±1.6e	41.8 ±8d
Radish (L+T)	23.10 ±3.7a	33.83 ±6.0a	81.5 ±12a	335.0 ±15a
Means	10.2	12.4	32.1	104.7

*: There is no significant differences between the values sharing the same letters in the same column ($P<0.01$). L: leaf, T: tuber

Table 8. Comparing the Mg, Fe, Mn, Zn and Cu concentrations and uptakes of plants under fertilized and non-fertilized conditions

Çizelge 8. Bitkilerin gübreli ve gübresiz koşullardaki Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonları ve alımlarının karşılaştırılması

Fertilization	Dry weight (kg da ⁻¹)		Mg conc. (g kg ⁻¹)	Mg upt. (kg da ⁻¹)	Fe conc. (mg kg ⁻¹)	Fe uptake (g da ⁻¹)	Mn conc. (mg kg ⁻¹)	Mn uptake (g da ⁻¹)	Zn conc. (mg kg ⁻¹)	Zn uptake (g da ⁻¹)	Cu conc. (mg kg ⁻¹)	Cu uptake (g da ⁻¹)										
	Cauliflower																					
+	153 ±5.7a*		6.4 ±0.3a	0.98 ±0.06a	190 ±3.8a	29 ±1.6a	154 ±4.5a	24 ±1.5a	44 ±2.7a	6.7 ±0.6a	10.4 ±1.3a	1.6 ±0.3a										
-	124 ±8.5b		4.4 ±0.1b	0.55 ±0.02b	169 ±1.7b	21 ±0.2b	137 ±1.7b	17 ±0.2b	31 ±1.4b	3.8 ±0.2b	5.5 ±0.8b	0.7 ±0.1b										
Lettuce																						
+	242 ±8.5a		4.8 ±0.6a	1.16 ±0.19a	264 ±13.0a	64 ±5.2a	126 ±9.1a	30 ±3.2a	28 ±3.3a	6.8 ±0.7a	14.2 ±1.6a	3.4 ±0.5a										
-	173 ±10.0b		3.6 ±0.3b	0.62 ±0.06b	229 ±10.4b	40 ±1.8b	106 ±5.0b	18 ±0.8b	19 ±0.7b	3.3 ±0.1b	5.4 ±0.7b	0.9 ±0.1b										
Leek																						
+	224 ±9.5a		3.9 ±0.3a	0.89 ±0.11a	137 ±4.5a	31 ±2.3a	66 ±7.0a	15 ±2.1a	22 ±2.3a	4.9 ±0.7a	8.5 ±1.1a	1.9 ±0.3a										
-	177 ±5.5b		3.2 ±0.1b	0.57 ±0.03b	120 ±2.5b	21 ±0.4b	44 ±2.3b	8 ±0.4b	15 ±0.7b	2.7 ±0.1b	5.8 ±0.3b	1.0 ±0.1b										
Onion																						
+	83 ±3.0a		5.4 ±0.4a	4.4 ±0.05a	88 ±4.1a	7.3 ±0.5a	73 ±1.9a	6 ±0.4a	29 ±1.4a	2.4 ±0.2a	15.4 ±0.9a	1.3 ±0.1a										
-	64 ±2.6b		3.7 ±0.3b	0.24 ±0.03b	68 ±1.5b	4.4 ±0.1b	60 ±0.9b	4 ±0.6b	23 ±0.7b	1.5 ±0.1b	9.6 ±0.8b	0.6 ±0.1b										
Radish																						
	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T
+	372±12a	241±7a	4.5±0.4a	4.7±0.1a	1.7±0.2a	1.1±0.1a	269±23a	80±3a	100±11a	19±1.3a	136±9a	33±3.4a	51±4.8a	8±1.5a	30±2.8a	41±2.6a	11±1.4a	9±0.9a	15.4±1.3a	12±1.6a	5.7±0.7a	2.8±0.5a
-	289±10b	184±7b	3.4±0.4b	4.1±0.1b	1.0±0.1b	0.8±0.02b	198±7b	63±2b	57±2b	12±0.4b	105±8b	21±0.6b	30±2.4b	4±0.11b	20±1.5b	29±1.6b	6±0.4b	6±0.1b	9.0±0.4b	8±0.8b	2.6±0.1b	1.5±0.2b

*: There is no significant differences between the values sharing the same letters in the same column ($P<0.01$). L: leaf, T: tuber

Comparing the plants in terms of nutrient concentrations, nutrient uptakes and fertilizer use efficiencies

Comparing with the nutrient concentrations of crops, it can be seen that there was a significant difference between the plants under both fertilized and non-fertilized conditions (Table 9). The highest nutrients measured under non-fertilized conditions were in the leaves of radish plant for N and P, the highest value for K and Fe were measured in lettuce, the highest Ca, Mg, Mn and Zn values were measured in cauliflower, the highest Cu was measured in onion plant. Similarly, the highest nutrient concentrations of crops under

fertilized conditions followed the same order as in non-fertilized condition. Furthermore, the lowest nutrients under both conditions were found to be similar except for Cu.

Removed nutrients from the soil by different crops were given in Table 10. The highest nutrient uptakes was realized by the radish plant. On the other hand, it was determined that the least nutrient uptakes were realized by the onion plant, except for Ca under non-fertilized conditions. In both conditions, lettuce was the second plant that removed the highest nutrients with a general evaluation.

Çizelge 9. Comparing the nutrient concentrations of plants under non-fertilized and fertilized conditions

Çizelge 9. Gübresiz ve gübrelili koşullarda bitkilerin besin elementi konsantrasyonlarının karşılaştırılması

Plants (Bitkiler)	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	(g kg ⁻¹)					(mg kg ⁻¹)			
Non fertilized condition									
Cauliflower	35.4 ±0.4b*	8.4±0.4b	45 ±5d	44.8 ±3a	4.4 ±0.1a	169±1.7c	137 ±1.7a	31 ±1.4a	5.5 ±0.8d
Lettuce	32.0 ±0.7c	8.1±0.7c	66 ±6a	3.2 ±0.2f	3.6 ±0.3d	229 ±10.4a	106 ±5.0b	19 ±0.7e	5.4 ±0.7d
Leek	20.7 ±0.3f	6.5±0.5d	38 ±6e	14.5 ±0.3e	3.2 ±0.1f	120 ±2.5d	44±2.3e	15±0.7f	5.8 ±0.3d
Onion	24.0 ±0.2e	4.7±0.3f	31 ±2f	28.5 ±1b	3.7 ±0.3c	68±1.5e	60 ±0.9d	23 ±0.7c	9.6 ±0.8a
Radish leaf	37.2 ±0.5a	9.4±0.8a	58 ±7c	16.0 ±0.7d	3.4 ±0.4e	198±7b	105 ±8.2c	20±1.4d	9.0 ±0.3b
Radish tuber	26.2 ±0.3d	6.4±0.5e	61 ±8b	22.6 ±0.8c	4.1 ±0.1b	63±2f	21±0.6f	29±1.6b	8.2 ±0.8c
Fertilized condition									
Cauliflower	39.2 ±0.3b	9.3±0.6bc	52 ±5c	48.7 ±8a	6.4 ±0.3a	190 ±3.8b	154 ±4.5a	44 ±2.7a	10.4 ±1.35c
Lettuce	36.4 ±0.5c	10.7±1ab	74 ±8a	4.6 ±0.3e	4.8 ±0.6bc	264 ±13.0a	126 ±9.1b	28 ±3.3b	14.2 ±1.65ab
Leek	27.0 ±0.9d	8.3±0.6c	43 ±5d	16.3 ±0.6d	3.9 ±0.3c	137±4.5c	66±7.1c	22 ±2.3c	8.5 ±1.19c
Onion	28.2 ±0.7d	6.3±0.3d	39 ±2e	34.6 ±1b	5.4 ±0.4b	88±4.1d	73±1.9c	29 ±1.4b	15.4 ±0.99a
Radish leaf	41.8 ±0.6a	12.2±0.6a	68 ±6b	28.7 ±1.5	4.5 ±0.4bc	269 ±23.5a	136 ±9.0b	30 ±2.8b	15.4 ±1.26a
Radish tuber	27.6 ±0.5d	9.7±1bc	68 ±5b	27.7c ±1c	4.7 ±0.1bc	80±3d	33 ±3.4d	41 ±2.6a	12.0 ±1.61bc

*: There is no significant differences between the values sharing the same letters in the same column ($P<0.01$).

L: leaf, T: tuber

Table 10. Comparing the nutrient uptakes of crops under non-fertilized and fertilized conditions

Çizelge 10. Bitkilerin gübresiz ve gübrelili koşullardaki besin elementi alımlarının karşılaştırılması

Plants (Bitkiler)	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	(kg da ⁻¹)					(g da ⁻¹)			
Non fertilized conditions									
Cauliflower	4.39 ±0.05c**	1.04 ±0.01d	5.6 ±0.4d	5.56 ±0.3b	0.55 ±0.02d	21.0 ±0.2d	17 ±0.2c	3.8 ±0.2b	0.7 ±0.1d
Lettuce	5.54 ±0.11b	1.40 ±0.12b	11.4 ±0.3b	0.55 ±0.04e	0.62 ±0.06b	40.0 ±1.8b	18 ±0.8	3.3 ±0.1c	0.9 ±0.1b
Leek	3.66 ±0.05d	1.15 ±0.09c	6.7 ±0.7c	2.57 ±0.1c	0.57 ±0.03c	21.0 ±0.4c	8±0.4d	2.7 ±0.1d	1.0 ±0.1c
Onion	1.54 ±0.01e	0.30 ±0.02e	2.0 ±0.1e	1.82 ±0.1d	0.24 ±0.03e	4.4 ±0.1e	4±0.6e	1.5 ±0.1e	0.6 ±0.1e
Radish (L+T)	15.62 ±0.20a	3.90 ±0.34a	28±4.0a	9.00±0.3a	1.73 ±0.13a	69.0 ±2.5a	34 ±2.5a	12.0 ±0.5a	4.1 ±0.3a
Fertilized conditions									
Cauliflower	6.00 ±0.26d	1.42 ±0.04d	8.0 ±0.4d	7.45 ±0.4b	0.98 ±0.06d	29 ±1.6d	24 ±1.53c	6.7 ±0.6b	1.6 ±0.3d
Lettuce	8.81 ±0.42b	2.59 ±0.37b	17.9 ±0.9b	1.11 ±0.1e	1.16 ±0.19b	64 ±5.2b	30 ±3.2b	6.8 ±0.7c	3.4±0.5
Leek	6.05 ±0.47c	1.86 ±0.20c	9.7 ±0.7c	3.65 ±0.3c	0.87 ±0.11c	31 ±2.3c	15 ±2.1d	4.9 ±0.7d	1.9 ±0.3c
Onion	2.34 ±0.14e	0.52 ±0.04e	3.2 ±0.3e	2.87 ±0.2d	0.45 ±0.05e	7.3 ±0.5e	6±0.4e	2.4 ±0.2e	1.3 ±0.1e
Radish (L+T)	22.25 ±1.06a	6.88 ±0.70a	41.7 ±2.0a	17.4 ±1.4a	2.80 ±0.26a	119 ±13a	59 ±6.3a	20 ±2.3a	8.5 ±1.1a

*: There is no significant differences between the values sharing the same letters in the same column ($P<0.01$). L: leaf, T: tuber

DISCUSSION

Results of this study indicated that fertilization resulted in increases in yield of whole plants comparing to non-fertilized conditions even about all

nutrients were sufficient. This can be due to readily availability and immediate and fast contribution of chemical fertilizers nutrients to plants until they receive soil nutrients (Havlin et al., 2016). Results also

indicated that nutrient concentrations and uptakes were significantly different between the crops. This was well documented in previous studies that plants take different amount of nutrients even they grow under the same conditions due to their genotypically different adaptation mechanism (Kucukyumuk & Erdal, 2011; Nazlı & Erdal, 2019; Sun et al., 2020). Relating to nutrient concentrations and uptakes, plants showed great differences in terms of nutrient use efficiencies (Baligar et al., 2001). In general, it was seen that N, P and K utilization rates from fertilizers are low when compared to different plants under different conditions (Hesterman et al., 1987; Raun & Johnson, 1999; Erdal et al., 2006; Şahin, 2016; Dhillon et al., 2019). Previous studies implied that fertilizer utilization rates were low, and overall fertilizer use rates are about or lower than 50 % for N, less than 10 % for P, and about 40 % for K (Baligar & Bennett 1986a,b). Lower utilization rates was related to leaching and run-off, gaseous losses, fixation by soil, and use of inefficient nutrient absorbing/utilizing plant species or cultivars. Şahin (2016) indicated that the fertilizer utilization rate of the plants was around 50-60% depending on the type of fertilizer, application method and plant type. Losses of nutrients from the soil can be the other important reason for lower nutrient use efficiencies of plants especially for N fertilizers. Ladha et al. (2005) reported that fertilizer N-use efficiency of crops was 30 to 50% and the rest of N either remains in the soil or it is lost from the soil. In previous studies it was reported that recovery from the applied phosphorus fertilizers rarely exceeded 25% and this rate was mostly 10-15% (Johnston et al., 2014; Roberts & Johnston 2015). Results on fertilizer use efficiencies showed that, all plants recovered quite below N, and only P recovery by radish plant was close to average values indicated in previous values. Only K use from fertilizer by radish plant was over the values given by literature. This may be explained with higher nutrient demand of this plant (Zhang et al., 2019). Contrary to low N, P and K recovery, calcium utilization rates from fertilizers were quite high. Even over 100% in radish plant. This can be explained by that the radish plant took higher Ca from the soil than applied by fertilizers. The biggest reason for lower N, P and K use efficiencies was excessive and unbalanced fertilization (Atılğan et al., 2007; Zhang et al., 2019). In a study conducted by Engindeniz et al. (2010) 40.8% of farmers stated that they determined the type and amount of fertilizer according to the dealer's recommendation, and 31.2% of them determined according to their own knowledge and experience. Another important reason why the nutrient utilization rates of plants were very low was the excessive amount of fertilizer used in greenhouses. The problems caused by excessive use of fertilizers in greenhouse conditions in the Antalya region were

expressed in previous studies (Anaç & Eryüce 2003, Tüzel et al. 2005).

CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

As conclusion, plants under greenhouse conditions growing with farmer fertilization programme were not be able to use all fertilizer nutrients. There might be several reasons for this. First of all, the producers make the same fertilization for all plants, regardless of the needs of each other. Another reason for this may be the use of fertilizers above the plant need due to the concern of obtaining higher yields. Another reason might be nutrient accumulation in the soil which preventing the nutrient utilization rates from the applied fertilizers. Unnecessary and wrong fertilizer recommendations of fertilizer dealers due to commercial concerns are thought to be the another reasons for the low nutrient utilization rates from fertilizers. In order to prevent this situation, it is necessary to make fertilization recommendations considering plant needs. Fertilization recommendations should be made based on soil and plant analysis. Not applying the same fertilization program to different plants is important in preventing unnecessary fertilizer consumption. Briefly, in order to increase the rate of nutrient utilization from fertilizer by plants, it is necessary to apply the appropriate fertilizer at the appropriate time, in the appropriate amount and with the appropriate method.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper was produced from the master thesis of Ferhat BULUT. We tank to ISUBU BAP for the financial support for this work.

Contribution Rate Statement Summary of Researchers

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Conflict of Interest Statement

The authors of the article declare that there is no conflict of interest between them.

REFERENCES

- Allison, L.E., & Moodie C.D (1965). *Carbonate. Methods of soil analysis*, Part 2, 379–1400, p. 1572.
- Alpaslan, M., Güneş, A., & İnal A (1998). *Deneme tekniği*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, p. 437.
- Anaç, D., & Eryüce N (2003). *Nutrient management in protected cropping in Turkey*. The International Fertilizer Society, Proceedings 522, 19-34.
- 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.
- Ayoub, A.T. (1999). Fertilizers and the environment. *nutrient cycling in agro ecosystems* 55(2), 117-121.
- Baligar, V.C., & Bennett, O.L. (1986a). *Outlook on fertilizer use efficiency in the tropics*. Fertil Res 10, 83-96.
- Baligar, V.C., & Bennett, O.L. (1986b). *NPK-fertilizer efficiency*. A Situation Analysis for The Tropics. Fertil Res 10, 147-164.
- Baligar, V.C., Fageria, N.K., & He, Z.L. (2001). Nutrient Use Efficiency in Plants. *Communications in Soil Science and Plant Anal* 32(7-8), 921-950.
- Bouyoucos, G.J. (1951). A Recalibration of The Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils 1. *Agronomy J* 43(9), 434-438.
- Bremner, J.M. (1965). *Total nitrogen. Methods of soil analysis*: Part 2, Chemical and microbiological properties 9, 1149-1178, p.1572.
- Dhillon, J.S., Eickhoff, E.M., Mullen, R.W., & Raun, W.R. (2019). World Potassium Use Efficiency in Cereal Crops. *Agronomy Journal* 111(2), 889-896.
- Engindeniz, S., Yılmaz, İ., Durmuşoğlu, E., Yağmur, B., Eltez, R.Z., Demirtaş, B., Engindeniz, D., & Tatarhan, A.H., (2010). Sera Sebzelelerinin Karşılaştırmalı Girdi Analizi. *Ekoloji* 19(74), 122-130.
- Erdal, İ., Ertek, A., Şenyiğit, U., & Yılmaz, H. İ (2006). Effects of Different Irrigation Programs and Nitrogen Levels on Nitrogen Concentration, Uptake and Utilisation in Processing Tomatoes (*Lycopersicum Esculentum*). *Aust J Exp Agric* 46(12), 1653-1660.
- Havlin, J.L., Tisdale, S.L., Nelson, W.L., & Beaton, J.D. (2016). *Soil fertility and fertilizers*. Pearson Education India, p. 487.
- Hawkesford, M.J., Kopriva, S., & De Kok, L.J. (2016). *Nutrient use efficiency in plants*. New York, NY, USA: Springer International Pu, p. 279.
- Hesterman, O.B., Russelle, M.P., Sheaffer, C.C., & Heichel, G.H. (1987). Nitrogen Utilization from Fertilizer and Legume Residues in Legume-Corn Rotations1. *Agron Jour* 79(4), 726-731.
- Jackson, M.L. (1967). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi, p. 498.
- Johnston, A.E., Poulton, P.R., Fixen, P.E., & Curtin, D. (2014). Phosphorus: Its Efficient Use in Agriculture. *Adv Agron* 123, 177-228.
- Jones, J.B. (1991). *Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*, p.581.
- Kacar, B. (1994). *Bitki ve toprağın kimyasal analizleri*: III Toprak analizleri. Ankara Ü., Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, p.705.
- Kucukyumuk, Z., & Erdal, I. (2011). Rootstock and Cultivar Effect on Mineral Nutrition, Seasonal Nutrient Variation and Correlations among Leaf, Flower and Fruit Nutrient Concentrations in Apple Trees. *Bulgarian J of Agr Sci* 17(5), 633-641.
- Ladha, J.K., Pathak, H., Krupnik, T.J., Six, J., & Van Kessel, C. (2005). Efficiency of Fertilizer Nitrogen in Cereal Production: Retrospects and Prospects. *Advances in Agron* 87, 85-156.
- Lindsay, W.L., & Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA Micronutrient Soil Test. *Soil Sci Soc Am Proc* 35,600-602.
- Nazlı, İ., & Erdal, İ. (2019). Influence of Rootstock and Variety on Leaf Nutrient Concentration of Pear Grown on a Nutrient-Sufficient Soil. *KSU Journal of Agriculture and Nature* 22, 141-148.
- Olsen, S.R. (1954). *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. US Dep. of Agri. Circ, Washington, p. 939.
- Peech, M. (1965). *Hydrogen-ion activity. Methods of soil analysis*. Part 2, American Society of Agronomy, Madison 914-916, p. 1572.
- Pradika, V., Masykuri, M., & Supriyadi, S. (2019). Farmer Awareness to the Dangers of Heavy Metal Cadmium (Cd) Pollution Due to Over-Fertilization in Sragen Regency Central Java. *Caraka Tani: J of Sust Agric* 34(1), 76-85.
- Rakshit, A., Singh, H.B., Sen, A. (Eds.) (2015). *Nutrient use efficiency: From basics to advances*, New Delhi, Springer India, p. 417.
- Raun, W.R., Johnson, G.V. (1999). Improving Nitrogen Use Efficiency for Cereal Production. *Agron. J.* 91, 357-363.
- Roberts, T.L., & Johnston, A.E. (2015). Phosphorus Use Efficiency and Management in Agriculture. *Resources, Conservation and Recy* 105, 275-281.
- Şahin, G. (2016). The Fertilizer Use State in Türkiye and Problems Experienced About Fertilizing. *Turkish Journal of Agricultural Economics* 22(1), 19-32.
- Sönmez, İ., & Kaplan, M. (2004). Demre Yöresi Seralarında Toprak ve Sulama Sularının Tuz İçeriğinin Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(2), 155-160.
- Sun, T., Yang, X., Tang, S., Han, K., He, P., & Wu, L. (2020). Genotypic Variation in Nutrient Uptake Requirements of Rice Using The QUEFTS Model. *Agronomy* 11(1),1-26.
- Tang, S., Pan, W., Tang, R., Ma, Q., Zhou, J., Zheng, N., & Wu, L. (2022). Effects of Balanced and Unbalanced Fertilization on Tea Quality, Yield, and Soil Bacterial Community. *App Soil Ecol* 175: 104442.
- Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Özgür, M., Çelik, N., Boyacı, H.F., & Ersoy, A. (2005). Örtü altı yetiştiriciliğinde gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Ankara, 551-563.

Walkley, A., & Black, I.A. (1934). An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Sci 37(1)*, 29–38.

Zhang, J., He, P., Ding, W., Xu, X., Ullah, S., Abbas, T., Chao, A., Rongzong, C., & Zhou, W. (2019). Estimating Nutrient Uptake Requirements for Radish in China Based on QUEFTS Model. *Scientific Reports 9(1)*, 1-10.



Exploring the Causal Relationship Among Trout Production, Price and Subsidy in Türkiye

Mehmet AYDOĞAN^{1*}, Orhan GÜNDÜZ²

^{1,2}Malatya Turgut Ozal University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Malatya-Türkiye.

¹<https://orcid.org/0000-0001-8427-5412>, ²<https://orcid.org/0000-0002-2357-0802>

✉: mehmet.aydogan@ozal.edu.tr

ABSTRACT

Although there have been trout subsidies in Türkiye for many years, the fact that trout production has been below expectations, especially in recent years, has led to the need to investigate the effects of the subsidies. Thus, the present study was conducted to estimate the long-run relationship among trout production, producer price, and subsidy in Türkiye. The time-series data covering 1984-2016 regarding trout production, sales prices, and subsidies were used. The Vector Error Correction Model (VECM) and Granger Causality Analysis were utilized to estimate the time-dependent causality relationship among the variables. The VECM results, which estimate the existence of a long-run relationship among the variables, revealed that 46.8% of the long-run deviations in the price and subsidy variables will be corrected in the next period. The analysis results indicated that sales prices affect trout production negatively in the long term. Granger causality analysis indicated that the prior period values of production and price variables were the reason for the changes in the subsidy variable. In the short-term VECM model, it was revealed that changes in production and prices positively affect the subsidy. A percent increase in production and price increased the subsidy amount by 1.79 and 3.14 percent, respectively. To increase trout production, the current subsidy policy should be revised to improve the infrastructure and capacity of aquaculture farms. Subsidies for the fishery sector should also be increased in real terms to achieve their objectives.

Agricultural Economy

Research Article

Article History

Received : 17.06.2022

Accepted : 11.11.2022

Keywords

Trout
Subsidy
Cointegration
Granger causality
Türkiye

Türkiye'de Alabalık Üretimi, Fiyatı ve Sübvansiyon Arasındaki Nedensel İlişkinin Araştırılması

ÖZET

Türkiye'de uzun yıllardır alabalık sübvansiyonları olmasına rağmen özellikle son yıllarda alabalık üretiminin beklentilerin altında kalması, sübvansiyonların etkilerinin araştırılması ihtiyacını doğurmuştur. Bu nedenle, bu çalışma Türkiye'de alabalık üretimi, üretici fiyatı ve sübvansiyon arasındaki uzun dönemli ilişkiyi tahmin etmek için yapılmıştır. Alabalık üretimi, satış fiyatları ve sübvansiyonlara ilişkin 1984-2016 yıllarını kapsayan zaman serisi verileri kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki zamana bağlı nedensellik ilişkisini tahmin etmek için Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) ve Granger Nedensellik Analizi kullanılmıştır. Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını tahmin eden VECM sonuçları, fiyat ve sübvansiyon değişkenlerindeki uzun dönemli sapmaların %46.8'inin önümüzdeki dönemde düzeltileceğini ortaya koymuştur. Analiz sonuçları, satış fiyatlarının uzun vadede alabalık üretimini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Granger nedensellik analizi, üretim ve fiyat değişkenlerinin önceki dönem değerlerinin sübvansiyon değişkenindeki değişimlerin nedeni olduğunu göstermiştir. Kısa vadeli VECM modelinde üretim ve fiyatlardaki değişimlerin sübvansiyonu olumlu etkilediği ortaya çıkmıştır. Üretim ve fiyattaki yüzde artış, sübvansiyon miktarını sırasıyla yüzde 1.79 ve yüzde 3.14 artırmaktadır. Alabalık üretimini artırmak için, su ürünleri çiftliklerinin altyapısını ve kapasitesini iyileştirmek için mevcut sübvansiyon politikası revize edilmelidir.

Tarım Ekonomisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 17.06.2022

Kabul Tarihi : 11.11.2022

Anahtar Kelimeler

Alabalık
Sübvansiyon
Eşbütünleşme
Granger nedensellik
Türkiye

Balıkçılık sektörüne yönelik sübvansiyonlar da amaçlarına ulaşmak için reel olarak artırılmalıdır.

- Atf Şekli:** Aydoğan, M., & Gündüz, O., (2023) Türkiye'de alabalık üretimi, fiyatı ve sübvansiyon arasındaki nedensel ilişkinin araştırılması. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26 (3)*, 650-663. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.aiv.1132332>
- To Cite :** Aydoğan, M., & Gündüz, O., (2023). Exploring the Causal Relationship Among Trout Production, Price and Subsidy in Türkiye. *KSU J. Agric Nat 26(3)*, 650-663. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.aiv.1132332>

INTRODUCTION

It has long been recognized that fish and aquatic creatures positively benefit human health and consumer well-being. On the other hand, despite the rapid increase in the world population, the limited increase in the terrestrial production factors, where most food production is provided, increases the demand for fisheries. The supply of fisheries obtained by hunting decreases, and aquaculture products are gradually filling this decreasing gap (Menicou et al., 2010). The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) has recently announced that aquaculture is the fastest-growing food production system globally (FAO, 2016). Aquaculture is no longer a recreational activity in the countryside or an activity carried out by small breeders. Nowadays, aquaculture is an important economic sector made by professional managers, scientists, and engineers in modern farms (Nash et al., 2000).

Countries that want to develop the fisheries sector, which has become an important food production sector today, want to get a more significant share from the trade volume created by this sector worldwide, support their fishing sectors. The effects of subsidies are diverse, but they provide cost advantages to producers and increase supply. Diaz (2000) states that subsidies to the fisheries sector negatively affect competition and trade balances by favoring the donor country's producer and trade. The scientific studies showed that when profitability is associated with subsidies in the market situations, it causes the expand investment and creates new enterprises (Bostock et al., 2016; Cisneros-Montemayor et al., 2016; Guillen et al., 2019; Kumar et al., 2019). The studies' common result is that subsidized inputs increase the productivity and the production in the year when the subsidy is utilized. However, subsidy schemes' overall production and welfare effects tend to be lower than initially expected (Jayne et al., 2018).

Recently, to higher production, the governments have increased the fishery subsidies. Subsidies, which increase overfishing and thus the pressure on fish stocks, prevent competition in export, and disrupt market dynamics, are regarded as undesirable subsidies by the European Union (EU) Common Fisheries Policies (EU, 2020). Since 2003, Turkish governments have supported the aquaculture sector to increase production and reduce input costs (MAF, 2019). The improper subsidies provided to the

aquaculture sector by Türkiye have been criticized and complained about by some EU countries. On the complaint of Denmark and Spain in 2014 and 2015, respectively, EU Commission launched the countervailing tariffs against the Turkish trout exporters varying between 7% and 9.7%. In the decision of the EU commission, it was argued that the subsidies disrupt the market competition and provide an unfair competitive advantage to aquaculture farms in Türkiye.

The most of the previous studies mainly focused on the effects of subsidies on agricultural outputs, farmer incomes, and economic development (Oyetade et al, 2020; Ali et al., 2020; Georgina et al., 2020; Matchaya, 2020; Orji et al., 2020; Surathkal & Dey, 2020; Leitão & Balogh, 2020). However, the number of studies examining the effects of fishery subsidies on the amount and price of trout production is limited. In addition, there is a negative sense in public and in the reports of various institutions that fisheries subsidies negatively affect competition. On the other hand, there is no scientific evidence that fishery subsidies increase trout production in Türkiye's long term. Thus, the study aimed to determine the long-term causality relationship between trout production amount, trout sales prices, and subsidy values in Türkiye. It was expected that the study results would contribute to close the gap in the similar literature.

The aquaculture in Türkiye began with rainbow trout production in the early 1970s (Üstündağ et al., 2000). In Türkiye, the quantity of farmed trout rose from 990 tonnes in 1986 to 100 thousand tonnes in 2016 (Figure 1). When the changes in the production amount were examined, the trout production increased continuously until 2013; after 2014, the production amount remained flat, at around 105 thousand tones. As the reasons for the decline in trout production in 2013, it can be argued that the demand for trout could not be increased, the real decrease in trout prices due to the continuous increase in the supply in the previous years and recession in the economy (Şen & Rad, 2016).

The varying trout sales prices yearly in Türkiye are presented in Figure 2. In the study, trout prices were converted to US dollars to reflect actual prices. While the trout prices were 5.5 \$ kg⁻¹ between 1986 and 1992, as a result of the economic crises and the volatility in exchange rates in the country, the sales prices have a fluctuating decline process. The prices of trout became to the lowest level (1.48 \$ kg⁻¹) during the economic

instability in 2001. They then increased to the level of 3.5 \$ kg⁻¹ due to the public supports to the sector.

However, trout sales prices remained stable in the following years at 2.50 \$ kg⁻¹.

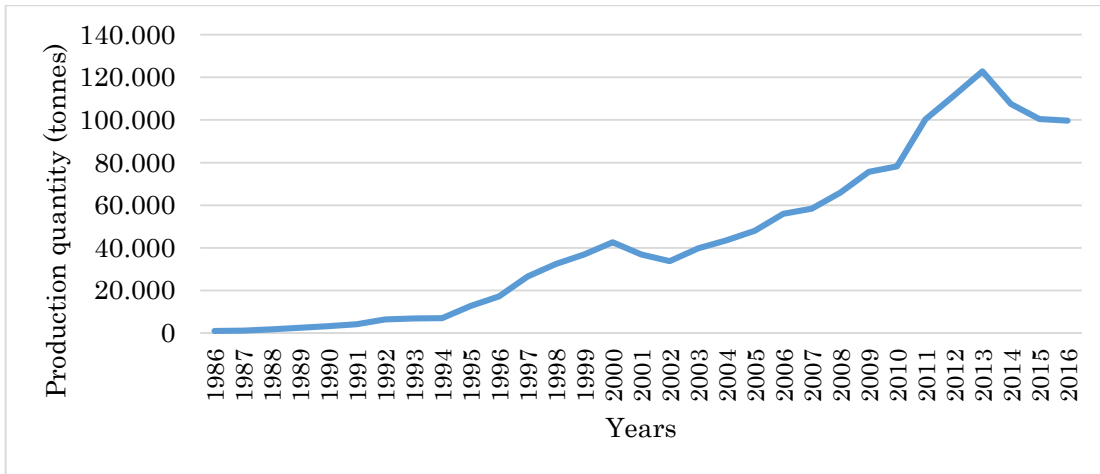


Figure 1. The changes in trout production quantity over the years
 Şekil 1. Yıllara göre alabalık üretim miktarındaki değişim

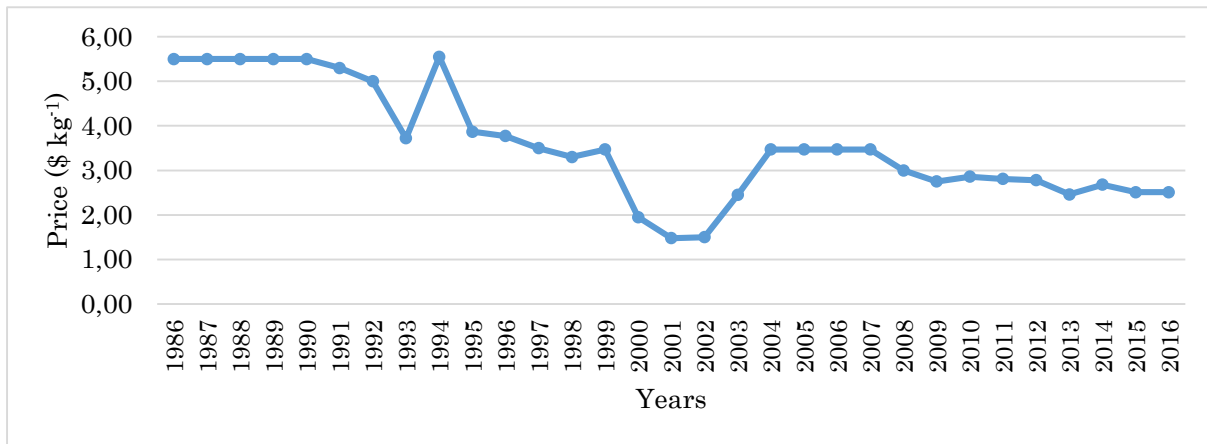


Figure 2. The changes in trout sales prices by years (TurkStat, 2018)
 Şekil 2. Yıllara göre alabalık satış fiyatlarındaki değişim

When Figure 3 was investigated, it showed that the growth rate of Türkiye's trout production followed fluctuating progress among the growth rate of trout production was susceptible to political changes. It was observed that the development rate of trout production also decreased during the economic instability of 1994, 2001, and 2008. On the other hand, in 2013, because of adding the new tariffs on trout imported from Türkiye by the European Commission, the trout production growth rate was affected following years.

MATERIALS and METHODS

Data

The time-series data of the trout production amount, unit sales price (\$ tonne⁻¹), and subsidy amount (\$ tonne⁻¹) covering 1984-2016 years were used in the study. The data were obtained from the Ministry of Agriculture and Forestry databases, the General Directorate of Fishery and Aquaculture (BSGM, 2017),

and the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO, 2017). The subsidy amount series between 1984 and 2002 were accepted as zero because the aquaculture subsidy payment began in 2003 in Türkiye. The researchers calculated the trout unit sales prices by proportioning the total production value (\$) to the production quantities (tonnes) and converted it to US dollars to reflect actual prices.

Method

In the study, the framework model formed by considering the trout production amount as a function of price and subsidy was as follows.

$$\ln Q_t = \beta_0 + \beta_1 \ln P_t + \beta_2 \ln Sub_t + u_t \quad (1)$$

In Eq. (1), Q is trout production amount in tonnes, P is the trout sales price in \$/tonnes, Sub is subsidy amount in \$ tonne⁻¹, \ln is the natural logarithm, and u_t is the error term.

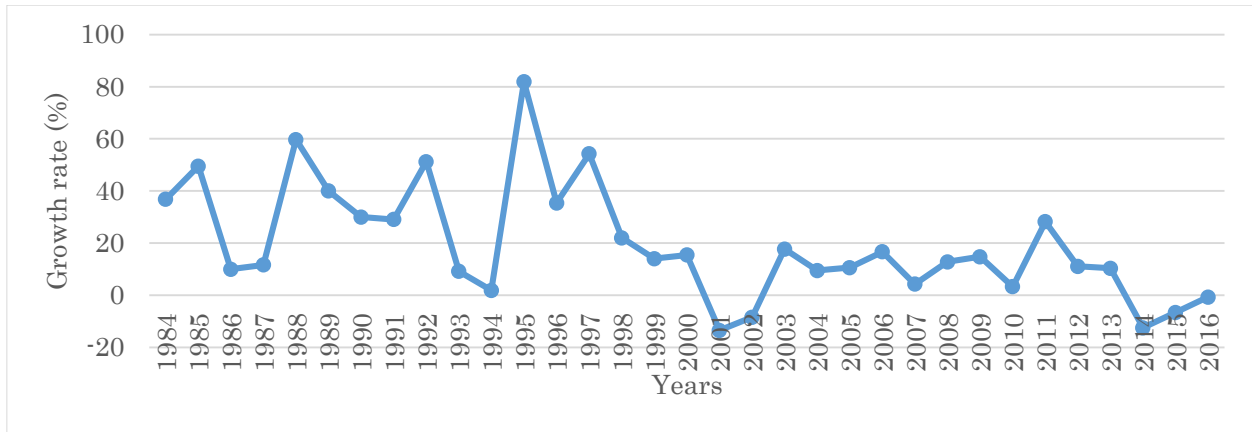


Figure 3. The growth rate of trout production in Türkiye (%)
Şekil 3. Türkiye'de alabalık üretiminin büyüme hızı (%)

Since the literature recommends using logarithmic values as the actual values of the economic variables expressed by time-series do not have a homogeneous distribution, (Işığışık, 1994) transformed values into natural logarithms of the variables were used in the study.

The use of time series in the further analysis is possible by providing the stationary. The most common tool to detect stationarity in time series variables is the

$$\text{No constant, no trend Dickey-Fuller eq. : } Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum^m \beta_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2)$$

$$\text{Constant, no trend Dickey-Fuller eq. : } Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + \sum^m \beta_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (3)$$

$$\text{Constant and trend Dickey-Fuller eq. : } Y_t = \beta_0 + \beta_t + \delta Y_{t-1} + \sum^m \beta_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (4)$$

In the equations (Eq. 2, Eq. 3, Eq. 4) the existence of unit root is tested by testing whether $\delta=0$. In the equations, Δ is the difference operator, m is the number of lags. The number of lag to be used in the study was decided according to the Schwarz Information Criterion (SIC) values.

The series' stationarity, whether there is a long-term relationship between them, can be understood through cointegration tests. The cointegration test is used to find a possible correlation between time series processes in the long term. In other words, it can be defined as the joint movement between variables in the long run.

Engle and Granger (1987) reported that if each variable is stationary at the I (1) level, the series's linear compositions may be stationary, although the series is not stationary in terms of level. The study tested the existence and number of cointegration according to two basic statistics (maximum eigenvalue

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \delta_i \Delta X_{1t-i} + \sum_{i=1}^m \gamma_i \Delta X_{2t-i} + \varphi ECT_{t-i} + u_t \quad (5)$$

In the study, the direction of causality between variables was predicted by Granger causality analysis based on VECM. The ECT variable in the model is the

Augmented Dickey-Fuller (hereafter ADF) Unit Root Test (Dickey & Fuller, 1979). In the study, the stationarity of time series was tested with the correlogram and unit root tests. The Augmented Dickey-Fuller method was preferred for the unit root test.

There are three types of equations introduced by the Dickey-Fuller;

and trace statistics) developed by Johansen (1988, 1991). When at least one cointegration existence is tested between series, it becomes necessary to look for a causality relationship. In this case, since the standard Granger causality inferences based on the VAR model will be invalid, it is appropriate to perform a causality analysis based on the Vector Error Correction Model-VECM (Çetintaş, 2004).

In the study, the trout production quantity (Q), sales prices (P), and subsidy amount (Sub) series were not stationary at the level. However, the series were stationary in the first difference I (1), with at least one cointegration between them. Thus, VECM was used for causality analysis.

The created VECM model to test the short and long-term causality among the study variables was as follows (Engle & Granger, 1987).

With the Eq. (5), three different equations were estimated where every three variables are dependent separately.

Error Correction Term. The error correction term (ECT) is used for estimating long-term causality in variables. For the error correction mechanism to

function, ECM_{t-1} must be negative and statistically significant (Badurlar, 2008).

Among the variables with at least one cointegration, the Granger causality analysis created according to VECM was performed with the help of the following equations (Eq.6, Eq.7, Eq. 8).

$$\Delta \ln Q_t = \beta_{01} + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta Q_{t-i} + \sum_{i=1}^m \delta_{1i} \Delta \ln P_{t-i} + \sum_{i=1}^m \gamma_{1i} \Delta \ln Sub_{t-i} + \varphi_{1i} ECT_{t-1} + u_{1t} \quad (6)$$

$$\Delta \ln P_t = \beta_{02} + \sum_{i=1}^m \beta_{2i} \Delta \ln Q_{t-i} + \sum_{i=1}^m \delta_{2i} \Delta \ln P_{t-i} + \sum_{i=1}^m \gamma_{2i} \Delta \ln Sub_{t-i} + \varphi_{2i} ECT_{t-1} + u_{2t} \quad (7)$$

$$\Delta \ln Sub_t = \beta_{03} + \sum_{i=1}^m \beta_{3i} \Delta \ln Q_{t-i} + \sum_{i=1}^m \delta_{3i} \Delta \ln P_{t-i} + \sum_{i=1}^m \gamma_{3i} \Delta \ln Sub_{t-i} + \varphi_{3i} ECT_{t-1} + u_{3t} \quad (8)$$

RESULTS

Unit Root Tests

The stationarity of the trout production (Q), sales price (P) and subsidy (Sub) series were analysed through the correlogram and unit root tests, and the series' level values were not stationary (Figure 4, Figure 5, Figure 6).

The ADF test was applied to determine the presence of Unit Roots in the series, and the results were given in Table 1. For unit root tests, assuming that the series had a deterministic trend, the model with constant and trend was analysed. Then it was shown that the variables had stationarity in I (1).

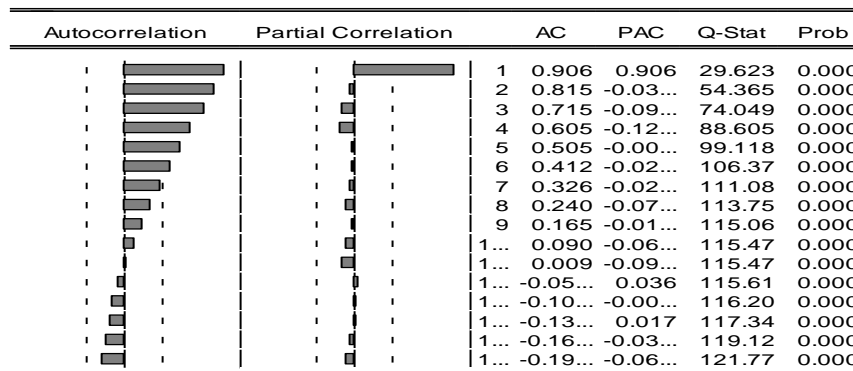


Figure 4. The correlogram of trout production quantity (Q) series
 Şekil 4. Alabalık üretim miktarı (Q) serisinin korelogramı

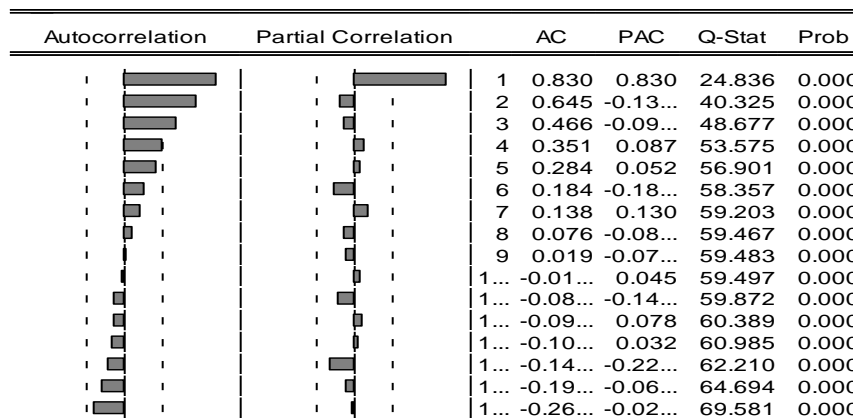


Figure 5. The correlogram of trout sales price (P) series
 Şekil 5. Alabalık satış fiyatı (P) serisinin korelogramı

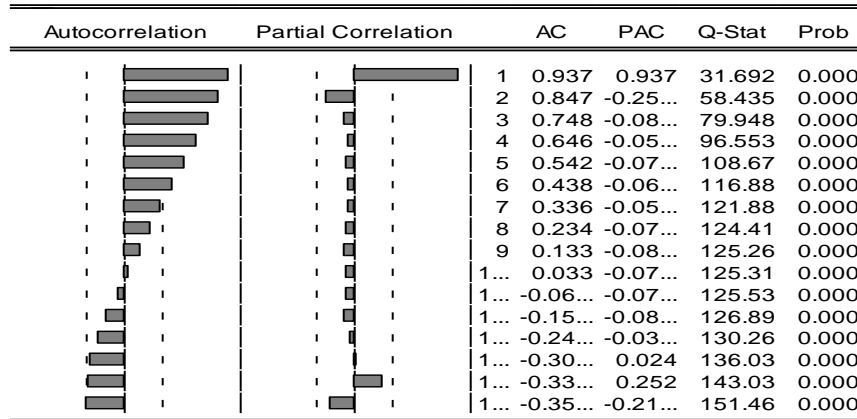


Figure 6. The correlogram of subsidy amount (Sub) series
 Şekil 6. Sübvansiyon miktarı (Sub) serisinin korelogramı

Table 1. ADF test statistics
 Çizelge 1. ADF test istatistikleri

Variables	Constant and trend model				
	Level		1. Difference		
	t value	Sig.	t value	Sig.	
Production quantity (Q) (tonnes)	-0.622	0.971	-4.813	0.003***	
Producer price (P) (\$ tonne ⁻¹)	-2.148	0.501	-5.100	0.001***	
Subsidy amount (Sub) (\$ tonne ⁻¹)	-2.143	0.503	-3.756	0.033***	

*, **, *** significant at 10%, 5% and 1%, respectively.

In Table 1, according to the critical values of MacKinnon (1996), all variables had a unit root in their level values and were stationary at the first differences I (1). All variables were stationary at the I (1) level necessitates testing a possible cointegration relationship between them.

Cointegration Test

In the cointegration test, first of all, the lag length should be determined. Schwarz information criterion (SIC) was used to determine the most appropriate lag length, and it was decided to 1 lag length (Table 2).

Table 2. Information criteria showing the optimal number of lags

Çizelge 2. Optimum gecikme sayısını gösteren bilgi kriterleri

The number of lags	SIC
0	7.098
1	0.681*
2	0.923
3	1.381
4	2.030
5	2.421

SIC: Schwarz information criteria.

In order to select the cointegration model determined for the one lag, five different models were created according to whether the model contains a

deterministic trend or not (Table 3). In the study, as the most suitable cointegration model, the cointegration equation with a constant and no trend, which includes a linear deterministic trend, where the Schwarz information criterion (SIC) value was the lowest, was chosen.

When the trace statistics or Maximum eigenvalues are more significant than the critical values, it is assumed that there is cointegration between series. As a result of the Johansen cointegration tests, it can be stated that there was at least one cointegration relationship between trout production (Q), sales price (P), and subsidy amount (Sub).

A cointegration equation with a constant and a linear deterministic trend was created, and the model results were given below (Table 4).

Vector Error Correction Model (VECM)

According to the cointegration test result, a VECM was created to determine the presence of causality and the direction of causality among the variables of production (Q), price (P), and subsidy (Sub). As a result of the model's analysis, the normalized long-term cointegration model emerged as follows.

$$\ln Q = 68.316 - 7.189 \ln P + 0.042 \ln Sub \quad (9)$$

(0.85) (0.08)

Eq. (9) reveals that the sales price (P) had a negative effect, and the subsidy amount (Sub) had a positive

effect on the production amount (Q) in the long run. While the price (P) variable was statistically significant, the subsidy (Sub) was not. The result of the model can be interpreted as that the trout prices were not satisfactory level for the producers. Therefore, the prices reflected negatively on the production in the long run. On the other hand, although the subsidies (Sub) positively contributed to production, the

coefficient of its was estimated as statistically insignificant ($p>0.05$). Due to this finding, it was not interpreted.

The short-term results of VECM analysis were given in Table 5. The ECT variable is the error correction term and gives the correction speed of the short and long-term deviations after a one period.

Table 3. The selection of the cointegration model determined as one lagged
Çizelge 3. Bir gecikmeli olarak belirlenen eşbütünleşme modelinin seçimi

Data trend	Deterministic No trend	Deterministic No trend	Linear Deterministic Trend	Linear Deterministic Trend	Quadratic Deterministic Trend
Cointegration Eq.	No constant No trend	Constant No trend	Constant No trend	Constant Trend	Constant Trend
The number of cointegration	Cointegration model and number according to SIC				
0	1.324	1.324	1.267	1.267	1.370
1	1.217	1.206	1.099*	1.191	1.186
2	1.612	1.320	1.410	1.583	1.510
3	2.271	1.890	1.890	2.170	2.170

Table 4. The results of Johansen cointegration, trace, and maximum eigenvalue statistics
Çizelge 4. Johansen eşbütünleşme, iz ve maksimum özdeğer istatistiklerinin sonuçları

The number of cointegration	Trace	%5 Critical value	Sig.
1*	42.516	29.797	0.001
2*	16.705	15.495	0.033
3*	5.744	3.841	0.017
The number of cointegration	Max. Eigen	%5 Critical value	Sig.
1*	25.811	21.132	0.010
2	10.961	14.265	0.156
3*	5.744	3.841	0.017

Table 5. The results of VECM model
Çizelge 5. VECM modelinin sonuçları

Error Correction Model	$\Delta(\ln Q)$	$\Delta(\ln P)$	$\Delta(\ln Sub)$
ECT _{t-1}	0.007 (0.022) ^a [0.327] ^b	-0.061 (0.029) [-2.118] ^{**}	-0.468 (0.085) [-5.517] ^{***}
$\Delta(\ln Q_{(t-1)})$	0.405 (0.198) [2.042] ^{**}	0.160 (0.256) [0.624]	1.789 (0.749) [2.389] ^{**}
$\Delta(\ln P_{(t-1)})$	0.555 (0.215) [2.581] ^{***}	0.138 (0.278) [0.481]	3.136 (0.812) [3.860] ^{***}
$\Delta(\ln Sub_{(t-1)})$	-0.089 (0.048) [-1.851] [*]	0.0469 (0.062) [0.754]	-0.260 (0.182) [-1.427]
C	0.115 (0.038) [3.043] ^{***}	-0.057 (0.049) [-1.159]	0.0047 (0.143) [0.033]
R ²	0.441	0.296	0.613
F	5.154 ^{**}	2.733	10.277 ^{***}

^a: Values in parentheses are the standard errors, ^b: Values in brackets are the z statistics
 *, **, *** significant at 10%, 5% and 1%, respectively.

In the study, VECM was performed with three different models, where each variable was the

separately dependent variable, and the coefficients of each model's ECT variable were obtained. Except for

the first model, the ECT coefficients were estimated to be negative signed and statistically significant. According to the result of VECM, where production quantity (Q) was the dependent variable, deviations in production amount increase rather than decrease with the effects of the price (P) and subsidy (Sub) variables. However, since this result was statistically insignificant, it can be concluded that the Error Correction Mechanism did not work.

According to the F test result, even if a causality relationship was determined that the price (P) and subsidy amount (Sub) variables may be the cause of the deviations in production amount (Q), although the model had a good fit, since the VECM was not significant, it would be inconvenient to interpret this relationship theoretically.

In the VECM model, where price (P) was the dependent variable, the ECT coefficient was estimated as negative and statistically significant. The result showed that approximately 6% of a deviation in prices (P) would correct after one period. However, the coefficient was close to zero (0), indicating a relatively low balancing speed. Since the F test result of the

model was also statistically insignificant, it indicated that a causality relationship could not be established between the deviations in production amount (Q) and subsidy amount (Sub) and price (P) variability.

The F test result of the model in which subsidy amount (Sub) was the dependent variable was statistically significant. The ECT coefficient of the model was negatively signed and statistically significant. The ECT coefficient expresses that 46.8% of the long-term deviations in subsidy amount (Sub) will correct after one period. This result implies that the estimates that producer price (P) and production quantity (Q) may be the cause of changes in subsidy amount (Sub) will be consistent.

When the results of each three models were evaluated separately, it was seen that the lagged values of the other variables affect the short-term variability in the dependent variable. However, some of these effects were statistically insignificant. The residual analysis of the VECM model was tested by autocorrelation LM test and White heteroscedasticity and shown in Table 6.

Table 6. The residual tests of the VECM

Çizelge 6. VECM'nin artık testleri

Lag length	LM Statistics	p value	Heteroscedasticity (White χ^2)	p value
1	9.456	0.396	98.904	0.127

In the residual analyses, to determine whether the estimated VECM model's residuals were auto-related or not, LM statistics showed that residuals were not autocorrelated. To determine whether the residuals' variance was constant for the whole sample, the White Heteroscedasticity test was conducted. In the result of the analysis ($\chi^2=98.904$; $p=0.127>0.05$), it was determined that the residuals were homoscedasticity.

Granger Causality Test

Based on the VECM results, Wald Block Exogeneity/Granger Causality Analysis was performed to determine the causality, and the direction between variables and the results were given in Table 7.

Table 7. Granger causality analysis results

Çizelge 7. Granger nedensellik analizi sonuçları

Excluded variable	Null Hypothesis (H ₀)	Statistics (χ^2)	Sig. level	Decision	Result
Dependent variable: $\Delta(\ln Q)$					
$\Delta(\ln P)$	<i>P</i> doesn't cause <i>Q</i>	6.660	0.010	H ₀ rejected	<i>P</i> cause <i>Q</i>
$\Delta(\ln Sub)$	<i>Sub</i> doesn't cause <i>Q</i>	3.426	0.064	H ₀ rejected	<i>Sub</i> cause <i>Q</i>
As a whole		6.665	0.036	H ₀ rejected	
Dependent variable: $\Delta(\ln P)$					
$\Delta(\ln Q)$	<i>Q</i> doesn't cause <i>P</i> .	0.389	0.533	H ₀ accepted	<i>Q</i> doesn't cause <i>P</i> .
$\Delta(\ln Sub)$	<i>Sub</i> doesn't cause <i>P</i> .	0.5686	0.451	H ₀ accepted	<i>Sub</i> doesn't cause <i>P</i> .
As a whole		1.694	0.428	H ₀ accepted	
Dependent variable: $\Delta(\ln Sub)$					
$\Delta(\ln Q)$	<i>Q</i> doesn't cause <i>Sub</i> .	5.706	0.017	H ₀ rejected	<i>Q</i> doesn't cause <i>Sub</i> .
$\Delta(\ln P)$	<i>P</i> doesn't cause <i>Sub</i> .	14.897	0.000	H ₀ rejected	<i>P</i> doesn't cause <i>Sub</i> .
As a whole		14.983	0.000	H ₀ rejected	

According to the results of the Granger Causality Analysis, both producer price (P) and subsidy amount (Sub) variables were estimated as a Granger cause of

production amount (Q) variable. However, in the VECM analysis where the production (Q) was the dependent variable, it was stated that the judgment

that the price (P) and subsidy (Sub) variables could be the cause of the production (Q) would not be consistent, since Error Correction Term (ECT) did not have expected sign. Thus, the interpretation of the direction of the result that producer price (P) and subsidy amount (Sub) variables might be a Granger cause of production amount (Q) variable was avoided.

The null hypothesis that trout production amount (Q) and subsidy amount (Sub) could not be considered as causes of price (P) variations was accepted. In this case, it can be concluded that lagged values of production quantities (Q) and unit subsidy amounts (Sub) were not the cause of short-term deviations in unit trout prices (P). Since the F test result of the model was insignificant in VECM, the justification of the relationship's causality was not discussed.

Thirdly, in the Granger causality analysis, the null hypothesis that the lagged values of the variables trout production amount (Q) and price (P) were not the cause of the deviations in the subsidy amount (Sub) amount was rejected. It means that the production (Q) and price (P) variables were the Granger cause of the subsidy amount variable. The short-term VECM model F test was significant; thus, it was concluded that the changes in production amount (Q) and price (P) positively affected the subsidy amounts (Sub). One per cent increase in production amount (Q) and price (P) increases the subsidy amount (Sub) by 1.79% and 3.14%, respectively.

DISCUSSION

Granger causality analysis has long been used in many scientific studies to determine causality relationships between economic variables. However, causality analysis has a special place in measuring relations between instruments, which have economic value. When the studies in the literature were examined, it was seen that the causality among macroeconomic indicators such as exchange rate, inflation rate, economic growth rate, imports and exports were frequently studied (Aktaş, 2009; Tatlı & Lebe, 2017; Muzammil, 2020; Aluko & Adeyeye, 2020; Umutlu & Bayraç, 2020). Nevertheless, studies examining the causality relationships of agricultural sector variables were more limited. Studies related to the agricultural sector often focused on the causality relationship among macro-level indicators such as fuel prices, electricity consumption, exchange rates, agricultural loans, agricultural products import, exports, and economic growth rates (Oyetade et al., 2020; Ali et al., 2020; Georgina et al., 2020; Matchaya, 2020; Orji et al., 2020; Surathkal & Dey, 2020; Leitão & Balogh, 2020). Another critical issue related to the agricultural sector is the relationship between agricultural subsidies and production (Erdal & Erdal, 2008; Sibande et al., 2017; Nikola et al., 2017; Arisoy, 2020; Othman et al., 2020). These and similar studies focused on the relationship

between public expenditures and the agricultural production amount. Although the number of causality studies carried out in the fisheries sector is quite limited, price pass-throughs (Bayramoğlu, 2019; Thong et al., 2020), fish production amount, import-export, and economic (Nguyen & Jolly, 2013; Oyakhilomen & Zibah, 2013) growth rates according to production methods have been frequently studied. However, there were very few studies dealing with the causality relation of price, subsidy, and production amount based on species in the fishery sector. This study examined the causality relationship between trout production amount, trout sales price, and subsidy amount to fill this gap in the literature. VECM and Granger causality analyses were used to determine the extent of causality.

In the study, it was determined that trout sales prices have a negative effect on trout production in the long term. The studies on the relationship between the production amount and the price of agricultural products indicate whether the causality relationship is positive or negative and may differ according to product groups. Xie and Wang (2017) stated that the amount of grain production in China was affected by grain prices and that the change in the price of grains was the Granger cause of the change in grain production. The authors argued a negative causality between prices and production in the short run and a positive causality in the long run. According to Zhan et al. (2008), the increase in China's grain prices caused farmers to increase their grain production. Okumuş (2012) emphasized that the previous year's price in the market determines the cotton production amount. Sun and Yu (1999) found that the grain purchase price effect on the production amount is more significant than retail prices. Wen et al. (2015) stated that prices were affected by the amount of production, labour prices, and inflation rates and national policies.

On the other hand, Qian et al. (2015) argued that the production amount may not result from changes in prices and that production may negatively affect prices. Semerci et al. (2012) found no relationship between the sales price of sunflower and the production amount, which supports the suggestions of Qian et al. (2015). Hüsünüoğlu (2018) stated that a 1% increase in hazelnut production in the long term reduces the hazelnut price by 1.62%. The positive or negative relationship between production quantity and price is not only limited to crop production but also differences are observed in animal production. According to Öztürk and Baysan (2021), meat prices were the reason for meat production, while according to Çelik (2018), there was a negative relationship between milk production amounts and milk price in the long term.

As can be seen, the causality relationship between the production amount and prices of agricultural products

may result differently depending on many factors. One of these differences is the argument that the production amount is not only be affected by domestic prices. Sekhar (2003) argued that the international agricultural product price cycle's impact on production decisions was longer than the domestic agricultural product price cycle. Bayramoğlu and Yurtkur (2015) implied that import pressure on Türkiye's agricultural production and food prices. In countries with less developed market infrastructure, agricultural and food products are affected by exchange rates in the short term and oil and international prices in the long term. As a result, it can be inferred that producers can take foreign prices as a reference instead of domestic prices in their production decisions. Another issue is frequent fluctuations in agricultural products' prices (Munir & Esteban, 2011), and unstable prices are not taken as a reference by producers making production planning. Therefore, it can be concluded that a general causality relationship cannot be established between the amount of production and price in agricultural products where price stability cannot be achieved and that the direction of causality between the amount of production and price should be evaluated separately for each product. The research findings were compatible with the studies in the literature. In the research area, it can be concluded that the trout prices are not realized at a satisfactory level for the trout farms, and therefore the prices have negative effects on the production in the long term.

The study determined that 46.8% of the long-term deviations in the subsidy variable were corrected after one period. It was also determined that the production amount and the sales price were the Granger cause for the support. In other words, the amount of production and changes in price affected the amount of subsidy positively. Many studies in the literature examined the relationship between production quantity, product price, and support amount. Demirdöğen (2020) emphasized that the primary approach of agricultural support policies in Türkiye was to increase production, and the number of studies investigating the effects of supports was insufficient. Therefore, it can be deduced from the study of Demirdöğen (2020) that production is a reason for the changes in subsidies. However, it is seen that the results of studies on this subject in the literature differ. Koç and İşlek (2020) determined a two-way causal relationship between agricultural subsidies and agricultural production in China and Türkiye, a one-way causal relationship from agricultural support to agricultural production in Brazil and Russia, and a causal relationship between agricultural production and agricultural support in South Africa.

Nevertheless, they found that there was no causal relationship between these two variables in India. Qian et al. (2015) stated a positive effect between

cereals subsidies and grain prices in China and those subsidies contribute to an increase in grain market prices. Aktaş et al. (2015) argued that market price support and input support affected production, but this support negatively affected production in developing countries. Işık and Bilgin (2016) indicated that, in general, agricultural supports positively affected agricultural production, and the effect of market price support on agricultural production was higher than other agricultural supports. However, this finding also indicates that not all agricultural subsidies have the same positive effect on production. Erdal and Erdal (2008) stated no causal relationship between cotton, sunflower, and soybean production and support, whereas there was a two-way relationship between corn production and premium payment. Erdal et al. (2019) determined that the amount of sunflower production was not affected by the change in support. Trendov et al. (2017), Yılmaz and Yaşar (2020) stated a positive relationship between the amount of meat production and the price and a negative relationship with the amount of support.

Similarly, Si (2015) stated that subsidies negatively affect wheat production. On the other hand, Li (2011) emphasized the supply-increasing and cost-increasing features of agricultural subsidies. As seen in the previous studies, the causal relationship between agricultural subsidies, production amount, and product prices may vary depending on the type of subsidies and the nature of the products supported. In general, there is an intense opinion that the supports have positive effects on farmer incomes and economic development (Terin et al., 2014; Shen, 2019; Binuomote and Odeniyi, 2016; Yıldız, 2017; Othman et al., 2020). In contrast, in some studies (Hossain, 2012; Wang et al., 2012; Şaşmaz & Özel, 2019; Trendov et al., 2017; Sakai et al., 2019), the positive effect of agricultural supports is short-term, and the effects of the supports have a negative effect on the production amount and product prices due to the higher economic and social costs in the long term. In common sense, it is expected that the subsidies affect the production amount and the product price. Nevertheless, research findings suggest the opposite of this judgment. The amount of fisheries subsidy in Türkiye is a result of changes in the price and production quantity. The research findings support Trendov et al. (2017)'s finding that agricultural subsidies were not adequately planned for agricultural development in developing and middle-income countries.

CONCLUSION

The basic approach of agricultural subsidy policies in Türkiye is to increase production amount. However, it may not always be correct to expect an increase in production only through subsidies. The research findings concluded that the fishery subsidies are not

the reason for the changes in trout production amount in the long term in Türkiye. As the reason for this consequence, it could be put forward that supplying feeds, medicines, and vaccines used in fish farming from abroad, the high volatility in exchange rates, and export-oriented production eliminate the production and price regulation effects of subsidies. Another reason for this negativity is that although the fisheries subsidy amount increased relatively over the years, it has decreased in real terms. Thus, it can be inferred that the subsidy policy for trout farming is inefficient in Türkiye. The aquaculture subsidy policies in Türkiye are executed for fulfilling rituals and political purposes.

Finally, based on the research findings, to increase trout production, the current subsidy policy should be revised to improve the infrastructure and capacity of aquaculture farms. For subsidy policies to achieve their objectives, fishery subsidies amount should also be increased in real terms.

Contribution of the Authors

Authors declares the contribution of the authors is equal.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Aktaş, C. (2009). Analysis of causality between exports, imports and economic growth in Turkey. *KOSBED* 18(2), 35-47.
- Aktaş, E., Altıok, M., & Songur, M. (2015). Effects on agricultural production in different countries comparative analysis of agricultural support policies. *Anadolu University J. Social Science* 15(4), 55-74. <https://doi.org/10.18037/ausbd.08912>
- Ali, I., Khan, I., Ali, H., Baz, K., Zhang, Q., Khan, A., & Huo, X. (2020). The impact of agriculture trade and exchange rate on economic growth of Pakistan: An NARDL and asymmetric analysis approach. *Ciencia Rural* 50(4), e20190005. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190005>
- Aluko, O.A., & Adeyeye, P.O., (2020). Imports and economic growth in Africa: Testing for Granger Causality in the frequency domain. *The Journal of International Trade & Economic Development* 29(7), 850-864. <https://doi.org/10.1080/09638199.2020.1751870>
- Arisoy, H., (2020). Impact of agricultural supports on competitiveness of agricultural products. *Agricultural Economics* 66(6),286-295. <https://doi.org/10.17221/416/2019-AGRICECON>
- Badurlar Öner, İ., (2008). Investigation of relationship between house prices and macroeconomic variables in Turkey. *Anadolu University J. Social Science* 8(1), 223-238.
- Bayramoğlu, A.T., & Yurtkur, A.K., (2015). International factors on food and agricultural price determinations in Turkey. *Anadolu University J. Social Science* 15(2), 63-73.
- Bayramoglu, B. (2019). Price interactions between wild and farmed products: Turkish Sea Bass and Sea Bream markets. *Aquaculture Economics & Management* 23(1), 111-132. <https://doi.org/10.1080/13657305.2018.1510997>
- Binuomote, S.O., & Odeniyi, K. A., (2016). Investigating the effect of fertilizer subsidy on agricultural production and its implication on food security in Nigeria (1981-2012). *Journal of Economics and Sustainable Development* 7(11), 137-153.
- Bostock, J., Lane, A., Hough, C., & Yamamoto, K., (2016). An assessment of the economic contribution of EU aquaculture production and the influence of policies for its sustainable development. *Aquaculture International* 24(3), 699-733. <https://doi.org/10.1007/s10499-016-9992-1>
- Çelik, Ş., (2014). The determination of the long-term relationship among number of cattle, milk production and milk price: Periods of 1980 to 2013: The Turkish case. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research* 1(2), 196-202.
- Çetintaş, H., (2004). Analysis of causality between exports, imports and economic growth in Turkey. *KOSBED* 18(18): 35-47.
- Cisneros-Montemayor, A.M., Sanjurjo, E., Munro, G.R., Hernández-Trejo, V., & Sumaila, U.R., (2016). Strategies and rationale for fishery subsidy reform. *Marine Policy* 69, 229-236. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.10.001>
- Demirdöğen, A., (2020). Agricultural subsidies in Turkey (Orap presentation). V. Uluslararası Anadolu Tarım, Gıda, Çevre ve Biyoloji Kongresi 01-04 Ekim 2020, Çevrimiçi.
- Diaz, C.L., (2000). *The application of European 'Right to Know' laws to fishing subsidies: A technical briefing report*. The Foundation for International Environmental Law and Development, UK.
- Dickey, D.A., & Fuller, W.A., (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association* 74(366a), 427-431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Engle, R.F., & Granger, C.W.J., (1987). Cointegration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica* 55: 251-276.
- Erdal, G., & Erdal, H., (2008). The effects of premium payment in turkey agricultural supports system. *JAFAG* 25(1), 41-51.
- Erdal, G., Erdal, H., & Ünlü, T., (2019). Analysis of premium system applied in Turkey and evaluation from the producer aspect (sample of Kadirli). *Proc. 4th Int. Symp. Innov. Appro. Soc. Hum. Adm. Sci. (SETSCI'19)*, 4(8), 93-96.

- EU (Europe Union) 2020. The Common Fisheries Policy (CFP). https://ec.europa.eu/fisheries/cfp_en (accessed on 10 October 2020).
- FAO 2016. Aquaculture Big numbers. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper: 601. <http://www.fao.org/3/a-i6317e.pdf> (accessed on 01 December 2020).
- FAO 2017. Global Aquaculture Production 1950-2018. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en> (accessed on 01 December 2020).
- Georgina, A.A., Ololade, Y.M., Abosede, A.A., & Afolakemi, A.O., (2020). Agricultural credit, cocoa exports and economic growth in Nigeria: An empirical perspective. *International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences* 12(1),18-30.
- Guillen, J., Asche, F., Carvalho, N., Polanco, J.M.F., Llorente, I., Nielsen, R., & Villasante, S., (2019). Aquaculture subsidies in The European Union: Evolution, impact and potential for growth. *Marine Policy* 104,19-28. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.02.045>
- Hossain, M.S., (2012). Multivariate granger causality between economic growth, electricity consumption, exports and remittance for the panel of three SAARC countries. *Global Journal of Management and Business Research* 12(4), 41-54.
- Hüsnuoğlu, N., (2018). The Relationship between hazelnut production and prices in Turkey: ARDL bounds testing approach. *Social Sciences Research Journal* 7(4), 24-41.
- Işığışok, E., (1994). *Causality analysis in time series*. Uludağ University Printing House, Bursa, 163 p.
- Işık, H.B., & Bilgin, O., (2016). The effects of agricultural support policies on agricultural production: The case of Turkey (Oral presentation). 2nd Multidisciplinary Conference 02-04 October 2016, Madrid, Spain.
- Jayne, T. S., Mason, N.M., Burke, W.J., & Ariga, J., (2018). Taking stock of africa's second-generation agricultural input subsidy programs. *Food Policy* (75),1-14. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.01.003>
- Johansen, S., (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control* 12(2-3), 231-254. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
- Johansen, S., (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models. *Econometrica* 59(6), 1551-1580. <https://doi.org/10.2307/2938278>
- Koç, K., & İşlek, H., (2020). Causality relationship between agricultural support and agricultural production in BRICS-T countries: Bootstrap causality analysis. *J Social Research and Behavioral Sciences* 6(12), 285-295.
- Kumar, R., Kumar, R.R., Stauvermann, P.J., & Chakradhar, J., (2019). The effectiveness of fisheries subsidies as a trade policy tool to achieving sustainable development goals at the WTO. *Marine Policy* (100), 132-140. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.11.034>
- Leitão, N.C., & Balogh, J.M., (2020). The impact of energy consumption and agricultural production on carbon dioxide emissions in Portugal. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics* 12(1), 49-59. <http://dx.doi.org/10.7160/aol.2020.120105>
- Li, G., (2011). Analysis on increases in agricultural product prices since 2003 in China. *Chinese Rural Economy* (2), 11-21.
- MacKinnon, J.G., (1996). Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. *J Applied Econometrics* 11(6), 601-618.
- MAF 2017. Aquaculture Supports. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler/Hayvancilik-Desteklemeleri/Su-Urunler> (accessed on 10 September 2020).
- MAF 2019. Fisheries Sector Policy Document 2019-2023 Years. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/> (Accessed on 11 September 2020).
- Matchaya, G.C., (2020). Public spending on agriculture in Southern Africa: Sectoral and intra-sectoral impact and policy implications. *J. Policy Model* 42(6), 1228-1247. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2020.05.002>
- Menicou, M., Charalambides, M., & Vassiliou, V., (2010). A profit optimization decision support tool for the offshore aquaculture industry. *IFAC Proceedings Volumes* 43(17), 166-171. <https://doi.org/10.3182/20100908-3-PT-3007.00032>
- Munir, J., & Esteban, T.Z., (2011). Pass-through of international food prices to domestic inflation during and after the great recession: Evidence from a set of Latin American Economies. *Revista Desarrollo y Sociedad* (67), 135-179. <https://doi.org/10.13043/dys.67.4>
- Muzammil, M., (2020). A Comparison of Agricultural, Industrial and Services Sector Impact on Trade Balance: A Case Study of Pakistan, MPRA Paper No. 95750. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/95750/4/MPRA_paper_95750.pdf (accessed on 10 September 2020)
- Nash, C.E., Iwamoto, R.N., & Mahnken, C.V., (2000). Aquaculture risk management and marine mammal interactions in The Pacific Northwest. *Aquaculture* 183(3-4), 307-323. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00300-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00300-2)
- Nguyen, G.V., Jolly, C.M., (2013). A cointegration analysis of seafood import demand in Caribbean countries. *Applied Economics* 45(6), 803-815. <https://doi.org/10.1080/00036846.2011.613771>
- Nikola, T.M., Kehinde, O., & Mile, P., (2017). Are agricultural subsidies efficient tool for agricultural

- sector of the Republic of Macedonia? *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 23(3), 363-369.
- Okumuş, M., (2012). *Tarım Politikaları ve Zaman Serileri Analizi: Türkiye’de Pamuk Fiyatlarına Bir Uygulama (Tez No: 309865)*. [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Orji, A., Ogbuabor, J.E., Anthony-Orji, O.I., Alisigwe, J.N., (2020). Agricultural financing and agricultural output growth in developing economies: Any causal linkage in Nigeria? *International Journal of Finance, Insurance and Risk Management* X(2), 34-43.
- Othman, K., Omar, H., Fuad, H.A., Laidin, J., & Ramli, I.M., (2020). The causal impact of government support on the small strategic crop Industry: Malaysia's experience. *Asian Journal of Agriculture and Development* 10(1), 298-310. <https://doi.org/10.18488/journal.1005/2020.10.1/1005.1.298.310>
- Oyakhilomen, O., & Zibah, R.G., (2013). Fishery production and economic growth in Nigeria: Pathway for sustainable economic development. *The Journal of Sustainable Development in Africa* 15(2), 99-109.
- Oyetade, O.O., Asaleye, A., Popoola, O., & Lawal, A., (2020). Agricultural export and macroeconomic factors in Nigeria: The bound test approach. *International Journal of Energy Economics and Policy* 10(2), 165-169. <https://doi.org/10.32479/ijeep.7148>
- Öztürk, S., & Baysan, İ., (2021). The meat imports in Turkey in the period of 2003-2017: A granger causality analysis. *Journal of Pamukkale University Social Sciences Institute* (42), 223-237.
- Qian, J., Ito, S., Zhao, Z., Mu, Y., & Hou, L., (2015). Impact of agricultural subsidy policies on grain prices in China. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University* 60(1), 273-279. <https://doi.org/10.5109/1526325>
- Sakai, Y., Yagi, N., & Sumaila, U.R., (2019). Fishery subsidies: The interaction between science and policy. *Fisheries Science* 85(3), 439-447. <https://doi.org/10.1007/s12562-019-01306-2>
- Şaşmaz, M., & Özel, Ö., (2019). Tarım sektörüne sağlanan mali teşviklerin tarım sektörü gelişimi üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (61), 50-65.
- Sekhar, C.S.C., (2003). *Volatility of agricultural prices- an analysis of major international and domestic markets*. Working paper (No.103). Indian Council for Research on International Economic Relations (ICRIER), New Delhi.
- Semerci, A., Kaya, Y., Şahin, İ., & Çıtak, N., (2012). The effect of subsidizing policy in oil crops production over sunflower planted areas and producer welfare in Turkey. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 26(2), 55-62.
- Şen, İ., & Rad, F., (2016). Capacity, supply and price evolutions in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) farming in Turkey. *Turkish Journal of Agricultural Economics* 22(2), 1-8.
- Shen, F., (2019). A summary of studies on the effects of agricultural subsidy policies on rural economy (Oral presentation). International Conference on Social and Education Sciences, 07-10 October 2019, Colorado.
- Si, S., (2015). *The effects of china's biofuel policies on agricultural and ethanol markets*. [Master Thesis, University of California Office of Graduate Studies Agricultural and Resource Economics].
- Sibande, L., Bailey, A., & Davidova, S., (2017). The impact of farm input subsidies on maize marketing in Malawi. *Food Policy* 69, 190-206. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.04.001>
- Sun, Y.F., Yu, H.P., (1999). Analysis on the causal relationship and influence degree of China's grain production. *Journal of Agrotech Economics* 2, 37-39.
- Surathkal, P., & Dey, M.M., (2020). Import penetration and price relationships: An empirical analysis of the US catfish market. *Aquaculture, Economics and Management* 24(2), 143-160. <https://doi.org/10.1080/13657305.2019.1699199>
- Tatli, H., & Lebe, F., (2017). Türkiye’de doğalgaz tüketimi, sermaye ve istihdamın ekonomik büyümeyle ilişkisi: eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 32(1): 1-28.
- Terin, M., Güler, İ.O., Aksoy, & A. (2014). Causal relationship between agricultural production and agricultural credit use in Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology* 4(1), 67-72.
- Thong, N.T., Ankamah-Yeboah, I., Bronnmann, J., Nielsen, M., Roth, E., & Schulze-Ehlers, B., (2020). Price transmission in the pangasius value chain from Vietnam to Germany. *Aquaculture Reports* 16, 100266. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100266>
- Trendov, N.M., Kehinde, O., & Mile, P., (2017). Are agricultural subsidies efficient tool for agricultural sector of the Republic of Macedonia? *Bulgarian Journal of Agricultural Science* (3), 363-369.
- Turkstat, (2018). Fisheries Statistics. <https://data.tuik.gov.tr/> (accessed on 01 December 2020)
- Umutlu, H., & Bayraç, H.N., (2020). The relationship between economic growth and natural gas consumption in Turkey: Granger causality analysis. *The Journal of Social Economic Research* 20(40), 217-226.
- Üstündağ, E., Aksungur, M., Dal, A., & Yılmaz, C., (2000). *Structural analysis and determination of productivity of aquaculture enterprises in The Black Sea Region*. Sakarya Printing House, Turkey.

- Wang, Z.W., Lei, T.Z., Yan, X.Y., Li, Y.L., He, X.F., & Zhu, J.L., (2012). Assessment and utilization of agricultural residue resources in Henan province, China. *BioResources* 7(3), 3847-3861.
- Wen, T., Wang, X.H., Yang, D., & Zhu, J., (2015). The behavioral characteristics, benefit mechanism and decision effect of farmers' participation in cooperative economic organization under the new situation. *Management World* (7), 82-97.
- Xie, H., & Wang. B., (2017). An empirical analysis of the impact of agricultural product price fluctuations on China's grain yield. *Sustainability* 9(6), 906. <https://doi.org/10.3390/su9060906>
- Yıldız, F., (2017). Türkiye'de merkezi yönetim bütçesinden yapılan tarımsal destekleme ödemelerinin tarımsal üretim üzerindeki etkisi: 2006–2016 dönemi. *Sayıştay Dergisi* (104), 45-63.
- Yılmaz, E., & Yaşar, E., (2020). The impact of livestock supports in Turkey on domestic price of red meat. *Journal of Business Economics* 8(2), 81-94.
- Zhan, S.W., Feng, Z.C., & Xiao, W., (2008). Analysis of the influence of grain price changes on the acreage of grain. *Journal of Inner Mongolia Normal University* 5, 54-58.



Konya İli Tarım Arazileri için Kapitalizasyon Oranı ve Değer Tespiti

Zuhal KARAKAYACI¹

¹Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Selçuklu Konya

¹ <https://orcid.org/0000-0003-2933-5608>

✉: zuhalunal@selcuk.edu.tr

ÖZET

Ekonomik faaliyetlerde kullanılan üretim faktörlerinin temel unsuru olan tarım arazileri bir yatırım aracı olmasının yanı sıra kırsal alanda yaşayan nüfusa sosyal bir statü ve güç kazandırmaktadır. Nüfus artışına bağlı olarak tarım arazisine tarım dışı talebin artması da önemini artırmaktadır. Tarım arazisinin değerlendirilmesi çeşitli amaçlar için gerekmektedir olup, bilimsel yöntemler çerçevesinde değer tespiti objektiflik kriteri açısından önem arz etmektedir. Çalışma kapsamında, Konya ili 31 ilçesinde kapitalizasyon oranı tespitine yönelik toplam 226 adet satışa konu olmuş parsel ve Gelirlerin Kapitalizasyonu Yöntemine göre arazi değeri tespitine yönelik toplam 900 parsel verisi anket yöntemiyle elde edilmiştir. Konya ilinde yapılan çalışma sonucunda ilçelere göre değişimle birlikte kapitalizasyon oranı sulu tarım arazisi için %2.40-%6.80 aralığında, kuru tarım arazisi için %3.25-%7.80 aralığında belirlenmiştir. İlçeler itibariyle arazinin Pazar değeri sulu tarım arazisinde 9000 - 57000 ₺ aralığında, kuru tarım arazisinde 2900 - 7400 ₺ aralığında tespit edilmiştir. Arazinin Gelir Yöntemine göre değeri ise sulu tarım arazisinde 8287 - 49704 ₺ aralığında, kuru tarım arazisinde 1258 - 11515 ₺ aralığında saptanmıştır. Tarım arazilerinin değeri bölgenin gelişmişliğine bağlı olarak zamanla değişiklik göstermekte olup, birçok amaç için ihtiyaç duyulan arazi değeri ve kapitalizasyon oranının güncel olması gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye tarımının en önemli potansiyellerinden biri olan Konya ilinin 31 ilçesinde sulu ve kuru tarım arazileri için ayrı ayrı hesaplanan kapitalizasyon oranları ve arazi değerleri değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Tarım Ekonomisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 25.08.2022

Kabul Tarihi : 02.12.2022

Anahtar Kelimeler

Tarım Arazisi,
Arazi Değeri,
Kapitalizasyon Oranı,
Konya

Determination of Capitalization Rate and Value for Agricultural Land in Konya

ABSTRACT

Farmlands, which are the basic elements of production factors used in economic activities, are an investment tool, as well as giving the population living in rural areas a social status and power. Depending on the population growth, the increase in the non-agricultural demand for farmland also increases its importance. The valuation of farmland is required for various purposes, and valuation within the framework of scientific methods is important in terms of objectivity criteria. In the scope of this study, in 31 districts of Konya, 226 parcels subject to sale for determination of capitalization rate and 900 parcels for the determination of land value according to Income Capitalization method were obtained by survey method. As a result of the study carried out in Konya, capitalization rate was determined between 2.40%-6.80% for irrigated lands and between 3.25%-7.80% for dry lands. Market value of lands in terms of districts was determined between 9000 - 57000 ₺ in irrigated lands and between 2900 - 7400 ₺ in dry lands. The income value of lands was determined between 8287 - 49704 ₺ in irrigated lands and between 1258 - 11515 ₺ in dry lands. The value of farmlands varies over time depending on the development of the region, and the land value and capitalization rate needed for many purposes must be up-to-date. In this context, capitalization rates and land values calculated separately for

Agricultural Economics

Research Article

Article History

Received : 25.08.2022

Accepted : 02.12.2022

Keywords

Farmland,
Land Value
Capitalization Rate
Konya

irrigated and dry lands in 31 districts of Konya, one of the most important potentials of Turkish agriculture, will contribute to the valuation activities.

Atıf Şekli: Karakayacı, Z., (2023) Konya ili Tarım Arazileri için Kapitalizasyon Oranı ve Değer Tespiti. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3), 664-672. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1166338>
To Cite : Karakayacı, A., (2023). Determination of Capitalization Rate and Value for Agricultural Land in Konya. *KSU J. Agric Nat* 26(3), 664-672. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1166338>

GİRİŞ

Ekonomik sektörlerde faaliyetlerin yürütülebilmesi için gerekli olan arazi, yeryüzünde sınırlı miktarda, geri kazanımı zor hatta çoğu zaman imkansız olan doğal kaynaklardan birisidir (Uskov & Shariapova 2020). Ayrıca tarım arazileri kırsal nüfus için acil durumlarda güvence, teminat değeri ve sosyal itibar sağlayan bir kaynak (Awasthi 2014) olması ve dolayısıyla kırsal nüfusun çoğunluğunun doğrudan yada dolaylı olarak araziye bağlı (Ahmadzai & Akbay 2020) olması arazilerde değer kavramını ön plana çıkarmaktadır. Tarım arazilerinin değerlendirme, kredilendirme, kamulaştırma, kentleşme gibi birçok faaliyette kullanılmanın yanı sıra arazi piyasası oluşumunun ekonomik mekanizması konumdadır (Zharikova & Pashckhenko 2015). Bununla birlikte çevre kirliliği, arazinin bulunduğu konum itibarıyla çevresel gelişmişliği gibi pozitif yada negatif dışsallıklar tarım arazilerinin değerinin belirlenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Hızlı bir şekilde artan dünya nüfusu beslenme ihtiyaçlarını artırmakta ancak tarım arazisinin sınırlı olması, plansız kullanışı hatta tarım dışına çıkması nedeniyle daralması sürdürülebilir gıda arzı güvencesini tehdit etmektedir. Tarımsal gelişmişliğe sahip ülkelerde 2000-2018 yılları arasında tarım arazisinin; ABD’de %2.07, Rusya’da %0.77, Almanya’da %2.48, Hindistan’da %0.78, Türkiye’de %6.61, Hollanda’da %6.85, Yeni Zelanda’da ise %32.08 oranlarında daraldığı belirlenmiştir (FAO 2020). Buna karşın son yıllarda ülkelerin gelişmişlik düzeyinin artmasına bağlı olarak yatırım araçlarına olan talebin de artmasına neden olmaktadır. Üretim faktörlerinin en önemlisi olan tarım arazisi farklı amaçlar için kullanılmakta olup, önemli bir yatırım aracı olması değer tespitini de gerekli hale getirmektedir.

Bir taşınmazın değerlendirilmesinde uygulanabilecek birçok yöntem kullanılmakla birlikte temelde 3 esas yöntem bulunmaktadır; Pazar değeri yöntemi, gelir yöntemi ve maliyet yöntemidir (Linne ve ark. 2000; Kontrimas & Verikas 2011). Tarım arazilerinin pazar değeri tarımsal getirilere dayalı değer üzerine çıkararak, tarım dışı kullanımların öngörülmesini yansıtmaktadır (Blank 2000). Gelir yönteminin uygulanabilmesi için değerlendirme kapsamındaki taşınmazın gelir getiren bir mülk olması ve belirli bir süre boyunca taşınmazın toplam gelirinin tahmin edilebilmesi gerekmektedir (Ventolo & Williams 2005).

Gelirlerin Kapitalizasyonu Yönteminde tarım arazisinin değer hesabında kullanılan kapitalizasyon oranı, araziye yatırılmış sermayenin kullanılma hakkı (Mülayim 2008) olarak tanımlanabileceği gibi arazi sahibinin araziden belli bir süre kullanması karşılığında elde edeceği sermayenin faizi olarak ta tanımlanabilmektedir (Karakayacı 2011). Kapitalizasyon oranı hesaplanmasında tarım arazisi için güncel ve gerçek satış değerleri kullanılmakta olup, bölgeden bölgeye ve bölgenin zamanla gelişmişliğine göre farklılık göstermektedir. Zira tarım arazisi değerinin zamanla artış göstermesinin nedeni çeşitli faktörlerin etkisiyle bölgede gelişmişliğin artmasıdır.

Tarım arazisi değeri gelecekteki tarımsal getiriler, alternatif yatırım seçenekleri ve makroekonomik koşullar ile ilgili beklentiler dahil olmak üzere birçok faktörün etkisine maruz kalmakta olup, tarımsal üretim uygulamalarındaki farklılıklar, kentleşme ve yerel politikalar nedeniyle lokasyonlar arasında farklılıklar göstermektedir (Sherrick 2018). Kamu faaliyetleri için uygulanan değerlendirme çalışmalarında Gelirlerin Kapitalizasyonu Yönteminde kapitalizasyon oranı için her bölge ve arazi için tek oran kullanıldığı görülmektedir. Bu oran bölgeden bölgeye, yöreden yöreye ve zamanla farklılıklar gösteren bir orandır. Bu nedenle, güncel ve değerlemenin yapıldığı yöreye ait olması değerlemenin objektif olması bakımından son derece önemlidir. Türkiye’de farklı bölgelerde kapitalizasyon oranı tespitine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Denizli’de kuru araziler için %5.83, sulu araziler için %5.03 olarak tespit edilmiştir (Gündoğmuş & Taşçı 2017). Ağrı ili merkez ilçelerinde kuru araziler için %5.70, sulu araziler için %5.31 olarak belirlenmiştir (Dağdemir ve ark. 2018). Bursa ili Mustafakemalpaşa ilçesi sulu tarım arazilerinde %4.85, kuru tarım arazilerinde %5.75 hesaplanmıştır. Kahramanmaraş ili Afşin-Elbistan Ovası kuru arazileri için %5.21, sulu arazileri için %5.76 tespit edilmiştir (Akbay 2020). İzmir ili Yortanlı baraj bölgesinde sulu araziler için %4.13 olarak hesaplanmıştır (Serez ve ark. 2022). Çalışma alanı olan Konya ilinde daha önce yapılan çalışmalarda ise Çumra ilçesi sulu tarım arazilerinde %5.20 (Oğuz & Ünal 2004), Ereğli ilçesi sulu tarım arazilerinde %6.02, kuru tarım arazilerinde %7.00 (Karakayacı & Oğuz 2006) olarak belirlenmiştir. Aynı ilçelerin bu çalışmada hesaplanan kapitalizasyon oranlarına bakıldığında zamanla önemli oranda bir azalma olduğu görülmektedir. Bu durum, bölgelerin

gelişmişlikleri arttıkça kapitalizasyon oranlarında ve arazi değerlerinde olumlu yönde değişimler olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, arazi değerlemesinin objektiflik kriterini sağlamak açısından kapitalizasyon oranının her il ve ilçe düzeyinde güncel olarak belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmada, ilçeler itibariyle tarım arazileri için kapitalizasyon oranı ve değer değişeceği hipotezine dayalı olarak, Konya iline bağlı 31 ilçede sulu ve kuru tarım arazileri için kapitalizasyon oranı ve değer tespiti amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışmanın ana materyalini, amaca uygun şekilde çalışma alanı olan Konya iline bağlı ilçelerde arazi sahipleriyle Mayıs-2021 tarihinde yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan anket formları için Selçuk Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır. Değerleme yapılan parseller araştırmacının Tarım ve Orman İlçe Müdürlükleri, Ziraat Odaları ile görüşmesi sonucu gayeli olarak ilçeyi temsil eden köyler tarımsal özellikler, ekolojik faktörler gibi kriterlere göre belirlenmiştir. Ayrıca belirlenen köylerde gerçekleşmiş satışların alıcı veya satıcı ile görüşülerek satış ve yetiştiricilik bilgileri ve değeri belirlenmek istenen parsellerin bilgileri önceden hazırlanmış soru formları ile alınmıştır.

Örnekleme Yöntemi

Anket çalışması Konya iline bağlı 31 ilçede yapılmıştır. Çalışmada tarım arazilerinin değerlendirilmesi için Gelirlerin Kapitalizasyonu Yöntemi kullanılmış olup, Kapitalizasyon oranının tespiti ve değer tespiti için 2 ayrı veri toplama yöntemi izlenmiştir.

- Kapitalizasyon oranının hesabı için yakın tarihlerde satışa konu olmuş tarım arazilerinin gerçek değerlerine ve rantlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Her ilçe için gayeli olarak söz konusu ilçeyi temsil edecek ve satışa konu olan arazilerden veriler anket yöntemiyle toplanmıştır. Belirlenen satışların gerçek (ipotek vb. olmamalı) ve güncel (son 6-8 ay) olmasına dikkat edilmiş olup, bazı ilçelerde güncel satışlar bulunamadığından eski tarihli satış değerleri Yİ-ÜFE yardımıyla güncellenmiştir. Arazi satış fiyatları üreticilerin beyanlarına göre alınmıştır. Her ilçede en az 5 tane olmak üzere (toplam 212 anket) ilçeyi sosyo-ekonomik yapı ve tarımsal üretim gibi kriterler açısından temsil edebilecek parseller gayeli olarak belirlenmiştir. Satışa konu olan arazilerin rantları ise anketle elde edilen veriler yardımıyla hesaplanmıştır.

- Arazi değerinin hesaplanmasında yıllık ortalama net gelir (rant) hesaplamasına ihtiyaç bulunmaktadır. Değer tespiti için gerekli rant hesaplamasında her ilçeden en az 10 anket yapılarak en az 30 parselin verisi (toplam 900 parsel) toplanmıştır.

Analiz Yöntemi

Gelirlerin kapitalizasyonu yöntemi, bir araziden gelecekte elde edilecek gelirler toplamının bugüne indirgenmesi ile hesaplanmaktadır. Gelecekte elde edilecek gelirlerin hesaplanmasında geçmişte elde edilmiş yıllık net gelirler esas alınmaktadır. Gelirlerin Kapitalizasyonu Yönteminde araziden elde edilen yıllık ortalama net gelir (rant) ve kapitalizasyon oranı kullanılmaktadır ve $D = R/f$ formülü (D: Arazi Değeri, R: Yıllık Ortalama Net Gelir, f: Kapitalizasyon Oranı) kullanılmaktadır. Kapitalizasyon oranı, arazinin rantı ile satış değeri arasındaki orandır. Rant aynı kalmak koşuluyla, kapitalizasyon oranı düştükçe arazinin satış değeri yükselmektedir. Kapitalizasyon oranının bulunmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Mülayim 2008).

$$f = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n} \quad (1)$$
$$= \frac{\sum_{i=1}^n R}{\sum_{i=1}^n D}$$

R=Yıllık ortalama net gelir, D=Gerçek arazi satış değeri, f=Kapitalizasyon oranı

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma alanı olan Konya ilinin 31 ilçesinde Yıllık Ortalama Net Gelirlerin hesaplanması amacıyla yaygın olarak uygulanan münavebe sistemlerinde bulunan ürünlerin net gelirleri tespit edilmiştir. Verim ve cari fiyatın çarpımıyla her ürün için Gayrisafi Üretim Değerleri (GSÜD) ve üretim masrafları hesaplanmış ve birbirinden çıkarılarak net gelirleri bulunmuştur. Yıllık ortalama net gelirin belirlenmesi için münavebedeki ürünlerin net gelirleri toplanarak münavebedeki ürün sayısına bölünmüştür. Bu münavebe sistemlerinde bütün ilçelerde öncelikli olarak buğday yetiştirilmesi dikkat çekmektedir. Bunun dışında sulu tarım arazisinde şeker pancarı, dane mısır en fazla yetiştirilen ürünlerken, kuru tarım arazisinde buğdayın yanında arpanın çoğunlukla yetiştirildiği görülmektedir. Nadas uygulamasının da yaygın olduğu görülmektedir. Ayrıca silajlık mısır, ayçiçeği, fasulye (kuru ve taze), haşhaş, nohut, mercimek, fiğ, patatesin yaygın olarak yetiştirildiği de belirlenmiştir. Araştırma alanı olan 31 ilçede birden fazla münavebe sistemi uygulandığı belirlenmiş olup, örnek olması için çizelge 1'de sulu ve kuru araziler için en yaygın olarak görülen münavebe sistemlerine ait yıllık ortalama net gelirler verilmiştir.

Araştırma alanındaki tarım arazisinin değer tespitinde sulu ve kuru tarım arazisi için ayrı ayrı yıllık ortalama net gelir kapitalizasyon oranına bölünerek, her ilçe için ortalama arazi değerleri saptanmıştır. Gelirlerin Kapitalizasyonu Yöntemine göre değer tespitinde gerekli olan yıllık ortalama net gelirin (rant) hesaplanmasında uzun yıllara ait ortalamaların alınması uygun olacağı halde,

Türkiye'deki tarım işletmelerinde veri kaydı bulunmadığından ulaşılamamakta ve yaygın olan münavebe sistemleri dikkate alınmaktadır. Bu nedenle, ilçelerde birden fazla münavebe sistemi uygulandığı tespit edildiğinden ve buna bağlı olarak

birden fazla arazi değeri belirlendiğinden ilçe ortalamaları alınmıştır. İlçelere göre sulu ve kuru araziler için kapitalizasyon oranları ve değerleri çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. İlçeler itibariyle yıllık ortalama net gelir

Table 1. Average annual net income by districts

İlçeler <i>Districts</i>	Münavebe Sistemi <i>Rotation</i>		Yıllık Ortalama Net Gelir (₺/da) Annual Net Income	
	Sulu <i>Irrigated</i>	Kuru <i>Dry</i>	Sulu <i>Irrigated</i>	Kuru <i>Dry</i>
Ahırılı	S.Mısır-Buğday-Ş.Pancarı	Buğday-Arpa	1073.78	267.25
Akören	Nohut-Buğday-Fiğ	Arpa-K. Mercimek-Buğday	545.63	302.77
Akşehir	Buğday-Haşhaş-Arpa	Haşhaş- Nadas-Arpa	887.39	495.56
Altınekin	Buğday-Y.Ayçiçeği-D.Mısır	Arpa-Buğday	717.62	301.37
Beyşehir	S.Mısır-Arpa-Ş.Pancarı	Buğday-Nohut-Arpa	1316.07	391.79
Bozkır	Buğday-Patates-T.Fasulye	Arpa-Nohut-Fiğ	572.94	201.40
Cihanbeyli	Ş.Pancarı-Buğday-D.Mısır-Buğday	Buğday-Nadas-Arpa	1066.83	234.95
Çeltik	D.Mısır-Arpa-Ş.Pancarı-Buğday	Buğday-Buğday	834.26	275.37
Çumra	Y.Ayçiçeği-D.Mısır-Buğday- D.Mısır	Buğday-Arpa	1115.15	320.53
Derbent	Buğday-K.Fasulye-Buğday-T.Fasulye	Buğday-Nadas-Arpa	788.69	151.75
Derebucak	Buğday-K.Fasulye-Buğday-T.Fasulye	Buğday-Nadas-Arpa	908.52	177.24
Doğanhisar	Ş.Pancarı-Buğday-Haşhaş-Buğday	Buğday-Haşhaş	948.41	628.46
Emirgazi	Arpa- S.Mısır-Buğday-Fiğ	Arpa-Nadas-Buğday	632.98	192.44
Ereğli	Fiğ-Buğday-S.Mısır-Ş.Pancarı	Buğday-Arpa	898.63	263.02
Güneysınır	D.Mısır-Buğday-Kabak-Arpa	Buğday-Nohut-Arpa	886.84	288.46
		Buğday-K.Mercimek-Arpa-		
Hadim	Buğday-Patates-T.Fasulye	K.Mercimek	570.82	261.55
Halkapınar	S.Mısır-Buğday-K.Fasulye	Nohut- Buğday-Yulaf-Arpa	687.28	260.03
Hüyük	Arpa-Buğday	Nohut-Buğday-Arpa	579.59	350.66
İlgın	D.Mısır-Buğday-Ş.Pancarı	Buğday-Arpa	922.01	213.04
Kadınhanı	Buğday- D.Mısır-Y.Ayçiçeği	Buğday-Arpa-Buğday	1167.29	230.86
Karapınar	Ş.Pancarı-Buğday- D.Mısır-S.Mısır	Arpa-Arpa	1091.68	262.96
Karatay	Ş.Pancarı-Buğday-Y.Ayçiçeği-Arpa	Arpa-Arpa	1006.38	270.61
Kulu	Buğday-Arpa	Arpa-Nadas-Buğday	562.68	164.85
Meram	Buğday-Arpa-D.Mısır	Arpa-Buğday	1144.22	235.67
Sarayönü	Buğday-D.Mısır-Arpa	Buğday-Nohut-Arpa	892.43	208.70
Selçuklu	Arpa-D.Mısır-Buğday	Buğday-Arpa	1000.74	273.97
Seydişehir	S.Mısır-Buğday-Ş.Pancarı-Buğday	Haşhaş-Nadas-Buğday	1140.32	593.24
Taşkent	Buğday-Nohut	Buğday-Arpa	509.43	212.35
Tuzlukçu	Buğday-Ş.Pancarı-Arpa	Arpa-Buğday	743.70	243.89
Yalhöyük	Buğday-Arpa-T.Fasulye-Arpa	Arpa-Buğday	859.51	268.87
Yunak	Ş.Pancarı-Buğday-Haşhaş-Arpa	Buğday-Nadas-Arpa	956.20	213.02

Araştırma alanı olan Konya ilinin 31 ilçesinde sulu ve kuru tarım arazisi için ayrı ayrı Kapitalizasyon Oranı belirlenmiş olup, sulu tarım arazisi için %2.4 ile %6.8 arasında, kuru tarım arazisi için %3.3 ile %7.8 arasında olduğu tespit edilmiştir. Her iki arazi nevi için de en düşük oran Meram ilçesine ait olarak belirlenirken, sulu tarım arazisinde en yüksek oran Doğanhisar ilçesinde, kuru tarım arazisinde en yüksek oran Güneysınır ilçesinde saptanmıştır.

Kapitalizasyon oranı hesaplamasında kullanmak üzere her ilçede sulu ve kuru tarım arazisi için gerçek satış değerleri elde edilmiş olup, bu sayede Konya

ilinde sulu tarım arazisi için ortalama Pazar değerinin ilçelere göre 9000 ile 57000 ₺/da arasında değiştiği, kuru tarım arazisi için ise 2900 ile 7400 ₺/da arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sulu tarım arazisinde Pazar değeri en yüksek olan ilçe Meram ilçesi iken, kuru tarım arazisinde Selçuklu ilçesidir. Pazar değeri en düşük olan sulu tarım arazisi Taşkent'te, kuru tarım arazisi Çeltik'te görülmüştür.

Konya ili 31 ilçesinde Gelirlerin Kapitalizasyonu Yöntemine göre sulu tarım arazisi değerinin 8000 ile 50000 ₺/da arasında olduğu, kuru tarım arazisinin ise 1200 ile 11500 ₺/da arasında değiştiği gözlenmiştir.

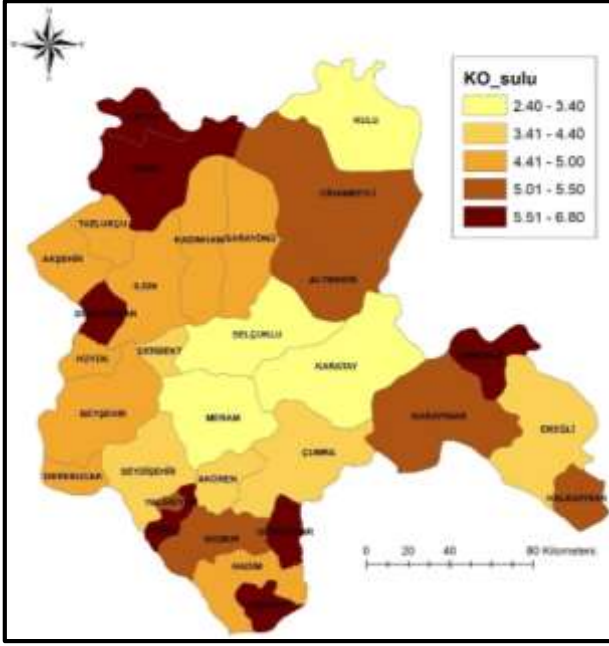
Çizelge 2. İlçeler itibariyle kapitalizasyon oranı ve arazi değeri
Table 2. Capitalization rate and land value by districts

İlçeler <i>Districts</i>	Kapitalizasyon Oranı (%) <i>Capitalization rate</i>		Gelir Değeri (₺/da) <i>Income value</i>		Pazar Değeri (₺/da) <i>Market value</i>	
	Sulu <i>Irrigated</i>	Kuru <i>Dry</i>	Sulu <i>Irrigated</i>	Kuru <i>Dry</i>	Sulu <i>Irrigated</i>	Kuru <i>Dry</i>
Ahırlı	6.50	7.70	17490.62	2570.91	15500	3250
Akören	4.10	5.70	12247.32	3979.91	16500	3500
Akşehir	5.00	6.30	19156.60	8023.49	18800	5600
Altınekin	5.40	6.30	15429.91	3230.00	11800	4800
Beyşehir	4.50	5.20	28053.26	5216.79	27500	6800
Bozkır	5.10	5.80	11381.76	2715.39	11000	4000
Cihanbeyli	5.20	6.20	18207.78	3789.52	22500	4550
Çeltik	6.20	7.70	13836.13	1258.31	12700	2900
Çumra	4.40	5.30	26782.58	6324.53	21250	5800
Derbent	4.30	5.10	20386.67	2542.85	21800	4000
Derebucak	4.90	5.90	24438.84	2660.29	18600	4000
Doğanhisar	6.80	7.40	14080.59	5171.89	13500	5000
Emirgazi	6.20	7.10	11524.68	2710.42	9200	3000
Ereğli	3.70	4.90	26626.31	4565.09	27400	5100
Güneysınır	6.70	7.80	13835.52	2472.50	12500	4000
Hadim	4.80	5.60	11364.38	3651.79	9150	3000
Halkapınar	5.40	5.70	13504.63	4027.50	12000	4000
Hüyük	4.70	7.10	11609.13	4855.63	12000	5000
Ilgın	4.80	5.40	14398.96	3031.67	16100	4000
Kadınhanı	4.80	5.30	22808.06	1900.19	23700	4350
Karapınar	5.50	6.60	16463.27	1956.52	19500	4010
Karatay	3.00	4.10	32170.22	7514.88	32800	5750
Kulu	3.40	4.70	16549.54	4166.31	20000	4850
Meram	2.40	3.25	49704.69	5573.85	57000	7250
Sarayönü	4.70	5.20	21869.58	2714.90	11750	3800
Selçuklu	3.10	4.00	27547.96	6349.05	34400	7400
Seydişehir	4.30	5.90	29069.26	11514.97	32800	7130
Taşkent	5.90	6.50	8287.29	3178.77	9000	3350
Tuzlukçu	4.50	5.70	17192.48	4625.44	19300	3450
Yalıhüyük	5.30	6.90	16221.76	3934.06	14900	4150
Yunak	6.00	6.50	20973.39	4333.23	14900	5100

Sulu tarım arazisinde ortalama olarak en yüksek arazi değerinin Meram ilçesinde, en düşük arazi değerinin Taşkent ilçesinde olduğu belirlenmiştir. Kuru tarım arazisinde en yüksek değer Seydişehir ilçesinde, en düşük değer Çeltik ilçesinde belirlenmiştir. Bu farklılıklar yörede uygulanan münavebe sisteminin net gelirlerine bağlı olmakla birlikte, Kapitalizasyon oranındaki farktan da kaynaklanmaktadır. Nitekim bölgelerin gelişmişliğine göre de farklılık gösteren Kapitalizasyon oranı arazinin Gelir Yöntemine göre değerini de etkilemektedir.

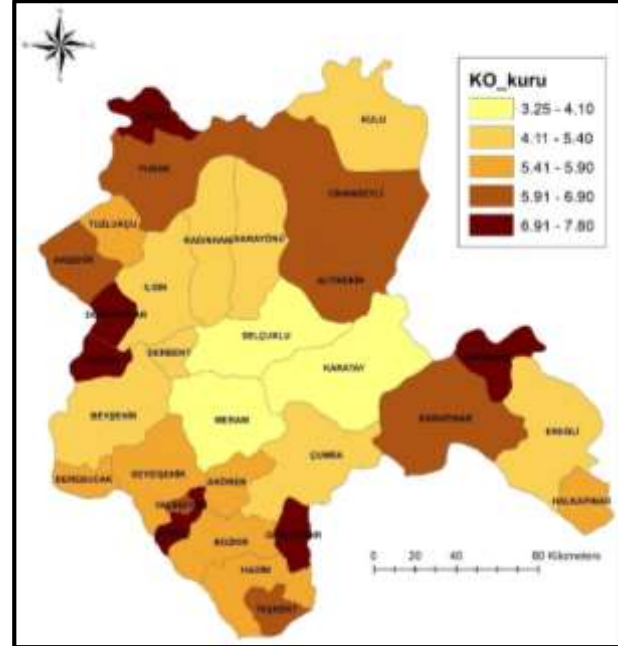
Araştırma alanındaki tarım arazilerinin gelir değeri ve pazar değeri karşılaştırıldığında bazı ilçelerde gelir değerinin bazı ilçelerde ise Pazar değerinin daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Gelir değerinin daha yüksek olmasının nedeni yıllık ortalama net geliri yüksek tutacak üretim deseninin kullanılması iken, Pazar değerinin daha yüksek olmasının nedeni

ise ilçenin gelişmişlik düzeyine bağlı olarak araziye olan talebin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Araştırma alanı olan Konya ilinin tarım potansiyelinin yüksek olması Gelir değerinin yüksek olmasında etkili iken, aynı zamanda en büyük yüzölçümüne sahip il olmasına bağlı olarak tarım dışı amaçlar nedeniyle tarım arazilerine olan yoğun talep te Pazar değerinin yüksek olmasında etkili görülmektedir. Nitekim benzer durum Coşar ve Engindeniz (2013) tarafından İzmir'in Menemen ilçesinde yapılan çalışmada da tespit edilmiştir. Öztürk vd. (2017) tarafından İzmir'in farklı ilçelerinde yapılan çalışmada bu durumun her ilçede arazi değerini etkileyen faktörlerin farklı olabileceğinden kaynaklandığı vurgulanmıştır. Akbay (2020) tarafından yapılan çalışmada Gelir yöntemine göre bulunan değer arazi sahiplerinin arazilerine biçtikleri değerden daha yüksek çıktığı belirlenmiştir.



Şekil 1. Konya ili ilçeleri sulu tarım arazisi için kapitalizasyon oranı

Figure 1. Capitalization rate for irrigated agricultural land in Konya province districts



Şekil 2. Konya ili ilçeleri kuru tarım arazisi için kapitalizasyon oranı

Figure 2. Capitalization rate for dry agricultural land in Konya province districts

Şekil 1’de Konya ili sulu tarım arazisi için hesaplanan kapitalizasyon oranının ilçeler itibariyle farklılıkları ortaya konulmaktadır. Konya ili sulu tarım arazisi için kapitalizasyon oranı %2,40 ile %6,80 arasında değişim göstermektedir. Kapitalizasyon oranı arazi değeri ile ters orantılı olup, arazi değeri yüksek olan ilçelerde kapitalizasyon oranının düşük olduğu gözlenmektedir. Ayrıca arazinin Pazar değerini ilçelerin gelişmişlikleri etkilediğinden, sosyo-ekonomik gelişmişlikleri yüksek olan ilçelerin de kapitalizasyon oranının düşük olduğu görülmektedir. Merkez 3 ilçenin (Karatay, Selçuklu, Meram) haricinde en düşük kapitalizasyon oranına sahip ilçenin Kulu olduğu dikkat çekmektedir. Bunun nedeni; ilçenin Ankara sınırında olması, geniş araziye ve yüzölçümüne sahip olması, yurtdışında yaşayan nüfusun fazlalığından dolayı gelişmişlik düzeyinin yüksek olmasıdır. Kapitalizasyon oranı düşük olan ilçelerin il merkezine uzak, gelişmişlik düzeyi düşük ve küçük ölçekli ilçeler olduğu dikkat çekmektedir. Şekil 2’de Konya ili kuru tarım arazisi için hesaplanan kapitalizasyon oranının ilçeler itibariyle farklılıkları ortaya konulmaktadır. Konya ili tarım arazisinin %64’ü kuru tarım arazisi olup, büyük bir alanı kaplamaktadır. Konya ili kuru tarım arazisi için kapitalizasyon oranı %3,25 ile %7,80 arasında değişim göstermektedir. Merkez ilçeleri kapitalizasyon oranlarının en düşük olarak belirlenmesi sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi ile doğru orantılıdır. Gelişmişlik düzeyi yüksek olan ilçelerde arazilere kentleşmenin etkisiyle tarım dışından talebin de yoğun olması arazilerin Pazar değerinin yüksek olmasına etki ettiğinden kapitalizasyon oranlarının

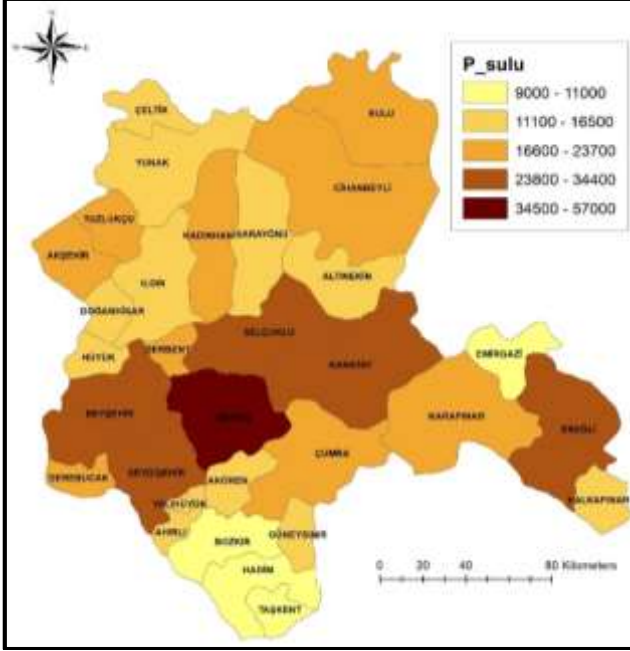
düşük olmasına neden olmaktadır.

Şekil 3’te Konya ili ilçelerindeki sulu tarım arazisinin Pazar değeri karşılaştırması verilmektedir. İldeki sulu tarım arazisinin dekara Pazar değeri 9000 ₺ ile 57000 ₺ arasında değişim göstermektedir. Pazar değeri en yüksek olan ilçenin Meram olduğu, Meram’ı takiben sınır ilçelerin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. En düşük Pazar değerine sahip sulu tarım arazisinin Konya’nın güneyinde yer alan dağlık ilçelerde olduğu gözlenmektedir. İlçelerde zamanla meydana gelen gelişmişlik farklılıklarının Pazar değerine olumlu yönde etki ettiği bilinmektedir. Şekil 4’te Konya ili ilçelerindeki kuru tarım arazisinin Pazar değerleri verilmiştir. İldeki kuru tarım arazisinin dekara Pazar değeri 2900 ₺ ile 7400 ₺ arasında değişim göstermektedir. Pazar değeri en yüksek olan ilçelerin Meram, Selçuklu, Seydişehir, Beyşehir olduğu görülmektedir.

Şekil 5’te Konya ili sulu tarım arazisinin ilçeler itibariyle ortalama gelir değerleri verilmiştir. İldeki sulu tarım arazisinin dekara Gelir Yöntemine göre değeri 8287 ₺ ile 49704 ₺ arasında değişim göstermektedir. Tarım arazisinin Gelir Yöntemine göre değerinde arazide uygulanan münavebe sisteminden elde edilen net geliri ve yöre için geçerli olan kapitalizasyon oranı etkilidir. Gelişmişlik düzeyine bağlı olarak kapitalizasyon oranı en düşük ilçe olan Meram’da Gelir Yöntemine göre değerinin de en yüksek olduğu gözlenmiştir. En düşük değere sahip olan ilçeler ise dağlık alanların yoğun olduğu, parsel büyüklüğünün küçük olduğu ve buna bağlı olarak ta ürün deseninin düşük net gelire sahip olduğu

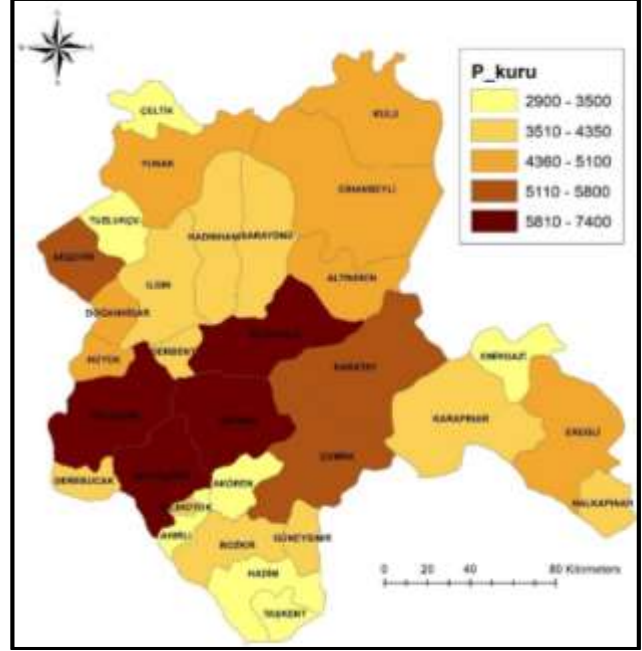
ilçelerdir. Şekil 6'da Konya ili kuru tarım arazisinin ilçeler itibariyle ortalama gelir değerleri ilçeler arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla verilmiştir. İldeki kuru tarım arazisinin dekara Gelir Yöntemine göre değeri 1258 ₺ ile 11515 ₺ arasında değişim göstermektedir. Kuru tarım arazisinde en

yüksek Gelir Yöntemine göre değerine sahip ilçenin Seydişehir olduğu görülmektedir. İlçede uygulanan ürün deseninin yüksek verimli olması değerinin yüksek olmasında etkili olmuştur. İlçede haşhaş üretiminin son yıllarda yaygınlaştırılması birim alandan elde edilen net gelirin yükselmesini etkilemiştir.



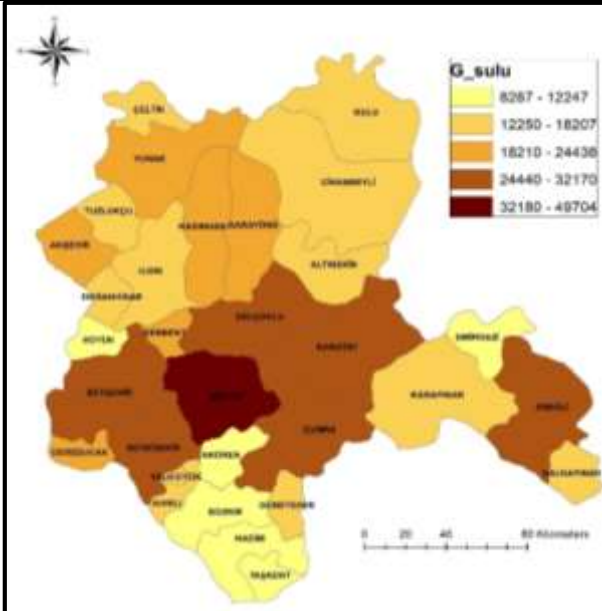
Şekil 3. Konya ili ilçelerinin sulmuş tarım arazisi pazar değeri

Figure 3. Market value of irrigated agricultural land in Konya province districts



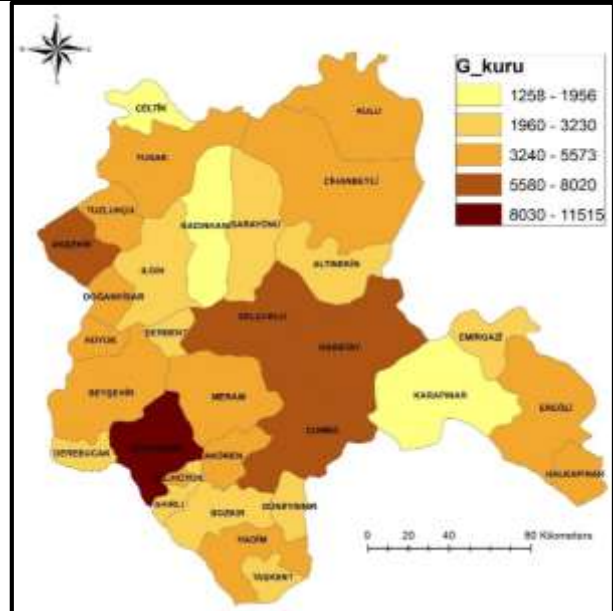
Şekil 4. Konya ili ilçelerinin kuru tarım arazisi pazar değeri

Figure 4. Market value of dry agricultural land in Konya province districts



Şekil 5. Konya ili ilçelerinin sulmuş tarım arazisi Gelir Yöntemine göre değeri

Figure 5. Income value of irrigated agricultural land in Konya province districts



Şekil 6. Konya ili ilçelerinin kuru tarım arazisi Gelir Yöntemine göre değeri

Figure 6. Income value of dry agricultural land in Konya province districts

SONUÇ ve ÖNERİLER

Ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilmesi için temel

üretim faktörü olan tarım arazisi, aynı zamanda önemli bir yatırım aracıdır. Bu nedenle, tarım

arazisinin değer tespiti kamusal ya da özel faaliyetler için gerekli olmaktadır. Tarım arazisinin değerlendirilmesinde amaca göre değişmekle birlikte Gelirlerin Kapitalizasyonu ve Pazar Yöntemleri kullanılabilir. Tarım arazisinin Pazar değerine bulunduğu yörede meydana gelen sosyal ve ekonomik gelişmeler etki etmektedir. Bu gelişmeler arazinin Pazar değerini ve dolayısıyla Kapitalizasyon Oranını ve arazinin Gelir Yöntemine göre değerini de etkilemektedir.

Tarım arazisi önemli bir yatırım aracı olduğundan değerlemesi de büyük önem arz etmektedir. Nitekim mirasla paylaşım, kredilendirme, kamulaştırma, toplulaştırma gibi birçok faaliyet için tarım arazisinin değer tespitine ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra nüfus sürekli olarak artmakta ve buna bağlı olarak gıda arzını sağlamasıyla birlikte kentleşmenin hız kazanması tarım arazisinin amaç dışı talebini ve buna bağlı olarak değerini artırmıştır. Ayrıca bölgelerin günümüzde teknoloji ve bilgi çağına ayak uydurarak devamlı gelişim göstermeleri ve bölgesel gelişmişliklerin arazi değerine olan etkileri arazi piyasalarının dinamik kalmasına neden olmuştur. Bu bağlamda arazi değerlerinin belirli sürelerde güncellenmesi gereklilik arz etmektedir. Bu çalışmada Türkiye'nin tarım arazisi ve tarımsal üretim potansiyeli en fazla illerinden biri olan Konya'nın ilçelerindeki arazi değerleri ve kapitalizasyon oranları tespit edilerek değerlendirme bilimine ve uygulama alanına önemli katkı sağlanmıştır. Türkiye'de tarım arazisi değerlerinin belirli periyotlarla tespitini ve takibini sağlayacak bir birime ihtiyaç duyulmaktadır. Arazi piyasasının işleyişini yöneten bir kurumun yapılması, Türkiye'deki arazi yönetimi sisteminin yürütülebilmesinde ve sorunlara çözüm olmasında büyük önem arz etmektedir. Böylelikle bilirkişiler tarafından yapılan değerlendirme çalışmalarında objektifliğin sağlanamaması sorununa da çözüm getirilmiş olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 1002 Programı tarafından desteklenmiş olan 220K242 numaralı projeden türetilmiş olup, desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Ahmadzai, AK. & Akbay, C. (2020). The factors affecting food security in the eastern region of

- Afghanistan. *KSU J. Agric Nat* 23 (2), 000-000. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.596442
- Akbay, C. (2020). Afşin-Elbistan Ovası'nda sulu ve kuru tarla arazilerde kapitalizasyon oranı ve arazi değerlerinin tespiti. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 35(1), 147-156. doi: 10.7161/omuanajas.614757
- Awasthi, MK. (2014). Socioeconomic determinants of farmland value in India. *Land Use Policy* 39, 78-83.
- Blank, S.C. (2000). *Some Facts About Farmland Values*, Agricultural and Resources Economics Update, USA.
- Coşar, Ö, G. & Engindeniz, S. (2013). Tarım arazisi değerlerinin hedonik analizi: İzmir'in Menemen ilçesi örneği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 50(3), 241-250.
- Dağdemir, V., Aşkan, E., Demir, O. & Tercan, S. (2018). Ağrı İli Merkez İlçede tarım arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences* 33(2), 133-139. doi: 10.28955/alinterizbd.384530
- FAO, 2020. <https://www.fao.org/faostat/en/>
- Gündoğmuş, M.E. & Taşçı, M. (2017). Hünnap (Zizyphus jujube mill.) bahçelerinde gelir yöntemine göre değerlendirme: Denizli İli Çivril İlçesi örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(02), 42-53.
- Karakayacı, Z. (2011). *Tarım Arazilerinin Değerlemesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması: Konya İli Çumra İlçesi Örneği*. [Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karakayacı, Z. & Oğuz, C. (2006). Konya ili Ereğli İlçesi tarım arazileri için kapitalizasyon oranının tespiti. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(40), 21-26.
- Kontrimas, V. & Verikas, A. (2011). The mass appraisal of the real estate by computational intelligence. *Applies Soft Computing* 11, 443-448.
- Linne, M.R., Kane, S.M. & Dell, G. (2000). *A Guide to Appraisal Valuation Modeling*. Appraisal Institute.
- Mülayim, Z.G. (2008). *Tarımsal Değer Bıçme ve Bilirkişilik*, Yetkin Yayınları, Ankara.
- Oğuz, C. & Ünal, Z. (2004). Konya İli Çumra İlçesi sulu tarım arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının tespiti. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(33), 8-16.
- Öztürk, G., Engindeniz, S. & Bayraktar, Ö.V. (2017). İzmir'deki sulanabilir tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin analizi, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 31(3), 75-87.
- Serez S, B., Engindeniz, S. & Örük, G. (2022). Tarım arazilerinin değerlerini etkileyen faktörlerin analizi; Yortanlı Baraj Havza örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 9(2), 320-329.
- Sherrick, B.J. (2018). Understanding farmland values in a changing interest rate environment. *Choices* 33(1), 1-8.

- Uskov, V., Shariapova, E. & Pisareva, N. (2020). *On the Issue of Security of Land Transfer from Agricultural to Industrial and Transport Use*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing.
- Ventolo, W.L. & Williams, M.R. (2005). *Fundamentals of Real Estate Appraisal*. Chicago: Dearborn Estate Education, USA.
- Yalçın, G., Selçuk, O. & Şentürk, E. (2018). Bursa İli Mustafakemalpaşa İlçesi tarım arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 18, 548-560, doi: 10.5578/fmbd.67386
- Zharıkova O.B. & Pashchenko O.V. (2015). Using capitalization method to assess monetary value of agricultural land under rental considerations and its component. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 19(4), 232-237.



Zooplankton Fauna of High Mountain Lake: Sarıncof (Çamlıhemşin, Rize, Turkey)

Pınar GÜRBÜZER¹, Ahmet ALTINDAĞ², Gülşah TEKATLI³, Çağrı TEKATLI⁴

¹Department of Hydrobiology, Faculty of Fisheries, Sinop University, Sinop, Türkiye, ²Department of Biology, Faculty of Science, Ankara University, Ankara, Türkiye, ^{3,4}Department of Biology, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara University, Ankara, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-6298-8905>, ²<https://orcid.org/0000-0001-7192-8031>, ³<https://orcid.org/0000-0002-2944-1796>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-5252-3506>

✉: cagritekatli@gmail.com

ABSTRACT

In this study, which carried out on Sarıncof Lake on 13 July 2021, 27 species from Rotifera, 6 from Cladocera, and 3 from Copepoda, belonging to zooplankton groups were identified in a total of 36 species. Among the identified species, Rotifers were the dominant group with a rate of 51 %. This was followed by Copepoda 28.3 % and Cladocera 20.7 %, respectively. The identified species are the first record for Sarıncof Lake, which is the subject of the study.

Fisheries

Research Article

Article History

Received : 14.03.2022

Accepted : 22.08.2022

Keywords

Alpin lake
Rotifera
Cladocera
Copepoda
Kaçkar Mountains

Yüksek Dağ Gölü Sarıncof'un (Çamlıhemşin, Rize, Türkiye) Zooplankton Faunası

ÖZET

13 Temmuz 2021 tarihinde Sarıncof Gölü'nde yapılan bu çalışmada zooplankton gruplarına ait Rotifera'dan 27, Cladocera'dan 6 ve Copepoda'dan 3 olmak üzere toplam 36 tür teşhis edilmiştir. Teşhis edilen türler arasında Rotiferler %51,0 oran ile dominant gruptur. Bunu sırasıyla Copepoda %28,3 ve Cladocera %20,7 takip etmiştir. Teşhis edilen türler çalışmaya konu olan Sarıncof Gölü için ilk kayıttır.

Su Ürünleri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 14.03.2022

Kabul Tarihi : 22.08.2022

Anahtar Kelimeler

Alpin göl
Rotifera
Cladocera
Copepoda
Kaçkar Dağları

Atf Şekli: Gürbüz, P., Altındağ, A., Tekatlı, G., & Tekatlı, Ç (2023). Yüksek Dağ Gölü Sarıncof Gölü'nün (Çamlıhemşin, Rize, Türkiye) Zooplankton Faunası. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26(3)*, 673-679. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1083850>

To Cite : Gürbüz, P., Altındağ, A., Tekatlı, G., & Tekatlı, Ç (2023). Zooplankton Fauna of High Mountain Lake Sarıncof Lake (Çamlıhemşin, Rize, Turkey). *KSU J. Agric Nat 26(3)*, 673-679. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1083850>

INTRODUCTION

The current glaciers, which are common in the Polar Belts, are found in very small high mountain areas in Turkey. However, it is known that Turkey was exposed to a much larger area of glaciation in the Pleistocene than today. Glacial erosion and accumulation patterns were formed in the Pleistocene, especially in some mountainous areas above 2000 m. There are troughs formed as a result of glacial erosion. These are known by the name of the cirque. The dimensions of the cirques vary according to the thickness of the glacier mass, the period of their stay, and the structural and lithological features of the underlying formations.

Regardless of its dimensions, the lake formed by the filling of the said graben by water is of glacial origin. Today, there are no glaciers around these lakes as in the Pleistocene. Pleistocene glaciers have disappeared in Turkey (Gönençgil, 2016).

Zooplanktonic organisms are the main food source of fish in freshwaters. They constitute the main food of the young periods of demersal-fed creatures with many fish species that provide their food from pelagic. In addition, zooplankton species are also used to determine water quality, trophic status of the lake, and water pollution. Along with the importance of zooplankton organisms, research has been started on

Rotifera, Cladocera, and Copepoda, which make up an important part of zooplankton (Saler et al., 2018).

Turkey has many lowland lakes of various sizes in terms of inland waters, and both monitoring and limnological studies have been carried out on these lakes. However, due to difficulties experienced in transportation, studies on the limnology of glacial and tectonic origin lakes located on high mountains are almost scarce. In Turkey, mostly systematic studies on zooplanktonic organisms found in glacial lakes are aimed at listing species and creating a database (Ustaoğlu et al., 2005, 2008; Aygen et al., 2009, 2012; Yıldız, 2011; Mis & Ustaoğlu, 2017; Gürbüz, 2018).

The alpine regions and ecosystems belonging to this region are either not affected at all or very little by anthropogenics, especially due to harsh environmental conditions. One of the Alpine regions that can provide reference conditions and are quite suitable for ecological studies is Alpine lakes, known as glacial lakes. These lakes, which are of glacial origin, originate from hydrogeological, hydromorphological, and physical factors such as temperature and sunshine duration. Therefore, the temperature changes in alpine lakes cause phase changes in water. This change in the lake provides both oxygen enrichment and nutrient input by providing the circulation of the lake's water (Sommaruga, 2015). The living groups that succeed in forming colonies despite the harsh environmental conditions have become the focus of research. One of the creatures that make up this colonization is the zooplankton. There are zooplankton eggs in dormancy in the benthic zone of alpine lakes, which spend most of the year under ice cover (Cáceres, 1997; Gyllström & Hansson, 2004).

Although the alpine regions are related to altitude, the forest boundary is based on the determination of the alpine zone (Pechlaner, 1971). The forest limit in Southern Norway is 1250 m, while the Austrian Alps is 1500 m. In Turkey, alpine meadows are observed between 1900 m and 2800 m (Anonymous, 2021a). There are 129 alpine zones over 3000 m in many mountains (Kılınç & Karakaya, 1992; Kılınç & Kutbay, 2004). The highest peak of the Doğu Karadeniz Mountains is Kaçkar Mountain (3932 m), and it has 6 glaciers on its slopes. The largest of them reaches up to 2850 m and was named Kaçkar I glacier by Erinc (1949). The study area is located on the provincial border of Rize and the forest border starts between 2000 and 2400 m. The upper part of the forest line consists of subalpine and alpine meadows. The Alpine region is covered with snow between November and March. The highest peak of the Kaçkar Mountains is within the borders of the province, and there are 18 peaks with an altitude of over 3300 m (Abay, 2017). Considering the difficulty of transportation and working conditions to mountain lakes, little attention has been paid to alpine regions in Turkey. The aim of

this study, the Sarıncof Lake located on Verçenik mountain in the Kaçkar mountain range, which has not been found in any literature information before, was selected (Figure 1) to eliminate this deficiency for zooplankton research. Also, it is to investigate the zooplankton fauna and community structure in the alpine lakes of Turkey and to provide a resource for the research of inter-population relations.

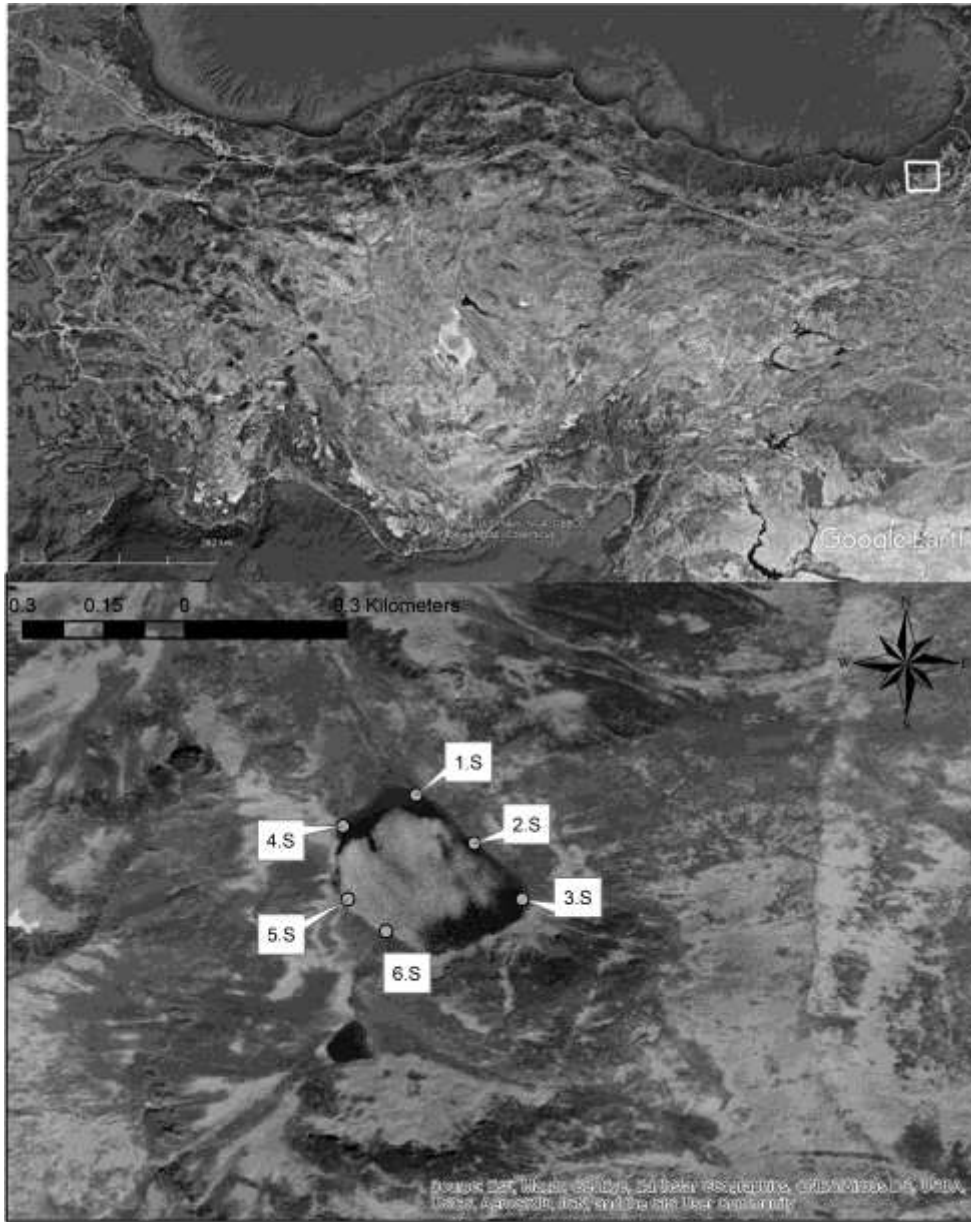
MATERIAL and METHOD

Kaçkar Mountains alpine border stretches from west to east in 3 sections. Verçenik in the west, Kavran in the middle, and Altınparmak mountains in the east (Anonymous, 2021b). The subject of the study, Sarıncof Lake is located on Verçenik Mountain and has an altitude of 2835 m. The lake, which can be reached by a 6-hour walk from Çiçek and Ortayayla, consists of two lakes, one big and the other small. While no snow mass was observed in the sampled lake, snow mass was encountered on the north-facing slope of the other small lake. The lake and the following stream play a pivotal role in the formation of Fırtına Creek by flowing into Hemşin Creek via Hacıncur Creek (Kaçkar Tourism Association, 2013). In this study, which was carried out in Sarıncof Lake in July, 6 stations were selected to represent the zooplankton fauna of the lake, and sampling was carried out. The first of the lake samples was made horizontally and vertically from the middle of the lake to the shores, scanning the lake, and the second was made vertically from the deepest point accessible for the analysis of zooplankton individual numbers. Hydro-Bios Kiel brand (mouth diameter 25 cm and pore opening 55 μ) and Hensen type plankton net with a collector at the tip were used to collecting the zooplankton samples to be diagnosed and counted. The collected samples were placed in 250 ml plastic bottles and fixed by adding 37 % formaldehyde at a concentration of 4 %. After the field studies, Leica brand DMIL model inverted microscope was used for the initial identification of the samples brought to Ankara University Science Faculty Biology Department Algology Laboratory. Afterward, photographs were taken using a Leica DMSL microscope and a Leica DFC320 model camera system, and species were identified.

Species were identified using a key to the world fauna of Zooplankton (Ward & Whipple, 1945; Edmonson, 1959; Flössner, 1972; Kolisko, 1974; Harding & Smith, 1974; Koste, 1978; Dumont & Pansaert, 1983; Nogrady & Pourriot, 1995; Segers, 1995; De Smet, 1996; Smirnov, 1996; Benzie, 2005). Some physicochemical parameters of the lake were measured during the sampling. These parameters; electrical conductivity (EC), dissolved oxygen (DO), water temperature (T), pH, salinity (S), and suspended solids (SS) measurements were performed in situ with a HANNA brand HI 9890 model multiparameter 31 devices. The

coordinates and altitude information of the areas where the field study was carried out were obtained

using a Garmin brand 60GSx model GPS device (Table 1).



Şekil 1. Sarıncof Gölü'nün konumu ve örnek alınan istasyonlar

Figure 1. Location of Sarıncof Lake and sampled stations

Çizelge 1. Çalışma alanının koordinat, yükseklik ve alan bilgileri

Table 1. Coordinate, altitude, and area information of the study area

Station No	Coordinates		Altitude (m) - Area (m ²)
	X	Y	
1	40°46'26.39"N	40°55'60.00"E	2835 m - 57 m ²
2	40°46'24.31"N	40°56'2.06"E	
3	40°46'21.99"N	40°56'4.86"E	
4	40°46'25.16"N	40°55'55.52"E	
5	40°46'22.69"N	40°55'54.86"E	
6	40°46'19.37"N	40°55'55.93"E	

RESULTS

As a result of the study carried out on Sarıncof Lake on 13 July 2021, a total of 36 species, 27 from Rotifera, 6

from Cladocera, and 3 from Copepoda, belonging to the zooplankton group, were identified. The list of identified species is shown in Table 2.

Çizelge 2. Çalışma alanındaki zooplankton faunası ve dağılımları

Table 2. The zooplankton fauna and distributions of the study area

Taxa	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6
ROTIFERA						
<i>Cephalodella catellina</i> (Müller, 1786)				**		
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1830)		**	*			
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank, 1803)		*	**	*		***
<i>Encentrum uncinatum</i> (Milne, 1886)		*				
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1830		**	*		*	
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	*	**	*	*	*	
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)				**		
<i>Keratella tecta</i> (Gosse, 1851)				*		
<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, 1859)			*			
<i>Lecane flexilis</i> (Gosse, 1886)	*	*				
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)				*		
<i>Lepadella acuminata</i> (Ehrenberg, 1834)		*				
<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	*					
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	*		*			
<i>Lepadella quadricarinata</i> (Stenroos, 1898)		.				
<i>Monommata grandis</i> Tessin, 1890	*	*				
<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)		*	*	*	*	*
<i>Philodina megalotrocha</i> Ehrenberg, 1832				.		
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943				*		
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1832	*		*			
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832		*		*	*	*
<i>Trichocerca iernis</i> (Gosse, 1887)		**		*		
<i>Trichocerca longiseta</i> (Schrank, 1802)					**	
<i>Trichocerca relictta</i> Donner, 1950		**	*			
<i>Trichocerca pusilla</i> (Jennings, 1903)				**		
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)				*		
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	*	*	*		*	*
DIPLOSTRACA						
<i>Alona guttata</i> G.O. Sars, 1862			*			
<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)		*	*			
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1894	*	***	*	***	***	*
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller, 1776)		**			*	
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müller, 1785)				*		
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1875			**			
COPEPODA						
<i>Arctodiaptomus acutilobatus acutilobatus</i> (Sars G.O., 1903)	*	*	**	***	*	***
<i>Canthocamptus staphylinus staphylinus</i> (Jurine, 1820)		*				
<i>Mesocyclops leuckarti leuckarti</i> (Claus, 1857)			.			

Barely found, * Sparsely found, ** Mostly found, *** Constantly found

As a result of the study, it was determined dominantly by the Rotifera group (51.0 %), followed by Copepoda (28.3 %) and Cladocera (20.7 %), (Table 3). *Conochilus hippocrepis* from Rotifera, *Ceriodaphnia dubia* from Cladocera, and *Arctodiaptomus acutilobatus* from Copepoda were dominant in the lake. The species are the first records for Sarıncof Lake, which is the subject

of the study.

Some physicochemical parameters were also measured during sampling. Measurements were carried out at all stations and the average of the measurements were water temperature: 15.30 °C, EC: 130 (µS/cm), pH: 8.25, salinity: 0.05 ppt, suspended solids (SS), 60 mg/L, and DO: 3.81 mg/L.

Çizelge 3. İstasyonlara göre zooplankton bolluğu (birey/L)

Table 3. Zooplankton abundance (ind/L) by stations

Abundance (%)	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6
Rotifera	3.465	3.3	9.172	116.943	11.974	14.268
Cladocera	-	3.6	6.878	18.344	16.764	6.115
Copepoda	1,732	1.2	9.172	61.911	4.789	22.420

DISCUSSION

The rapid and sensitive response of lakes to climate change and anthropogenic effects makes these structures important for ecological research (Arnott et al. 2006; Adrian et al. 2009). Alpine lakes, on the other hand, have fragile and sensitive structures, therefore, when their structures and compositions are well analyzed, they create a suitable environment for understanding the physical, chemical, and biological changes that occur in the region (Williamson et al. 2008; Sommaruga, 2015). In this study, the zooplankton fauna of Sarıncof Lake, which has not been studied in the region before, has been studied and a total of 36 species were identified. While examining the studies of the other lakes in the region carried out, 5 species of Crustacea, Aygen et al. (2012), according to Özdemir Mis and Ustaoglu 2017, 18 species from the Rotifera phylum show similarity. When we compare it with the work of Gürbüz (2018) in the region, 4 species from Rotifera and 1 species from Cladocera are common. In Yıldız (2011)'s study on the Verçenik Mountain Kapılı Lakes, 11 species from Rotifera and 5 species from Crustacea are in common with this study. Due to their structure, the number of species is less in this region compared to the basin lakes. Aygen et al. (2012), this result is not surprising since the physicochemical properties of the lakes in the alpine area are similar at a rate of 88%. With this study, 7 species (Conochilus hippocrepis, Ecnentrum uncinatum, Monommata grandis, Philodina megalotrocha, Trichocerca iernis, Trichocerca relicta, and Trichocerca pusilla) were added to the zooplankton fauna, which was previously carried out and registered in this location.

Alpine lakes are ultraoligotrophic, therefore their zooplankton community proportion per litre is very low according to lowland lakes. Research carried out in Mogan Lake (Altındag et al. 2007), the lowland lake in Ankara Province, their finding about zooplankton proportion is one million individuals per cubic meter. Similar results were also seen in Halvorsen et al. 2004, Baykal et al., 2006; Bozkurt, 2006; Bozkurt and Sagat, 2008; and Yuan and Pollard, 2018. Indeed, results showed that zooplankton proportion is a maximum of approximately 200.000 and a minimum of 5200 individuals per cubic meter.

In Turkey, mostly systematic studies have focused on zooplanktonic organisms found in glacial lakes. Most of the studies are focused on giving a species list and creating a database. Ustaoglu et al. (2005) studied the zooplankton fauna in the lakes at altitudes varying between 1500 m and 2600 m in the Taurus Mountains and recorded 116 zooplankton species. Among the identified species, rotifers were determined as the dominant group, as in this study. This result was obtained by Aygen et al. (2009) and is also supported

in this study.

As expected, high mountain lakes have much less abundance and diversity of zooplankton fauna than basin lakes (Green, 1995). However, it has been observed that the ratio of Rotifera/Cladocera/Copepoda in some lakes are as similar as the basin lakes, while the ratio of Cladocera and Copepoda is much higher than Rotifera (Samraoui et al., 1998).

By creating quite strong pressure, zooplankton groups can be effected by not only fish biomass but also other planktonic groups and on prey and predator populations (Vanni, 2002). In alpine lakes, which are naturally fishless, prey pressure forces zooplankton communities to become larger (Dodson, 1972). The presence of a fish population in the lake puts pressure on zooplankton groups, leading to a decrease in the mass of the creature; its absence allows zooplankton species to become larger in size (Gürbüz, 2018). In this study, the large bodied Cladocera group with melanin pigmentation, found in other lakes in that area, was expected to be encountered in Sarıncof Lake but more small-sized zooplankton species were detected since the Red Spotted Trout population was observed in the lake.

The fact that the alpine lakes can only be reached on certain days of the year due to the harsh environmental conditions has caused very limited research. It will be a reference source for studies on zooplankton groups belonging to alpine lakes located at the upper forest border in Turkey.

Contribution Rate Statement Summary of Researchers

The authors contributed equally to the article.

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the author(s).

REFERENCES

- Abay, G. (2017). A Preliminary List of Subalpine and Alpine Bryophytes of Rize, North-East Turkey. *Anatolian Bryology* 3 (2), 75-80.
- Adrian, R., O'Reilly, C.M., Zagarese, H., Baines, S.B., Hessen, D.O., Keller, W., Livingstone, D.M., Sommaruga, R., Straile, D., Van-Donk, E., Weyhenmeyer G.A. & Winder, M. (2009). Lakes as sentinels of climate change. *Limnology and Oceanography* 54 (6), 2283-2297.
- Altındağ, A., Yiğit, S. & Ergönül, M., (2007). The Zooplankton Community of Lake Mogan, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, 22(4), 709-711. <https://doi.org/10.1080/02705060.2007.9664832>.
- Arnott, S.E., Magnuson, J.J., Dodson, S.I. & Colby, A.C.C. (2006). Lake as islands: biodiversity, invasion, and extinction. In Long-terms Dynamics

- of lakes in the landscape. Magnuson, J.J., Krtaz, T.K., and Benson, B.J. (eds.), Oxford Press, 67-88, Oxford, UK.
- Anonymous, (2021a). Alpin Çayırılar. https://tr.wikipedia.org/wiki/Alpin_%C3%A7ay%C4%B1rlar (Alınma Tarihi: 20.01.2022).
- Anonymous, (2021b). Rize-Kaçkar Sıradağları. <https://yigm.ktb.gov.tr/TR-9905/rize-kaçkar-siradağları.html> (Alınma Tarihi: 20.01.2022).
- Aygen, C., Mis-Özdemir, D., Ustaoglu, M.R. & Balık, S. (2009). Zooplankton Composition and Abundance in Lake Eğrigöl, A High Mountain Lake (Gündoğmuş, Antalya). *Turkish Journal of Zoology*, 33, 83-88.
- Aygen, C., Özdemir-Mis, D. & Ustaoglu, M.R. (2012). Discovering The Hidden Biodiversity of Crustacea (Branchiopoda, Maxillopoda and Ostracoda) Assemblages in The High Mountain Lakes of Kaçkar Mountains (Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(1), 67-73.
- Baykal, T., Salman, S. & Açıkgöz, İ. (2006). The Relationship between Seasonal Variation in Phytoplankton and Zooplankton Densities in Hirfanlı Dam Lake (Kırşehir, Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 30(4), 217-226.
- Benzie, J.A.H. (2005). The Genus Daphnia (Including Daphniopsis) (Anomopoda: Daphniidae). Guides to The Identification of The Microinvertebrates of The Continental Waters of The World 21. Kenobi Productions, Ghent & Backhuys Publishers, 376.
- Bozkurt, A. (2006). Yenisehir Gölü (Reyhanlı, Hatay) Zooplanktonu. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1), 39-43
- Bozkurt, A. & Sagat, Y. (2008). Birecik Baraj Gölü zooplanktonunun vertikal dağılımı. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(3), 332-342
- Cáceres, C. (1997). Dormancy in Invertebrates. *Invertebrate Biology*, 116(4), 371-383.
- De-Smet, W.H. (1996). Prolidae (Monogononta). Vol. 4. *State Universty of Gent*, Belgium.
- Dodson, S.I. (1972). Mortality in a Population of *Daphnia rosea*. *Ecology*, 53, 1011-1023.
- Dumont, H.J. & Pensaert, J. (1983). A Revision of The Scapholeberinae (Crustacea: Cladocera). *Hydrobiologia*, 100, 3-45.
- Edmonson, W.T. (1959). Freshwater Biology 2nd Edition John Wiley & Sons Inc. *London- Champman and Hall Limited*, 1284, New York, USA.
- Erinç, S. (1949). Eiszeitliche Formen und gegenwärtige Vergletscherung im nordostanatolischen Randgebirge. *Geologische Rundschau*, 37, 75-83
- Flössner, D. (1972). Krebstiere, Crustacea; Kiemen- Und Blattfüßer, Branchiopoda; Fischlause, Branchiura. *Die Tierwelt Deutschlands* 60. G. Fisher Verlag, Jena, Germany.
- Green, J. (1995). Altitudinal Distribution of Tropical Planktonic Cladocera. *Hydrobiologia*, 307, 75-84.
- Gönençgil, B. (2016). Türkiye Fiziki Coğrafyası. Coğrafya Lisans Programı. *İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi*, 423 sy.
- Gürbüz, P. (2018). Kaçkar ve Aladağlar'da Bulunan Bazı Alpin Göllerde Zooplankton Faunasının ve *Daphnia sp.* Türlerinin Filogenetik Açısından Araştırılması. (Tez No:542143) [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gyllström, M. & Hansson, L.A. (2004). Dormancy in Freshwater Zooplankton: Induction, Termination and The Importance of Benthic-Pelagic Coupling. *Aquatic Sciences*, 66, (3), 274-295.
- Halvorsen, G., Dervo, B.K. & Papinska, K. (2004). Zooplankton in Lake Atnsjøen 1985–1997. In: Sandlund, O.T., Aagaard, K. (eds) The Atna River: Studies in an Alpine—Boreal Watershed. *Developments in Hydrobiology*, vol 177. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2254-8_12
- Harding, J.P. & Smith, W.A. (1974). A Key to The British Freshwater Cyclopoid and Calanoid Copepods. 2nd Edition, Sci. Publ. Vol. 218, *Freshwater Biological Association*, 54, The Ferry House, Ambleside, Westmorland.
- Kaçkar Turizm Birliği, (2013). Buzul Gölleri Kenti Rize ISBN: 978-605-149-492-0
- Kılınc, M. & Karakaya, M. (1992). Çambaşı Yaylası (Ordu)'nın Subalpin ve Alp Vegetasyonu Üzerinde Fitososyolojik Bir Araştırma. *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 16(1), 195-206.
- Kılınc, M. & Kutbay, G. (2004). *Bitki Ekolojisi, Plame Yayıncılık*, Ankara.
- Kolisko, R. (1974). Plankton Rotifers Biology and Taxonomy, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele U. Obermiller) Stuttgart, 974.
- Koste, W. (1978). Radertiere Mitteleuropas. 2. Tafelband, 235, Berlin and Stuttgart.
- Nograd, T. & Pourriot, R. (1995). The Notommatidae. Queen's Universty, Kingston, *Ont. Canada and Université 6*, Paris, France.
- Özdemir-Mis, D. & Ustaoglu, M.R. (2017). Distribution of Rotifers of High Mountain Lakes in The Eastern Black Sea Range of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 41(4), 674-685.
- Pechlaner, R. (1971). Factors That Control The Production Rate and Biomass of Phytoplankton in High-Mountain Lakes. *Verhandlungen Internationale Vereinigung Für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 19, 125-145.
- Saler, S., Yüce, S., Çelik, B. & Bulut, H. (2018). Hoşrük Çayı (Elazığ-Türkiye) Zooplanktonu. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(5), 607-612.
- Samraoui, B., Segers, H.H., Maas, S., Baribwegure, D. & Dumont, H.J. (1998). Rotifera, Cladocera, Copepoda, and Ostracoda From Coastal Wetlands

- in Northeast Algeria. *Hydrobiologia* 386, 183.
- Segers, H. (1995). The Lecanidae (Monogononta), Universty of Gent, Belgium.
- Simirnov, N.N. (1996). The Chorinae and Sayciinae (Chydoridae) of The World, SPB Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands.
- Sommaruga, R. (2015). When Glaciers and Ice Sheets Melt: Consequences for Planktonic Organisms. *Journal of Plankton Research*, 37 (3), 509-518.
- Ustaoğlu, M.R., Balk, S., Özdemir-Mis, D. & Aygen, C. (2005). The Zooplankton of Some Mountain Lakes in The Taurus Range (Turkey). *Zoology in The Middle East*, 34, 101-108.
- Ward, H.B. & Whipple, G.C. (1945). *Freshwater Biology*, 2nd Edition, John Wiley&Sons, 1111. New York, USA.
- Williamson, C.E., Dodds, W., Kratz, T.K. & Palmer, M.A. (2008). Lakes and streams as sentinels of environmental change in terrestrial and atmospheric processes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6, 247-254.
- Vanni, M.J. (2002). Nutrient Cycling by Animals in Freshwater Ecosystems *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 33(1), 341-370.
- Yıldız, P. (2011). *Verçenik Dağı (Rize, Türkiye)'nin Kuzey ve Güney Göllerinin Zooplankton Faunası Açısından Karşılaştırılması. (Tez No:300835)* [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yuan, L.L. & Pollard, A.I. (2018). Changes in the relationship between zooplankton and phytoplankton biomasses across a eutrophication gradient. *Limnology and Oceanography*, 63(6), 2493-2507.



Çanakkale Sakız ve Tahirova Koyun İşletmelerinde Verimli Ömür, Ayıklama Oranı ve Ayıklama Nedenleri

Korhan BOSDAN¹, Cemil TÖLÜ^{2*}, Türker SAVAŞ³

¹Trakya Birlik Genel Müdürlüğü, 22030 Edirne, ^{2,3}Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi 17100 Çanakkale

¹<https://orcid.org/0000-0002-8176-7611>, ²<https://orcid.org/0000-0002-6135-4502>, ³<https://orcid.org/0000-0002-3558-2296>

✉: cemiltolu@comu.edu.tr

ÖZET

Koyunculukta verimli ömür (VÖ) ve ayıklama oranı (AO) işletme ekonomisinde etkilidir. Bu çalışmada Sakız ve Tahirova işletmelerinde verimli ömür tahmin edilmiş ve sürüden ayıklama nedenleri belirlenmiştir. Çalışmada "Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islahı Ülkesel Projesi" kapsamında Çanakkale'de yürütülen projelerin beşer yıllık verilerinden yararlanılmıştır. Sakız koyunları için sırasıyla ilk kuzulama yaşı 619.6 gün ve kuzulama aralığı 368.4 gün olurken, Tahirova koyunları için sırasıyla 490.2 gün ve 377 gün olarak belirlenmiştir. Sakız işletmelerinde ortalama AO %17.6, VÖ 5.68 yıl, ömür boyu doğum sayısı (DS) 4.95 olarak bulunurken, Tahirova işletmeleri için aynı değerler %20.6, 4.85 yıl ve 4.40 olarak gerçekleşmiştir. Bir ve iki yaşında ilk doğumunu yapan Sakız genotipi karşılaştırıldığında, ikinci ve üçüncü doğumlarında sürüde kalma oranları sırasıyla %76 ile %68 ve ile %77 %59 olarak bulunmuştur (P=0.9670; P=0.1234). Aynı değerler Tahirova genotipinde %79 ile %71 ve %73 ile %59 olarak gerçekleşmiştir (P=0.1455; P=0.0125). Zorunlu ayıklama nedenleri yaşlılık (%27), diş sorunları (%25) ve meme sorunları (%19), isteğe bağlı ayıklama nedenleri ise düşük döl verimi (%15), düşük süt verimi (%11) ve davranış problemi (%3) şeklinde sıralanmaktadır. Bir koyunun yabancı hayvan saldırısı nedeniyle ölme olasılığı Sakız genotipinde Tahirova genotipine göre 3.54 kat daha yüksek iken (P=0.0493); süt verimi nedeniyle sürüden çıkarılma olasılığı %77 (P=0.0051) ve döl verim düşüklüğü nedeniyle %82 (P=0.0012), daha düşüktür. Sakız koyunu işletmelerindeki düşük AO ancak üretim maliyetlerinin düşük olduğu üretim sistemlerinde gerçekleşebilir. İlk doğumunu bir yaşında ve iki yaşında yapan koyunların üçüncü doğumda sürüde kalma oranları arasındaki farklılık Tahirova koyunu işletmelerinde ilk yaşında doğuranlar lehine olmak üzere daha belirgindir. Yabancı hayvan saldırısı sonucu hayvan kaybı çalışmada dikkat çeken diğer bir noktayı oluşturmuştur.

Zootekni

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 21.04.2022

Kabul Tarihi : 29.09.2022

Anahtar Kelimeler

Sürü ömrü

İlk kuzulama yaşı

Kuzulama aralığı

Yabancı hayvan saldırısı

Productive Life, Culling Rate, and Culling Reasons in Sakız and Tahirova Sheep Farms of Çanakkale

ABSTRACT

Productive life (PL) and culling rate (CR) affect farm economics in sheep production. In this study, productive life was estimated via replacement rates in Sakız and Tahirova farms, and the reasons for replacements were identified. Five-year data from the "Çanakkale Sheep Breeding Project" for Sakız and Tahirova breeds were used. In addition, the reasons for replacement were determined through a questionnaire. While the first lambing age was 619.6 days and the lambing interval was 368.4 days for Sakız sheep, they were determined as 490.2 and 490.2 days for Tahirova sheep, respectively. Average CR, PL, and number of lifetime births were 17.6%, 5.68 years, and 4.95 for Sakız farms and 20.6%, 4.85 years and 4.40 for Tahirova farms. Comparing the Sakız yearlings first lambing at the age of one or two years, the retention ratio (RET) was 76% and 68%, as well as 77% and 59% for the second and third births, respectively (P=0.9670; P=0.1234). The same

Animal Science

Research Article

Article History

Received : 21.04.2022

Accepted : 29.09.2022

Keywords

Herd life

First lambing age

Lambing interval

Wild animal attack

values were 79%, 71% and 73%, compared to 59% in Tahirova genotype (P=0.1455; P=0.0125). Reasons for compulsory culling from the herd are given as aging (27%), dental problems (25%), and udder problems (19%), while reasons for optional exclusions are low fertility (15%), low milk yield (11%) and behavioral problems (3%). The probability of a sheep death due to a wild animal attack was 3.54 times higher in the Sakız genotype than in the Tahirova genotype (P=0.0493); the probability of being removed from the herd due to low milk yield is 77% (P=0.0051) and low fertility is lower at 82% (P=0.0012). The low CR in Sakız sheep farms can only be realized in conditions where production costs are low. The difference between the retention ratio at the third birth in the one-year-old and two-year-old ewes is more pronounced in Tahirova sheep farms, in favor of the first-year-old sheep. The loss of animals as a result of wild animal attacks was another point that drew attention in the study.

- Atıf Şekli:** Bosdan, K., Tölü, C., & Savaş, T., (2023) Çanakkale Sakız ve Tahirova Koyun İşletmelerinde Verimli Ömür, Ayıklama Oranı ve Ayıklama Nedenleri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26 (*), 000-000*. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1106752>.
- To Cite :** Bosdan, K., Tölü, C., & Savaş, T., (2023). Productive Life, Culling Rate and Culling Reasons in Sakız and Tahirova Sheep Farms of Çanakkale. *KSU J. Agric Nat 26(*)*, 000-000. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1106752>.

GİRİŞ

Koyunculukta en önemli kazanç kuzu üretiminden sağlanmaktadır (Snowder, 2002; Süß ve ark., 2004). Kuzu üretiminde verimli ömür ve ayıklama oranının (AO) etkili olduğu bilinmektedir (Kern ve ark., 2010). Sürü ömrü (SÖ) bir hayvanın doğumu ile başlayıp sürüden ayrılmasına kadar geçen dönemi ifade etmektedir. Verimli ömür ise ilk kuzulama ile sürüden çıkarılmasına kadar geçen süreyi kapsar. Verimli ömür ile damızlıkta kalma süresi benzer anlamda kullanılmaktadır. Verimli ömür hayvanın yaşam boyunca gerçekleştirdiği doğum veya laktasyon sayısı şeklinde de ölçülebilmektedir (Kumlu ve Akman, 1999; Garcia, 2001). Verimli ömür kendi içinde fonksiyonel ömür ve gerçek verimli ömür olmak üzere iki şekilde tanımlanmaktadır. Fonksiyonel verimli ömrün temelinde hayvanın hastalıklara direnç ve yüksek adaptasyon yeteneği gibi özellikler yatarken, gerçek verimli ömür ise üretkenliğini tanımlamaktadır. Sürü yönetimi kararları verimli ömrü etkileyen faktörler arasındadır (Kern ve ark., 2010). Verimli ömrün artması sürü yenileme maliyetini azaltmaktadır.

Ayıklama isteğe bağlı ve zorunlu olmak üzere ikiye ayrılır. Düşük verimlilerin sürüden uzaklaştırılması ya da damızlık satışı isteğe bağlı; ölüm, sağlık sorunları ve sakatlık gibi sebepler ise zorunlu ayıklama nedenleridir (Beaudeau ve ark., 2003; Faust, 2003; Kaygısız ve ark., 2017). SÖ'nün uzaması ile zorunlu ayıklama oranı azalır, buna karşın isteğe bağlı sürüden çıkarma oranı artar (Dekkers, 1993; Jairath ve ark., 1994; Boettcher ve ark., 1997). SÖ ekonomik önemi sebebiyle ıslah parametresi olarak kullanılmaktadır (Allaire & Gibson, 1992; Dekkers ve ark., 1994; Pe´rez-Cabal & Alenda, 2003).

Erken gelişen genotiplerin nispeten erken damızlıkta kullanılmaları her ne kadar işletme açısından bir avantaj olsa da söz konusu avantajın etkinliği üretim sistemi ile ilişkilidir. Öte yandan yetiştiricilerin, erken damızlıkta kullanılan koyunların ömür boyu performanslarının kötü olacağına inanmalarına karşın, bilimsel çalışmalar tersini işaret etmektedir. Jurado ve Jiménez (2013), ilk doğumunu 15 aylık yaşta yapan koyunların ömür boyu doğum sayısının arttığını belirlemişlerdir. Thomsen ve ark. (2021)'da benzer şekilde, toklukta ilkine kuzulayanların ortalamada daha fazla sütten kesilmiş kuzu elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Koyunculukta ayıklama nedenlerinin sıralamasının ülkelere göre, diğer bir deyişle üretim sistemlerine göre değiştiği bilimsel çalışmalarda gösterilmiştir. Örneğin McLaren ve ark. (2020)'na göre Norveç'te ayıklama nedenlerinin başında mastitis gelirken, İrlanda'da yaşlılık, Birleşik Krallıkta ise diş sorunları en önemli ayıklama nedenleri olmuştur.

Bu çalışmanın amacı, Çanakkale'de yetiştiriciliği yapılan Sakız ve Tahirova koyunlarında ayıklama oranı ile bağlantılı olarak işletme düzeyinde verimli ömrünün tahmin edilmesi ve ayıklama nedenlerinin belirlenmesidir.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Sakız koyunu, Çanakkale ilinin güneyinde yer alan Ayvacık ilçesinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Üretim sistemi ekstansif yapıda ve koyunlar yıl boyu doğal meradadır. Kışları nispeten yağışlı geçen bölgede yazlar sıcak ve kuraktır. Ayvacık ilçesinin meraları, sığ toprak yapısı nedeniyle oldukça verimsiz olmasına karşın koyunlar yine de bu

koşullardan faydalanabilmektedir. Yetiştiricilik oldukça düşük girdili olarak gerçekleştirilmektedir. Koyunlar yaşama payı gereksinimlerinin tamamını meradan karşılayabilmektedirler. Laktasyondaki koyunlara yaklaşık süt verim payı düzeyinde besleme yapılmaktadır. Kuzulara 1-1.5 aylıkken, anaları merada olduğu dönemde yoğun yem verilmektedir. Aşım döneminde, genellikle dane arpa olmak üzere koyunlara ek yemleme uygulanmaktadır. Çalışmada "Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islahı Ülkesel Projesi" kapsamında Çanakkale'de yürütülen ve 2012 yılında 3281 baş anaç ile başlayan "Halk Elinde Sakız Koyunu Islahı" projesinin beş yıllık verileri kullanılmıştır. İlkine kuzulama yaşı (İKY) ve kuzulama aralığı (KA) proje süresince doğan ve 89 baba ile 1598 anadan olma 2061 koyuna ait veriler üzerinden belirlenmiştir.

Çanakkale Ezine ilçesinde ve Merkez ilçede yetiştiriciliği yaygın olan Tahirova ırkı koyunlar ile sürdürülen üretim sistemleri yarı ekstansif ve yarı entansif olarak tanımlanabilir. Tahirova koyunu yetiştiriciliği, özellikle yem bitkisi yetiştirmeye elverişli verimli taban arazilerinin bulunduğu ovalarda yapılmaktadır (Ayağ, 2014). Bu yörelerde yetiştiricilerin önemli bir kısmı yoğun bir bitkisel üretim faaliyeti de sürdürmektedirler. Tahirova yetiştiricileri, gebeliğin son ayında ek beslemeye başlamaktadırlar. Laktasyon ve aşım dönemi beslenmesinde yoğun yemin yanı sıra beslemede özellikle mısır silajı kullanılmaktadır. Kuzulara ise doğumu takiben anaları meraya gittiğinde kesif yem verilmektedir. Kuzular ayrıca, süttten kesim sonrasında ortalama bir ay gibi bir süre yoğun olarak beslenmektedirler. Çalışmada "Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islahı Ülkesel Projesi" kapsamında Çanakkale'de yürütülen "Halk Elinde Tahirova Koyunu Islahı" projesinin beş yıllık verileri kullanılmıştır. Projeye 2013 yılında 3645 baş anaç ile başlanmıştır. İKY ve KA 49 baba ile 1219 anadan olma 1627 koyuna ait verilerden belirlenmiştir.

Projelerde doğum kayıtları yetiştiricilerce tutulmaktadır. Doğum ağırlıkları yetiştiricilerce alınan kuzular ortalama 90 günlük yaşta proje personeline tartılmaktadır. Süttten kesim ağırlığı olarak kabul edilen bu tartım sonuçlarından sonra aşım döneminde sürü kayıtları (kulak numaraları) proje personeline güncellenmektedir. Elit sürülerin bazılarında sınıf usulü bazılarında elde aşım yöntemiyle çiftleştirmeler yapılarak babalar da belirlenmektedir. Damızlık erkek ve dişi kuzuların seçimi ilk yıllarda süttten kesime kadar günlük canlı ağırlık artışlarının düzeltilmiş değerlerine ve dış görünüş özelliklerine göre yapılmıştır. Pedigrinin yeterli genişliğe ulaştığı noktadan itibaren günlük canlı ağırlık artışının damızlık değeri kullanılmıştır.

İstatistik Analizler

Verilerin hazırlanması ve ön değerlendirilmesinde MsExcel paket programından yararlanılmıştır. Çanakkale'de yürütülen projelere dahil edilen işletmelerde kayıt altına alınan koyunların yaşlarını "kayıtlar üzerinden" tespit etmek mümkün olmamaktadır. Ancak proje başladıktan sonra doğan ve damızlık olarak sürüye katılan dişi kuzuların yaşlarını tespit etmek mümkün olabilmektedir. Sürüde kalma oranı (SKO = (Projeye ilk alınan hayvanlardan her yıl için sürüde kalan hayvan sayısı / Projeye ilk alınan hayvanlar) x 100) her bir işletme için projeye ilk alınan hayvanlardan her yıl için sürüde kalan sayının proje başlangıcında tespit edilen hayvanlara oranlanması ile bulunmuştur. Söz konusu oranın bir önceki yıla göre farkı ise ayıklama oranı (AO) olarak kabul edilmiştir. İşletmelerin ortalama verimli ömürleri (VÖ), AO'ya dayanılarak sürüdeki tüm koyunların değiştiği kabul edilen (%100) süre olarak aşağıdaki formül yardımıyla tahmin edilmiştir.

$$VÖ = \frac{\% 100}{\% AO}$$

Sürülerde ortalama tahmin edilen doğum sayısı (DS), VÖ ve ortalama kuzulama aralığından (yıl olarak) yararlanılarak belirlenmiştir.

$$DS = \frac{VÖ}{KA}$$

Ayrıca Ayvacık, Bayramiç ve Ezine ilçelerinde yukarıda anılan projelerde yer alan 68 yetiştiricinin katılımıyla bir anket çalışması yapılmıştır. Ankette toplam koyun sayısı, bir yılda ölen koyun sayısı, satılan koyun sayısı ve satış nedeni ile ilk kuzulamadan sonra sürüden ayıklama nedenleri ve ayıklanan hayvan sayısı sorulmuştur.

İlk doğumunu bir yaşında yapanların ikinci ve üçüncü doğumlarında SKO değerleri ile ilk doğumunu iki yaşında yapanların ikinci ve üçüncü doğumlarında SKO değerlerinin karşılaştırılmasında ki-kare-testi kullanılmıştır.

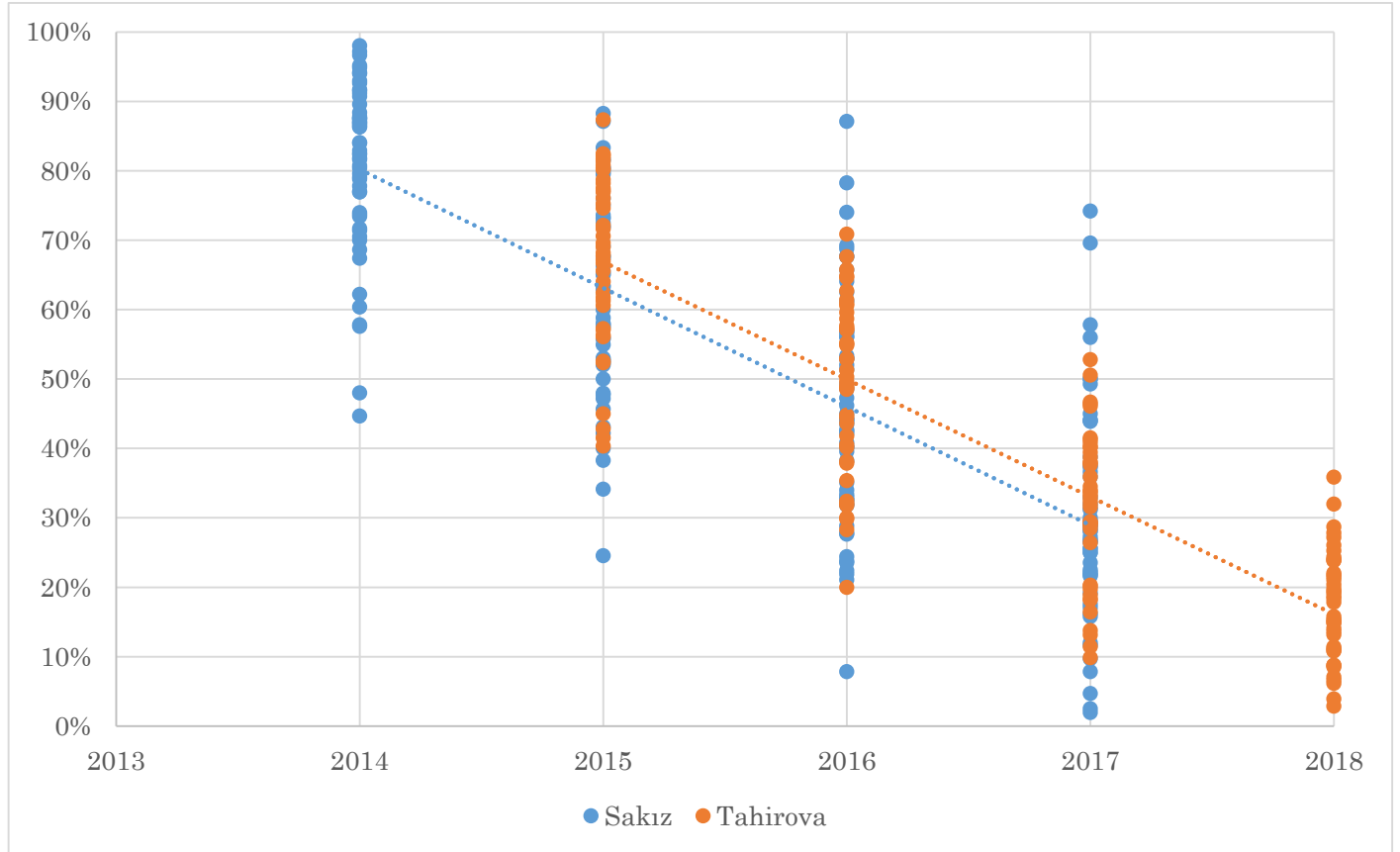
Anket verilerinin istatistiksel analizlerinde genelleştirilmiş eşitlik kestirimi (GEE) yöntemi kullanılmıştır. *Post hoc* analizlerde Wald ki-kare analizinden yararlanılmıştır. Değerlendirmelerde faktör seviyelerine ilişkin tahmin edilen regresyon katsayıları (b) yardımıyla hesaplanan odds oranlarından ($\Psi=e^b$) faydalanılmıştır (SAS, 2002).

BULGULAR

Sakız koyunlarının ve Tahirova koyunlarının işletmeler temelinde SKO'nun yönelimi Şekil 1'de ve ortalama değişim Çizelge 1'de verilmiştir. 2017 yılı itibarı ile 2013 yılında mevcut Sakız koyunlarının SKO işletmelere göre %74 ile %2 arasında değişmektedir. Bu değişimin en düşük olduğu işletmede, ayıklama oranı (AO) yıllık %6.5 olarak

gerçekleşmiştir. AO yıllara göre %0 ile %56 arasında değişen Sakız işletmelerinde ortalama AO %17.6'dır. Tahirova işletmelerinde 2018 yılı itibarı ile 2014 yılında mevcut olan koyunların SKO %3 ile %36 arasında değişmektedir. Bu değişimin en düşük olduğu işletmede, yıllık ortalama AO %16'dır. İşletmelerde AO yıllara göre azalmaktadır. Tahirova işletmelerinde AO en düşük %2.8 ve en yüksek %59.6 arasında tahmin edilmiştir. 2018 yılı sonu itibarı ile yıllık ortalama AO %20.6 olarak hesaplanmıştır.

Sakız koyunlarında İKY ortalama 619.6 gün, KA ortalama 368.4 gün olarak bulunmuş, ortalama VÖ 5.68 yıl olarak tahmin edilmiştir. Sakız koyunlarının verimli ömürleri boyunca ortalama 4.95 doğum sayısına (DS) ulaştıkları tahmin edilmiştir. Tahirova koyunlarında İKY ortalama 490.2 gün olarak bulunmuştur. KA için bulunan ortalama değer ise 377 gündür. Tahirova koyunları için VÖ 4.85 yıl, ortalama DS ise 4.40 olarak tahmin edilmiştir.



Şekil 1. Sakız ve Tahirova anaç koyunlarının işletmeler temelinde sürüde kalma oranları
Figure 1. The retention ratio of Sakız and Tahirova mature sheep based on farms

Çizelge 1. Ortalama ayıklama oranları ve işletmelere göre varyasyon katsayısı (VK), %
Table 1. Average culling rate and coefficient of variation (CV) by farms, %

İşletmeler (Farms)	Sakız		Tahirova	
	Ortalama Mean	VK CV	Ortalama Mean	VK CV
Yıl Year				
2014	19.1	63.56	-	-
2015	18.5	53.56	32.1	38.62
2016	17.3	63.58	18.7	39.19
2017	15.5	58.58	17.8	38.76
2018	-	-	14.0	47.28
Ortalama (Mean)	17.6	60.28	20.6	53.30

Çizelge 2'de birinci ve ikinci yaşında ilk doğumunu yapan tokluların ilkinin takip eden doğum dönemlerinde SKO verilmiştir. Sakız toklularında bir yaşında ilk doğumunu yapanlar ile iki yaşında ilk doğumunu yapmış olanların ikinci doğumlarında

SKO sırasıyla %76 ile %77 olarak bulunmuştur (P=0.9670). Bu koyunların üçüncü doğumda SKO %68 ve %59 olarak gözlenmiştir (P=0.1234). Sakız koyunlarında ilkinin doğuran tokluların %24'ü, ikinci doğumdan sonra %8'i, üçüncü doğumdan sonra ise

yine %8'i sürüden ayıklanırken, bunların %60'ı dördüncü doğumlarını yapabilmektedirler. Tahirova toklularında ise bir yaşında ilk doğumunu yapan koyunlar ile iki yaşında ilk doğum yapmış koyunların

ikinci doğumda SKO sırasıyla %79 ile %73 olarak bulunmuştur (P=0.1455). Koyunların üçüncü doğumda SKO %71 ve %59 olarak gözlenmiştir (P=0.0125).

Çizelge 2. Birinci ve ikinci yaşında ilk doğumunu yapan tokluların ilkini takip eden doğum dönemlerinde sürüde kalma oranları (SKO), %

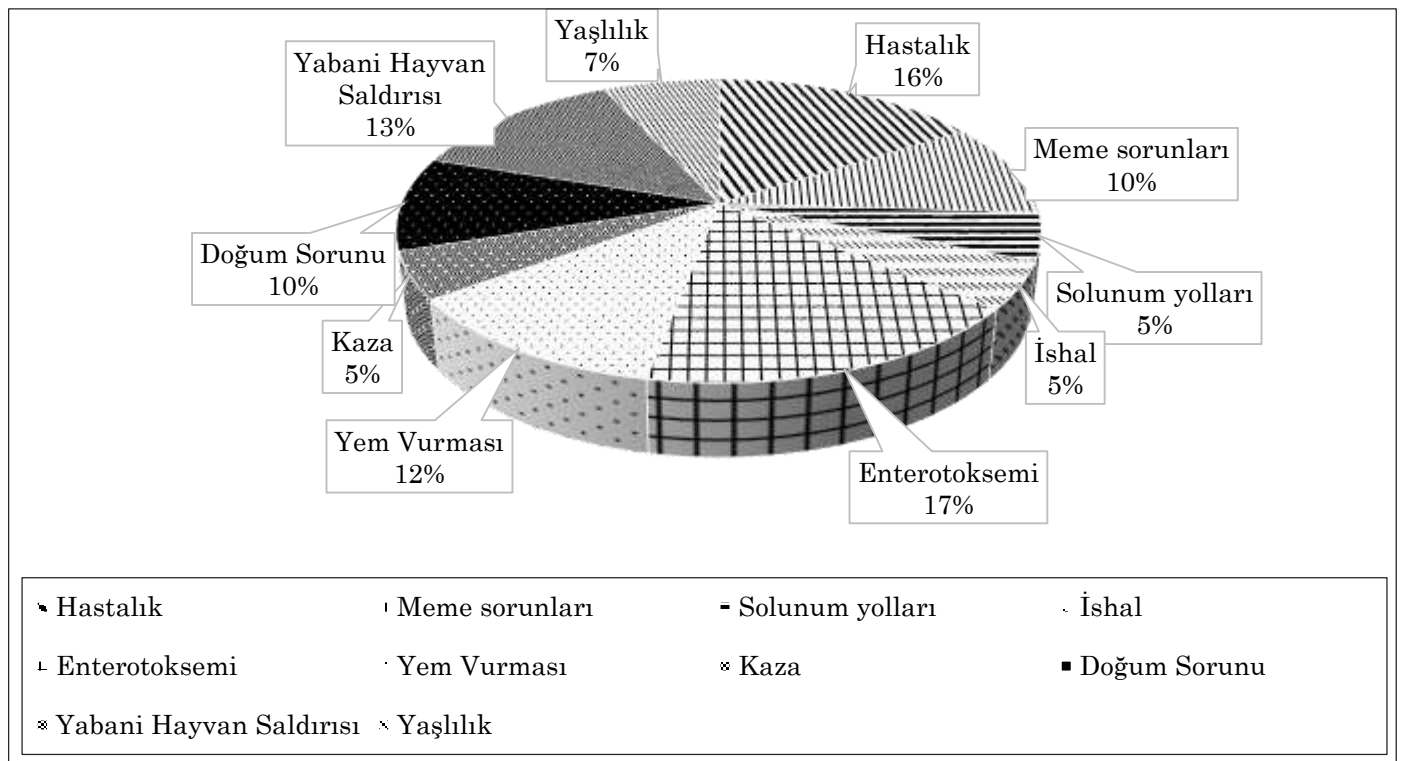
Table 2. The retention ratio (RET) of hoggets following first lambing at the age of first and second years, %

Doğum sırası <i>Parite</i>	Bir yaşında ilk doğumunu yapanlar <i>First-lambing in their one age</i>	İki yaşında ilk doğumunu yapanlar <i>First-lambing in their two age</i>	P
2	76	77	0.9670
Sakız	3	68	0.1234
4	60	-	-
2	79	73	0.1455
Tahirova	3	59	0.0125
4	58	-	-

Ayıklama Nedenleri

Sakız ve Tahirova işletmelerinde ergin mortalite (ölüm) nedenlerinin toplam mortalitedeki payları Şekil 2' de, ayıklama nedenlerinin toplam ayıklama nedenleri içerisindeki payları ise Şekil 3'de verilmiştir. Buna göre sürülerde mortalite sebeplerinin başında enterotoksemi ilk sırada, diğer

hastalıklar, yabani hayvan saldırısı, yem vurması (hayvanın kısa süre içerisinde yüksek miktarda karbonhidratça zengin yem tüketmesi), doğum sorunları, meme sorunları şeklinde sıralanırken, bunları yaşlılık, solunum yolları sorunları, ishal ve kazalar takip etmektedir.



Şekil 2. Koyunlarda mortaliteye etkili nedenlerin dağılımı, %

Figure 2. Distribution of the reasons affecting mortality in sheep, %

Yetiştiriciler arasında sürüye uyumlu davranış göstermeyen hayvanlar "zararlı, ziyanlı" olarak ifade edilmektedir. Çalışmada, zorunlu ayıklama nedenleri yaşlılık (%27), dış sorunları (%25) ve meme sorunları (%19) şeklinde sıralanırken, isteğe bağlı ayıklama nedenleri düşük döl verimi (%15), düşük süt verimi

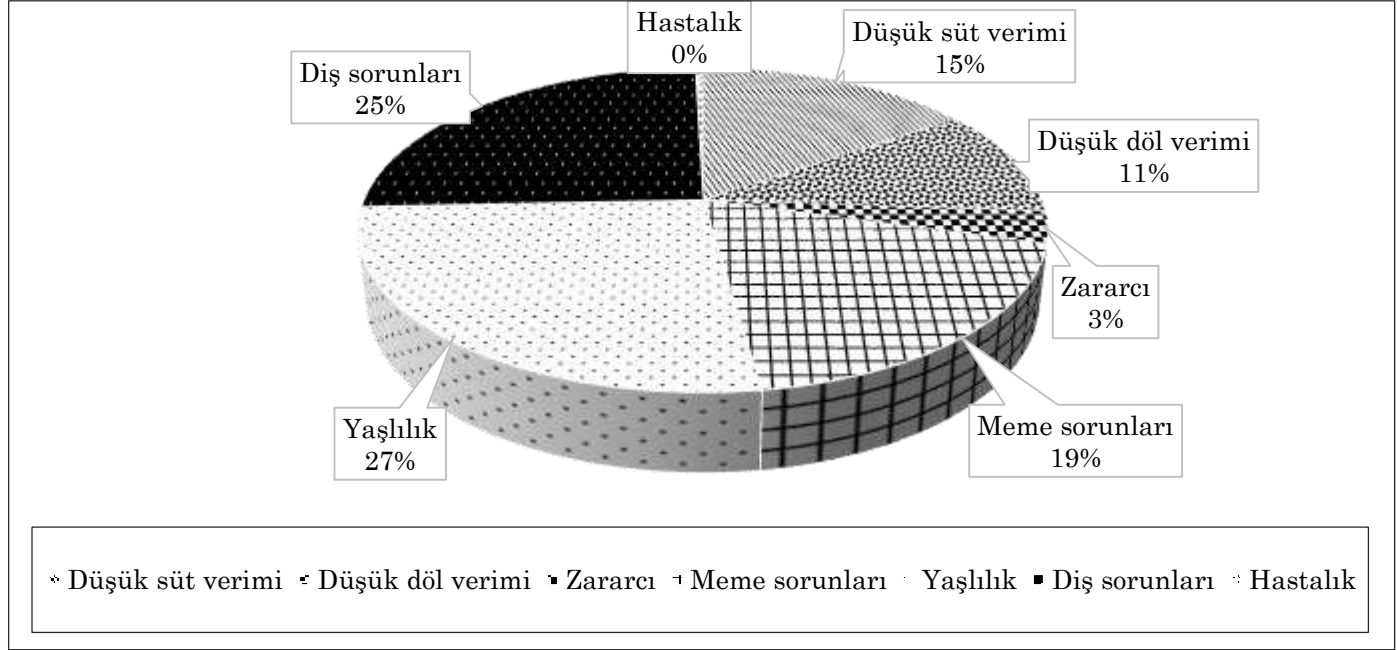
(%11) ve zararlı (%3) şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 3). Buna göre ayıklama nedenleri arasında %71'inin zorunlu, %29'unun ise isteğe bağlı ayıklama nedeni olduğu ifade edilebilir.

Çizelge 3'de istatistiksel olarak analiz edilebilecek veri yoğunluğu bulunan bazı ergin ölüm sebeplerinin

birbirleriyle karşılaştırması yapılmıştır. Bu bakımdan özellikle hastalıklar öne çıkmaktadır. Nitekim bir koyunun hastalık nedeniyle ölme olasılığı, yabani hayvan saldırısı sonucu ölme olasılığından 4.29 kat daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4'de istatistiksel olarak analiz edilebilecek veri yoğunluğu bulunan ergin koyun satış (ayıklama)

sebeplerinin birbirleriyle kıyaslanmasına ilişkin istatistiksel analizler özetlenmiştir. Süt verim düşüklüğü nedeniyle ayıklanma olasılığı, yaşlılık nedeniyle ayıklanma olasılığından %85, döl verim düşüklüğü nedeniyle ayıklanma olasılığından %92, meme sorunları nedeniyle ayıklanma olasılığından ise %77 daha düşüktür.



Şekil 3. Koyun sürülerinden ayıklamada etkili unsurların dağılımı, %

Figure 3. Distribution of factors in culling in sheep herds, %

Çizelge 3. İşletmelerde ergin koyun ölüm nedenlerine ait tahmin (b), standart hata (SH), güven aralıkları, odds oranları (Ψ) ($P<0.0001$)

Table 3. Estimate (b), standard error (SE), confidence intervals, odds ratios (Ψ) of the reasons of mature sheep mortality ($P<0.0001$)

Ölüm nedeni <i>Mortality reason</i>	b	SH	Güven aralıkları <i>Confidence intervals</i>		Ψ
	<i>b</i>	<i>SE</i>			Ψ
Yem Vurması (<i>Overeating</i>)	-0.08 ^a	0.40	-0.86	0.70	0.92
Doğum Sorunları (<i>Birth problems</i>)	-0.34 ^a	0.42	-1.16	0.47	0.71
Meme Sorunları (<i>Udder problems</i>)	-0.34 ^a	0.42	-1.16	0.47	0.71
Hastalık (<i>Disease</i>)	1.46 ^b	0.37	0.72	2.19	4.29
Yabani Hayvan Saldırısı (<i>Wild animal attacks</i>)	0.00 ^a	0.00	0.00	0.00	1.00

a-b: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P\leq 0.05$).

a-b: Values within a column with different superscripts differ significantly ($P\leq 0.05$).

Çizelge 4. İşletmelerde ergin koyun satış (ayıklama) nedenlerine ait tahmin (b), standart hata (SH), güven aralıkları, odds oranları (Ψ) ($P<0.0001$)

Table 4. Estimate (b), standard error (SE), confidence intervals, odds ratios (Ψ) of the reasons of mature sheep sales (culling) ($P<0.0001$)

Satış nedeni <i>Sales reason</i>	b	SH	Güven Aralıkları <i>Confidence intervals</i>		Ψ
	<i>b</i>	<i>SE</i>			Ψ
Süt Verimi (<i>Milk yield</i>)	-1.88 ^{ab}	0.43	-2.73	-1.03	0.15
Döl Verimi (<i>Offspring yield</i>)	-2.48 ^a	0.44	-3.35	-1.63	0.08
Meme Sorunları (<i>Udder problems</i>)	-1.46 ^b	0.44	-2.32	-0.61	0.23
Yaşlı (Diş Sorunları) (<i>Old age (Dental problems)</i>)	0.00 ^c	0.00	0.00	0.00	1.00

a-c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P\leq 0.05$).

a-c: Values within a column with different superscripts differ significantly ($P\leq 0.05$).



İlkinde doğurmuş bir koyunun sürüden çıkma veya ölüm nedenleri karşılaştırıldığında hastalıklar ön plana çıkmıştır (Çizelge 5). Buna göre ilk doğumunu yapmış bir koyunun herhangi bir hastalık sonucu satılma veya ölme olasılığı yabancı hayvan saldırısı sonucu telef olma olasılığından 8.28 kat daha yüksektir ($P \leq 0.05$). Yine ilk doğumunu yapmış bir koyunun süt verimi yetersizliği nedeniyle sürüden çıkarılma olasılığı, yabancı hayvan saldırısı sonucu

telef olma olasılığından 6.92 kat daha yüksektir. İlkinde kuzulmuş bir koyunun meme sorunları nedeniyle ayıklanma olasılığı, yabancı hayvan saldırısı sonucu telef olma olasılığından 2.41 kat daha yüksektir. Doğum sorunları sonucu ayıklanma olasılığı ile yabancı hayvan saldırısı sonucu telef olma olasılığı arasında ise istatistiksel bir farkın olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 5. İşletmelerde ilkinde kuzulayan koyunların sürüden çıkma nedenlerine ait tahmin (b), standart hata (SH), güven aralıkları, odds oranları (Ψ) ($P < 0.0001$)

Table 5. Estimate (b), standard error (SE), confidence intervals, odds ratios (Ψ) of the reasons for leaving the herd of the first lambing hoggets ($P < 0.0001$)

Sürüden Çıkarılma Nedeni	b	SH	Güven Aralıkları		Ψ
<i>Culling reasons of herds</i>	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>Confidence intervals</i>		<i>\Psi</i>
Süt Verimi (<i>Milk yield</i>)	1.93 ^a	0.42	1.11	2.76	6.92
Doğum Sorunları (<i>Birth problems</i>)	-0.58 ^b	0.55	-1.65	0.50	0.56
Meme Sorunları (<i>Udder problems</i>)	0.88 ^c	0.73	0.03	1.73	2.41
Hastalık (<i>Disease</i>)	2.11 ^a	0.42	1.29	2.94	8.28
Yabancı Hayvan Saldırısı (<i>Wild animal attacks</i>)	0.00 ^b	0.00	0.00	0.00	1.00

a-b: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0.05$).

a-b: Values within a column with different superscripts differ significantly at ($P \leq 0.05$).

Çizelge 6. İşletmelerde ırklara göre ergin koyun ölüm nedenine ait tahmin (b), standart hata (SH), güven aralıkları, odds oranları (Ψ) ve önem seviyeleri (P)

Table 6. Estimate (b), standard error (SE), confidence intervals, odds ratios (Ψ) of the reasons of mortality of mature sheep by genotypes (P)

Ölüm Nedeni	Sakız					
	b	SH	Güven Aralıkları		Ψ	P
<i>Mortality reason</i>	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>Confidence intervals</i>		<i>\Psi</i>	
Yem Vurması (<i>Overeating</i>)	-1.06	0.59	-2.21	0.09	0.35	0.0683
Doğum Sorunları (<i>Birth problems</i>)	-0.09	0.64	-1.33	1.16	0.91	0.8881
Meme Sorunları (<i>Udder problems</i>)	-0.49	0.62	-1.71	0.74	0.62	0.4399
Hastalık (<i>Disease</i>)	-0.08	0.51	-1.08	0.93	0.93	0.8804
Yabancı Hayvan Saldırısı (<i>Wild animal attacks</i>)	1.26	0.70	-0.10	2.63	3.54	0.0493

Tahirova ırkına ilişkin $b=0.00$ ve $\Psi=1.00$ 'dir.
 $b=0.00$ and $\Psi=1.00$ for Tahirova.

Çizelge 6'da çalışmaya konu ırklar, ergin mortalite nedenleri bakımından kıyaslanmıştır. Buna göre yem vurması nedeniyle ölme olasılığı Sakız işletmelerinde Tahirova işletmelerine göre %65 daha düşüktür ($P=0.0683$). Buna karşın yabancı hayvan saldırısı

sonucunda ölme olasılığı Sakız işletmelerinde Tahirova işletmelerine göre 3.54 kat daha yüksektir ($P=0.0493$). Diğer sebepler bakımından ölme olasılıklarının ırklara göre değişimi istatistiksel olarak önemli değildir.

Çizelge 7. İşletmelerde ırklara göre ergin koyun satış (ayıklama) nedenine ait tahmin (b), standart hata (SH), güven aralıkları, odds oranları (Ψ) ve önem seviyeleri (P)

Table 7. Estimate (b), standard error (SE), confidence intervals, odds ratios (Ψ) of the reasons of sales (culling) of mature sheep by genotypes (P)

Satış Nedeni	Sakız					
	b	SH	Güven Aralıkları		Ψ	P
<i>Sales reason</i>	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>Confidence intervals</i>		<i>\Psi</i>	
Süt Verimi (<i>Milk yield</i>)	-1.47	0.55	-2.54	-0.40	0.23	0.0051
Döl Verimi (<i>Offspring yield</i>)	-1.73	0.55	-2.82	-0.65	0.18	0.0012
Meme Sorunları (<i>Udder problems</i>)	-0.25	0.52	-1.26	0.77	0.78	0.6330
Yaşlı (Diş Sorunları) (<i>Old age (Dental problems)</i>)	-1.70	1.09	-3.84	0.44	0.18	0.0637

Tahirova ırkına ilişkin $b=0.00$ ve $\Psi=1.00$ 'dir.

$b=0.00$ and $\Psi=1.00$ for Tahirova.

Çizelge 7'de ergin damızlık koyun satışı nedenlerinin ırklar arasındaki olasılıkları kıyaslanmıştır. Buna göre süt verim düşüklüğü nedeniyle sürüden çıkarılma olasılığı Sakız işletmelerinde Tahirova işletmelerine göre %77 daha düşüktür ($P=0.0051$). Benzer şekilde döl veriminde bu değer %82'dir ($P=0.0012$). Meme sorunları nedeniyle sürüden ayıklanma olasılığı bakımından ırklar arasında bir fark yoktur ($P=0.6330$). Yaşlılık nedeniyle (çoğunlukla diş sorunları nedeniyle) yine Tahirova koyunlarının ayıklanma olasılığı daha yüksektir ($P=0.0637$).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çanakkale'de ağırlıklı ekstansif üretim sisteminde yürütülen Sakız koyunu işletmelerinde en düşük yıllık ortalama AO %6,5 olarak gerçekleşmiştir. Koyun işletmelerinde en düşük ergin ölüm oranı yıllık ortalama %2 kabul edilirse, %4.5 (%6.5 AO - %2 ölüm oranı) oranında bir sürü yenileme söz konusudur ki muhtemelen bu oran sadece yaşlanma nedeniyle sürüden çıkan koyunları kapsamaktadır. Buradan başka nedenlerle sürüden ayıklama yapılmadığı anlamı çıkmaktadır. Bu düşük oran elbette ekstrem bir durumdur. Nitekim verilerin elde edildiği projedeki doğan dişi kuzuların %20'sinin damızlık olarak ayrılması öngörülmüştür. Ancak bazı yıllar ve bazı işletmelerde yeterli niteliğe sahip dişi kuzu bulunmadığında istisna olarak %20'nin de altında damızlık dişi kuzu bırakılmış olabilir. Öte yandan bu durum büyük olasılıkla bazı işletmelerde anaç varlığında artışa neden olmuştur. Zorunlu haller dışında işletmeden hayvan çıkarılmaması ancak üretim maliyeti çok düşük sistemlerde mümkündür. Materyalde tanımlandığı şekliyle Çanakkale'de Sakız koyunu üretim sistemi çoğunlukla doğal kaynaklara dayalı bir sistemdir. Doğurmayan koyunlar ile dişi toklulara yem neredeyse hiç verilmemektedir.

Sakız işletmelerinde AO, yıllara göre %0 ile %56 arasında değişmiştir. Ortalama AO ise %17,6 olarak bulunmuştur. Bu ayıklama oranının düşük olduğunu ifade etmek gerekir (Rogers ve ark., 1988). Meraya dayalı üretim sisteminin verimsiz koyunları dahi maliyetsiz olarak besleyebilmesi nedeniyle düşük sayılabilecek bir AO tolere edilebilmektedir. Öte yandan Sakız yetiştiricilerinin neredeyse tamamen koyunculığa bağımlı olmaları ve işletmelerin nispeten küçük olması gelirlerinin büyük kısmını kuzu satışından elde etmeleri nedeniyle damızlık olarak az sayıda kuzu ayırabilmektedirler. Çiftlik hayvanlarında uzun bir verimli ömür işletme ekonomisi açısından olumlu olmakla birlikte genetik ilerleme olumsuz olarak etkilenir. Öte yandan genetik açıdan belli bir düzeye gelmiş olan bir ıslah programında sürü ömrünün artırılması hedefler

arasındadır.

Sakız işletmelerine benzer şekilde Tahirova işletmelerinde de 2014 yılından 2018'e doğru doğuran koyunların işletmeler temelinde doğrusal bir azalma görülmektedir. 2018 yılı itibarı ile 2014 yılında mevcut koyunların SKO %36 ile %3 arasında değişmektedir (Şekil 1). Bu değişimin en düşük olduğu işletmede, yıllık ortalama AO %19.16'dır. Bu işletmede ergin koyun ölüm oranı yıllık ortalama %2 kabul edildiğinde %17.4 oranında başka nedenlere bağlı bir ayıklama söz konusudur. Tahirova işletmelerinde de Sakız işletmelerinde olduğu gibi doğan dişi kuzuların %20'si proje gereği damızlık olarak ayrılmıştır. Ancak Sakız koyunu projesindeki kadar olmasa da yine bazı yıllar ve bazı işletmelerde yeterli niteliğe sahip dişi kuzu bulunmadığında istisna olarak daha az damızlık dişi kuzu bırakılmış olabilir. 2014 ile 2018 yılları arasında koyun değişiminin en yüksek olduğu işletmede, yıllık ortalama AO'nun %32.3 ile oldukça yüksek olduğunu ifade etmek gerekir. Tahirova işletmelerinde 2018 yılı sonu itibarı ile yıllık ortalama AO %20,6 olarak gerçekleşmiştir. AO'nun ilk yıl yüksek olmasının temel nedeni Halk Elinde Tahirova Islahı projesindeki ayıklama nedenlerinden dolayı proje hedeflerine uygun olmadığı düşünülen koyunların hızla elden çıkartılarak nispeten yüksek sayıda nitelikli damızlık dişi kuzunun sürülere katılmasıdır. Bu durumda kısa vadede ayıklama oranının %20'nin altında kalması, daha sonra da %20 civarında sabitlenmesi beklenir.

Sakız koyunları için VÖ 5.68 yıl Tahirova koyunları için ise 4.85 yıl olarak hesaplanmıştır. Konya ilinde küçükbaş hayvanların damızlıkta kullanma süresi 3-3.5 yıl olarak rapor edilmiştir (Direk ve ark., 2000). Dorset ve İran Lori-Bakhtiari koyunları için tahmin edilen sürü ömrü sırasıyla 4.4 yıl ve 4.87 yıldır (Brash ve ark., 1994; Vatankhah & Zamani, 2007). Kern ve ark. (2010) ise etçi tiplerde aynı değeri 5.18 yıl olarak hesaplamışlardır. El Saied ve ark. (2006) sık kuzulatma ile geleneksel kuzulatma sistemini karşılaştırdıkları çalışmalarında, sürü ömrünü 6,45 ve 5.66 yıl olarak bildirmişlerdir. Görüldüğü gibi bu çalışmaya konu Sakız ve Tahirova koyunlarının ortalama verimli ömürlerinin üzerine İKY değerlerini de koyduğumuzda sırasıyla 7.38 yıl (5.68 yıl VÖ + 619.6 gün İKY) ve 6,19 (4.85 yıl VÖ + 490.2 gün İKY) yıl değerlerini bulunur ki bunlar anılan kaynakların rapor ettikleri değerlerden oldukça yüksektir. Buna karşın Tekel (2013)'in Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaptığı bir çalışmada damızlıkta kullanma süresi (6,6 yıl) Sakız koyunlarının değerinden düşük ancak Tahirova koyunlarının değerinden daha yüksektir.

VÖ, ilk kuzulama yaşı ve iki kuzulama arası süre

özelliklerinden yararlanılarak Sakız koyunlarının ortalama 4.95 doğum gerçekleştirdikleri tahmin edilmiştir. Tahirova koyunları için bu değer ortalama 4.4'tür. Farklı kuzulatma sistemleri temelinde literatürde bu değer 3.9 ile 5.1 arasında değiştiği bildirilmiştir (El-Saied ve ark., 2006).

Yılda bir doğum yapan Sakız koyunları için kuzulama aralığı (KA) 368.4 gün, Tahirova koyunları için 377.0 gün olarak bulunmuştur. Aynı değer İvesi koyunları için 407.01 gün olarak rapor edilmiştir (Haile ve ark., 2019). Kasaplık kuzu üretimi amaçlı koyunculuk sistemlerinde sık kuzulatma uygulaması esastır. Bu anlamda örneğin Bülbül ve ark. (2014) sık kuzulatma sistemi uygulamasında ilk 3 doğum için kuzulama aralığını 249 gün olarak bildirmişlerdir. Tekelye ve ark. (1993) yine benzer bir sistemde kuzulama aralığını 262 gün olarak rapor etmişlerdir. Menz koyunlarında kuzulama aralığı 253 gün olarak bildirilmiştir (Mukasa-Mugerwa & Lahlou-Kassi, 1995). Casellas ve ark. (2019) Ripollesa koyunlarında kuzulama aralığını 3 yaşın altındaki hayvanlar için 330 gün ve daha düşük, 3 ile 7 yaşındaki hayvanlar için 201 ile 239 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Türkiye'de yapılan çalışmalar kuzulama aralığının 280 gün ile 305 gün arasında değiştiği şeklindedir (Batmaz, 1996; Batmaz & Başpınar, 1999; Başpınar ve ark., 1999). KA için literatür bildirişleri genellikle kuzu üretimi amaçlı ırklar için verilmiştir. Bu ırklarda birçok sistemde doğumlar daha sık olarak gerçekleşmektedir. Muhtemelen bu çalışmaya konu her iki ırkın da süt verim yönlü olması nedeniyle iki kuzulama arası süre literatürde rapor edilenlerden daha uzundur.

Mukasa-Mugerwa ve ark. (1991) İKY için 523 gün, Kern ve ark. (2010) ise 532 gün bildirmişlerdir. Wilson (1989) Afrika koyun ırklarında İKY'nin 431 ile 713 gün arasında değiştiğini rapor etmiştir. Sezenler ve ark. (2009) ilkine kızgınlık gösterme yaşını Bandırma-I için 317,73 gün, Bandırma-II genotipinde bu 321.30 gün olarak rapor etmiştir. Yine Sezenler ve ark. (2014) Sakız koyunları için ilk kızgınlık gösterme yaşını 322.75 gün olarak bulmuşlardır. Kaymakçı (1984) bu değeri İvesi için 304.5 gün, Menemen Kıvırcığı için 301.2 gün, Tahirova için 289.8 gün, Sakız için 217 gün, Dağlıç için 225.5 gün olarak bildirmiştir. Batı Afrika çüce koyununda ilk damızlıkta kullanma yaşı (İDKY) 286.2 gün iken (Gonzales ve ark., 1980), Karagül koyununda 116 gün olarak bildirilmiştir (Boshoff, 1984).

Bu çalışmada Sakız koyunları için belirlenen İKY ortalamasından (619,6 gün) ortalama gebelik süresinin (150 gün) çıkartılmasıyla tahmin edilen İDKY 469.6 gündür. Aynı değer Tahirova koyunları için 340,2 gündür. Gerek İKY gerekse İDKY bakımından yapılacak bir karşılaştırmada, özellikle Sakız işletmelerinde literatür değerlerinden daha yüksek değerler belirlendiği görülmektedir. Her ne

kadar Tahirova koyunlarının söz konusu değerleri daha düşükse de yine birçok çalışmada rapor edilen değerlerden daha yüksektir. Özellikle Kaymakçı (1984) tarafından Tahirova için bildirilen ilk kızgınlık görülme yaşına ilişkin değer oldukça düşüktür. Ancak bu çalışmada söz konusu özelliğin tespit edilmediği, öte yandan Kaymakçı (1984) tarafından rapor edilen değerlerin halk elindeki değil, kamu çiftliğinde yetiştirilen hayvanlardan elde edildiği göz önünde bulundurulmalıdır. Nitekim Direk ve ark. (2000) Konya ilinde koyunculuk işletmelerinde damızlıkta ilk kullanma yaşını 510 ile 600 gün arasında bulurken, Güney Anadolu Bölgesinde saha koşullarında yaptığı çalışmada Tekel (2013) bu değeri 549 gün olarak bildirmektedir. Sakız koyunlarında İDKY bakım besleme koşullarını iyileştirerek öne çekmek mümkün olsa da bu çalışmaya konu verilerin elde edildiği üretim sistemi tamamen meraya dayalı olması, dolayısıyla ekonomik öneminin göze çarpmaması nedeniyle önemsenmediği söylenebilir.

Bu çalışmaya göre bir koyunun sürüde kalması bakımından ilk doğurduğu yaş oldukça belirleyicidir (Çizelge 2). Buna göre Sakız işletmelerinde damızlık olarak ayrılan dişi tokluların %23.5'i, Tahirova işletmelerinde ise %24'ü ikinci doğumlarını yapmadan sürü dışı kalmaktadırlar. Borg ve ark. (2009) 2 ve 3 yaşlı koyunların %20'sinin ayıklandığını bildirmişlerdir. Kern ve ark. (2010) bir koyunun sürüden ayıklanma riskine ilişkin varyasyonda en büyük payın doğum sırasına ait olduğunu ve ilk doğumunu yapanlarda söz konusu riskin diğer doğum sıralarına göre oldukça yüksek olduğunu göstermişlerdir. Benzer şekilde Abdelqader ve ark. (2012) da İvesi ve Najdi ırklarında ilk doğumunu yapanların ayıklanma riskinin diğer doğum sıralarına göre yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

İlk doğumun ilk yaşında yapanlar ile ikinci yaşında yapanların bir sonraki doğumda sürüde kalma oranları Sakız ve Tahirova koyunlarında benzerdir. Ancak bir yaşında ilk doğumlarını yapan Tahirova toklularının üçüncü doğumda sürüde kalma oranlarının ikinci yaşında ilk doğumunu yapan hayvanlara göre önemli derece yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 2). İrklara ilişkin ortalama İKY değerlerinden Tahirova genotipinde ilk yaşında doğum yapanların oranının Sakıza göre daha yüksek olduğu tahmin edilebilir. Muhtemelen Tahirova genotipinde ilk doğumunu ikinci yaşında yapan hayvanlar nispeten daha sağlıklı gelişenlerdir. Bu bakımdan bu hayvanların ayıklanma olasılıkları da daha yüksek olabilir. Ancak öte yandan üçüncü doğumlardaki sürüde kalma oranları istatistiksel olarak önemsiz de olsa Sakızda da benzer bir durum olmadığını söylemek mümkün değildir.

Şekil 2'den de görülebileceği gibi, hayvan kayıplarına ilişkin nedenler içerisinde en büyük pay enterotoksemiye aittir. Türkiye koyunculugunda

yaygın enterotoksemiye bağlı ölümler bu çalışmada da en yüksek paya sahiptir (Karakuş & Akkol, 2013; Ayvazoglu Demir ve ark., 2015; Gül ve Örnek, 2018). Hayvan kayıpları konusunda özellikle yabani hayvan saldırısının oranının yüksekliği dikkat çekicidir. Türkiye’de küçükbaş hayvancılıkta zarar yapan yabani hayvanlara ilişkin bilinen tek bir çalışma bulunmaktadır (Kalaylı ve ark., 2015). Çanakkale iline yönelik yapılan söz konusu çalışmanın bulguları konunun ciddiyetini ortaya koyar niteliktedir.

Şekil 3’e bakıldığında ayıklama nedenlerinin %71’inin zorunlu, %29’unun ise isteğe bağlı olduğu ifade edilebilir. Zorunlu ayıklama nedenlerinin azaltılması sürü ömrünün uzamasını sağlayacaktır (Dekkers, 1993; Jairath ve ark., 1994; Boettcher ve ark., 1997). Vatankhah ve Zamani (2007) tarafından sunulan bir çalışmada, koyunlarda sürüden ayıklamanın %49.80 oranında hastalık, %27.71 oranında yaşlılık ve %22.49 oranında verim düşüklüğünden kaynaklandığı rapor edilmiştir. Buna karşın Annet ve ark. (2011) ayıklama nedenlerini %40.8 üreme sorunları, %22.7 meme sorunları, %18.8 diş sorunları, %6.9 prolapsus, %4.0 kötü kondisyon, %3.3 ayak-bacak sorunları, %2.9 abort, %0.4 analık kabiliyetinin yetersizliği olarak sıralamışlardır. McLaren ve ark. (2020) Norveç’te ayıklama nedenlerini büyükten küçüğe mastitis, meme sorunları, yaş ve kısırılık olarak sıralarken, İrlanda’da bu sıralamanın yaşlılık, nedeni bilinmeyen ölüm, zorunlu kesim, mastitis, kötü kondisyon, meme problemleri şeklinde olduğunu; Birleşik Krallıkta ise aynı sıralamanın diş sorunları, yaşlılık, kötü kondisyon ve üreme sorunları şeklinde olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmada hayvan kayıplarına ilişkin nedenlerin (zorunlu ayıklama) birbirleriyle istatistiksel olarak karşılaştırılmasından yalnızca hastalık sebebiyle kaybın diğer nedenlere göre anlamlı derecede yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3 ve 5).

Genel anlamda bu çalışmada ele alınan koyunculuk işletmelerinde ağırlıklı yaşlılık nedeniyle hayvanların elden çıkartıldığı görülmektedir (Çizelge 4). Çalışmaya konu işletmeler nispeten girdi düşük işletmeler oldukları için muhtemelen performansları düşük de olsa koyunları sürülerinde tutabilmektedirler. Öte yandan büyük olasılıkla işletmelerde kayıt sisteminin de olmaması performans takibini zorlaştırmaktadır. Diğer birçok çalışmada da olduğu gibi, meme sorunları ayıklama nedenleri içerisinde yaşlılıktan sonra en önemli nedenlerden birisidir (Annet ve ark., 2011; McLaren ve ark., 2020).

Ayıklanma riskinin yüksek olduğu ilk kuzulama sonrası ayıklanma nedenleri irdelendiğinde, hastalıklar ve yetersiz süt verimi nedeniyle sürüden çıkarılma öne çıkarken bunları meme sorunları izlemektedir (Çizelge 5). İlk kuzulama sonrası ayıklama nedenlerini irdeleyen bir çalışmaya

ulaşılammıştır. Genç hayvanların hastalanma risklerinin yaşlı hayvanlara göre görece daha yüksek olduğu bilinmektedir. Hayvanların süt verim düzeylerine ilişkin ilk bilgiye ancak ilk doğumlarından sonra ulaşılabilir. Muhtemelen süt verimi yetersiz olanlar anlaşıldıktan sonra elden çıkartılmaktadırlar.

Sakız işletmelerinde yabani hayvan saldırısı sonucu hayvan kaybı olasılığı Tahirova işletmelerine göre 3.54 kat daha yüksektir (Çizelge 6). Buna karşın, her ne kadar istatistiksel açıdan önemli olmasa da (P=0.0683) yem vurması sonucu hayvan kaybı olasılığı da Sakız işletmelerinde Tahirova işletmelerinde göre daha düşüktür. Yabani hayvan saldırısı sonucu hayvan kaybı olasılığının Sakız işletmelerinde daha yüksek olması tamamen üretim sistemi ile ilişkilidir. Zira Sakız yetiştiriciliğinin yapıldığı yöre bitkisel üretim açısından uygun olmadığı için arazilerde koyunlar neredeyse yıl boyu dışarıda kalmaktadır (Karadaş ve ark., 2014). Yanı sıra bu sürülerde çoban köpeği de kullanılmamaktadır (Kalaylı ve ark., 2015).

Satış nedeniyle sürüden çıkartılma nedenlerinden olan düşük süt ve döl verimi nedeniyle ayıklanma olasılığının, Sakız koyununda Tahirova koyununa göre sırasıyla %77 ve %82 daha düşük olduğu gözlenmiştir (Çizelge 7). Bu çalışmaya konu iki işletme tipinde Sakız işletmelerinin girdi düşük, meraya daha fazla bağlı olduğundan (Karadaş ve ark., 2014) muhtemelen süt ve döl verimleri öncelikli ayıklama nedeni değildir. Diğer yandan Tahirova işletmeleri için maliyetin daha önemli bir unsur olmasından kaynaklı olarak bu işletmelerde bireysel koyun verimleri öne çıkmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma sonucunda, “Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islahı Ülkesel Projesi” kapsamında Çanakkale ilinde yürütülen Sakız ve Tahirova projelerinin verilerinden ve söz konusu projede takip edilen işletmelerde yapılan anketten yararlanılarak yürütülen bu çalışma konusu itibarıyla Sakız işletmelerinin AO düşük, VÖ ve DS değerlerinin Tahirova işletmelerinden yüksek olduğu gözlenmiştir. Sakız işletmelerindeki belirgin düşük AO dikkat çekicidir ve ancak üretim maliyetlerinin çok düşük olduğu üretim sistemlerinde bu durumun normal olduğu söylenebilir. Tahirova koyunlarının ilk kuzulama yaşlarının Sakız koyunlarına göre daha düşük olmasına karşın, kuzulama aralıklarına ilişkin değerlerin benzer olmasından kaynaklı olarak VÖ ve DS arasındaki ilişki Tahirova koyunlarında daha yakın olmuştur.

İlk doğumunu bir yaşında ve iki yaşında yapan koyunların özellikle üçüncü doğumda sürüde kalma oranları bakımından farklılık Tahirova işletmelerinde daha belirgin olmak üzere ilk yaşında doğuranlar

lehinedir.

Ayıklanma nedenleri bakımından literatür bildirişlerinden farklı olarak enfeksiyöz hastalıkların başta gelen neden olduğu belirlenmiştir. Ancak ayıklanma nedenlerindeki sıralamanın literatürde de değişebildiği dikkate alınmalıdır. Muhtemelen bu durum üretim sistemleri ile ilişkilidir. Ayrıca literatür bildirişlerinde rastlanmamış olan yabancı hayvan saldırısı sonucu hayvan kaybı çalışmada dikkat çeken noktayı oluşturmuştur.

TEŞEKKÜR

Yazarlar çalışmaya “Çanakkale İli Halk Elinde Sakız Koyun Irkı ve Tahirova Koyun Irkı Islahı Ülkesel Projesi” kapsamında destek veren T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) ve Çanakkale İli Damızlık Koyun-Keçi Yetiştiriciler Birliğine teşekkür ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Abdelqader, A., A.I. Yacoub, A., & Gauly, M. (2012). Factors influencing productive longevity of Awassi and Najdi ewes in intensive production systems at arid regions. *Small Rumin. Res.* 104, 37-44.
- Allaire, F.R., & Gibson, J.P. (1992). Genetic Value of Herd Life Adjusted for Milk Production. *J. Dairy Sci.* 75, 1349-1356.
- Annett, R.W., Carson, A.F., Dawson, L.E.R., Irwin, D., Gordon, A.W., & Kilpatrick, D.J. (2011). Comparison of the longevity and lifetime performance of Scottish Blackface ewes and their crosses within hill sheep flocks. *Animal* 5 (3), 347-355.
- Ayağ, B.S. (2014). *Çanakkale İli Geleneksel Süt Koyuncululuğu İşletmelerinin Yapısal Özellikleri (379600)*. [Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ayvazoglu Demir, P., Adıgüzel, Işık, S., Aydın, E., Yazıcı, K., & Ayvazoğlu, C. (2015). Socio-economic importance of sheep breeding farms in Ardahan Province. *Van Veterinary Journal* 26 (3), 141-146.
- Başpınar, H., Akmaz, A., Batmaz, E.S., & Kadak, R. (1999). Konya Merinosu Koyunlarında Kuzulama Aralığının Kısaltılması. *Hay. Araş. Derg.* 9, 13-17.
- Batmaz, E.S. (1996). Karacabey Merinosu Koyunlarda İki Yılda Üç Kuzulama Sisteminin

Uygulanabilirliği üzerine Bir Çalışma. *Hay. Araş. Derg.* 6, 51-56.

- Batmaz E.S., & Başpınar H., (1999). Karacabey Merinosu Koyunların Yarı-Entansif Koşullarda Kuzulama Aralığının Kısaltılması üzerine Bir Çalışma. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 23, 665-672.
- Beaudeau, F., Seegers, H., Ducrocq, V., & Fourichon, C. (2003). Effect of Health Disorders on Culling in Dairy Cows: A Review and Critical Discussion. www.interbul.Slu.Se/Bulletin21/BeaudAbs.Pdf.
- Boettcher, P.J., Jairath, L.K., Koots, K.R., & Dekkers, J.C.M. (1997). Effect of Interactions between Type and Milk Production on Survival Traits of Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 80, 2984-2995.
- Borg, R.C., Notter, D.R., & Kott, R.W. (2009). Genetic analysis of ewe stayability and its association with lamb growth and adult production. *Journal of Animal Science* 87(11), 3515-3524.
- Boshoff, D.A. (1984). Reproduction of Karakul Sheep. *Yearbook of Karakul Breeders Society of Southern Africa*. Ed. 26: 27-45.
- Brash, L.D., Fogarty, N.M., Gilmour, A.R. (1994). Reproductive Performance and Genetic Parameters for Australian Dorset Sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 45, 427-441.
- Bülbül, B., Kırbaş, M., Aktaş, H.A., Köse, M., Ataman, B.M., Çoyan, K., Kan, M., Halıcı, İ., Gök, B., & Akbulut, K.N. (2014). Anadolu Merinoslarında Sık Kuzulama Olanaklarının Araştırılması. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 20 (1), 19-26.
- Casellas, J.S., Id-Lahoucine, S., & Martín de Hijas-Villalba, M. (2019). Analysis of Lambing Distribution in the Ripollesa Sheep Breed. II. Environmental and Genetic Sources of Variation. *Animal*, page 1 of 6 © The Animal Consortium.
- Dekkers, J.C.M. (1993). Theoretical Basis for Genetic Parameters of Herd Life and Effects on Response to Selection. *J. Dairy Sci.* 76, 1433-1443.
- Dekkers, J.C.M., Jairath, L.K., & Laurance, B.H. (1994). Relationships between Sire Genetic Evaluation for Conformation and Functional Herd Life of Daughters. *J. Dairy Sci.* 77, 844-854.
- Direk, M., Öztürk, A., & Boztepe, S. (2000). Konya İlindeki Koyunculuk İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. *Selçuk Üniversitesi Zir. Fak. Derg.* 14(21), 49-58.
- El-Saied, U.M., Fuente, L.F., & San Primitivo, F. (2006). Lifetime Traits Comparison between Annual and Accelerated Lambing Systems for Dairy Ewes. *Livestock Science* 101, 180-190.
- Faust, M. (2003). Capitalizing On Dairy Cow Herd Life. http://www.Inform.Umd.Edu/Edres/Topic/AgrEnv/Ndd/Genetics/Capitalizing_On_Dairy_Cow_Herd.Html. 1-7.
- Garcia, A. (2001). Cow Longevity. <http://www.Abs.Sdstate.Edu/Abs/Agnews.Htm>.
- Gonzales, S.C., Goycochea, L.J., & Perozo, G.F.

- (1980). Reproductive Performance of West African Sheep in a Tropical Zone. 9th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, 16th-20th June 1980. III. Symposia (free communications), 51.
- Gül, S., & Örnek, H. (2018). Gaziantep İlinde Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinin Yapısal Özellikleri I. Koyun Yetiştiriciliği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23 (2), 306-314.
- Haile, A., Hilali, M., Hassen, H., Lobo, R.N.B., & Rischkowsky, B. (2019). Estimates of Genetic Parameters and Genetic Trends for Growth, Reproduction, Milk Production and Milk Composition Traits of Awassi Sheep. *Animal* 13, 2, 240-247.
- Jairath, L.K., Hayes, J.F., & Cue, R.I. (1994). Multitrait Restricted Maximum Likelihood Estiamates of Genetic And Phenotypic Parameters of Lifetime Performance Traits for Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 77, 303-312.
- Jurado, J.J., & Jiménez, M.A. (2013). Relationship between productive life and age at first lambing in milk and meat sheep. XV Jornadas sobre Producción Animal, Zaragoza 14 y 15 de mayo de 2013, 454-456. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133264012>
- Kalaylı, Ö., Yetiştii, O., & Savaş, T. (2015). Çanakkale’de Memeli Koyun ve Keçi Zararlılarına İlişkin Bir Araştırma. 9. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 3-5 Eylül, Konya.
- Karadaş, B., Göktürk, & S., Savaş, T. (2014). Çanakkale ilinde tahirova ve sakız genotiplerini kullanan işletmelerin üretim sistemlerinin karşılaştırılması. Uluslararası Katılımlı Küçükbaş Hayvancılık Kongresi, 16-18 Ekim, Konya.
- Karakuş, F., & Akkol, S. (2013). Van ili küçükbaş hayvancılık işletmelerinin mevcut durumu ve verimliliği etkileyen sorunların tespiti üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 18(1-2), 9-16.
- Kaygısız, A., Yılmaz, İ., & Koşum, S. (2017). Şanlıurfa ilinde Siyah Alaca ırkı sığırların yetiştirici şartlarında bazı adaptasyon özellikleri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 20(2), 133-136. <https://doi.org/10.18016/ksujns.52295>.
- Kaymakçı, M. (1984). Kimi Yerli Koyun Irklarında Temel Dölerme Özelliklerinin Değişimi Üzerinde Araştırmalar. *Çayır-Mer’a ve Zootekni Araştırma Enstitüsü Yayın No: 92*.
- Kern, G., Kemper, N., Traulsen, I., Henze, C., Krieter, J., & Stamer, E. (2010). Analysis of Different Effects on Longevity in Four Sheep Breeds of Northern Germany. *Small Rumin. Res.* 90, 71-74.
- Kumlu, S., & Akman, N. (1999). Türkiye Damızlık Siyah Alaca Sürülerinde Süt ve Döl Verimi. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 39(1), 1-15.
- McLaren, A., McHugh, N., Lambe, N.R., Pabiou, T., Wall, E., & Boman, I.A. (2020). Factors affecting ewe longevity on sheep farms in three European countries. *Small Rumin. Res.* 189, 106145.
- Mukasa-Mugerwa, E., & Lahlou-Kassi, A. (1995). Reproductive Performance and Productivity of Menz Sheep in the Ethiopian Highlands. *Small Rumin Res.* 17, 167-177.
- Pe’rez-Cabal, M.A., & Alenda, R. (2003). Lifetime Profit as an Individual Trait and Prediction of its Breeding Values in Spanish Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 86, 4115–4122.
- Rogers, G.W., van Arendonk, J.A.M., & McDaniel, B.T. (1988). Influence of involuntary culling on optimum culling rates and annualized net revenues. *J. Dairy Sci.* 71, 3463-3469.
- SAS, (2002). Statistical Analysis System SAS/STAT Software Version 9.0. SAS Institute, Cary, NC.
- Sezenler, T., Ceyhan, A., Yaman, Y., Küçükkebabçı, M., & Yüksel, M.A. (2009). Bandırma-I ve Bandırma-II Melez Kuzuların İlk Yaş Üreme ve Büyüme Özellikleri. *Tekirdağ Zir. Fak. Derg.* 6(3), 265- 272.
- Sezenler, T., Köycü, E., Yaman, Y., Ceyhan, A., Küçükkebabçı, M., & Yüksel, M.A. (2014). Reproductive and growth characteristics during the first age of Kıvırcık, Sakız and Gökçeada indigenous sheep breeds. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology* 2(3), 106-111.
- Snowder, G.D. (2002). Composite Trait Selection for Improving Lamb Production. *Sheep Goat Res.* 17, 42–49.
- Süß, R., Siersleben, K., Rösler, H.-J., & Dörin, L., (2004). Analysis of The Economic Situation of Sheep Farms in Saxony-Anhalt. *Archiv für Tierzucht* 47, 135-141 (Special Issue).
- Tekel, N. (2013). Türkiye Gap bölgesi koyun yetiştiriciliğinin bazı yapısal ve teknik özellikleri. *Tekirdağ Zir. Fak. Derg.* 10(3).
- Tekelye, B., Bruns, E., Kasali, O.B., & Mutiga, E.R. (1993). The Effects of Endoparasites on the Reproductive Performance of Onfarm Sheep in the Ethiopian Highlands. *Indian J. Anim. Sci.* 63, 8-12.
- Thomson, B.C., Smith, N.B., & Muir, P.D. (2021). Effect of birth rank and age at first lambing on lifetime performance and ewe efficiency. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 64 (4), 529-539.
- Vatankhah, M., & Zamani, F. (2007). Phenotypic and genetic characteristics of longevity in Lori-Bakhtiari sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry* 23(5-6), 323-329.
- Wilson, R.T. (1989). Reproductive performance of African Indige-Nous small ruminants under various management systems: A review. *Anim. Reprod. Sci.* 20, 265-286.



Kilis Keçilerinde Süt Verimi ve Meme Sarkıklığı Arasındaki İlişkiler

Sinan BAŞ¹, Abdullah KUTLAR², Adile TATLIYER TUNAZ³

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Ordu, ²Kilis Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Kilis, ³Kahtamanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0001-9617-0298>, ²<https://orcid.org/0000-0002-7050-3012>, ³<https://orcid.org/0000-0002-4239-7072>

✉: sinanbas@odu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma; Kilis keçilerinin süt verimi ile meme sarkıklığı arasında herhangi bir ilişki olup olmadığının belirlenmesi için yapılmıştır. Çalışma, Kilis'in Polateli ilçesinde bir işletmede yetiştirilen 73 baş Kilis keçisi üzerinde yürütülmüştür. Bu amaçla keçilerden Meme Üst Yüksekliği (MÜY), Sarnıç Derinliği (SD), Meme Derinliği (MD), Meme Başları Arası Mesafe (MBAM), Meme Alt Yüksekliği (MAY) ve Meme Başı Yüksekliği (MBY) gibi bazı meme ölçüleri alınmış ve keçilerin bir günlük süt verimleri (GSV) tespit edilmiştir. Bu meme ölçülerine ait en küçük kareler ortalamaları sırasıyla; 47.66±0.36 cm, 21.35±0.58 cm, 15.53±0.47 cm, 21.59±0.57 cm, 26.31±0.59 cm ve 23.67±0.60 cm olarak belirlenmiştir. GSV ise 687.09±32.37 g olarak hesaplanmıştır. Keçinin yaşı bu özelliklerden sadece MÜY üzerine etkiliyken, doğum tipinin ise MÜY ve MD özelliklerini etkilediği belirlenmiştir (P<0.05). Meme ölçüleri ve bunların günlük süt verimi ile ilişkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan korelasyon analizi neticesinde GSV ile SD ve MD arasında pozitif yönlü, GSV ile MAY ve MBY arasında ise negatif yönlü, orta kuvvette ve önemli düzeyde korelasyonlar tespit edilmiştir. GSV ile SD ve MD arasındaki regresyon katsayıları sırasıyla 32.79±5.63 ve 40.31±6.69; GSV ile MAY ve MBY arasındaki regresyon katsayıları ise sırasıyla -24.56±6.36 ve -25.91±6.14 olarak hesaplanmıştır. MD ve SD çok az olan hayvanları düşük verimli, MAY ve MBY az olan hayvanların ise çok yüksek verimli olduğu görülmüştür. Bu yüzden, memesi yere yakın olan hayvanların ayıklanması süt verimini azaltabileceğinden dikkatli olunmalıdır.

Zootečni

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 27/07/2022

Kabul Tarihi : 06/10/2022

Anahtar

Kilis keçisi
Meme özellikleri
Meme sarkıklığı
Süt verimi
Fenotipik ilişkiler

The Relationships Between Udder Sagging and Milk Productivity in Kilis Goats

ABSTRACT

This study was carried out in order to determine whether there was any relationship between udder sagging and milk yield of Kilis goats, which were raised by farmers in the Polateli district of Kilis. For this purpose, of the 73 Kilis goats udder upper height (UUH), udder length up to the teat (ULT), udder cistern depth (UCD), udder depth (UD), distance between teats (DBT), udder bottom height (UBH), and teat height (TH), daily milk yields (DMY) of determined goats were determined. The mean squares of these udder measurements were determined as 47.66±0.36 cm, 23.99±0.36 cm, 21.35±0.58 cm, 15.53±0.47 cm, 21.59±0.57 cm, 26.31±0.59 cm and 23.67±0.60 cm, respectively. The daily milk yield was calculated as 687.09±32.37 g. It was determined that the age of the goat was effective only on UUH, while the type of birth affected both UUH and UD features. A correlation analysis was performed to determine the relationship between udder measurements and daily milk yield. It was found to have positive, moderately strong, and significant correlations between DMY and UCD and UD, but it was found to have negative correlations between DMY and UBH and TH. The regression coefficients between DMY and UCD and UD were 32.79±5.63 and 40.31±6.69, respectively; the regression coefficients between DMY and UBH and TH were -24.56±6.36 and -25.91±6.14, respectively. It seemed that the goats with very low UD and UCD had very low milk

Animal Science

Research Article

Article History

Received : 27/07/2022

Accepted : 06/10/2022

Keywords

Kilis goat
Udder traits
Udder sagging
Milk yield
Phenotypic correlations

yields, while the goats with low UBH and TH had more milk yields. Therefore, caution should be exercised as the culling of goats whose udders is near the ground may decrease milk yield.

- Atıf Şekli:** Baş, S., & Kutlar, A., & Tathyer Tunaz, A., (2023) Kilis Keçilerinde Süt Verimi ve Meme Sarkıklığı Arasındaki İlişkiler . *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26* (3), 692-701. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.1139351>
- To Cite :** Bas, S., & Kutlar, A., & Tatliyer Tunaz, A., (2023). The Relationships Between Udder Sagging and Milk Productivity in Kilis Goats. *KSU J. Agric Nat 26*(3), 692-701. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.1139351>

GİRİŞ

Keçi yetiştiriciliğinde günümüzde düşük gelire sahip ülkeler ile beraber orta ve yüksek gelir düzeyine sahip ülkelerde elde edilen başarılarla bağlı olarak son dönemlerde önemli gelişmeler yaşandığı görülmektedir. Türkiye’de keçi sayısı 2009 yılına kadarki süreçte ciddi boyutlarda bir azalma göstermiş olup, keçi varlığı 2009 yılında 5 milyon başa kadar gerilemiş ve 2021 yılında 12.341 milyon baş düzeyine ulaşmıştır (TUİK, 2021). Keçi mevcudunun yaklaşık %98’ini Türkiye’nin bütün bölgelerinde yetişen Kıl keçileri oluşturmaktadır. Türkiye’de Kıl ve Tiftik keçisinin yanı sıra sayıları daha az olmakla beraber çoğunlukla Batı Anadolu kıyı şeridinde Malta ve melezleri ile, Kilis ve çevresinde Kilis keçisi melezlerinin yetiştiriciliği yapılmaktadır (Kaymakçı ve Dellal, 2006). Türkiye’de keçi yetiştiriciliği ya tarım işletmeleri içerisinde diğer hayvanlarla birlikte veya köy sürüleri, yaylacılık ya da göçer hayvancılık sürüleri şeklinde sürdürülmektedir. Son dönemlerde özellikle Batı Anadolu’da peynir üretimi yapan veya peynir üreten mandıralara süt sağlayan entansif işletmeler de faaliyet göstermektedir (Kaymakçı & Taşkın, 2006; Kaymakçı & Engindeniz, 2010). Kırsal kesimde çoğunlukla aile içi tüketimine yönelik üretilen keçi sütü; peynir, tereyağı ve yoğurt gibi keçi sütü ürünlerinin tüketicilerin sağlık açısından uygun gıdalar tercih etmeye başlamalarıyla birlikte aroma, lezzet ve kalitesi ile kentsel alanda da her geçen gün önemini daha da artırmış ve marketlerde de satılmaya başlanmıştır (Engindeniz & Uçar, 2014).

Süt tipi keçi yetiştiriciliğinde hayvanın meme sağlığı oldukça önemlidir. Meme hastalıkları, sağmal hayvanlarda süt veriminin düşmesinin yanı sıra süt kalitesini de önemli düzeyde azaltmaktadır. Kilis keçilerinin meme yapısı incelendiğinde, memelerin sarkık ve buna bağlı olarak hijyenik olmayan ağıl ve arazi koşullarında yere yakın olması meme hastalıkları yönünden bir risk faktörü olarak ortaya çıkmaktadır. Meme formu ve bazı meme ölçülerinin tespit edilmesi özellikle sığır yetiştiriciliğinde de pek çok araştırmaya konu olmuş ve süt verimi ile bu özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bununla beraber süt hayvanı olarak değerlendirilebilecek keçiler üzerinde meme formu, dokusal yapı ve süt verimi özellikleriyle olan ilişkiler üzerine sınırlı sayıda araştırma söz konusudur (Kızılay, 1983; Mavrogenis ve ark., 1989; Peris ve ark., 1999; Kor ve

ark., 2003; Atay ve ark., 2011). Süt hayvanı yetiştiriciliğinde meme hastalıklarının başında gelen mastitisin (Lewter ve ark., 1984, Kıran & Koluman, 2018) keçilerde ineklere göre daha şiddetli seyrettiği ve hayvanın genel durumunun da bozulduğu bildirilmektedir (Abu-Samra ve ark., 1988, Doğruer ve ark., 2010). Bu hastalığa çeşitli bakteriyel etkenler neden olsa da hastalığın oluşumunda hazırlayıcı faktörlerin etkisi büyüktür. Bunların başlıcaları; düzenli ve iyi bir sağımın yapılamaması, hijyenik olmayan çevre, pis ahırlar, memelerin sarkık, gevşek ve meme başlarının çok iri olması, meme kanallarının dar ya da uçlarının kör olması ile polithelie gibi anomalilerdir (East ve ark., 1978; Erdoğan & Batu, 1980). Aynı zamanda keçilerin sert ve kırık arazilerde yetiştirilmesiyle ilgili olarak memelerin daha sık ve kolay yaralanması da keçilerde mastitislerin oluşumunda önemli rol oynar (Lewter ve ark., 1984). Memelerin sarkık olması mastitis riskini artıran önemli faktörlerden birisidir. Kilis keçilerinin de meme yapıları incelendiğinde bu riskin önemli oranda artacağı söylenebilir.

Süt tipi keçi yetiştiriciliğinde gerek makineli sağıma uygunluk, gerekse de daha fazla süt verimi bakımından meme tipi önemli özelliklerden birisidir. Makineli sağıma uygun meme yapısının sağımda daha az zarar görmesi, sağımda işgücü tasarrufu sağlamasının yanı sıra daha uzun süre damızlıkta kullanılabilme imkanı tanınması açısından önemli avantajları vardır. Süt verimiyle yüksek korelasyona sahip olan meme özelliklerinin belirlenmesi durumunda yüksek süt verimi, mastitise direncin artırılması ve makineli sağıma uygunluk açısından seçim yapmak da mümkün olacaktır (Aktaş ve ark., 2012). Bu çalışmada, Kilis ili Polateli ilçesinde yetiştirilen Kilis keçilerinin bazı meme ölçüleri ile süt verimleri arasındaki ilişkileri incelenmiştir.

MATERYAL ve METOD

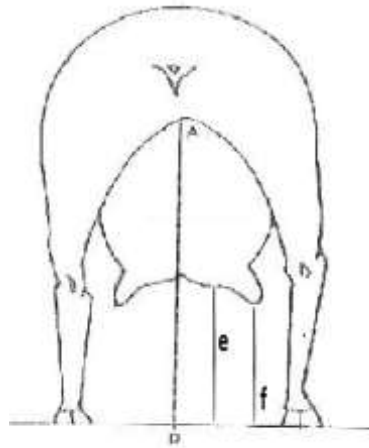
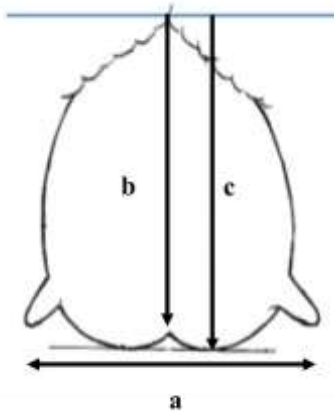
Araştırma Kilis İli Polateli İlçesine bağlı Belenözü (Ravanda) köyünde yetiştiricilere ait 73 baş Kilis keçisi üzerinde yapılmıştır. Araştırma konusu Kilis keçileri laktasyonun farklı evrelerinde ve farklı yaşlara sahip olup, sağım işlemi hayvan sahipleri tarafından elle yapılmaktadır. Sağım işleminden önce memelere herhangi bir temizleme işlemi yapılmamıştır. Sağılan sütler 1 g’a kadar hassas

elektronik terazi ile tartılmıştır.

Yöntem

Üzerinde çalışılan keçilerin meme ölçülerinin

alınması sağından önce şerit metre ile yapılmıştır. Çalışma kapsamında alınan meme ölçüleri ve alınma şekli aşağıda gösterilmiştir (Şekil 1).



- a: Meme Başları Arasındaki Mesafe (MBAM) (DBT)
- b: Meme Derinliği (MD) (UD)
- c: Sarnıç Derinliği (SD) (UCD)
- A-D: Meme Üst Yüksekliği (MÜY) (UUH)
- e-Meme Alt Yüksekliği (MAY) (UBH)
- f-Meme Başı Yüksekliği (MBY) (TH)

Şekil 1. Memeye ait ölçüler
Figure 2. Udder measurements

İstatistik Analizler

Kilis keçilerinin meme özelliklerini tespit etmek üzere derlenen kayıtlarla oluşturulan ham veri seti istatistiki analiz için tasnif edilerek işlenmiştir. Ardından incelenen özellikler için bir istatistik model oluşturulmuş ve veriler faktöriyel düzenleme temelinde varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizinde GLM prosedürü benimsenerek LSM (Least Squares Means) hesaplanmış ve alt grup ortalamalarının karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Analizde benimsenen istatistiki model;

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$$

Modelde; Y = herhangi bir keçinin herhangi bir faktörün herhangi bir alt seviyesindeki ele alınan özellik bakımından değerini, μ = populasyonun ele alınan özellik bakımından beklenen ortalamasını, a_i = keçinin yaşını, b_j = keçinin doğurduğu oğlağın doğum şeklini, e = normal, bağımsız, şansa bağlı hatayı temsil etmektedir (0, σ^2). İstatistik analizlerde SPSS 22.0 Paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Meme Ölçüleri

Kilis keçilerinin, meme ölçülerine ve günlük süt verimine etkili olduğu varsayılan yaş ve doğum tipi faktörlerine göre yapılan varyans analizi ve önemlilik testi sonuçları, en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları ile alt gruplar arası çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur.

İncelenen işletmede Kilis keçilerinin MÜY

değerlerine keçi yaşı ve doğum tipinin, MD değerlerine ise doğum tipinin önemli düzeyde ($p < 0.05$) etkili olduğu, bu özellikler dışında keçi yaşı ve doğum tipinin istatistik anlamda etkisiz olduğu belirlenmiştir.

Meme Üst Yüksekliği (MÜY): Çalışmada tespit edilen MÜY ortalaması (47.66 cm) Aktaş ve ark. (2012)'nin Saanen melezi keçilerde buldukları 45.32 cm; Kor ve ark. (2004)'nin Akkeçilerde bulunduğu 45.78 cm; Ural (2014)'in Maltız x Saanen melezlerinde bildirdiği 44.82-45.82 cm ve Kaya (2005)'nin Akkeçilerde bildirdiği 45.72-47.11 cm aralığında değişen değerlerden yüksektir. Cedden ve ark. (2002)'nin Akkeçiler üzerinde yaptıkları çalışmadan elde ettikleri MÜY değerleri ise genellikle bu çalışmada elde edilen ortalamamın altında iken, bazı laktasyon sırasındaki (3. ve 5. laktasyon) keçilerde 48-49 cm MÜY değerleri belirlemişlerdir.

Sarnıç Derinliği (SD): SD değerleri yaşla birlikte azalma eğilimi göstermiştir. İkiz doğuran keçiler tek doğuranlardan yaklaşık 2 cm yüksek değerler vermiş olmasına rağmen, farklılık önemli çıkmamıştır. Bu çalışmada SD olarak alınan ölçü ortalaması olan 21.35 cm değeri, benzer şekilde ölçüm yapan Kiran ve Koluman (2018) tarafından Alpin ve Saanen keçilerinde tespit edilen sırasıyla; 20 ve 20.3 cm değerlerinden yüksek olmakla birlikte oldukça yakındır.

Meme Derinliği (MD): MD değerleri yaşla birlikte azalma eğilimi göstermiştir. İkiz doğuran keçilerin MD değeri ile tek doğuranların değeri arasındaki farklılık 2.5 cm'yi bulmaktadır ve önemlidir ($P < 0.05$). MD ortalaması (15.53 cm) çeşitli ırklarla çalışma

yapan araştırmacıların bildirdikleri değerlerden genel olarak yüksektir. MD değerini Akkeçilerde Cedden ve ark. (2002) 7.23-13 cm aralığında, Kor ve ark. (2004) 13.97 cm, Keskin ve ark. (2005) 13.83 cm, Kaya (2005) 12.55-14.97 cm aralığında, Ankara keçilerinde Erol ve ark. (2017) 13.63 cm, Maltız x Saanen melezlerinde Ural (2014) 11.91-13.67 cm aralığında, Hint yerli keçilerinde Upadyay ve ark. (2014) 13.86 cm olarak bildirmişlerdir. Kıl

keçilerinde belirlenen MD değerleri ise bu araştırma bulgusundan yüksek değerler olup, Şimşek ve ark. (2006), Atay ve ark. (2011) ve Elmaz ve ark. (2016) sırasıyla; 16.84 cm, 18.66 cm ve 18 cm değerlerini bildirmişlerdir. Akbaş ve ark. (2019) ise Honamlı keçilerinde farklı dönemlerde ölçtükleri meme derinliğinin 19.7 ile 21.7 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Kilis keçilerinde meme ölçülerine ve günlük süt verimine ait değerler

Table 1 Values of udder measurements and daily milk yield in Kilis goats

	n	UUH (cm) $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	UCD (cm) $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	UD (cm) $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	DBT (cm) $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	UBH (cm) $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	TH (cm) $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	DMY (g) $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
General means	73	47.66±0.36	21.35±0.58	15.53±0.47	21.59±0.57	26.31±0.59	23.67±0.60	687.09±32.37
Ages		*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2	26	48.81±0.58 ^a	22.32±0.92	15.58±0.75	22.39±0.91	26.49±0.93	23.67±0.95	691.97±51.52
3	9	47.44±0.82 ^{ab}	21.92±1.30	16.14±1.07	21.78±1.30	25.52±1.33	23.22±1.36	792.67±73.28
4	22	47.95±0.53 ^{ab}	21.48±0.85	15.75±0.70	21.86±0.85	26.47±0.86	23.73±0.88	702.62±47.78
5	16	46.45±0.60 ^b	19.70±0.96	14.63±0.79	20.31±0.95	26.75±0.97	24.08±1.00	561.11±53.87
Types of birth		*	ns	*	ns	ns	ns	ns
1	58	46.87±0.35	20.30±0.55	14.27±0.45	20.59±0.55	26.57±0.56	23.87±0.57	624.77±30.83
2	15	48.46±0.64	22.41±1.02	16.78±0.84	22.59±1.01	26.05±1.04	23.48±1.06	749.41±57.27

ns: no significant, *: P<0.05, a, b: Values within a row with different superscripts differ significantly at P<0.05.

udder upper height (UUH), udder cistern depth (UCD), udder depth (UD), the distance between teats (DBT), udder bottom height (UBH) and teat height (TH), daily milk yields (DMY)

Meme Başları Arası Mesafe (MBAM): Meme başlarının birbirlerine karşı konumlarını ya da yerleşim şekli ve pozisyonunu belirlemek için çalışmalarda genellikle meme başları arası açölçer yardımıyla ölçülmekte ve açı olarak değer verilmekte olup, mesafe olarak ölçüp cm olarak değer bildiren çalışma daha az bulunmaktadır. Bu çalışmalarda bildirilen değerler ise bu çalışmada tespit edilen bulgudan (21.95 cm) oldukça düşük değerlerdir. Nitekim, bu değer Kıl keçilerinde Atay ve ark. (2011) tarafından 7.48 cm, Elmaz ve ark. (2016) tarafından 11.3 cm, Maltız x Saanen melezlerinde Ural (2014) tarafından 10.81-11.95 cm aralığında, Kilis keçilerinde Tilki ve Keskin (2021) tarafından farklı yaş gruplarında 15.6-17.3 cm aralığında, Hint yerli keçilerinde Upadyay ve ark. (2014) tarafından 9.51 cm olarak tespit edilmiştir. Akbaş ve ark. (2019) ise Honamlı keçilerinde farklı dönemlerde ölçtükleri meme başları arası mesafenin 13.9 ile 15.0 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada MBAM'nin bu kadar yüksek belirlenmiş olmasının nedeni Kilis keçilerinin memelerinin birbirinden belirgin biçimde ayrı loblar şeklinde olması ve meme başlarının oldukça dışa dönük olmasıdır.

Meme Alt Yüksekliği (MAY): MAY değerlerinde yaş ve doğan yavru sayısı bakımından gruplar arasında da istatistik olarak bir farklılık yoktur ve değerler birbirine oldukça yakındır. Kilis keçilerinde meme sarkıklığının en önemli göstergelerinden biri olan MAY ortalaması olarak tespit edilen 26.31 cm değeri Türkiye'de farklı ırklarla yapılmış çalışmalarda

belirlenen MAY değerlerinin hemen hepsinden daha düşüktür. Nitekim, bu değer Akkeçilerde Kaya (2005) tarafından 30.25-31.36 cm aralığında, Kor ve ark. (2004) tarafından 30.37 cm, Keskin ve ark. (2005) tarafından 29.97 cm, Maltız x Saanen melezlerinde Ural (2014) tarafından 31.03-32.15 cm aralığında değiştiği bildirilmiştir. Kıl keçilerinde 34.96 cm gibi daha yüksek değer (Atay ve ark., 2011) bildirilirken, Saanen melezlerinde ise 38.38 cm gibi oldukça yüksek bir değer ölçülmüştür (Aktaş ve ark., 2012). Cedden ve ark. (2002)'nin Akkeçilerde buldukları değerler 30-31.75 cm arasında değişirken, sadece 6. laktasyonda bu araştırma bulgusundan bir miktar düşük (25.20 cm) MAY değeri gözlemlenmişlerdir. Ölçülen MAY değeri bildirilen ortalamalardan daha düşük olup, genel olarak Kilis keçilerinin memelerinin Türkiye'de yetiştirilen diğer keçilere göre en az 5 cm daha yere yakın olduğunu söylemek mümkündür.

Meme Başı Yüksekliği (MBY): Bu özellikte de yaş ve doğan yavru sayısı grupları arasında istatistik olarak bir farklılık olmayıp değerler birbirine oldukça yakındır. Meme yaralanmaları ve mastitise yol açabilmesi bakımından önemli bir özellik olan meme başının yere yakınlığını gösteren MBY ile ilgili literatürde ne yazıkki çok fazla bulguya rastlamak mümkün olmamıştır. Bu ölçü ile ilgili verilen değerler de birbirinden oldukça farklıdır. Nitekim, MBY değerini Elmaz ve ark. (2016) Kıl keçilerinde 32.1 cm, Upadyay ve ark. (2014) Hint yerli koyunlarında 19.09 cm olarak vermişlerdir. Akbaş ve ark. (2019) ise

Honamlı keçilerinde farklı dönemlerde ölçtükleri meme başının yerden yüksekliğinin 36.9 ile 38.2 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bunun muhtemel sebebi keçi ırklarında meme başlarının karakteristik yapıları ve konumları olabilir. Zira, bazı keçi ırklarında meme başı meme lobunun yan tarafında dışa bakacak şekilde konumlanırken, diğer bazılarında ise meme başı meme lobunun devamı olarak yere doğru konumlanmaktadır.

Günlük Süt Verimi (GSV)

GSV değerlerinin yaşa bağlı olarak önce artan sonra azalan bir eğilim içinde olduğu izlenmektedir. En yüksek ve en düşük ortalamaya sahip yaş grupları arasında yaklaşık 232 g farklılık bulunmasına rağmen, farklılığın istatistik olarak anlamlı olmaması modele dahil olan faktörler dışında daha büyük varyasyona sebep olan kaynaklar olabileceğini düşündürmektedir. Aynı şekilde, beklediği gibi ikiz doğuran keçiler lehine yaklaşık 125 g üstünlük bulunmasına rağmen gruplar arasında istatistik olarak bir farklılık yoktur. Ölçüm yapılan sürüde tespit edilen günlük süt verimlerinin ortalaması (687 g) Akkeçilerde Keskin ve ark. (2005) tarafından bildirilen 624 g, Hint yerli keçilerinde Upadyay ve ark. (2014) tarafından bildirilen 657 g değerlerinden yüksek olmakla birlikte, Kilis keçilerinde Tilki & Keskin (2021) tarafından bildirilen farklı yaş gruplarındaki 781-846 g GOSV değerlerine yakın,

Akkeçilerde Kor ve ark. (2004) tarafından bildirilen 1264 g ve Kaya (2005) tarafından bildirilen 1174-2290 g aralığındaki değerler ile Maltız x Saanen melezlerinde Ural (2014) tarafından bildirilen 1710 g değerinden oldukça düşüktür. Erol ve ark. (2017) ise Ankara keçilerinde günlük süt verim ortalamasını bu araştırma bulgusundan oldukça düşük olarak bildirmişlerdir. Çalışma bulgusu, Akkeçilerde Cedden ve ark. (2002) tarafından bildirilen 208-1080 g aralığında yer almaktadır. Ancak, keçilerde günlük ortalama süt veriminin laktasyonun ilerleyen dönemlerinde hızla düştüğü, çalışmada belirlenen günlük süt veriminin ölçümün yapıldığı güne ait süt verimi olduğu ve o anki meme durumu ile süt verimi arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma amaçlı alındığı gözden uzak tutulmamalıdır.

Korelasyon Analizi Sonuçları

Kilis keçilerinin meme ölçülerinin birbirleriyle ve GSV ile ilişkileri yanında meme sarkıklığıyla ilgilerini incelemek üzere yapılan korelasyon analizi sonucunda hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve bunlara ait önemlilik seviyeleri Çizelge 2'de verilmiştir. İncelenen sürüde Kilis keçilerinin meme ölçüleri ve GSV özellikleri arasında hesaplanan fenotipik ilgilerin hepsi önemli ($P<0.05$) veya çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Ancak, bunlardan MÜY ile diğer meme ölçüleri arasındaki ilişkiler görece olarak daha zayıftır ($P<0.05$).

Çizelge 2. Kilis keçilerinde meme ölçüleri ve günlük süt verimi arası fenotipik korelasyon katsayıları

Table 2. The phenotypic correlation coefficients between udder measurements and daily milk yield in Kilis goats

	(UUH)	(UCD)	(UD)	(DBT)	(UBH)	(TH)
(UCD)	.357**					
(UD)	.434**	.716**				
(DBT)	.349**	.796**	.693**			
(UBH)	.298*	-.786**	-.445**	-.583**		
(TH)	.294*	-.725**	-.414**	-.635**	.936**	
(DMY)	.248*	.568**	.581**	.564**	-.417**	-.448**

*: $P<0.05$, **: $P<0.01$

udder upper height (UUH), udder cistern depth (UCD), udder depth (UD), the distance between teats (DBT), udder bottom height (UBH) and teat height (TH), daily milk yields (DMY)

GSV'nin SD, MD ve MBAM ile birbirine yakın, pozitif yönlü ve orta kuvvette; MAY ile ve MBY ile yine orta kuvvette, ancak negatif yönlü korelasyonları söz konusudur. Buna göre, SD, MD ve MBAM ölçüleri arttıkça GSV'nin olumlu etkilendiği ve arttığı, buna karşılık MAY ve MBY ölçüleri arttıkça GSV'nin azaldığı sonucunu çıkarmak mümkündür. Bu bulgu, meme sarkıklığı sorununu ortadan kaldırmak için gövdeye yakın meme yönünde düşünülecek bir seleksiyon programının çok özenli planlanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Keskin ve ark. (2005)'nin Akkeçilerde hesapladıkları korelasyon katsayıları bu araştırma bulguları ile aynı yönde olmakla birlikte GSV ile MD arasında olan (0.473) bu araştırma bulgusundan düşük, MAY ile

olan ise (-0.671) yüksektir. Keskin ve ark. (2007)'nin aynı özellikler için buldukları korelasyon katsayıları da sırasıyla; 0.381 ve -0.618 olup, yukarıdaki verilen katsayılarla benzerdir. Atay ve Gökdal (2016) Kıl keçilerinde GSV ile MD ve MAY arasında belirledikleri ilişkiler bu araştırma bulgusuyla aynı yönde olmakla birlikte, ilişkiler zayıf olup, korelasyon katsayıları oldukça küçüktür (sırasıyla; 0.029 ve -0.178). Tilki ve Keskin (2021), Kilis keçilerinde GOSV ile MBAM arasındaki korelasyonu 0.39 olarak tespit etmişlerdir. Upadhyay ve ark. (2014) Hint yerli keçilerinin günlük ortalama süt verimi ile meme derinliği arasında pozitif ve yüksek bir korelasyon (0.70), meme başı yüksekliği arasında ise negatif fakat daha zayıf bir korelasyon (-0.27) tespit

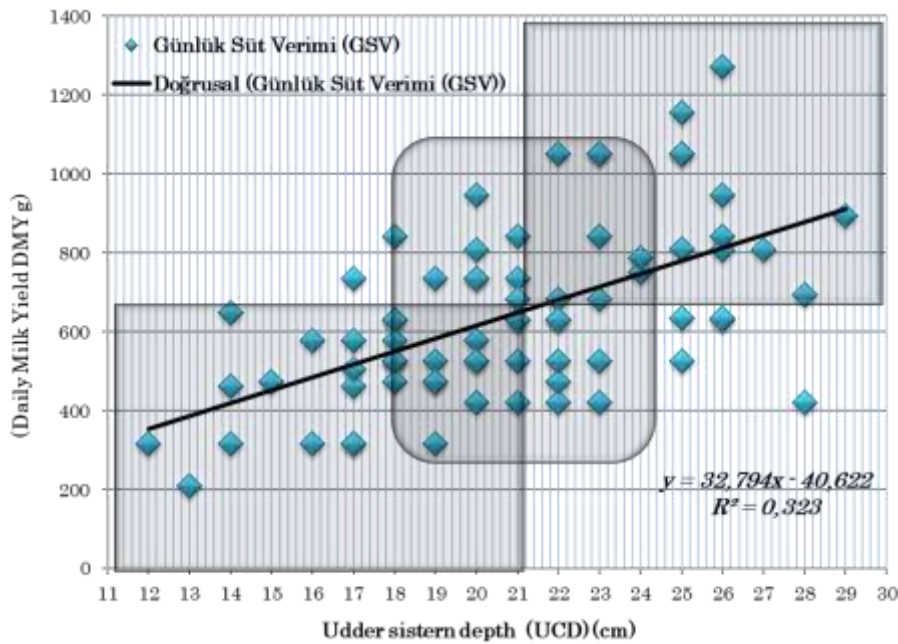
etmişlerdir. Meme ölçüleriyle süt verimi arasındaki ilişkileri inceleyen diğer araştırmalar genellikle Laktasyon Süt Verimini (LSV) esas almışlardır. Aktaş ve ark. (2012) Saanen melezlerinde LSV ile MÜY ve MAY arasındaki korelasyon katsayılarını 0.041 ve -0.128 olarak vermişlerdir. LSV ile MD arasındaki korelasyon katsayıları Ankara keçilerinde 0.584 (Erol ve ark., 2017), Kıl keçilerinde 0.661 (Şimşek ve ark., 2006) ve Maltız x Saanen melezlerinde 0.218 (Ural, 2014) olarak bildirilmiştir. Ural (2014) aynı zamanda LSV ile MÜY ve MAY arasındaki korelasyonların her ikisini de pozitif yönlü olarak (sırasıyla; 0.270 ve 0.202) hesaplamıştır. Benzer şekilde, süt verimi ile MBAM, SD, MD gibi ölçüler arasında yüksek korelasyonlar tespit eden araştırmalar vardır (Capote ve ark., 2006). Bu literatür bildirişlerinden ortak bir sonuca varmak pek mümkün gözükmez de, bir Kilis melezi olan Akkeçilerde benzer korelasyonların hesaplanmış olması, özellikle GSV'nin MAY ile olan yüksek negatif ilişkisi bu araştırma bulgusuyla ilgili varılan yargıyı desteklediği gibi, aynı zamanda meme sarkıklığı ile ilgili sorunun Kilis keçisi melezlerine de yüksek oranda yansıdığını düşündürmektedir.

Bu araştırmada tespit edilen durumu daha ayrıntılı incelemek üzere, korelasyonların hesaplandığı verilerin dağılımını incelenmiş ve böylece memeyi yukarı kaldırmak yönünde yapılacak seleksiyon veya sarkık meme yönünde yapılacak ayıklamanın süt verimine olası etkileri değerlendirilmiştir. İncelenen sürüde GSV'nin meme ölçülerine ve meme ölçüsü ortalaması etrafında örnek bir sapmaya (± 3 cm) göre

dağılımları incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir (Şekil 2).

Sarnıç Derinliği ve Meme Derinliği yetersiz olan (SD 17 cm ve altı, MD 12 cm ve altı) hayvanlar aynı zamanda en düşük GSV'ne sahip hayvanlar olup bu grupta genel ortalamanın üstünde GSV'ne sahip hayvan yok gibidir. Aynı zamanda, MD ölçüsü ortalamaya yaklaştıkça yüksek GSV'ne sahip hayvanların oranı artmıştır. Dolayısıyla, bu grup aleyhine bir ayıklama düşünülebilir. SD ve MD çok fazla olan (SD 25 cm ve üstü, MD 19 cm ve üstü) ve sarkık memeli denilebilecek hayvanlar aynı zamanda çok yüksek verimli hayvanlardır. Dolayısıyla, bu tip hayvanların ayıklanmasında çok dikkatli olunmalı, belki uç değerde olan, hayvanların ayıklanmasıyla yetinilmelidir. Bu şekilde, hem SD yetersiz, hem de memesi sarkık uç değerlerdeki hayvanların ayıklanmasıyla GSV de genel ortalama civarında korunabilecektir.

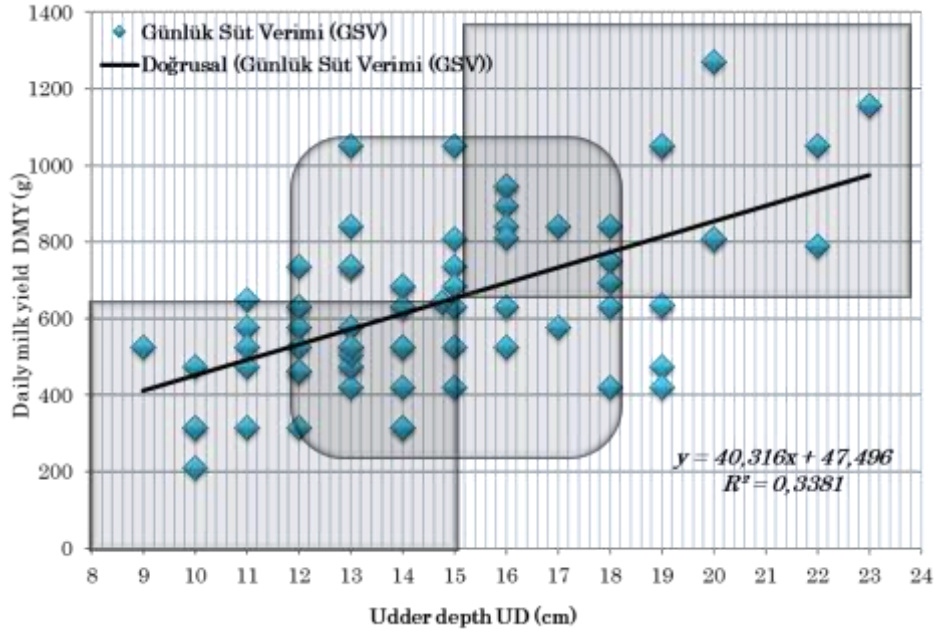
MD ölçüleri ile SD ölçüleri ortalamaları arasında belirgin bir farklılığın olduğu (yaklaşık 6 cm), dolayısıyla Kilis keçilerinin meme yapılarının belirgin bir şekilde ayrı bölümlerden oluştuğu görülmüştür. Dolayısıyla, MD bakımından bu bulgular değerlendirildiğinde; sürüde MD ölçüleri yüksek olan hayvanların bulunmasının bir sakınca oluşturmayacağı, MD ölçüleri düşük hayvanların ayıklanmasının daha doğru bir yol olacağı ortaya çıkmaktadır.



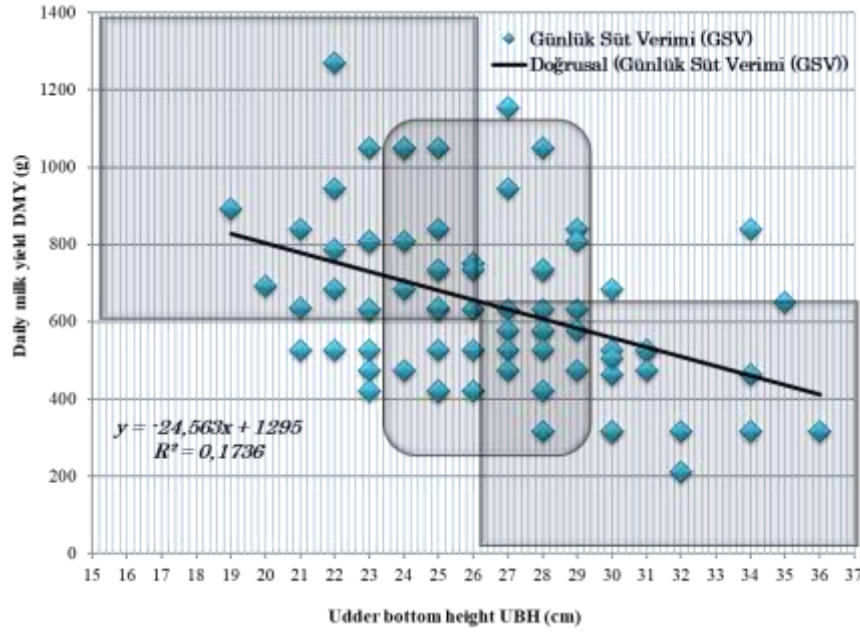
Sarnıç Derinliği (SD) (UCD)

Şekil 2. Meme- ölçüleri ile GSV arasındaki ilişkileri gösteren dağılım grafiği.

Figure 2. Scatterplot showing the relationships between udder measurements and DMY.



Meme Derinliği (MD) (UD)



Meme Alt Yüksekliği (MAY) (UBT)

Şekil 2. Meme- ölçüleri ile GSV arasındaki ilişkileri gösteren dağılım grafiği (devam).

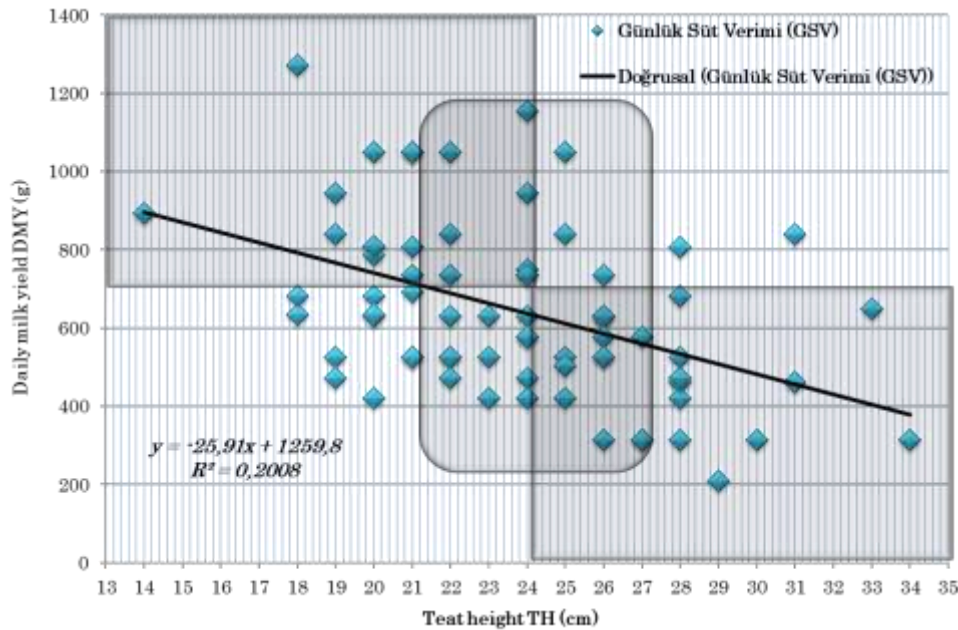
Figure 2. Scatterplot showing the relationships between udder measurements and DMY.

Memesi gövdeye yakın (MAY 26 cm ve üstü) ve meme başı daha yukarda konumlanmış (MBY 24 cm ve üstü) olup da genel ortalamasının altında GSV'ne sahip çok sayıda hayvan olduğu gibi, memesi sarkık (MAY 26 cm ve altı) olup ta GSV genel ortalamasının altında kalan çok sayıda hayvan bulunmaktadır. Ancak, (MBY 24 cm ve altı) olup ta (yere daha yakın) GSV genel ortalamasının üstünde olan hayvan sayısının daha çok olduğu görülmüştür. MAY ve MBY arttıkça genel ortalamasının üstünde GSV'ye sahip hayvan

sayısı azalmaktadır. Memesi yere çok yakın (MAY 22 cm ve aşağısı, MBY 24 cm ve altı) hayvanlar aleyhine yapılacak ayıklama her ne kadar yüksek verimli hayvanların da ayıklanması riskini barındırmakta ise de, bu hayvanlar sürünün daha az kısmını oluşturmaktadır. Aynı şekilde, MAY ve MBY ortalama değerinin üstü için yapılacak seleksiyon da düşük verimlilerin damızlığa alınma riskini daha yüksek ihtimalle barındırmaktadır. Bu durumda, memesi yere çok yakın olanların (MAY 22 cm ve altı,

MBY 20 cm ve altı) ayıklanmasının tercih edilmesi daha akılcı gözükmetedir. Böylece, GSV ortalama

civarında tutulabilecektir.



Meme Başı Yüksekliği (MBY) (TH)

Şekil 2. Meme ölçüleri ile GSV arasındaki ilişkileri gösteren dağılım grafiği (devam)
Figure 2. Scatterplot showing the relationships between udder measurements and DMY.

Regresyon Analizi Sonuçları

Kilis keçilerinde memenin sarkıklığını ve yere yakınlığını gösterebilecek bazı meme ölçüleriyle GSV arasındaki korelasyon analizleri GSV ile özellikle SD ve MD arasında pozitif ve orta seviyede, MAY ve MBY arasında ise negatif ve orta seviyede önemli ilişkiler olduğunu ortaya çıkarmıştır. Söz konusu özelliklerdeki değişimin GSV'ni ne kadar etkilediğinin, başka bir ifadeyle memenin yere olan mesafesinin artması veya gövdeye yaklaşması halinde GSV'nde ne kadarlık bir değişime yol açtığını tahmin edebilmek için söz konusu ölçüler için regresyon analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

İncelenen sürüde Günlük Süt Verimi ile SD, MD,

MAY ve MBY ölçüleri arasındaki doğrusal regresyonların hepsi çok önemlidir ($P < 0.001$). GSV ile SD ve MD arasındaki doğrusal regresyon katsayıları sırasıyla; 32.79 ± 5.63 ve 40.31 ± 6.69 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, GSV'nin MD ölçüsünün artmasından SD ölçüsünün artmasına göre daha fazla etkilendiği anlaşılmaktadır. Başka bir ifadeyle, MD'nin 1 cm daha fazla olması GSV'nde yaklaşık 40 g artışa yol açmaktadır. Dolayısıyla, SD'nin artışı memenin yere daha çok yaklaşmasına sebep olduğundan SD'nden ziyade MD ölçüsü üzerine yoğunlaşmak ve artırılması yönünde bir seleksiyon programı yapmak süt verimini daha olumlu yönde etkileyebilir.

Çizelge 3. Bazı meme ölçülerinin günlük süt verimine olan regresyon katsayıları

Table 3. Regression coefficients of some udder measurements to daily milk yield

	Significance	Regression coefficient	R ²
Udder sistern depth (UCD)	** (t=5.820; P=0.000)	32.79±5.63	0.323
Udder depth (UD)	** (t=6.023; P=0.000)	40.31±6.69	0.338
Udder bottom height (UBH)	** (t=-3.862; P=0.000)	-24.56±6.36	0.174
Teat height (TH)	** (t=-4.223; P=0.000)	-25.91±6.14	0.201

** : $P < 0.01$

GSV ile MAY ve MBY arasındaki doğrusal regresyon katsayıları birbirine yakın değerler olarak elde edilmiş olup, sırasıyla; -24.56 ± 6.36 ve -25.91 ± 6.14 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin, regresyon katsayıları negatif değerler olup, MAY ve MBY ölçülerinin 1 cm artışına karşılık GSV'nde yaklaşık

25 g azalma bekleneceğini göstermektedir (Çizelge 3).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kilis keçilerinde memede yaralanma ve mastitise yakalanma riskini artıran en önemli problemlerden biri olan meme sarkıklığı ile süt verimi arasındaki

İlişkiler incelenmiş ve sorunu çözmek için yerden daha yüksek meme yönünde düşünülecek bir seleksiyon programının süt verimine olası etkilerini değerlendirilmiştir. Memenin yere yakınlığını gösteren ölçüler ile süt verimi arasında önemli ve yüksek fenotipik korelasyonlar tespit edilmiştir. Sarkık memeli denilebilecek hayvanlar aynı zamanda çok yüksek verimli hayvanlardır. Dolayısıyla, bu tip hayvanların ayıklanmasında çok dikkatli olunmalı, belki uç değerde olan, hayvanların ayıklanmasıyla yetinilmelidir. Memesi yere çok yakın hayvanlar aleyhine yapılacak ayıklama her ne kadar yüksek süt verimli hayvanların da ayıklanması riskini barındırmakta ise de, bu hayvanlar popülasyonun daha az kısmını teşkil etmektedir. Aksi takdirde, düşük verimlilerin damızlığa alınma riskini artırma ihtimali daha fazla olacaktır. Bu durumda, memesi yere çok yakın olanların ayıklanmasının tercih edilmesi daha akılcı gözükmektedir. Aynı şekilde, sürüde meme derinliği ölçüleri yüksek hayvanların bulunmasının bir sakınca oluşturmayacağı, meme derinliği ölçüleri düşük hayvanların ayıklanmasının daha doğru bir yol olacağı ortaya çıkmaktadır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar araştırma verilerinin elde edilmesine sağladıkları koaylıklardan dolayı işletme sahiplerine teşekkür ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Abu-Samra, M.T., Elsanousi, S.M, Abdalla, M.A., Gameel, A.A., Abdelaziz, M., Abbas, B., Ibrahim, K. E. E., & Idris, S.O. (1988). Studies on gangrenous mastitis in goats, *Cornell Vet*, 78, 281-300.
- Akbaş, A.A., Elmaz, Ö., Sarı, M., & Saatçı, M., (2019), Assesment of Some Udder and Teat Traits of Honamlı Goats in Terms of Dairy Characters, *J Res Vet Med.* : 38(2), 57-64
- Aktaş, Z.M., Kaygısız, A., & Baş, S. (2012). Kahramanmaraş yetiştirici şartlarında Türk Saanen keçilerinin süt verim özellikleri, bazı meme ölçüleri ve SHS arasındaki ilişkiler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*; 15(4), 7-17.
- Atay, O., Gökdal, Ö., Özüğür, A. K., & Eren, V. (2011). Yetiştirici koşullarında Kıl keçilerin meme özellikleri ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkiler. 7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi,

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 14-16.

- Atay, O., & Gökdal, Ö., (2016). Some production traits and phenotypic relationships between udder and production traits of Hair goats. *Indian Journal of Animal Research*, 50(O6), 983-988., DOI: 10.18805/ijar.9634, (Kontrol No: 2974616).
- Capote, J., Argüello, A., Castro, N., López, J. L., & Caja, G. (2006). Correlations between udder morphology, milk yield, and milking ability with different milking frequencies in dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2076-2079.
- Cedden, F., Kor, A., & Keskin, S. (2002). Laktasyonun Geç Döneminde Keçi Sütünde Somatik Hücre Sayımı; Yağ, Süt Verimi ve Bazı Meme Özellikleri İle Olan İlişkileri. *Yüzünü Yıl Üni. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*. 12(2), 63-67.
- Doğruer, G., Sarıbay, M.K., Ergün, Y., & Aslantaş, Ö. (2010). Treatment of subclinical mastitis in Damascus goats during lactation. *Small Rum. Res.*, 90, 153-155.
- East, N E, Bimie, E. F., & Farver, T B. (1978). Risk factors associated with mastitis in dairy goats. *Am. J. Vet Res.* 48(5), 776-779
- Elmaz, Ö., Çolak, M., Akbaş, A.A., Korkmaz Ağaoğlu, Ö., & Saatçı, M. (2016). The determination of some morphological traits and phenotypic correlations of Turkish Hair goat (Kıl keçisi) breed reared in extensive conditions in Turkey, *Eurasian J Vet Sci*, 32(2), 94-100
- Engindeniz, S., & Uçar, K. (2014). Süt Keçisi Yetiştiriciliğinin Ekonomik Yönleri ve Yatırım Özellikleri, *GTHB Türktarım Dergisi*, 219, 78-83.
- Erdoğan, İ., & Batu. A. (1980). Keçi mastitislerinin teşhisinde C. M. T. ve bakteriyolojik yoklamalar ile somatik hücre sayımı yöntemlerinin karşılaştırılması üzerinde araştırma *Pendik Vet. Mikrobiyol. Enst Derg.* 12(2), 5- 16.
- Erol, H., Özdemir, P., Odabaş, Ö., Şenyüz, H.H., Ünal, N., & Behrem, S. (2017). Enstitü ve Yetiştirici Elinde Korunan Ankara Keçilerinde Çeşitli Verim Özelliklerinin Araştırılması, *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 57(1), 1-12
- Kaya, S.O. (2005). *Akkekilerde Somatik Hücre Sayılarının Saptanması, Bazı Verim ve Meme Özellikleri ile İlişkileri. (Tez no: 17001)*. [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Univ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez merkezi.
- Kaymakçı, M., & Dellal, G. (2006). *Türkiye ve Dünya Keçi Yetiştiriciliği, Keçi Yetiştiriciliği*, Editör; Kaymakçı, M., İzmir DKKYB yayınları: 2, İzmir.
- Kaymakçı, M., & Engindeniz S. (2010). Türkiye'de Keçi Yetiştiriciliği: Sorunlar ve Çözümler. Ulusal Keçicilik Kongresi 24-26 Haziran 2010, Bildiriler Kitabı, Çanakkale, 1-25.

- Kaymakçı, M. & T. Taşkın. (2006). Türkiye süt keçisi geliştirme yolları. TAYEK/TUYAP Hayvancılık Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı, 25-27 Nisan, 2006, Menemen, İzmir.
- Keskin, S., Kor, A., Karaca S., & Mirtagioglu, H. (2005). A Study of Relationships Between Milk Yield and Some Udder Traits by Using of Path Analysis in Akkeci Goats. *J.Anim. Vet. Adv.*, 4, 547-550.
- Keskin S., Kor A., & Karaca, S. (2007). Use of Factor Analysis Scores in Multiple Linear Regression Model For Determining Relationships Between Milk Yield and Some Udder Traits In Goats. *Journal of Applied Animal Research*, 31, 185-188
- Kıran, D., & Koluman, N. (2018). Melez Sütçü Tip Keçilerde Meme ve Memebaşı Morfolojisinin Süt Verimi ve Hijyeni Üzerine Etkileri, *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 36(3), 37-48
- Kızılay, E. (1983). Beyaz Alman × Malta Keçilerde Meme Özellikleri ve Süt Verimiyle İlişkiler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Araştırma Kitabı. İzmir
- Kor, A., Keskin, S., Karaca, S., & Arslan, S. (2004). Akkeçi'lerde Yaş ve Laktasyon Sırasının Bazı Meme Özelliklerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(2), 105-111.
- Lewter, M.M., Mullowney, P.C., Baldwin, E.V. & Walker, R.D. (1984) Mastitis in goats Compendium on continuing education. 6(7), 417-425
- SPSS 2013. IBM SPSS Statistics 21.0 for Windows.* Armonk, NY.
- Şimşek, Ü.G., Bayraktar, M., & Gürses, M. (2006). Çiftlik koşullarında Kıl keçilerine ait bazı verim özelliklerinin araştırılması. *FÜ Sağlık Bil Derg*, 20(3), 221-227.
- Tilki, H.Y., & Keskin, M. (2021), Relationships between different body characteristics and milk yield traits in Kilis goats, *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 26 (2), 272-277.
- TÜİK. (2021). Hayvancılık istatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr>.
- Upadhyay, D., Patel, B.H.M., Kerketta, S., Kaswan, S., Sahu, S., Bhushan, B., & Dutt, T. (2014). Study on Udder Morphology and Its Relationship with Production Parameters in Local Goats of Rohilkhand Region of India, *Indian J. Anim. Res.*, 48(6), 615-619.
- Ural, D.A. (2014). Aydın'da Yetiştirilen Maltız x Saanen Melez Keçilere Ait Bazı Meme Ölçüleri ile Süt Verimi Arasındaki İlişkilerin Araştırılması, *Animal Health Prod and Hyg* 3(1), 258 - 263.

The Effect of Sumac Juice Given to Broilers by Drinking and Inhalation on Performance, Immunity Response and Some Blood Parameters

Herish Izadeen RASHEED¹, Sabri YURTSEVEN^{2*}, S. S. M. BESKI³

^{1,3}Duhok University, College of Agriculture, Dept. Animal Production, Duhok, Iraq, ²Harran University, Agriculture Faculty, Dept. Anim. Sci. 63300, Şanlıurfa Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-2269-191X>, ²<https://orcid.org/0000-0002-6600-8772>, ³<https://orcid.org/0000-0001-9048-1546>

✉: syurtseven@harran.edu.tr

ABSTRACT

This study was planned to determine the effects of sumac juice and different application methods on the fattening and immune performance of broiler chickens. The study started with 240 Ross 308 broiler chickens at the age of 1 day. The trial model consisted of 6 groups in total, in the 3*2 interaction model, in which three different sumac levels were given in two different ways. Each group was arranged to contain 4 replications, and 10 broilers per replication. Birds were supplemented with three different levels (0, 5, and 10 g/liter) of sumac both in drinking water and via inhalation. This experiment lasted 42 days. Live weight and feed consumption were determined on the 10th, 24th, and 42nd days. On the 32nd day of the study, the chickens were vaccinated against infectious bronchitis virus (IBV) and Newcastle disease virus (NDV) by adding them to drinking water for an immunity test. During slaughter, blood samples were taken for antibody titers, and hematological tests and lipid profiles were performed. It was observed that the additive of sumac given by drinking water or inhalation did not have a significant effect on the growth performance of broilers. However, steam application significantly reduced feed consumption and body weight gain. Sumac was not effective in reducing the lipid profile, particularly cholesterol, in the serum of broiler chickens. In addition, although the production of antibodies against NDV and IBV in broilers was improved to some extent, the antibody titer against IBV showed a significantly positive improvement with inhalation administration.

Animal Science

Research Article

Article History

Received : 07.05.2022

Accepted : 11.09.2022

Keywords

Fattening performance

Covid-19

Antibody

Respiratory infections

Hemagglutination inh. (HI) test

Etlik Piliçlere İçme ve İnhalasyon Yoluyla Verilen Sumak Suyunun Performans ve Bağışıklık Tepkisi Üzerine Etkisi

ÖZET

Bu çalışma, sumak suyunun farklı uygulama yollarının etlik piliçlerin besi süresi ve bağışıklık performansına etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma kuluçkahaneden alınan 1 günlük 240 Ross 308 etlik civciv ile başlatılmıştır. Üç farklı sumak seviyesinin iki farklı şekilde verildiği 3*2 interaksiyon modelinde deneme modeli toplam 6 gruptan oluşmuştur. Her grup, 4 tekerrür ve her bir tekerrürde 10 piliç içerecek şekilde düzenlenmiştir. Piliçlere hem içme suyu hem de inhalasyon yoluyla üç farklı seviyede (0, 5 ve 10 g/litre) sumak suyu verilmiştir. Çalışma süresi 42 gün olmuş ve deneme süresince canlı ağırlık, ağırlık artışı, yem tüketimi ve yem dönüşüm oranını belirlemek için 10, 24 ve 42. günlerde canlı ağırlıklar ve yem tüketimleri ölçülmüştür. Çalışmanın 32. gününde tavuklar, bağışıklık testi için içme suyu ile verme yöntemi ile Enfeksiyöz bronşit virüsü (IBV) ve Newcastle hastalığı virüsüne (NDV) karşı aşılanmıştır. Kesim sırasında antikor titreleri için kan örnekleri alınmıştır. Piliçlerin kesiminden sonra hematolojik testler ve lipid profili incelenmiştir. İçme suyu veya inhalasyon yoluyla verilen sumak suyu uygulamasının etlik piliçlerin büyüme performansı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte, buhar uygulaması, yem tüketimi ve canlı ağırlık artışını önemli ölçüde

Zootekni

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 07.05.2022

Kabul Tarihi : 11.09.2022

Anahtar Kelimeler

Besi performansı

Kovid-19

Antikor

Solunum yolu enfeksiyonları

Hemagglütinasyon inh. (HI) testi

azaltmıştır. Sumak, etlik piliçlerin serumundaki lipid profilini, özellikle kolesterolü düşürmede etkili olmamış ve piliçlerin NDV ve IBV aşısına karşı antikor üretimi bir dereceye kadar geliştirilmiş olsada, IBV'ye karşı antikor titresi, inhalasyon uygulamasıyla önemli ölçüde pozitif bir gelişme göstermiştir.

To Cite : Rasheed, H.I., Yurtseven, S., & Beski, S.S.M. (2023) The effect of sumac juice given to broilers by drinking and inhalation on performance and immunity response. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26 (3)*, 702-710. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1113675>

Atf Şekli: Rasheed, H.I., Yurtseven, S., & Beski, S.S.M. (2023). Etlik Piliçlere İçme ve İnhalasyon Yoluyla Verilen Sumak Suyunun Performans ve Bağışıklık Tepkisi Üzerine Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26 (3)*, 702-710. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1113675>

INTRODUCTION

In the broiler sector, a high level of settlement frequency causes the risk of disease transmission. The main problem of chicken farms is disease. In the last two years, with the development of the Covid-19 epidemic in the world, herbal extracts that contribute to the development of the immune system have become the focus of attention. Since the infectious bronchitis virus (IBV) is a member of the Gamma coronavirus genus in the Coronaviridae family (Cook et al., 2012; Khataby et al., 2020), the results may be a treatment method in Covid-19. Like variants in the Covid 19 virus, many different IBV serotypes and genotypes are common worldwide, and these serotypes are highly under the influence of mutations (Fan et al., 2019). Since cross protection between different serotypes varies, some support mechanisms should be applied in addition to the vaccine. Newcastle disease virus (NDV) is an avian paramyxovirus type 1 virus belonging to the family Paramyxoviridae and the genus Avulavirus (Miller et al., 2010). IBV and NDV cause significant losses in poultry, and like all other immune systems, both innate and adaptive responses occur in the gut against pathogenic microbes.

It has been stated that extracts of some aromatic plants such as sumac significantly increase the muscularis, mucosa, total intestinal length and serosa in the intestinal environment. For example, Ghasemi et al. (2014) stated that sumac supplementation in poultry diets affected the crypt depth, villus height, goblet cell number width and the entire epithelial layer in the intestines.

Fruits of the sumac provide a broad range variety of benefits for poultry productivity. Flavanols like myricetin, quercetin and kaempferol can be found in sumac fruits (Mehrdad et al., 2009). In addition, Özcan and Haciseferogullari, (2004) found different sorts of organic acids in sumac including citric acid, malic acid, phenolic acid, tartaric acids, anthocyanins, and hydrolysable tannins. In broilers, low levels of sumac supplementation (0.2–0.5 % of the nutrition) enhanced feed conversion ratio, the shape of intestine and plasma cholesterol, while increasing abdominal fat and high-density lipoprotein (Golzadeh et al., 2012; Kheiri et al., 2015). Furthermore, increased Newcastle

disease titers and the replacement of E. coli in the gastrointestinal tract by lactobacilli, have been noted by Kheiri et al. (2015).

Therefore, this study aims to determine the effect of drinking and inhalation of water and sumac plant juice on yield performance and immunity in broilers.

MATERYAL and METHOD

Experimental design, bird management and setting of steam application

This study was started with 240 Ross 308 broiler chickens, aged 0 days, which were newly hatched. The experiment was carried out at Duhok University Faculty of Agriculture and Engineering Sciences farm between 10 November 2020 to 22 December 2020. All experimental procedures in the study were approved and monitored by the Local Animal Experiments Ethics Committee of Duhok University (Animal Ethics Committee, Animal Research Authority and Approval for Animal Experimentation - Date: 18.07.2020 - Decision Number: 2020/15112020).

In this study, broilers were fed a two-stage feed. They were fed a starter ration for 1 to 24 days and a growth ration for 25 to 42 days (Table 1). All rations are formulated to meet the needs of Ross 308 broilers (NRC, 1994). Three different ratios of sumac water (0, 5 and 10 g L⁻¹) were added to the drinking water of the chicks, and the same ratio was given by inhalation by placing in the steam machine. In the study, three different sumac levels were given in two different ways in the 3*2 interaction model and a total of 6 experimental groups were formed. Each group was divided into 4 replications and each replication included 10 chicks. The room temperature gradually adjusted to 35 °C on the first day and to 22 °C towards the 42nd day, the end of the trial. During the experiment, 18 hours of lighting was provided every day, except for the first week, when 23 hours of illumination was provided.

Preparation of sumac juice

Raw sumac seeds, which were obtained from local markets, were kept overnight as 1 kg in a 15-liter bucket. After the water in the bucket turned red, it

started to be used in chickens. Sumac seeds (*Rhus coriaria*) and its juices were analyzed, and its contents are given in the table. The Association of Official Analytical Chemists (AOAC) procedures were used in the raw analyses (AOAC., 1990; Table 2). Analysis of some phenolics in sumac juice were made using Triple Quadrupole LC/MS/MS [LCMS-8030]. Shimadzu LCMSMS-8030, Inertsil ODS 4 instruments and a 2 µm, 2.1x50 mm column were used in the analysis.

Table 1. Ingredient and nutrient composition of the starter and grower diets

Çizelge 1. Başlangıç ve büyütme rasyonlarının içerik ve besin madde bileşimleri

Ingredients, % <i>Rasyon bileşenleri, %</i>	Starter <i>Başlatma</i>	Grower <i>Büyütme</i>
Wheat	59.70	65.50
Protein concentrate	5.80	4.00
Soybean meal	28.00	22.97
Vegetable oil	2.70	4.00
Limestone	1.22	1.20
Dicalcium phosphate	0.90	0.90
DL-methionine	0.15	0.15
L-lysine	0.15	0.15
Enzyme*	0.20	0.20
Salt	0.30	0.25
Vitamin Premix**	0.80	0.60
Antifungal	0.08	0.08
Total	100.00	100.00
Analysed Composition % except energy <i>Hesaplanmış kimyasal bileşim % enerji hariç</i>		
Energy, Kcal kg ⁻¹	3021.10	3147.74
Crude protein	23.37	21.18
Fat	3.80	5.12
Linoleic acid	1.73	2.40
Crude fiber	2.65	2.60
Methionine	0.73	0.63
Lysine	1.58	1.37
Tryptophan	0.32	0.30
Meth. + Cystine	0.96	0.82
Threonine	0.80	0.73
Arginine	1.44	1.30
Ca	1.15	1.02
Available P	0.62	0.55
Na	0.36	0.29
Cl	0.24	0.21

*: Enzyme; Enzim = Xylanase, Amylase, Protease and Phytase

** : Vitamin premix (/kg diet), vitamin A: 12 000 IU, vitamin D3: 1 500 IU, vitamin E: 50 mg, vitamin K3: 5 mg, vitamin B1: 3 mg, vitamin B2: 6 mg, vitamin B6: 5 mg, vitamin B12: 0.03 mg, niacin: 25 mg.

Measurement of immune resistance

On the 32nd day of the study, the chickens were vaccinated against Infectious bronchitis and Newcastle by adding them to drinking water for immunity test. Live vaccinates were used and the dose was calculated according to the manufacture of vaccine

(number of birds x age). After vaccination (35th day), it was waited for 12 days for the formation of immune antibodies and 5 chickens from each group were slaughtered on the 42nd day. During slaughter, blood samples were taken for antibody tests and other analysis. After the harvesting of serum, the antibody titers against IBV and NDV measured, at 42 d after the regarding vaccine injection at day 32, by using IBV-NDV specific hemagglutination inhibition (HI) test for determining immune response (Cunningham, 1971).

Table 2. Chemical composition of local sumac (*Rhus coriaria*)

Çizelge 2. Yerel sumağın (Rhus coriaria) kimyasal bileşenleri

Some ingredients in sumac seed <i>Sumak tohumundaki bazı bileşenler</i>	
Fruit moisture, %	8.67
Ash, %	1.23
Protein, %	2.06
Total nitrogen (N), %	0.33
Phenolics in sumac juice (ppb)* <i>Sumak suyundaki fenolikler (ppb)</i>	
Catechinhydrate	954.32
Syringicacid	117.84
Resveratrol	157.25
Fumaric Acid	8538
Gallic Acid	91179
Caffeic	28.31
Hydroxycinamic	119.29
Hydroxyben	32.91
Salisilikasid	57.23
Phloridzindyhrate	137.94
Myricetin	63.9
Ellagicacid	25079.55
Quercetin	210.17
Luteolin	12.4

*: Analysis of some phenolics in sumac juice were done by using a Triple Quadrupole LC/MS/MS [LCMS-8030]. In addition, Shimadzu LCMSMS-8030 and Inertsil ODS 4 as devices; 2 µm, 2.1x50mm column was used.

*: Sumak suyundaki bazı fenoliklerin analizi, Triple Quadrupole LC/MS/MS [LCMS-8030] kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca Shimadzu LCMSMS-8030 ve Inertsil ODS 4 cihazları olarak; 2µm, 2.1x50mm kolon kullanılmıştır.

For this test, two-fold serial dilutions of Heat-Inactivated Fetal Bovine Serum (at 56°C) were made in U-bottom micro titer plates with phosphate-buffered saline (PBS; 0.01 molL⁻¹; pH:7.4) for total antibody. A fixed amount of virus was added to these special plates and incubated at room temperature for 60 minutes. Then, red blood cells were added, and readings were made on the plates incubated for 30 minutes at 4 °C. Clumping seen in the plates gave the hemagglutination titer. The viral titers were determined by multiplying the titer read by the dilution rates. The titer value has no units in the HI

test.

Serum biochemical parameters

The blood taken from the jugular vein during slaughter was taken into non-heparinized tubes (approximately 5 mL) and the serum was removed by centrifugation for 15 minutes. Serum biochemical parameters were evaluated by colorimetric and enzymatic methods using the procedures in commercial kits (Randox Laboratories, UK; Becket et al., 2009).

The activity of enzymes in the serum

Aspartate aminotransferase (AST) and Alanine aminotransferase (ALT) concentration in serum were determined spectrophotometrically according to the procedure described in the commercial kit used (Huang et al., 2006; Biolabo, Maizy, France, 2022).

Statistical analysis of data

In the study, 6 groups were formed in the 3*2 interaction model in which 3 different sumac water levels were given in two ways (drinking water and steam). All data were analyzed using Minitab version 17.0 (Minitab, State College, PA, USA). The General Linear Models for the main impact of sumac level in water or as an inhalation, as well as their interactions.

RESULTS and DISCUSSION

Growth performance

When evaluated over the 42-day experimental period (Table 3), it was seen that the application methods had a significant effect on some performance values ($P<0.05$), and that the sumac levels and sumac level and the way of administration did not have an interaction effect on these values ($P>0.05$). Feed consumption decreased significantly in chickens that received sumac water by inhalation as in the case of drinking water. Body weight and weight gain were also found to be significantly affect ($P<0.05$) by administration methods. Body weight and weight gain were significantly higher at broilers that received sumac in drinking water compared to those received sumac by inhalation. However, considering the application methods in general, inhalation application increased the humidity in the environment, probably independently of the sumac additive. Therefore, feed consumption decreased, and this resulted in a decrease in live weight gain. Neither the level of sumac nor the interaction of the experimental factors had not any significant impact on the weight gain and body weight of broilers. Feed conversion ratio of 42-day old broilers were not affected by the experimental factors and their interaction ($P>0.05$).

Table 3. Impact of the level and the administration method of sumac on the some fattening performance of broiler chicks at day 42 (Mean \pm SEM)

Çizelge 3. Sumak düzeyi ile uygulama yönteminin etlik civcivlerin 42 günler arası bazı besi performans değerlerine etkisi (Mean \pm SEM)

AD Uygulama şekli	Level g L ⁻¹ Sumak seviyesi	FI, g Yem tüketimi, g	BW, g Canlı ağırlık, g	WG, g Ağırlık kazancı, g	FCR Yemden yararlanma
In water İçme suyuna	0	4612.5 \pm 85.50	3147.5 \pm 135.50	3097.5 \pm 135.50	1.49 \pm 0.04
	5	4662.5 \pm 52.20	3170.0 \pm 51.50	3115.0 \pm 49.90	1.49 \pm 0.02
	10	4645.0 \pm 107.0	3115.0 \pm 110.0	3062.5 \pm 108.0	1.51 \pm 0.02
Inhalation Buhar ile	0	4662.5 \pm 46.25	3100.0 \pm 80.30	3042.5 \pm 78.90	1.53 \pm 0.04
	5	4365.0 \pm 108.5	3005.0 \pm 54.40	2952.5 \pm 52.65	1.47 \pm 0.07
	10	4360.0 \pm 43.6	2850.0 \pm 55.25	2800.0 \pm 55.25	1.55 \pm 0.07
Level Sumak seviyesi	0	4637.5 \pm 46.09	3123.6 \pm 73.75	3070.0 \pm 73.61	1.51 \pm 0.06
	5	4513.7 \pm 79.39	3087.5 \pm 46.77	3033.8 \pm 45.63	1.48 \pm 0.04
	10	4502.5 \pm 76.17	2982.5 \pm 76.06	2931.3 \pm 75.17	1.53 \pm 0.05
AD Uygulama şekli	Water	4640.0 ^a \pm 57.10	3144.2 ^a \pm 55.37	3091.7 ^a \pm 54.88	1.49 \pm 0.06
	Inhalation	4462.5 ^b \pm 44.73	2985.0 ^b \pm 45.86	2931.7 ^b \pm 44.82	1.52 \pm 0.06
AD		0.01	0.04	0.04	0.38
Level		0.19	0.27	0.27	0.22
AD \times Level		0.07	0.47	0.50	0.51

a,b=Means in the same column not sharing the same superscripts are different significantly.

a,b=aynı sütunda aynı indislerle gösterilmeyen değerler arasındaki farklılıklar önemlidir.

AD=administration method.

FI= feed consumption, BW= body weight, WG= weight gain, FCR= feed conversion ratio; SEM= standard error of means.

FI =yem tüketimi, BW: canlı ağırlık, WG: ağırlık artışı, FCR: yem dönüşüm oranı; SEM= ortalamaların standart hatası.

Studies also showed that both the fruits of *Rhus coriaria* and *R. hirta* possess strong antimicrobial and antioxidant activities (Kossah et al., 2009; Bursal & Kösal, 2011). However, most of the studies have used

sumac as grain or extract. In our study, however, it probably did not have an effect because diluted sumac juice was used. Especially in steam application, this dilution application caused less effect on growth

performances.

Serum lipid profile

The serum lipid profile of chickens was not impacted by the treatments except for the triglycerides which were significantly higher in chickens that were inhaled with sumac solution than those that were received it in the drinking water ($P<0.05$; Table 4). Although not significant, however the serum lipid profile including (cholesterol, triglycerides, and HDL) slightly decreased by rising levels of sumac. In the current study, the hypo-lipidemic effect of sumac was more pronounced

when it was offered to the birds in the drinking water. Sumac has the ability to lower LDL levels and total cholesterol in both adolescents and adults (Sabzghabae et al., 2014; Asgary et al., 2018). These polyphenols have been demonstrated to diminish intestinal cholesterol absorbed and even boost bile acid secretion by inhibiting reverse cholesterol transport Choi et al. (2007). Sumac had no impact on the levels of the remaining serum biochemical measures (globulin, albumin, total protein, and albumin/globulin ratio).

Table 4. Impact of the level and the administration method of sumac on the serum lipid profile of broiler chickens (Mean \pm SEM)

Çizelge 4. Sumak düzeyi ile uygulama yönteminin etlik piliçlerin serum lipid profiline etkisi (Mean \pm SEM)

AD ¹	Level g L ⁻¹ <i>Sumak seviyesi</i>	Chol ² , mg dl ⁻¹ <i>Kolesterol</i>	Trig ³ , mg dl ⁻¹ <i>Trigliserid</i>	HDL ⁴ , mg dl ⁻¹	LDL ⁵ , mg dl ⁻¹
In water <i>İçme suyuna</i>	0	106.25 \pm 2.36	44.50 \pm 5.81	73.00 \pm 1.91	24.25 \pm 1.79
	5	107.75 \pm 5.72	41.00 \pm 6.75	74.25 \pm 3.49	25.25 \pm 1.43
	10	109.25 \pm 9.31	34.00 \pm 3.98	77.25 \pm 6.78	25.25 \pm 2.92
Inhalation <i>Buhar ile</i>	0	119.75 \pm 3.94	57.75 \pm 10.45	77.25 \pm 2.09	30.75 \pm 1.43
	5	112.75 \pm 1.84	59.25 \pm 16.85	78.00 \pm 3.24	23.25 \pm 1.03
	10	109.75 \pm 5.99	59.25 \pm 11.1	69.00 \pm 4.56	29.00 \pm 2.48
Level <i>Sumak seviyesi</i>	0	113.00 \pm 3.33	51.13 \pm 6.09	75.13 \pm 1.54	27.50 \pm 1.63
	5	110.25 \pm 2.94	50.13 \pm 9.10	76.13 \pm 2.32	24.25 \pm 0.88
	10	109.50 \pm 5.14	46.63 \pm 7.27	73.13 \pm 4.10	27.13 \pm 1.91
AD <i>Uygulama şekli</i>	Water	107.75 \pm 3.39	39.83 ^b \pm 3.22	74.83 \pm 2.43	24.92 \pm 1.13
	Inhalation	114.08 \pm 3.15	58.75 ^a \pm 6.86	74.75 \pm 2.18	27.67 \pm 1.33
AD		0.17	0.03	0.98	0.10
Level		0.80	0.90	0.75	0.22
AD \times Level		0.50	0.84	0.19	0.12

a,b = Means in the same column not sharing the same superscripts are different significantly.

a,b=aynı sütunda aynı indislerle gösterilmeyen değerler arasındaki farklılıklar önemlidir.

AD=administration method; AD=uygulama yöntemi.²Chol=cholesterol, ³Trig=triglycerides, ⁴HDL=high density lipoproteins, ⁵LDL=low density lipoproteins, SEM= standard error of means; SEM= ortalamaların standart hatası

Serum chemistry

In general, serum biochemistry was not affected by the treatment. However, only the level of creatinine in the serum was almost doubled in birds that were inhaled with sumac solution than those that were received it in the drinking water ($P<0.05$; Table 5). In some studies, after treatment with sumac in diabetic rats, significant weight loss was observed and there was a significant decrease in blood sugar and lipid profile (Dogan & Celic, 2015).

However, the interaction of the experimental factor tended to increase the albumin to globulin in the serum of chickens that were received the highest level of sumac in their drinking water, but this increase was not statistically significant ($P>0.05$).

In general, although there were a few differences in some mean values, no significant effect of the experimental groups and their interactions on the enzymes studied in the serum of chickens was

observed ($P<0.05$; Table 6). Although serum AST level tended to increase at 5g L⁻¹ sumac level, this increase was not found to be significant. Regardless of the application method, ALT level increased slightly in chickens given the highest level of sumac, but this increase was not statistically significant. However, the lower level of ALT was noticed in birds that received the medium level (5 g L⁻¹) of sumac. In addition, the serum of birds given drinking water containing sumac had higher lipase levels than those given inhaled water.

This study showed that serum AST, ALT, amylase, and alkaline phosphatase levels generally did not change in all experimental groups. This corresponds to the results of Cakmak et al. (2017) on serum content of AST and ALT in broiler chickens fed with varying levels of sumac. However, Shata (2017) stated that increasing the amount of sumac in the diet of Japanese quails reduces AST and ALT levels.

Table 5. Impact of the level and the administration method of sumac on serum chemistry of broiler chickens (Mean \pm SEM)

Çizelge 5. Sumak düzeyinin ve uygulama yönteminin etlik piliçlerin serum kimyasına etkisi (Mean \pm SEM)

AD ¹	Level g L ⁻¹ <i>Sumak seviyesi</i>	Creatinine, mg dl ⁻¹ <i>Kreatinin</i>	TP ² , mg dl ⁻¹ <i>Toplam protein</i>	Albumin, mg dl ⁻¹ <i>Albumin</i>	Globulin, mg dl ⁻¹ <i>Globülin</i>	A/G ³
In water <i>İçme suyuna</i>	0	0.05 \pm 0.01	3.09 \pm 0.12	1.12 \pm 0.04	1.95 \pm 0.10	0.57 \pm 0.02
	5	0.08 \pm 0.02	2.99 \pm 0.23	0.97 \pm 0.07	2.02 \pm 0.17	0.48 \pm 0.02
	10	0.04 \pm 0.09	2.91 \pm 0.17	1.10 \pm 0.14	1.80 \pm 0.04	0.60 \pm 0.06
Inhalation <i>Buhar ile</i>	0	0.08 \pm 0.01	3.24 \pm 0.20	1.17 \pm 0.11	2.07 \pm 0.11	0.56 \pm 0.02
	5	0.13 \pm 0.05	2.97 \pm 0.14	1.05 \pm 0.02	1.92 \pm 0.11	0.54 \pm 0.01
	10	0.09 \pm 0.02	3.13 \pm 0.08	1.02 \pm 0.02	2.12 \pm 0.08	0.48 \pm 0.01
Level <i>Sumak seviyesi</i>	0	0.06 \pm 0.01	3.17 \pm 0.11	1.15 \pm 0.05	2.01 \pm 0.07	0.57 \pm 0.01
	5	0.11 \pm 0.03	2.98 \pm 0.13	1.01 \pm 0.03	1.97 \pm 0.09	0.51 \pm 0.01
	10	0.06 \pm 0.01	3.02 \pm 0.09	1.06 \pm 0.06	1.96 \pm 0.07	0.56 \pm 0.04
AD <i>Uygulama şekli</i>	Water	0.05 ^b \pm 0.01	3.00 \pm 0.10	1.06 \pm 0.05	1.92 \pm 0.07	0.558 \pm 0.02
	Inhalation	0.10 ^a \pm 0.02	3.11 \pm 0.08	1.08 \pm 0.04	2.04 \pm 0.05	0.582 \pm 0.01
	AD	0.04	0.41	0.81	0.22	0.38
	Level	0.18	0.53	0.27	0.90	0.33
	AD \times Level	0.88	0.79	0.64	0.19	0.05

a,b=mean in the same column not sharing the same superscripts are different significantly.

a,b=aynı sütunda aynı indislerle gösterilmeyen değerler arasındaki farklılıklar önemlidir.

AD=administration method; AD=uygulama yöntemi; ²TP= total protein; ³A/G=albumin/globulin ratio; albumin/globulin oranı; SEM=standard error of means; SEM=ortalamaların standart hatası

Table 6. Impact of the level and the administration method of sumac on the levels of some enzymes (UL⁻¹) in the serum of broiler chickens

Çizelge 6. Piliçlerin kan serumundaki bazı enzimlerin (UL⁻¹) düzeylerine sumak düzeyi ve uygulama yönteminin etkisi (Mean \pm SEM)

AD ¹	Level g L ⁻¹ <i>Sumak seviyesi</i>	² AST, U L ⁻¹	³ ALT, U L ⁻¹	⁴ ALP, U L ⁻¹	Amilaz U L ⁻¹	Lipaz U L ⁻¹
In water <i>İçme suyuna</i>	0	403.25 ^b \pm 54.0	10.25 ^a \pm 0.94	1606.75 \pm 367.5	259.0 \pm 51.5	11.00 ^{ab} \pm 0.91
	5	841.50 ^a \pm 188.0	7.75 ^{ab} \pm 0.94	1246.25 \pm 109.5	569.0 \pm 178.0	12.25 ^a \pm 1.70
	10	633.75 ^{ab} \pm 57.5	9.25 ^{ab} \pm 1.65	1862.00 \pm 542.0	675.0 \pm 439.5	12.00 ^a \pm 2.74
Inhalation <i>Buhar ile</i>	0	508.25 ^{ab} \pm 63.8	7.75 ^{ab} \pm 0.75	1696.50 \pm 514.5	356.5 \pm 81.3	12.25 ^a \pm 2.17
	5	396.25 ^b \pm 81.8	6.50 ^b \pm 0.50	1673.25 \pm 503.0	454.0 \pm 87.15	8.25 ^{ab} \pm 0.25
	10	597.50 ^{ab} \pm 183.0	10.00 ^a \pm 0.91	1311.50 \pm 158.0	346.0 \pm 140.5	7.00 ^b \pm 0.70
SEM		48.86	0.41	165.30	85.21	0.67
Level <i>Sumak seviyesi</i>	0	455.750 \pm 43.75	9.000 ^{ab} \pm 0.73	1651.63 \pm 293.9	307.75 \pm 48.22	11.62 \pm 1.12
	5	618.875 \pm 127.3	7.125 ^b \pm 0.54	1459.75 \pm 252.4	511.50 \pm 223.65	10.25 \pm 1.10
	10	615.625 \pm 89.36	9.625 ^a \pm 0.88	1586.75 \pm 281.9	510.50 \pm 223.0	9.50 \pm 1.62
AD <i>Uygulama şekli</i>	Water	626.16 \pm 81.96	9.08 \pm 0.71	1571.67 \pm 214.4	501.0 \pm 153.4	11.75 \pm 1.02
	Inhalation	500.66 \pm 68.20	8.08 \pm 0.58	1560.42 \pm 228.6	385.5 \pm 57.51	9.16 \pm 0.96
	AD	0.21	0.24	0.97	0.50	0.07
	Level	0.32	0.06	0.89	0.54	0.44
	AD \times Level	0.08	0.29	0.48	0.60	0.15

a,b= mean in the same column not sharing the same superscripts are different significantly.

a,b=aynı sütunda aynı indislerle gösterilmeyen değerler arasındaki farklılıklar önemlidir.

AD=administration method;AD=uygulama yöntemi.

²AST =aspartate aminotransferase; ³ALT=alanine aminotransferase; ⁴ALP=alkaline phosphatase; SEM=standard error of means; SEM=ortalamaların standart hatası

Antibody production against Newcastle disease (NDV) and infectious bronchitis (IBV)

It was found that there was a significant effect of

administration methods on antibody production against IBV P<0.05), while the effect of sumac levels and the interaction between experimental factors was

found to be non-significant ($P>0.05$; Table 7). Monavari et al. (2007) found that the liquid extract of *Rhus coriaria* showed significant antiviral activity against

Herpes Simplex Virus (HSV-1) and adenovirus type 5 at non-toxic doses.

Table 7. Impact of the level and the administration method of sumac on antibody production against infectious bronchitis virus and Newcastle disease virus of broiler chickens (Mean \pm SEM)

Çizelge 7. Piliçlerin Enfeksiyöz bronşit virüsü (IBV) ve Newcastle hastalığı virüsüne (NDV) karşı antikor üretiminde sumac düzeyi ve uygulama yönteminin etkisi (Mean \pm SEM)

AD ¹	Level g L ⁻¹ <i>Sumak seviyesi</i>	Infectious Bronchitis <i>İnfeksiyöz Bronşit</i>	Newcastle Disease <i>Tavuk vebası</i>
In water <i>İçme suyuna</i>	0	877.75 ^b \pm 308.0	4550.50 \pm 963.5
	5	2014.50 ^a \pm 582.5	6298.00 \pm 1960.5
	10	1091.00 ^b \pm 357.5	6223.75 \pm 797.5
Inhalation <i>Buhar ile</i>	0	3373.50 \pm 547.5	8305.75 \pm 1993
	5	2034.25 \pm 462.5	5607.50 \pm 1571.5
	10	2687.50 \pm 775.5	3914.50 \pm 569.5
Level <i>Sumak seviyesi</i>	0	2125.63 \pm 555.6	6428.13 \pm 1250.3
	5	2024.38 \pm 345.3	5952.75 \pm 1174.1
	10	1889.25 \pm 498.9	5069.13 \pm 631.2
AD <i>Uygulama şekli</i>	Water	1327.75 ^b \pm 270.8	5690.75 \pm 743.0
	Inhalation	2698.42 ^a \pm 358.9	5942.58 \pm 956.3
AD		0.01	0.83
Level		0.90	0.63
AD \times Level		0.057	0.11

a,b = mean in the same column not sharing the same superscripts are different significantly.

a,b=aynı sütunda aynı indislerle gösterilmeyen değerler arasındaki farklılıklar önemlidir.

AD=administration method, SEM=standard error of means

AD=uygulama yöntemi, SEM=ortalamaların standart hatası

Since IBV is from the coronavirus family, it causes damage to the lungs. Although not statistically significant, there were some differences in the Duncan tests. For example, the addition of sumac to the drinking water improved the antibody profile against IBV comparing to the control group, but this improve was not statistically significant. It is likely that the inhalation method would be expected to be more effective against this virus, and at least a support mechanism might have worked here. It was observed that antibody production against NDV was not affected by experimental factors and their interactions. However, there was a trend in the production of antibodies against NDV due to the increase in sumac levels in drinking water. On the other hand, although a decrease was observed in the titer values for NDV of increasing sumac levels in the inhalation group, these differences were not statistically significant.

In the present study, sumac level had no effect on antibody production against IBV and NDV, however, it showed that the method of administration of water provided a significant improvement in antibody titer, especially against IBV. This could be related to the nature and the site of infection of these viruses. It's well-known that IBV invade the respiratory system more than any other parts of the body.

Although the method of administration was found to be important in this study, an interaction trend was

observed in terms of the way of administration with sumac ($P=0.057$). The antimicrobial properties of sumac were more pronounced when it was inhaled over the birds. Especially in the production of antibodies against IBV, the titers of sumac juice given by inhalation tended to be higher (inhalation: 2698.4 vs. drinking water: 1327.8). Therefore, decreasing the production of antibodies could be attributed to the direct interaction of sumac inhalation with the defense mechanism of the respiratory system. This would decrease the possibility of respiratory infections without over stimulation of the immune system. As an essential organ of the host mucosal immune system, the gut has evolved to carry out two apparently confounding tasks: nutrient absorption and pathogen defense.

Since we did not find any significant changes in intestinal characteristics, especially in intestinal parents, it is not possible to make an explanation on this subject. However, in this study, it was tried to find the antibody level by vaccinating against non-sick animals. Another possible explanation may be that inhalation in vaccinated chickens helps to activate the immune mechanism more quickly by stopping the viral suppression in the lung. The S protein in IBV is a glycoprotein and is responsible for binding of the virus to the receptors of the host cell (Li, 2016). Therefore, blocking the connection between a virus and host's

receptors is an important strategy for inhibiting virus infection.

The sites where IBV binds are mostly lung cells. However, when looking at the methods of administration in general, the environment created by inhalation increased the humidity, which provides a suitable environment for the reproduction of such viruses, regardless of the treatment. These corresponded to the results of Ahmadian et al. (2020) who found that increasing the amount of sumac in broiler diets greatly boosted antibody production against NDV. However, Toghyani and Faghan, (2017) found that dietary sumac powder had no influence on NDV antibody production in broiler chicks.

CONCLUSION

The findings reported that the antibody production against NDV and IBV of broiler chickens was improved to some extent. In case of any disease threat in chickens, higher doses may need to be tried for the sumac effect to be more pronounced. However, in this study, it was observed that the effect of inhaling water vapor was more pronounced. In addition, according to the findings obtained at the end of the study, it may be recommended to try inhalations of the waters of other medicinal plants such as sumac.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Duhok University, Dept. Animal Production, College of Agriculture, Scientific Research Foundation.

Contribution of the Authors as Summary

Projecting, H I R, S.Y; article, H I R, S.Y and S.S.M.B; original drafting, H.I.R; writing-reviewing and editing, S.Y.; All authors contributed to the article sections and approved the final version of the text.

Statement of Conflicts of interest

It was declared that there was no conflict of interest for the authors.

REFERENCES

- Ahmadian, A., Seidavi, A., & Phillips, C.J.C. (2020). Growth, carcass composition, haematology and immunity of broilers supplemented with sumac berries (*Rhus coriaria*L.) and thyme (*Thymus vulgaris*). *Animals*, 10(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ani10030513>.
- AOAC (1990). Official Methods of Analysis 15th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Methods 950.02, 930.15, 942.05, 954.01. *Gaithersburg, MD, USA*.
- BIOLABO (2022). Biochimie and Coagulatin. [Biolabo.fr/biolabo/pdfs/noticesFR/biochimieFR/FT-LP99532-LP99632.pdf](https://www.biolabo.fr/biolabo/pdfs/noticesFR/biochimieFR/FT-LP99532-LP99632.pdf). 02160 Maizy, France
- Asgary, A., Pantin, B., & Selvadurai, A. (2018). Managing Disaster Mutual Assistance Operations in Electricity Companies: Developing an Arc. GIS Online Web Map Application. *IEEE Electrical Power and Energy Conference*, 10-11 October 2018, Canada. <https://doi.org/10.1109/EPEC.2018.8598398>.
- Beckett, J.M., Hartley, T.F., & Ball, J.M. (2009). Evaluation of the Randox colorimetric serum copper and zinc assays against atomic absorption spectroscopy. *Annals of Clinical Biochemistry*, 1-9 <https://doi.org/10.1258/acb.2009.008253>.
- Bursal, E., & Kösal, E. (2011). Evaluation of reducing power and radical scavenging activities of water and ethanol extracts from sumac (*Rhus coriaria* L.). *Food Research International*, 44, 2217–2221. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.11.001>.
- Cakmak, M., Ozcan, N., & Denli, M. (2017). Effects of sumac powder (*Rhus coriaria* L.) on growth performance, serum biochemistry and intestinal microbioata in broilers at different stocking densities. Scientific Papers Series D. *Animal Science*, 60, 70–74.
- Choi, H.S., Kim, M.K., Park, H.S., Yun, S.E., Mun, S.P., Kim, J.S., Sapkota, K., Kim, S., Kim, T.Y., & Kim, S.J. (2007). Biological detoxification of lacquer tree (*Rhus verniciflua* Stokes) stem bark by mushroom species. *Food Science and Biotechnology*, 16(6), 935–942.
- Cook, J.K., Jackwood, M., & Jones, R.C. (2012). The long view: 40 years of infectious bronchitis research. *Avian Pathology*, 41, 239–250. <https://doi.org/10.1080/03079457.2012.680432>.
- Cunningham, C.H. (1971). *Virologia Practica*, 6th ed.; AR: Acribia, Zaragoza 260 p.
- Dogan, A., & Celic, I. (2015). Potential Therapeutic Properties of *Rhus Coriaria* on Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *2nd International Conference on Natural Products Utilization*. 14-17 October 2015, Bulgaria.
- Fan, W., Tang, N., Dong, Z., Chen, J., Zhang, W., Zhao, C., He, Y., Li, M., Wu, C., Wei, T., Huang, T., Mo, M., & Wei, P. (2019). Genetic Analysis of Avian Coronavirus Infectious Bronchitis Virus in Yellow Chickens in Southern China over the Past Decade: Revealing the Changes of Genetic Diversity, Dominant Genotypes and Selection Pressure. *Viruses*, 11, 2-26. <https://doi.org/10.3390/v11100898>.
- Ghasemi, R., Faghani, M., Reza, J.P., Khonmirzaie, N., & Rahimian, Y. (2014). Using sumac (*Rhus coriaria* L.) extract affect performance and intestinal characteristics of broiler chicks. *Scholarly Journal of Agricultural Science*, 4(8), 442-445.
- Golzadeh, M., Farhoomand, P., & Daneshyar, M. (2012). Dietary *Rhus coriaria* L. powder reduces the blood cholesterol, VLDL-c and glucose, but increases abdominal fat in broilers. *South African Journal of Animal Sciences*, 42(4), 398–405.

- <https://doi.org/10.4314/sajas.v42i4.8>.
- Huang, X.J., Choi, Y.K., Im, H.S., Yarimaga, O., Yoon, E., & Kim, H.S. (2006). Aspartate Aminotransferase (AST/GOT) and Alanine Aminotransferase (ALT/GPT) Detection Techniques. *Sensors*, 6:756-782.
- Khataby, K., Kasmi, Y., Souiri, A., Loutfi, C., & Ennaji, M.M. (2020). Avian Coronavirus: Case of Infectious Bronchitis Virus Pathogenesis, Diagnostic Approaches, and Phylogenetic Relationship Among Emerging Strains in Middle East and North Africa Regions. In Ennaji MM (Eds.) *Emerging and Reemerging Viral Pathogens. Ap Academic Press*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819400-3.00033-8>
- Kheiri, F., Rahimian, Y., & Nasr, J. (2015). Application of sumac and dried whey in female broiler feed. *Archives Animal Breeding*, 58, 205–210. <https://doi.org/10.5194/aab-58-205-2015>.
- Kossah, R., Nsabimana, C., Zhao, J., Chen, H., Tian, F., Zhang, H., & Chen, W. (2009). Comparative study on the chemical composition of Syrian sumac (*Rhus coriaria* L.) and Chinese sumac (*Rhus typhina* L.) fruits. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8, 1570–1574. <https://doi.org/10.3923/pjn.2009.1570.1574>.
- Li, F. (2016). Structure, function, and evolution of coronavirus spike proteins. *Annual Review of Virology*, 3, 237–261. <https://doi.org/10.1146/annurev-virology-110615-042301>.
- Mehrdad, M., Zebardast, M., Abedi, G., Koupaei, M.N., Rasouli H., & Talebi, M. (2009). Validated high-throughput HPLC method for the analysis of flavonol aglycones myricetin, quercetin, and kaempferol in *Rhus coriaria* L. using a monolithic column. *Journal of AOAC International*, 92(4), 1035-1043. <https://doi.org/10.1093/jaoac/92.4.1035>.
- Miller, P.J., Decanini, E.L., & Afonso, C.L. (2010). Newcastle disease: evolution of genotypes and the related diagnostic challenges. *Infection Genetics and Evolution*, 10(1), 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2009.09.012>.
- Monavari, H.R., Hamkar, R., Norooz-Babaei, Z., Adibi, L., Noroozi, M., & Ziaei, A. (2007). Antiviral effect assay of twenty-five species of various medicinal plants families in Iran. *Iranian Journal of Medical Microbiology*, 1(2), 49-59.
- NRC (National Research Council) (1994). Nutrient Requirements of Poultry (9th ed.), *National Academy Press, Washington, DC* (1994).
- Özcan, M., & Haciseferogullari, H. (2004). A condiment [sumac (*Rhus coriaria* L.) fruits]: some physicochemical properties. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30(3-4), 74–84.
- Sabzghabae, A.M., Kelishadi, R., Golshiri, K., Ghannadi, A., & Badri, S. (2014). Clinical effects of *Rhus coriaria* fruits on dyslipidemia 308 in Adolescents: a triple-blinded randomized placebo-controlled trial. *Medical Archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*, 68(5), 308–312. <https://doi.org/10.5455/medarh.2014.68.308-312>.
- Shata, R.F.H. (2017). Effect of dietary sumac seed powder as antioxidants and growth promoter on egg production performance and blood of Japanese quail laying. *Egyptian Journal of Nutrition and feeds*, 20 (2), 237-247. <https://doi.org/10.21608/ejnf.2017.75175>.
- Toghyani, M., & Faghan, N. (2017). Effect of sumac (*Rhus coriaria* L.) fruit powder as an antibiotic growth promoter substitution on growth performance, immune responses and serum lipid profile of broiler chicks. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51(3), 295–298. <https://doi.org/10.5530/ijper.513s.33>.