



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 25 Sayı-Number 4 Yıl-Year: 2022



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

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

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

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Kahramanmaraş Sütçü İmam 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. Niyazi CAN
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. Sakine Serap AVGIN
KSÜ Eğitim Fak.
Biyoloji Böl.
ssavgin@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN
HMKÜ Ziraat Fak.
Toprak Bil. ve Bitki Bes. Böl.
mcimrin@mku.edu.tr

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

Prof.Dr. Mustafa YILDIRIM
KSÜ Ziraat Fak.
Tarla Bitkileri Böl.
m.yildirim@ksu.edu.tr

Doç.Dr. Mustafa KÜSEK
KSÜ Ziraat Fak.
Bitki Koruma Böl.
mkusek@ksu.edu.tr

Doç.Dr. Ali ÇAYLI
KSÜ Türkoğlu MYO
alicayli@ksu.edu.tr

Alan Editörleri

Alan Editörü/ Associate Editor
Doç.Dr. Ahmet Levent İNANC
KSÜ Ziraat Fak.
Bitki Koruma Böl.
cetintas@ksu.edu.tr

İstatistik Editörü/Statistics Editor
Doç.Dr. Senol CELİK
Bingöl Üniv. Ziraat Fak.
Zootečni Böl.
senolcelik@bingol.edu.tr

Alan Editörü/Associate Editor
Dr. Öğr. Üyesi Sebahattin CÖMERTPAY
KSÜ Ziraat Fak.
Bitki Koruma Böl.
mkusek@ksu.edu.tr



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Uluslararası Danışmanlar Kurulu (International Advisory Board)

Doç. Dr. Khairulmazmi AHMAD
Putra University, MALAYSIA

Prof. Dr. Larisa CAÏSİN
State Agrarian University, MOLDOVA

Prof.Dr. Mohammed H. Abu-DİEYEH
Qatar University, QATAR

Assist.Prof. Dr. Eslam FAID-ALLAH
Minoufiya University, EGYPT

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

Prof.Dr Stanislaw HURUK
Jan Kochanowski Univ. POLAND

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

Prof.Dr. A Salah KHATTAB
Tanta University, EGYPT

Prof.Dr. K Mahmood KHAWAR
Ankara Üniv. ANKARA

Dr. Ram Prasad MAINALI
National Agriculture Genetic Resources
Center, NEPAL

Prof. Dr. Alisa PİRLOG
State Agrarian University, MOLDOVA

Assist.Prof. Dr. Mehdi RAHİMİ
Graduate University of Advanced
Technology, İRAN

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

Dr. Vivekanandarajah SARAVANAN
KnowledgeLink Group, Inc.,
SRI LANKA

Prof.Dr Vytautas TAMUTIS
Uniwersytet Aleksandra, LITVANIA

Prof. Dr. Muhammed Masood TARIQ
Balochistan University, PAKİSTAN

Dr. Thobela Louis TYASI
University of Limpopo Polokwane,
SOUTH AFRICA

Prof.Dr. Abdulmojeed YAKUBU
Nasarawa State University,
NIGERIA

Doç. Dr. Daniel ZABORSKI
West Pomeranian University of
Technology, POLAND

Prof.Dr. Navid GHAVİ HOSEİN-ZADEH
University of Guilan, Rasht, İRAN

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

Ulusal Danışmanlar Kurulu (Advisory Board)

Doç.Dr. Tugay AYAŞAN
Korkutata Üniv. OSMANİYE

Prof. Dr. Fikri BALTA
Ordu Üniv. ORDU

Prof.Dr. Levent BAT
Sinop Üniv. SİNOP

Prof. Dr. H. Murat BÜYÜKÇAPAR
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.
KAHRAMANMARAŞ

Prof. Dr. Mahfuz ELMASTAŞ
Sağlık Bilimleri Üniv. İSTANBUL

Prof. Dr. İlhami GÜLÇİN
Atatürk Üniv. ERZURUM

Prof.Dr. Rüştü HATİPOĞLU
Çukurova Üniv. ADANA

Prof.Dr. Murat KÜTÜK
Gaziantep Üniv. GAZİANTEP

Prof. Dr. Ramazan MERAL
Bingöl Üniv. BİNGÖL

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

Prof.Dr. Fatih SATIL
Balıkesir Üniv. Balıkesir

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

Prof.Dr. Nazım ŞEKEROLU
Kilis 7 Aralık Üniv. KİLİS

Prof. Dr. İbrahim YILMAZ
Akdeniz Üniv. ANTALYA

Prof. Dr. Kadir YILMAZ
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.
KAHRAMANMARAŞ



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE

- Anatomy and Pollen Properties of Merzifon Black Grape Variety (*Vitis vinifera* L.)** 641-648
Merzifon Karası Üzüm Çeşidinin (*Vitis vinifera* L.) Anatomisi ve Polen Özellikleri
Gülhan KURT, İlkay ÖZTÜRK ÇALI
- Karyotypes and ZZ/ZW Sex Chromosome System of Endemic *Squalius recurvirostris* (Leuciscinae, Cyprinidae) in Turkey** 649-657
Türkiye’de Endemik *Squalius recurvirostris*’in (Leuciscinae, Cyprinidae) Karyotipleri ve ZZ/ZW Eşey Kromozom Sistemi
Ahmed Sadeq Jaber DOORİ, Atilla ARSLAN
- Investigation of The Effects of Some Endogenous Hormones Determined in Nodes, Different Pruning and Planting Systems on Fruiting in Gemlik Olive Cultivar** 658-667
Gemlik Zeytin Çeşidinde Meyveye Yatma Üzerine Boğumlarda Saptanan Bazı İçsel Hormonlar, Farklı Budama ve Dikim Sistemlerinin Etkilerinin Araştırılması
Sabriye ATMACA, Salih ÜLGER
- Efficacy of Mating Disruption Technique for *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) Control in Olive Orchard in Hatay** 668-676
Hatay İli Zeytin Bahçesinde Ağaç Sarıkurdu, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae)’nın Mücadelesinde Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Etkinliği
Adalet HAZİR, Gülay KAÇAR, Murat ÖLÇÜLÜ, Pınar ARIDICI KARA, Naim ÖZTÜRK
- Determination of Pest Insect Species at Pomegranate (*Punica granatum* L.) Orchards in Adıyaman and Siirt Provinces, Turkey** 677-686
Adıyaman ve Siirt İlleri Nar (*Punica granatum* L.) Bahçelerinde Belirlenen Zararlı Böcek Türleri
Murat GÜLMEZ, Asime Filiz ÇALIŞKAN KEÇE, Mehmet KAPLAN, Mehmet Rifat ULUSOY
- Determination of the Effects of Promising Hybrid Eggplant Rootstocks (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) on Yield and Quality in Grafted Eggplant Growing** 687-697
Ümitvar Hibrit Patlıcan Anaçlarının (*Solanum melongena* X *Solanum aethiopicum*) Aşılı Patlıcan Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkileri
Şeyma SARIBAŞ, Ahmet BALKAYA, Dilek KANDEMİR, Ahmet SEÇİM
- Effects of Melatonin on Tomato Infected with Root-knot Nematode *Meloidogyne incognita*** 698-705
Melatoninin Kök-ur Nematodu *Meloidogyne incognita* ile İnfekteli Domates Üzerindeki Etkileri
Zeliha GÖKBAYRAK, Çiğdem GÖZEL
- First report of *Bursaphelenchus leoni* Baujard, 1980 (Nematoda: Parasitaphelenchidae) from Pine Forests of Turkey** 706-715
Bursaphelenchus leoni Baujard, 1980 (Tylenchina: Aphelenchoididae)’nin Türkiye’nin Çam Ormanlarından İlk Kaydı
Mehmet DAYI, Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR, Süleyman AKBULUT, İbrahim Halil ELEKCİOĞLU



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Contributions to the Auchenorrhyncha (Hemiptera) Fauna of Kırşehir Province (Turkey) Contributions to the Auchenorrhyncha (Hemiptera) Fauna of Kırşehir (Turkey) Kırşehir'in (Türkiye) Auchenorrhyncha (Hemiptera) Faunasına Katkılar Ersin DEMİREL, Mahmut ERBEY 716-722
- Fruit fly (Diptera: Tephritidae) Fauna of Amasya and Samsun Provinces, with Two New Records for Turkey Türkiye İçin İki Yeni Kayıt İle Birlikte Amasya ve Samsun İllerinin Meyve Sineği (Diptera: Tephritidae) Faunası Vedat GÖRMEZ, Murat KÜTÜK 723-734
- Determination of Virus Resistance in Some Melon Accession Collected from Van Lake Basin by Mechanic Inoculation and Molecular Methods Van Gölü Havzası'ndan Toplanan Bazı Kavun Genotiplerinde Virüse Karşı Dayanıklılığın Mekanik İnokulasyon ve Moleküler Yöntemlerle Belirlenmesi Sibel TURAN, Çeknas ERDİNÇ 735-744
- Determination of Suitable Forage Pea Varieties and Winter Sowing Dates in Terms of Herbage Yield and Quality Characteristics in Iğdır Conditions Iğdır Koşullarında Ot Verim ve Kalite Özellikleri Açısından Uygun Yem Bezelyesi Çeşitleri ve Kışlık Ekim Zamanlarının Belirlenmesi Süleyman TEMEL, Bilal KESKİN, Selma ÇAKMAKÇI, Ramazan TOSUN 745-756
- An Assessment on Wheat and Barley Cultivation through Farmer Surveys under Rain-Fed Conditions in Sanliurfa Şanlıurfa'da Yağışa Dayalı Buğday ve Arpa Tarımının Yapısının Çiftçi Sörveyleri Yoluyla İncelenmesi İrfan ÖZBERK, Fethiye ÖZBERK, Cengiz KAYA, İbrahim Halil BATMAZ, Arzu Ayşe SOLMAZ, Zeki CENGİZER, Meral YILDIRIM, Merve GÖK 757-765
- Characterization of Foreign and Turkish Originated Bread and Durum Wheat Landraces by Disease Resistance and Quality Using Functional Markers Yurtdışı ve Türkiye Kaynaklı Yerel Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinin Hastalıklara Dayanıklılık ve Kalite Yönünden Fonksiyonel Markörler İle Karakterizasyonu Ayşenur UYSAL, Ziya DUMLUPINAR 766-777
- Determination of Grain Yield and Some Forage Quality Traits of Rye Genotypes at Different Sowing Densities Farklı Ekim Sıklıklarında Çavdar Genotiplerinin Tane Verimi ve Bazı Yem Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Özge Doğanay ERBAŞ KÖSE, Zeki MUT 778-786
- Investigation of Agricultural Characteristics in Some Lines Selected from the Kunduru-1149 Population Kunduru-1149 Populasyonundan Seçilen Bazı Hatlarda Tarımsal Özelliklerin İncelenmesi Rukiye KARA, Cengiz YÜRÜRDURMAZ, Ali KARAKUZULU, Aydın AKKAYA 787-799



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Determination of Yield and Quality Characteristics of Some Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars in Tokat-Kazova Conditions** 800-810
Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Tokat-Kazova Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi
Kübra ÖZDEMİR DİRİK, Mehmet Ali SAKİN, Mahmut İNANÇ, Fahri SÖNMEZ
- The Effects of Different Concentrations of Foliar Applied Chitosan, Iron Oxide and Chitosan-Coated Iron Oxide Nanoparticles on the Secondary Metabolites of *Hypericum triquetrifolium* Turra. During Full Bloom** 811-818
Tam Çiçeklenme Döneminde Yaprakdan Uygulanan Kitosan, Demir Oksit ve Kitosanla Kaplanmış Demir Oksit Nanopartiküllerinin Farklı Konsantrasyonlarının *Hypericum triquetrifolium* Turra.'nın İkincil Metabolitleri Üzerine Etkileri
Ayşe BAL, Hasan Çetin ÖZEN, Bilsen TURAL, Erdal ERTAŞ
- Antioxidant and Cytotoxic Activities of *Fumaria parviflora* Lam. and *Fumaria capreolata* L.** 819-827
Fumaria parviflora Lam. ve *Fumaria capreolata* L.'nin Antioksidan ve Sitotoksik Aktiviteleri
Tülây AŞKIN ÇELİK, Özlem Sultan ASLANTÜRK, Ebru Şebnem YILMAZ, Yelda GÜZEL
- Optimization Extraction of *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd: Antioxidant Activity and Inhibition of the Key Enzymes Linked to Type II Diabetes** 828-837
Tip II Diyabet ve Oksidasyon ile İlişkili Enzimlerin ve Radikallerin İnhibisyonunun Hedefinde *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd'in Ekstraksiyonun Optimizasyonu
Nurcan DOĞAN, Cemhan DOĞAN, Mustafa KOCAKAYA
- Oxidative Stress Parameters, Metal Accumulation and Health Risk Assessment in Deep Water Rose Shrimp (*Parapenaeus longirostris*, H. Lucas 1846) in the Turkish Mediterranean Sea Coasts** 838-846
Türkiye Akdeniz Kıyılarında Derin Su Pembe Karidesinde (*Parapenaeus longirostris*, H. Lucas 1846) Oksidatif Stres Parametreleri, Metal Birikimi ve Sağlık Risk Değerlendirmesi
Serdar DOĞAN, Önder DUYSAK, Taner DUYSAK, Erkan UĞURLU
- Fast and Economical Biosorption of Lead (II) Heavy Metal in Aqueous Solutions by *Bacillus licheniformis* sp.** 847-858
Bacillus licheniformis sp. İle Sulu Çözeltilerde Kurşun (II) Ağır Metalinin Hızlı ve Ekonomik Biyosorbsiyonu
Mehmet Fırat BARAN, Mzahir DÜZ, Ayşe BARAN, Cumali KESKİN
- Investigation of Radioactivity Concentration in Olive Oil** 859-863
Zeytinyağında Radyoaktivite Konsantrasyonun İncelenmesi
Tahsin ÖZER, Tezcan CANİK, Ali İHSAN
- The Effect of Ultrasound on Rheological Properties of Persimmon Nectar** 864-871
Ultrases Uygulamasının Elma Suyu İlaveli Trabzon Hurması Nektarının Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi
Burcu DÜNDAR



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Factors Influencing the Food Purchase Points of Syrian and Iraqi Refugees in Samsun Province, Turkey** 872-881
Türkiye'nin Samsun İlindeki Suriyeli ve Iraklı Sığınmacıların Gıda Satın Alma Noktalarını Etkileyen Faktörler
Abdulrazak GHAZAL, Mehmet BOZOĞLU
- Determining Organic Food Knowledge Level in Iğdır** 882-889
Iğdır İl'inde Organik Gıda Bilgi Düzeyinin Belirlenmesi
İbrahim Hakkı KADIRHANOĞULLARI, Meryem KONU KADIRHANOĞULLARI,
Mehmet Kazım KARA, Ahmet KUMLAY
- Determination of Crop Evapotranspiration and Single Crop Coefficients of Maize Using by a Weighing Lysimeter in Mediterranean Region in Turkey** 890-900
Türkiye'de Akdeniz Bölgesinde Tartılı Lizimetre Kullanılarak Mısır Su Tüketiminin ve Bitki Katsayılarının Belirlenmesi
Deniz Levent KOÇ, Mustafa ÜNLÜ, Arife NUR, Rıza KANBER
- Investigation of Some Physical Properties of Developed Soils on the Volcanic Parent Material Around Erciyes Mountain** 901-908
Erciyes Dağı Civarındaki Volkanik Ana Materyal Üzerinde Oluşan Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması
Zekeriya KARA, Tuğrul YAKUPOĞLU, Kadir SALTALI
- Relationships Between Fish Sizes and Otolith Sizes for Three Different Gray Mullet Species from Köyceğiz Lagoon (Muğla)** 909-915
Köyceğiz Lagünü'ndeki (Muğla) Üç Farklı Kefal Türü İçin Balık Boyutları - Otolit Boyutları Arasındaki İlişkiler
İsmail REİS, Celal ATEŞ
- Modelling of Growth Curve Models According to Sex in Akkaraman Lambs with Different Methods: Logistik and Gompertz Modeling Example** 916-926
Akkaraman Kuzularında Cinsiyete Göre Büyüme Eğrilerinin Farklı Yöntemlerle Modellenmesi: Logistik ve Gompertz Modelleme Örneği
Özge KOZAKLI, Ayhan CEYHAN, Mehmet Ziya FIRAT



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

HAKEMLER/Referees*

Prof. Dr. Bekir Erol AK	Harran Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Şanlıurfa
Prof. Dr. Yavuz AKBAŞ	Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Aydın
Prof. Dr. Cuma AKBAY	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. Cuma AKBAY	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. Erhan AKÇA	Adıyaman Üniv. Teknik Bilimler MYO El Sanatları Böl. Adıyaman
Prof. Dr. Serap COŞANSU AKDEMİR	Sakarya Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Sakarya
Prof. Dr. Hasan AKGÜL	Akdeniz Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Antalya
Prof. Dr. Cuma AKINCI	Dicle Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Diyarbakır
Prof. Dr. Aydın AKKAYA	Muş Alparslan Üniv. Uygulamalı Bil. Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Böl. Muş
Prof. Dr. Ferhat ALTUNSOY	Eskişehir Teknik Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Eskişehir
Doç. Dr. Barış Bülent AŞIK	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Bursa
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Nuri ATALAR	Iğdır Üniv. Sağlık Bilimleri Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl. Iğdır
Prof. Dr. Gülcan AVCI	Afyon Kocatepe Üniv. Veteriner Fak. Temel Bilimleri Böl. Afyon
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AYDINLI	Ondokuz Mayıs Üniv. Bafra MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Samsun
Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA	Fırat Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Temel Bilimleri Böl. Elazığ
Prof. Dr. Nursel BAYDEMİR	Kırıkkale Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Kırıkkale
Prof. Dr. Zeki BAYRAMOĞLU	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Konya
Doç. Dr. Orhan BAYTAR	Siirt Üniv. Mühendislik Fak. Kimya Mühendisliği Böl. Siirt
Doç. Dr. A. Şükrü BENGÜ	Bingöl Üniv. Sağlık Hizmetleri MYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Böl. Bingöl
Prof. Dr. Ayşegül BİLDİK	Aydın Adnan Menderes Üniv. Veteriner Fak. Temel Bil. Böl. Aydın
Doç. Dr. Halil BOLU	Dicle Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Diyarbakır
Prof. Dr. Hatice BOZOĞLU	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Samsun
Prof. Dr. Savaş CANBULAT	Kastamonu Üniv. Mühendislik ve Mim. Fak. Çevre Mühendisliği Böl. Kastamonu
Doç. Dr. Üzeyir ÇAĞLAR	Gazi Üniv. Sağlık Hizmetleri MYO Dişçilik Hizmetleri Böl. Ankara
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇALKAN SAĞLAM	Bilecik Şeyh Edebali Üniv. Ziraat ve Doğa Bil. Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bilecik
Prof. Dr. Hüseyin ÇELİK	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. /Bahçe Bitkileri Böl. Samsun
Doç. Dr. Şenol ÇELİK	Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bingöl
Doç. Dr. Şenol ÇELİK	Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bingöl
Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ	Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Ziraat ve Doğa Bilimleri Fak. Bolu
Doç. Dr. Alihan ÇOKKIZGIN	Gaziantep University, Nurdagi Vocational School, 27840, Nurdagi, Gaziantep
Dr. Öğr. Üyesi Akife DALDA ŞEKERCİ	Erciyes Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kayseri
Prof. Dr. Zeynel DALKILIÇ	Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Aydın
Dr. Öğr. Üyesi Azize DOĞAN DEMİR	Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Bingöl
Prof. Dr. Orhan DENGİZ	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Samsun
Prof. Dr. Tevrican DOKUYUCU	KSU. Ziraat Fak. Tarla Bit. Böl. Kahramanmaraş

* Soyada göre sıralanmıştır.



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Doç. Dr. Ziya DUMLUPINAR	KSU. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş
Doç. Dr. Ziya DUMLUPINAR	KSU. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. Alper DURAK	Malatya Turgut Özal Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Be. Böl. Malatya
Prof. Dr. Ercan EFE	KSÜ Ziraat Fak. Zootekni Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. İbrahim Halil ELEKCİOĞLU	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ERSAN	Karabük Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Karabük
Prof. Dr. Uğur GÖZEL	Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Çanakkale
Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK	Iğdır Üniv. Ziraat Fak./Bitki Koruma Böl. Iğdır
Doç. Dr. Hüseyin GÜNGÖR	Düzce Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Düzce
Prof. Dr. Emine İKİKAT TÜMER	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl.
Doç. Dr. Muharrem KAMBEROĞLU	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Prof. Dr. Faik KANTAR	Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Antalya
Prof. Dr. Mahmut KAPLAN	Erciyes Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kayseri
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KARACAOĞLU	Malatya Turgut Özal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Malatya
Doç. Dr. Köksal KARADAŞ	Iğdır Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Iğdır
Prof. Dr. Haluk Çağlar KAYMAK	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Erzurum
Doç. Dr. Cumali KESKİN	Mardin Artuklu Üniv. Sağlık Hizmetleri MYO Mardin
Dr. Öğr. Üyesi Bakiye KILIÇ TOPUZ	Iğdır Üniv. Iğdır Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Iğdır
Prof. Dr. Hasan KILIÇ	Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Bingöl
Prof. Dr. Hasan KILIÇ	Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Bingöl
Prof. Dr. Mustafa KIZILSIMSEK	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl.
Doç. Dr. Enver KENDAL	Mardin Artuklu Üniv. Kızıltepe MYO Bitkisel Ve Hayvansal Üretim Böl. Mardin
Prof. Dr. Hasan KOÇ	Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Muğla
Prof. Dr. Orkun Barış KOVANCI	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bursa
Prof. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Mol. Biyoloji ve Genetik Böl. Nevşehir
Prof. Dr. Ertan Sait KURTAR	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Konya
Dr. Asif MAHMUD	Sylhet Agricultural Univ. Fac. of Agric. Economics BANGLADESH
Doç. Dr. Mehmet MAMAY	Harran Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Şanlıurfa
Prof. Dr. Abdülrezzak MEMON	Uşak Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Uşak
Dr. Mohamed Abdelhameed A MOHAMED	Fayoum Univ. Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics EGYPT
Doç. Dr. Çetin MUTLU	Harran Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Şanlıurfa
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf NİKPEYMA	KSÜ Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kahramanmaraş
Doç. Dr. Erol ORAL	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Van
Prof. Dr. Hikmet ORHAN	Süleyman Demirel Üniv. Tıp Fak. Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Böl. Isparta
Dr. Öğr. Üyesi Mücahit PAKSOY	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. Hamdi ÖĞÜT	Bursa Teknik Üniv. Mühendislik ve Doğa Bil. Fak. Biyomühendislik Böl. Bursa
Prof. Dr. Selime ÖLMEZ BAYHAN	Dicle Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Diyarbakır
Doç. Dr. Adem ÖZARSLANDAN	Mersin Üniv. Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu Mersin
Prof. Dr. İrfan ÖZBERK	Harran Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Şanlıurfa



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Prof. Dr. İrfan ÖZBERK	Harran Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Şanlıurfa
Prof. Dr. Yasemin ÖZDENER KÖMPE	Ondokuz Mayıs Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Samsun
Prof. Dr. Sevcan ÖZTEMİZ	Düzce Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Düzce
Prof. Dr. Nazmi POLAT	Ondokuz Mayıs Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Samsun
Prof. Dr. Tahir POLAT	Harran Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Şanlıurfa
Prof. Dr. Cengiz SANCAK	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Ankara
Doç. Dr. Musa SEYMEN	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. /Bahçe Bitkileri Böl.
Doç. Dr. Jamila SMANALİEVA	Kyrgyz State Technical Univ. Faculty of Technology Bishkek KIRGIZISTAN
Prof. Dr. Ömer SÖĞÜT	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Fen Edebiyat Fak. Fizik Böl.
Prof. Dr. Fahri SÖNMEZ	Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Tokat
Dr. Saravanan V. SATHASIVAMPILLAI	Knowledgelink Group, Inc., Waltham, MA 02451, USA
Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN	KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK	Afyon Kocatepe Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Afyon
Dr. Öğr. Üyesi Kasım TAKIM	Harran Üniv. Veteriner Fak. Temel Bilimler Böl. Şanlıurfa
Prof. Dr. Zekai TARAKÇI	Ordu Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Ordu
Prof. Dr. Mustafa TEKERLİ	Afyon Kocatepe Üniv. Veteriner Fak. Zootekni ve Hayvan Besleme Böl. Afyon
Prof. Dr. Şeref TURHAN	Kastamonu Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Fizik Böl. Kastamonu
Doç. Dr. Ali Beyhan UCAK	Siirt Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Siirt
Prof. Dr. Yusuf UÇAR	Isparta Uygulamalı Bil. Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sul. Böl. Isparta
Dr. Öğr. Üyesi Sevgi ÜNAL KARAKUŞ	Bartın Üniv. Fen Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Bartın
Doç. Dr. Mehmet YARAN	Gaziantep Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Gaziantep
Prof. Dr. Gül Fatma YARIM	Ondokuz Mayıs Üniv. Veteriner Fak. Temel Bilimler Böl. Samsun
Doç. Dr. Elif YAVUZASLANOĞLU	Karamanoğlu Mehmetbey Üniv. Teknik Bilimler MYO Karaman
Prof. Dr. Hijran YAVUZCAN	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Su Ürünleri Mühendisliği Böl. Ankara
Doç. Dr. Ali YILDIRIM	Harran Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Şanlıurfa
Prof. Dr. Erol YILDIRIM	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Erzurum
Doç. Dr. Şenol YILDIZ	Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Ziraat Fak. Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yön. Böl. Bolu
Prof. Dr. Emel YİĞİT	İnönü Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Malatya
Doç. Dr. Mustafa YORGANCILAR	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Konya
Doç. Dr. Muhammed YÜCEER	Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Çanakkale Teknik Bilimler MYO Çanakkale
Doç. Dr. Ferhat YÜKSEL	Niğde ÖHU Bor Sağlık Bil. Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl. Niğde
Prof. Dr. Nusret ZENCİRCİ	Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Bolu

Merzifon Karası Üzüm Çeşidinin (*Vitis vinifera* L.) Anatomisi ve Polen Özellikleri

Gülhan KURT¹, İlkay ÖZTÜRK ÇALI²

¹Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya, ²Amasya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Amasya
¹<https://orcid.org/0000-0001-9998-5310>, ²<https://orcid.org/0000-0002-7741-3677>
✉: ilkaycali@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, Merzifon Karası üzüm çeşidinin (*Vitis vinifera* L.) anatomisi ve polen özellikleri belirlenmiştir. Gövdede kollenkima dokusunun bulunuşu, 4-5 hücre tabakalı vasküler kambiyum ile 3-4 tabakalı parankimatik ışın hücrelerinin varlığı, iletim demetlerinin açık kollateral oluşu, nişasta, rafid ve drus kristallerinin mevcudiyeti gövdenin önemli anatomik özelliğidir. Yaprak tipi dorsiventral olup stoma tipi ise aktinositik'tir. Stoma yaprağın sadece alt yüzeyinde gözlenmiştir. Merzifon Karası üzüm çeşidinin stoma indeksi diğer üzüm çeşitleri ile karşılaştırıldığında, düşük stoma indeksine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yaprakta da gövdede olduğu gibi nişasta tanelerine, rafid ve drus kristalleri gözlenmiştir. Ekvatorial görünümdeki polen şekli suboblat olup, polar görünümde oblat'tır. Polen tipi trikopolratır.

Botanik

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 23.02.2021

Kabul Tarihi : 17.08.2021

Anahtar Kelimeler

Vitis vinifera

Merzifon karası

Anatomi

Polen

Anatomy and Pollen Properties of Merzifon Black Grape Variety (*Vitis vinifera* L.)

ABSTRACT

In the study, it was aimed to determine the anatomy and pollen properties of the Merzifon Black grape variety (*Vitis vinifera* L.). The presence of collenchyma tissue in the stem, the presence of 4-5 cell layer vascular cambium and 3-4 layer parenchymal ray cells, open collateral formation of the conduction bundles, the presence of starch, raphide and druse crystals are important anatomical features of the stem. Leaf type is dorsiventral and stoma type is actinocytic. The stoma was observed only on the lower surface of the leaf. When the stoma index of Merzifon Black grape variety compared to other grape varieties, it was determined that it has low stoma index. Like the stem, starch grains, raphide and druse crystals were observed in the leaf. The pollen shape in the equatorial view is suboblate and in the polar view it is oblate. The pollen type is tricholporate.

Botany

Research Article

Article History

Received : 23.02.2021

Accepted : 17.08.2021

Keywords

Vitis vinifera

Merzifon black

Anatomy

Pollen

Atf Şekli: Kurt G, Öztürk Çalı İ 2022. Merzifon Karası Üzüm Çeşidinin (*Vitis vinifera* L.) Anatomisi ve Polen Özellikleri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 641-648. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.885507>.

To Cite Kurt G, Öztürk Çalı İ 2022. Anatomy and Pollen Properties of Merzifon Black Grape Variety (*Vitis vinifera* L.). KSU J. Agric Nat 25 (4): 641-648. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.885507>.

GİRİŞ

Asma, meyvesi olan üzümün değerlendirmesi için birden fazla yöntemin oluşu, yetişmesi için iklim şartları açısından çok seçici olmaması, çok yıllık bir bitki olması ve çoğaltma şekillerinin kolay olması gibi özelliklerinden dolayı Dünya'daki en yaygın kültür bitkilerinden biridir (Gülcü ve ark., 2008). Sahip olduğu coğrafik durumu ile iklim şartları sayesinde Türkiye, asmanın yetiştirilmesi açısından oldukça elverişli bir ülkedir. Tüm bu elverişli özellikler sayesinde Türkiye'de birçok üzüm çeşidi yetişmektedir (Çiçek, 2018).

Türkiye'de üzüm, taze meyve suyu, şarap ve sirke üretiminde, reçel veya pekmez yapımında

kullanılmaktadır. Sofrahık, şarahlık ve kurutmahlık olarak kullanılan üzüm aynı zamanda konservelik olarak kullanılmakla birlikte Türkiye ekonomisine de büyük ölçüde katkı sağlamaktadır (Göktürk ve ark., 1997).

Üzüm kabuğu ve çekirdeğinde bol miktarda bulunan resveratrol, biyolojik açıdan önemli bir yere sahiptir. Resveratrol, insan sağlığına olan yararları sayesinde, birçok in-vivo çalışmalara konu olmuş bir polifenoldür. Resveratrolün antikanserojen, antioksidan ve antibakteriyel özellikleri sayesinde biyolojik açıdan yüksek ölçüde aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir (Adıgüzel, 2018). Yapılan çalışmalar, resveratrolün nöronların yıpranmasıyla

meydana gelen rahatsızlıklara, kalp hastalıkları gibi kronikleşmiş rahatsızlıklara karşı yüksek oranda fayda sağladığını, kontrolsüzce çoğalan kanser hücrelerini engellediğini göstermiştir (Catalgol ve ark., 2012).

Bu çalışmaya konu olan Merzifon Karası üzüm çeşidi, Türkiye’de Akdeniz ve Orta Karadeniz Bölgesi’nde yetiştirilen, Türkiye coğrafyasında kaybolmaya yüz tutmuş bir üzüm çeşitidir. Üzümleri orta büyüklükte olup koyu mor renklidir, ince kabuklu ve şeker oranı yüksektir. Literatür incelemesinde Merzifon Karası üzüm çeşidi ile yapılmış bir anatomik ve palinolojik çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, Amasya ilinin Merzifon ilçesinde yetiştirilen Merzifon Karası üzüm çeşidinin anatomisi ve polen özellikleri incelenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada Merzifon Karası üzüm çeşidinin (*Vitis vinifera* L.) gövde, yaprak ve çiçek örnekleri Amasya’nın Merzifon ilçesi Sarıköy’deki bağdan 10 Ekim 2018 tarihinde toplanmıştır. Anatomik yapının belirlenmesi için bitkisel materyale ait gövde ve yaprak örnekleri % 70’lik etil alkole konularak fikse edilmiştir. Örnekler toplanırken sağlıklı bitkilerden ve mümkün olduğunca çok bitkiden alınmasına dikkat edilmiştir. Kesitler bir jilet yardımıyla el kesit yöntemiyle alınmıştır. Bu amaçla gövde enine, yaprak enine ve yaprak üst-alt yüzeylerine ait yüzeysel kesitler alınmış, alınan kesitler sartur reaktifi (Çelebioğlu ve Baytop, 1949) ile boyanarak Leica ICC50 HD marka ışık mikroskopi ile Leica Dijital Kamera yardımıyla fotoğrafları çekilmiştir. Gövde ve yaprağa ait enine kesit tabaka kalınlıkları Olympus marka ışık mikroskopa takılı mikrometrik oküler yardımıyla ölçülerek, hücrelerin max. ve min. en-boylarının belirlenmesi sağlanmıştır. Çalışmada ayrıca yaprak alt yüzeyine ait yüzeysel kesitlerinde stoma tipi belirlenerek stoma indeksi hesaplanmıştır (Meidner ve Mansfield, 1968). Stoma indeksi hesaplanırken, ışık mikroskopunun 40’ lık objektifteki 0.066 mm² lik bir alandan stoma ve epidermis hücresi sayımı yapılmıştır. Daha sonra, 1 mm² deki stoma ve epidermis sayısı belirlenerek aşağıdaki formül yardımıyla stoma indeksi hesaplanmıştır.

$$z = \frac{x}{x + y} * 100$$

z: Stoma indeksi

x: Birim alanda stoma sayısı

y: Birim alanda epidermis hücresi sayısı

Merzifon Karası üzüm çeşidi polen çalışmaları, Wodehouse (1965) yöntemine göre yapılmıştır. Wodehouse (1965) yöntemine göre hazırlanmış polen preparatları, Olympus marka ışık mikroskopi ile incelenmiş ve bu mikroskopa takılı mikrometrik

oküler yardımıyla 100 kadar polenin ekvatorial ve polar görünümdeki polen en-boy ölçümleri µm cinsinden hesaplanmıştır. Daha sonra polenlerin polar eksen uzunluğunun ekvatorial eksen uzunluğuna bölümünden (P/E) elde edilen değerlere göre polenin ekvatorial ve polar görünümdeki polen şekilleri belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Vitis sp. çeşitlerinin tanımlanmasında anatomi (Manzoni, 1952) ve polen morfolojisi (Ahmedulla, 1983) dünya çapında çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır. Bu çalışmada da Merzifon Karası üzüm çeşidinin gövde ve yaprak anatomisi ile buna ilaveten polen özellikleri araştırılmıştır.

Merzifon Karası üzüm çeşidinin gövdesine ait enine kesitte ölçülen anatomik yapıların max. ile min. ölçüm değerleri Çizelge 1’de ve gövde enine kesit fotoğrafları Şekil 1’de verilmiştir. Gövdenin en dış kısmında genellikle diktörtgen şekilli küçük hücrelerden oluşan tek tabakalı epidermis tabakası (50 µm X 12.5 µm – 22.5 µm X 10 µm) ve bu tabakanın altında da korteks tabakası gelmektedir. Korteksin en dış kısmı 2-3 tabakalı parenkima, en iç kısmı ise 9 tabakalı köşe kollenkiması tabakasıdır (30 µm X 12.5 µm – 50 µm X 17.5 µm). Parenkima hücrelerinde seyrek olarak rafid ve drus kristali yer almaktadır (Şekil 1). Korteks tabakasının altında primer floemi tek hücre tabakasıyla saran parenkima hücreleri bulunmaktadır. Bu parenkimatik hücrelerin nişasta içerdiği tespit edilmiştir. İletim demetinin en dış kısmında primer floem, onun altında da sekonder floem bulunmaktadır. Vasküler kambiyum 4-5 tabakalı küçük sık diziliimli diktörtgen şekilli olup sekonder floemin altında yer almaktadır. İki iletim demeti arasında gövdenin dış kısmına dikey olarak uzanmış 3-4 tabakalı sık diziliimli yassı küçük hücrelerden oluşmuş parenkimatik ışın bulunmaktadır. Sekonder ksilem vasküler kambiyumun altında olup, büyük trake yapılarıyla geniş bir alanı kaplamaktadır. Sekonder ksilemin altında gövdenin öz hücreleriyle çevrelenmiş primer ksilem bulunmaktadır. İletim demeti tipi açık kollateraldir. Gövdenin en iç tabakası merkezde büyük yuvarlak hücreli, merkezden çevreye doğru küçük yuvarlak şekilli öz hücreleri oluşturmaktadır. Parenkimatik öz hücrelerinin (137.5 µm X 87.5 µm – 137.5 µm X 7.5 µm) yer yer rafid kristali içerdiği tespit edilmiştir (Şekil 1).

Najmaddin ve ark. (2011), üç üzüm çeşidinin gövdesinde kollenkima dokunun varlığına, gövdenin öz bölgesinde, iletim demetleri yakınında veya korteks dokusunda drus ile rafid kristalleri ile ve nişasta tanelerinin varlığını tespit etmişlerdir. Ayrıca bu üzüm çeşidinin gövde enine kesitinde korteks korteks, primer floem, sekonder floem, kambiyum, sekonder ksilem, primer ksilem ve öz bölgesinin

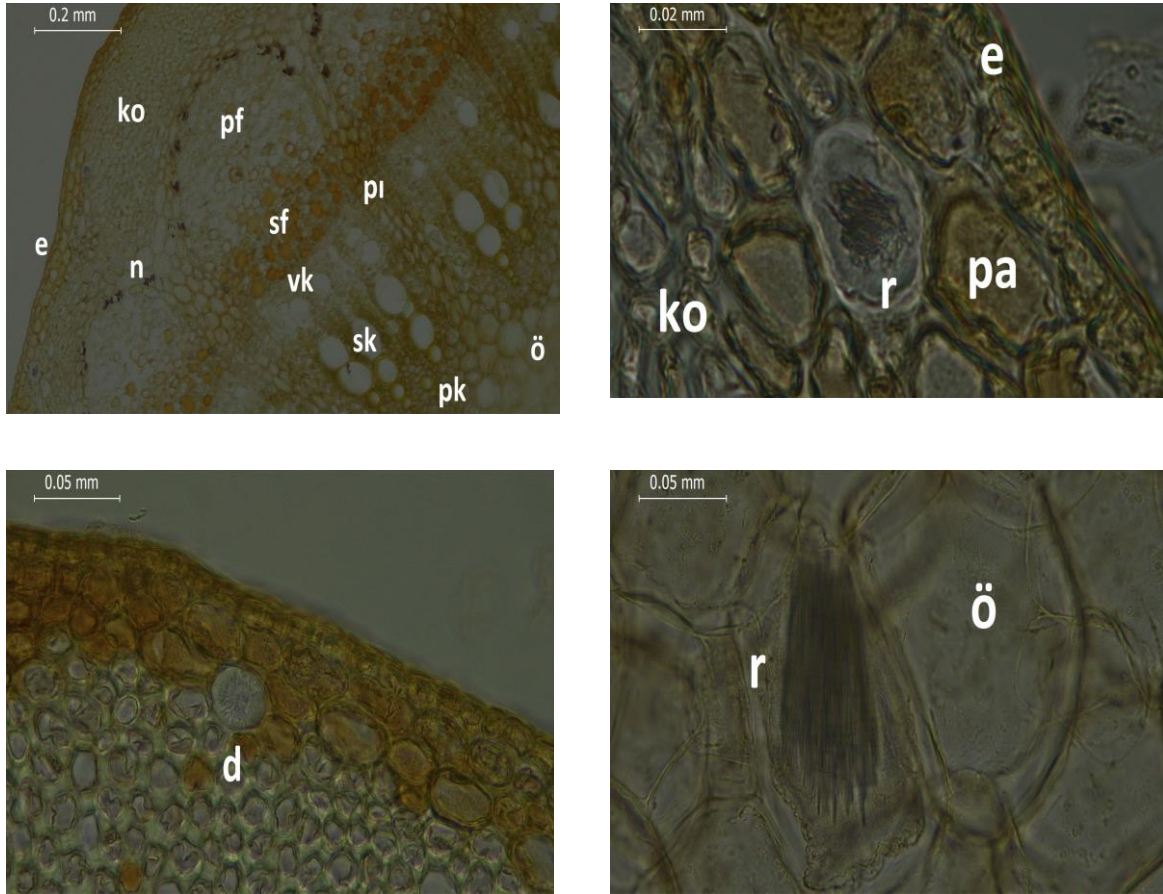
parenkimasında rafid ile drus kristalleri, öz hücrelerinde rafid kristali ile iletim demetini dıştan saran parenkima hücrelerinin de nişasta içerdiği tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada, *V. vinifera* 'nın ksilem fibrilleri ile çoğu ışın parenkima hücrelerinde nişastanın varlığı gözlenmiştir (Sun ve ark, 2008). Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinin gövde enine

kesitini dıştan içe doğru epidermis, kollenkimatik oluşturduğu, yine aynı çalışmada parenkimatik ışının varlığı gösterilmiştir (Santarosa ve ark., 2016). Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinin gövde enine kesitindeki bu anatomik yapı, Merzifon Karası üzüm çeşidinin gövde anatomik yapısıyla paralellik göstermektedir.

Çizelge 1. Gövde enine kesitte ölçülen anatomik yapıların max ve min ölçüm değerleri (μm)

Table 1. Max and min measurement values of anatomical structures measured in stem cross section (μm)

Gövde Enine Kesitte Anatomik Yapılar (Anatomical structures in Stem Cross Section)	En (Width)		Boy (Height)	
	Max (μm)	Min (μm)	Max (μm)	Min (μm)
Epidermis Hücresi	50	12.5	22.5	10
Kollenkima Hücresi	30	12.5	50	17.5
Parenkima Hücresi	37.5	7.5	25	5
Trake Hücresi	87.5	37.5	105	32.5
Öz Hücresi	137.5	87.5	137.5	7.5



Şekil 1. Gövde enine kesit e: epidermis ko: kollenkima n: nişasta pf: primer floem sf: sekonder floem vk: vasküler kambiyum pı: parenkimatik ışın sk: sekonder ksilem pk: primer ksilem ö: öz pa: parenkima r: rafid d: drus

Figure 1. Stem cross section e: epidermis ko: collenchyma n: starch pf: primary phloem sf: secondary phloem vk: vascular cambium pı: parenchymal ray sk: secondary xylem pk: primary xylem ö: pith pa: parenchma r: raphide d: druse

Merzifon Karası üzüm çeşidinin yaprağına ait enine kesitte ölçülen anatomik yapıların max. ile min. ölçüm değerleri çizelge 2'de ve yaprak enine kesit

fotoğrafları da şekil 2'de görülmektedir. Yaprak anatomik yapıda üst ve alt epidermisin üzeri kutikula tabakası ile örtülüdür. Yaprığın mezofil tabakasını 1-

2 tabakalı palizat parenkiması (22.5 µm X 7.5 µm – 82.5 µm X 25 µm) ve 4-5 tabakalı sünger parenkiması (15 µm X 7.5 µm – 25 µm X 10 µm) oluşturmaktadır (Şekil 2). Mezofile göre yaprak tipi dorsiventraldir. Yaprakta sünger parenkiması hücreleri arasında boşluk bulunmamakta olup yaprak enine kesitte en

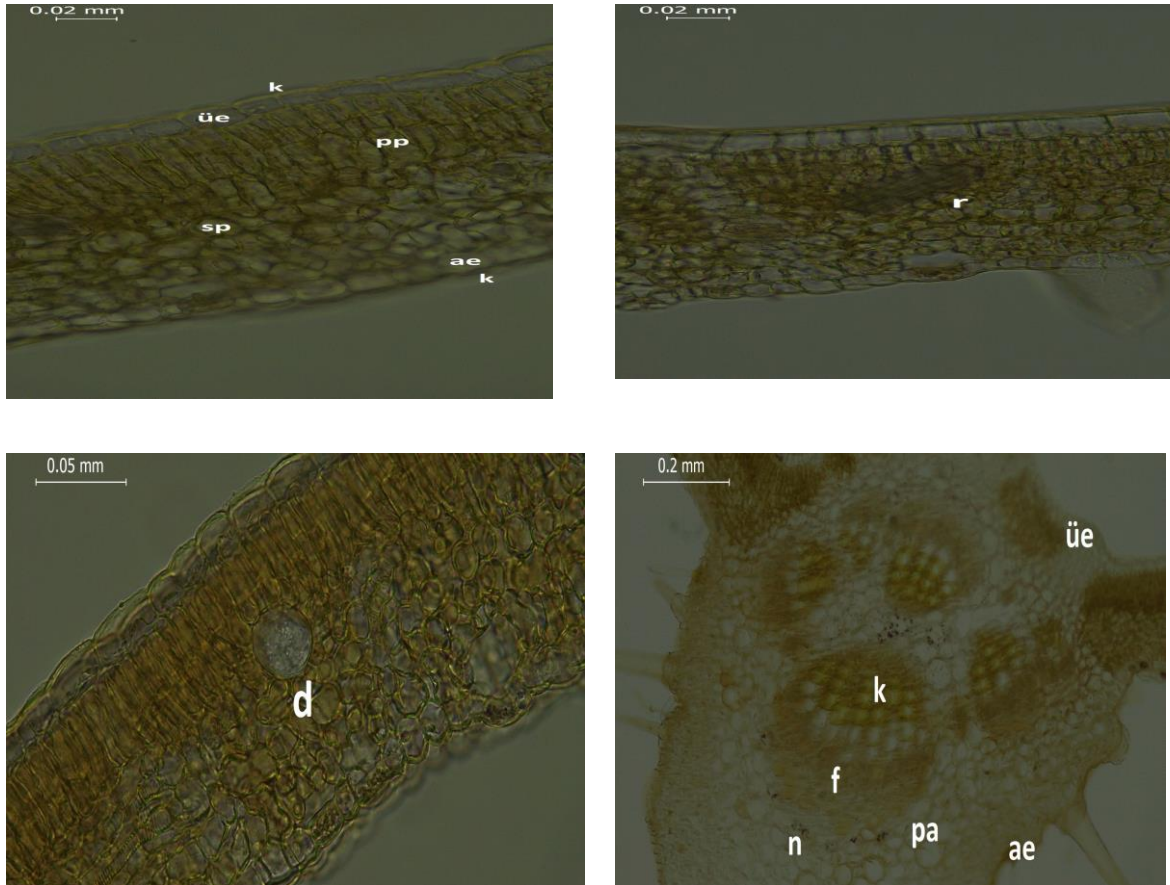
dikkat çekici özellik rafid ile drus kristallerinin gözlenmesidir (Şekil 2).

Najmaddin (2014), *V. vinifera*'nın sekiz çeşidinin yaprak anatomik yapısını incelemiş ve yaprağın mezofile göre yaprak tipinin dorsiventral, palizat parenkimasının iki tabakalı olduğu, yaprakta hem

Çizelge 2. Yaprak enine kesitte ölçülen anatomik yapıların max ve min ölçüm değerleri (µm)

Table 2. Max and min measurement values of anatomical structures measured in leaf cross section (µm)

Yaprak Enine Kesitte Anatomik Yapılar (Anatomical Structures in Leaf Cross Section)	En (Width)		Boy (Height)	
	Max (µm)	Min (µm)	Max (µm)	Min (µm)
Üst Epidermis Hücresi	37.5	12.5	22.5	10
Palizat Parenkiması Hücresi	22.5	7.5	82.5	25
Sünger Parenkiması Hücresi	15	7.5	25	10
Alt Epidermis Hücresi	37.5	12.5	22.5	7.5
Trake Hücresi (Orta Damar)	15	7.5	12.5	5
Parenkima Hücresi (Orta Damar)	17.5	7.5	25	12.5



Şekil 2. Yaprak enine kesit k: kutikula üe: üst epidermis pp: palizat parenkiması sp: sünger parenkiması ae: alt epidermis k: ksilem f: floem n: nişasta pa: parenkima r: rafid d: drus

Figure 2. Leaf cross section k: cuticula üe: upper epidermis pp: palisade parenchyma sp: spongy parenchyma ae: lower epidermis k: xylem f: phloem n: starch pa: parenchyma r: raphide d: druse

drus hem de rafid kristalinin gözlendiğini bildirmiştir. Benzer bir biçimde bu durum Metcalfe ve Chalk (1950) tarafından da rapor edilmiştir. *V. vinifera*'nın sekiz çeşidinin yaprak morfoanatomik karakterlerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada,

yaprakta rafid ile drus kristallerinin yaygın olarak görüldüğü bahsedilmiştir (Teixeira ve ark., 2018). Aynı çalışmadan yaprağın mezofil tipinin dorsiventral olduğu anlaşılmaktadır. Gago ve ark. (2019), *V. vinifera*'nın iki üzüm çeşidinin yapraklarının karşılaştırmalı anatomisi ile

morfolojisini inceledikleri çalışmada, her iki çeşidin mezofil tabakalarının bol olarak kristal ile kalsiyum oksalat içeren idioblast taşıdıklarını bildirmişlerdir. Bu kristalleri içeren hücrelerin morfolojilerinin bitki türlerinin sistematik sınıflandırılmasında kullanıldıkları bildirilmiştir (Pennisi ve McConnell, 2001). Merzifon Karası üzüm çeşidinin mezofile göre yaprak tipi, yukarıda çalışmalar ile benzer bir biçimde dorsiventraldir ve yaprağın mezofil tabakasında rafid ile drus kristalleri gözlenmiştir.

Merzifon Karası üzüm çeşidinin yaprak orta damarı enine kesitindeki en karakteristik anatomik yapı epidermis tabakasının altında kollenkima dokusunun varlığı ve iletim demetlerini çevreleyen parenkima hücrelerinde yer yer nişasta tanelerinin gözlenmesidir (Şekil 2). Yaprak orta damarına ait bütün bu bulgular, *V. vinifera*'nın çeşitleri ile yapılan diğer yaprak anatomik çalışmalarda da bildirilmiştir (Najmaddin ve ark., 2011; Najmaddin, 2014).

Kaçar (1996), az su ihtiyacı olan kserofit bitkilerin orta seviyede suya ihtiyaç duyan mezofit bitkilere göre daha çok sayıda stoma içerdiklerini belirtmiştir. Mezofit bir bitki olan asmada stoma sayısı arttıkça kuraklığa dayanıklılığın da artabileceğini vurgulayan çalışmalar mevcuttur (Düzenli ve Ağaoğlu, 1992; Kara ve Özeker, 1999). Eğirdir-Isparta koşullarında Red Globe, Razakı, Flame Seedless ile Barış üzüm çeşitlerinin stoma sayılarının belirlendiği çalışmada çeşitler arasında stoma sayıları 1 mm² de 109.8 ile 153.8 arasında değişmiştir (Gargın, 2009). Red Globe çeşidinde stoma sayısının diğer çeşitlere göre yüksek bulunması, bu çeşidin kuraklığa diğer çeşitlere nazaran daha dayanıklı olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Merzifon Karası üzüm çeşidinin yaprak alt yüzüne ait stoma indeksi değeri 1 mm² lik alanda 110.469' tür (Çizelge 3).

Çizelge 3. Stoma indeksi değeri
Table 3. Value of stomatal index

Stoma İndeksi (<i>Stomatal Index</i>) (Ortalama±SS) (<i>Average±S_x</i>)	Merzifon Karası Merzifon Black
Yaprak Üst Yüz	-
Yaprak Alt Yüz	7.291 ± 0.947 (0.066 mm ² lik alanda) 110.469 (1 mm ² lik alanda)

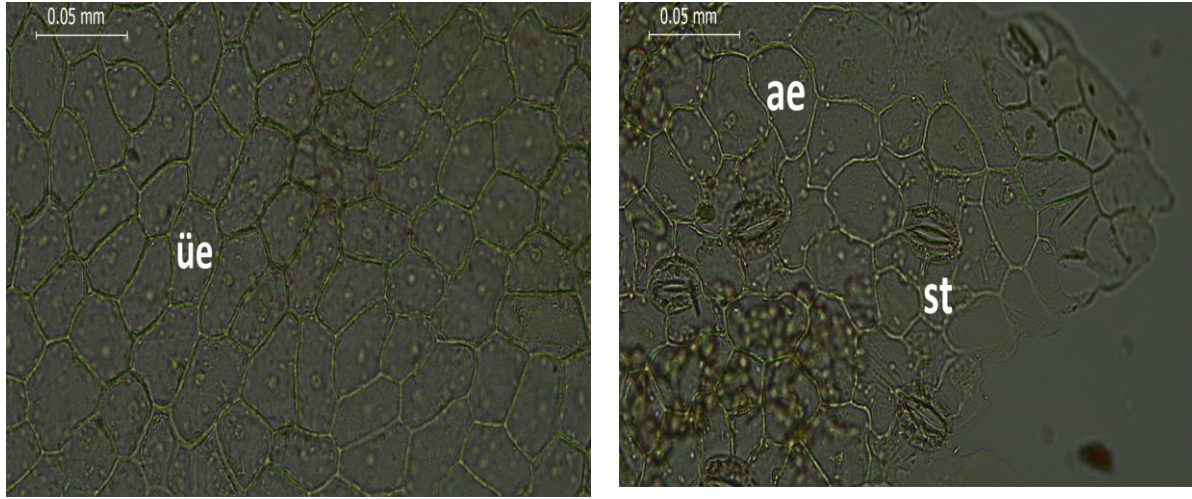
S_x: Standart Hata

Diğer üzüm çeşitlerinin yapraktaki stoma sayıları ile karşılaştırıldığında düşük stoma sayısına sahip Merzifon Karası üzüm çeşidinin kuraklığa toleransının daha düşük olduğu söylenebilir. *V. vinifera*'nın üç çeşidinde stomaların yaprağın sadece alt yüzeyinde olduğu üst yüzeyinde bulunmadığı ve stomaların anamositik tip olduğu bildirilmiştir (Najmaddin ve ark., 2011). Keller (2010), *Vitis*

yapraklarında stomaların yaprağın sadece alt yüzeyinde bulunduğunu rapor etmiştir. Hui ve ark. (2003), *Vitaceae* familyasında anomositik, hemisitik, siklotik ve satürositik gibi farklı stoma tiplerinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Merzifon Karası üzüm çeşidinde stomalar sadece yaprağın alt yüzeyinde gözlenmiş olup üst yüzeyinde yoktur (Şekil 3). Bu durum yukarıdaki araştırmacıların bulgularıyla uyumludur. Merzifon Karası üzüm çeşidinin bekçi hücrelerinin etrafı birçok yardımcı hücre ile çevrilmiş olup, stoma tipi aktinositiktir (Şekil 3). Diğer taraftan, asmada epidermis hücre özelliklerinin, çeşit düzeyinde sistematik bir değerinin olabileceği vurgulanmıştır (Swanepoel ve ark., 1984). Benzer biçimde *Vitaceae* familyasının yaprak epidermis hücrelerinin genellikle düzensiz şekilli veya çokgen olduğu, yaprak epidermis hücrelerinin yapısal özelliklerinin sistematik önemi olduğu bildirilmiştir (Hui ve ark., 2003). Merzifon Karası üzüm çeşidinin yaprak yüzeysel kesitlerinde, yaprak üst yüzey ve alt yüzey epidermis hücrelerinin genellikle düzensiz şekilli veya çokgen şekilli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Merzifon Karası üzüm çeşidinin epidermis bulguları, Hui ve ark. (2003)'nın yapmış oldukları çalışma bulguları ile benzerdir.

Ekvatorial ve polar görünümdeki polen şekilleri ve yüzde değerleri çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre; Merzifon Karası üzüm çeşidinin ekvatorial görünümdeki polen şekli % 37.5 ile suboblat, polar görünümdeki polen şekli ise % 40 ile oblat'tır. Bazı Türk üzüm çeşitlerinin polenleri üzerine yapılmış bir çalışmada, subprolat ve prolat-sferoidal polen şekillerinde olduğu bildirilmiştir (Marasalı, 2005). Ahmedullah (1983), çalışmasında incelemiş olduğu üzüm çeşitlerinin trikolporat özellik gösteren polenlerin prolat ya da subprolat polen şeklinde ve inapertur özellik gösterenlerin ise prolat-sferoidal şekilde olduğunu bildirmiştir. Merzifon Karası üzüm çeşidinin polen şekilleri, yukarıdaki çalışmalardan farklı olarak ekvatorial görünümde suboblat olup, polar görünümde ise oblat'dır.

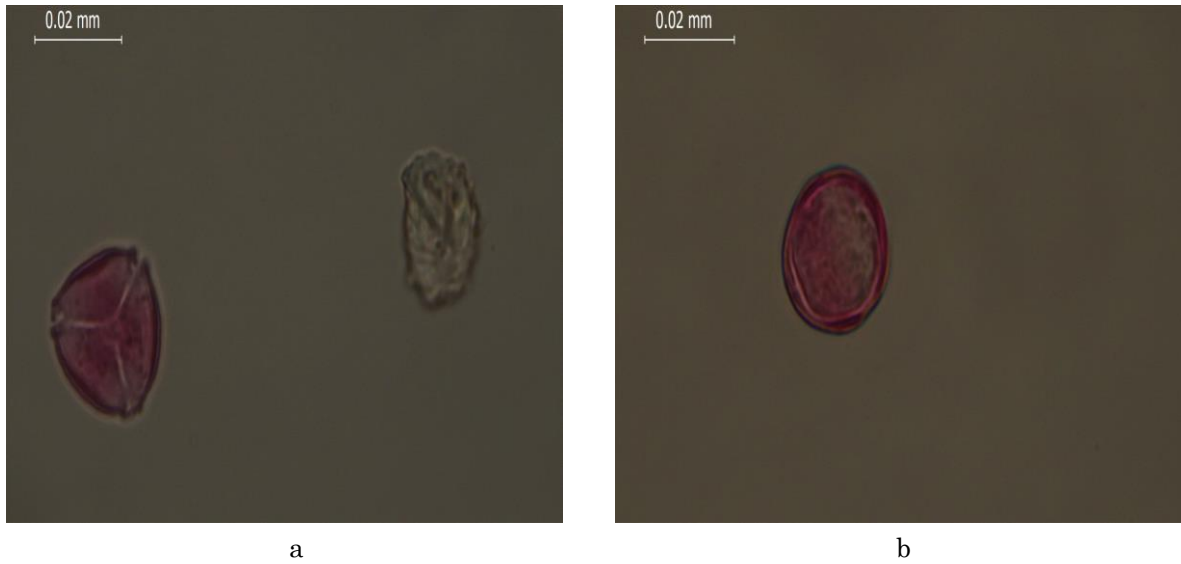
Vitaceae familyasına ait sekiz *V. vinifera* çeşidinin polenlerin trikolporat tipte olduğu bildirilmiştir (Najmaddin, 2014). Benzer bir biçimde Gallardo ve ark. (2009), *V. Vinifera* poleninde iki tip açıklığın gözlendiği, polen tipinin trikolporat olduğunu belirtmiştir. *Vitaceae* familyasına ait türlerin tarayıcı elektron mikroskopu ile incelenen polenlerinin isopolar ve trikolporat olduğu vurgulanmıştır (İnceoğlu ve ark., 2000; Perveen ve Qaiser, 2008). Bu çalışmada da, Merzifon Karası üzüm çeşidinin poleninde üç kolpus ve üç por bulunduğu, trikolporat polen tipine sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4). Merzifon Karası üzüm çeşidinin polen bulguları yukarıdaki araştırmacıların bulgularıyla paralellik göstermektedir.



Şekil 3. Yaprak yüzeysel kesit üe: üst epidermis ae: alt epidermis st: stoma
Figure 3: Leaf surface section üe: upper epidermis ae: lower epidermis st: stoma

Çizelge 4. Ekvatorial ve polar görünümdeki polen şekilleri ve yüzde değerleri
Table 4. Pollen shapes and percentage values in equatorial and polar appearance

	Polen Şekilleri ve Yüzde Değerleri Pollen Shapes and Percentage Values				
	Oblat Oblate	Suboblat Suboblate	Prolat-Sferoidal Prolate Spheroidal	Sferoidal Spheroidal	Oblat-Sferoidal Oblate- Spheroidal
Ekvatorial Görünüm	%12.5	%37.5	%30	%10	%10
Polar Görünüm	%40	%17.5	%27.5	%15	-



Şekil 4. Polenin ekvatorial görünümü (a) Polenin polar görünümü (b)
Figure 4: Equatorial appearance of pollen (a) Polar appearance of pollen (b)

SONUÇ ve ÖNERİLER

Merzifon Karası üzüm çeşidinin gövde ve yaprak anatomik yapısı ile polen özellikleri genel itibarıyla diğer üzüm çeşitleriyle benzerlik göstermektedir.

Gövde korteksinin parenkimatik hücrelerinin rafid ve drus içermesi, korteks tabakasında kollenkimann varlığı, iletim demetlerini dıştan saran tek hücreli parenkimatik tabakada nişasta tanelerinin

bulunması, iki iletim demeti arasında 3-4 tabakalı parenkimatik ışın hücrelerinin varlığı, öz hücrelerinin rafid içermesi ve iletim demetinin açık kollateral olması gövde anatomik yapısının önemli özellikleridir. Mezofile göre yaprak tipinin dorsiventral olması, yaprakta rafid ile drus kristallerinin varlığı yaprağın bitki sistematğinde kullanılan önemli anatomik karakterlerindedir. Stomalar yaprağın sadece alt yüzünde tespit edilmiş olup, stoma tipi aktinositiktir. *Vitis* yapraklarında epidermis hücre özelliklerinin sistematik değerinin olduğu bilinmektedir. Merzifon Karası üzüm çeşidinin yaprak üst ve alt yüzün epidermis hücreleri genellikle düzensiz veya çokgen şekillidir. Diğer üzüm çeşitlerine göre düşük stoma sayısına sahip Merzifon Karası üzüm çeşidinin, kuraklığa toleransının daha az olduğu söylenebilir. Merzifon Karası üzüm çeşidinin yaprak orta damarında kollenkima dokusunun varlığı, iletim demetlerini çevreleyen parenkima hücrelerinde yer yer nişasta tanelerinin gözlenmesi, yaprak orta damar iletim demeti tipinin kapalı kollateral oluşu sistematikte kullanılan önemli anatomik özelliklerindedir. Polen tipi trikolorporat olup, ekvatorial görünümde suboblate ve polar görünümde ise oblate polen şekline sahiptir. Bu çalışmada tespit edilen Merzifon Karası üzüm çeşidine ait gövde ve yaprak anatomik bulgular ile polen özelliklerine ait bulguların, ileride bu üzüm çeşidi ile yapılacak olan başta sistematik çalışmalar olmak üzere diğer çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gülhan Kurt'un Yüksek Lisans tez çalışmasının sonuçlarını içermektedir.

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

Adıgüzel BÇ 2018. Üzüm ve Fermente Üzüm Sularında Bulunan Resveratrol Miktarını Etkileyen Faktörler. *Int J Agric Nat Sci* 11(2): 29-36.

Ahmedullah M 1983. Pollen Morphology of Selected *Vitis* cultivars. *J Am Soc Hort Sci* 108: 155-160.

Catalgol B, Batirel S, Taga Y, Ozer NK 2012. Resveratrol: French Paradox Revisited. *Front Pharmacol* 3: 141.

Çelebioğlu S, Baytop T 1949. A New Reagent for Microscopical Investigation of Plant. *Public Inst Pharmacol* 10(19): 301.

Çiçek S 2018. Anadolu'da Kültürü Yapılan Bazı Üzüm (*Vitis vinifera* L.) Çeşitlerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 84 sy.

Düzenli S, Ağaoğlu YS. 1992. *Vitis vinifera* L.'nin Bazı Çeşitlerinde Stoma Yoğunluğu Üzerine Yaprak Yaşının ve Yaprak Pozisyonlarının Etkisi. *Doğa-Türk J Agric For* 16: 63-72.

Gago P, Conejero G, Martínez MC, This P, Verdeil JL 2019. Comparative Anatomy and Morphology of the Leaves of Grenache Noir and Syrah Grapevine Cultivars. *South African Enol Vitic* 40(2): 1-9.

Gallardo A, Ocete R, López MÁ, Lara M, Rivera D 2009. Assessment of Pollen Dimorphism in Populations of *Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi in Spain. *Vitis* 48(2): 59-62.

Gargın S 2009. Eğirdir/Isparta Koşullarında Bazı Üzüm Çeşitlerinin Stoma Yoğunluklarının Belirlenmesi. 7. Türkiye Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu 5-9 Ekim 2009 Manisa.

Göktürk N, Artık N, Yavaş İ, Fidan Y 1997. Bazı Üzüm Çeşitleri ve Asma Anacı Yapraklarının Yaprak Konservesi Olarak Değerlendirilme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda* 22(1): 15-23.

Gülcü M, Demirci AŞ, Güner KG 2008. Siyah Üzüm; Zengin Besin İçeriği ve Sağlık Açısından Önemi. *Türkiye* 10: 179-182.

Hui REN, Kai-Yu PAN, Zhi-Duan, CHEN, Ren-Qing WANG 2003. Structural Characters of Leaf Epidermis and Their Systematic Significance in Vitaceae. *J Syst Evol* 41(6): 531-544.

Inceoğlu Ö, Pınar NM, Dönmez EO 2000. Pollen Morphology of Wild *Vitis sylvestris* Gmelin (Vitaceae). *Türk J Bot* 24(2): 147-150.

Kaçar 1996. Bitki Fizyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1447, Ankara 427.

Keller M, 2010. The Science of Grapevines. Anatomy and Physiology, Academic Press/Elsevier, 1st edition, Burlington, MA 377.

Kara S, Özeker E 1999. Farklı Anaçlar Üzerinde Aşılı Yuvarlak Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Yaprak Özellikleri ve Stoma Dağılımı Üzerinde Araştırmalar. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enst Derg* 9(1): 76-85.

Manzoni G 1952. Conziderazioni Su Differenze Anatomiche in Radici di Barbatelli di *Vitis vinifera*, *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. berlandieri*. *Ann Sper Agr* 7: 299-337.

Maraslı B, Aktekin A 2003. Sulanan ve Sulanmayan Bağ Koşullarında Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinde Stoma Sayısının Karşılaştırılması. *Tarım Bilim Derg* 9(3): 370-372.

Meidner H, Mansfield TA 1968. Physiology of stomata. McGraw Hill, London.

Metcalfe CR, Chalk L 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford. 1: 13-16.

- Najmaddin C, Hussin K, Maideen H 2011. Comparative Study on the Anatomy and Palynology of the Three Variety of *Vitis vinifera* Variety (family Vitaceae). *Afr J Biotechnol* 10(74): 16849-16853.
- Najmaddin C 2014. Leaf Anatomy and Palynological Differences Among Selected Cultivars of *Vitis vinifera* and *Parthenocissus Quinquefolia* (Vitaceae). *History* 9(21): 6-12.
- Pennisi SV, McConnell DB 2001. Taxonomic Relevance of Calcium Oxalate Cuticular Deposits in *Dracaena* Vand. ex L. *Hortscience* 36(6): 1033-1036.
- Perveen A, Qaiser M 2008. Pollen Flora of Pakistan—LVII Vitaceae. *Pak J Bot* 40: 501-506.
- Santarosa E, de Souza, PVD, de Araujo Mariath JE, Lourosa GV 2016. Physiological Interaction Between Rootstock-Scion: Effects on Xylem Vessels in Cabernet Sauvignon and Merlot Grapevines. *Am J Enol Vitic* 67(1): 65-76.
- Sun Q, Rost TL, Matthews MA 2008. Wound-Induced Vascular Occlusions in *Vitis vinifera* (Vitaceae): Tyloses in Summer and Gels in Winter1. *Am J Bot* 95(12): 1498-1505.
- Swanepoel JJ, De La Harpe AC, Orffer CJ 1984. A Comparative Anatomical Study of the Grapevine Shoot: I Epidermis. *S Afr J Enol and Vitic* 5(2): 51-57.
- Teixeira G, Monteiro A, Santos C, Lopes CM 2018. Leaf Morphoanatomy Traits in White Grapevine Cultivars with Distinct Geographical Origin. *Ciênc e Téc Vitiviníc* 33(1): 90-101.
- Wodehouse RP 1965. Pollen Grains. Their Structure, Identification and Significance in Science and Medicine, New York and London: Hafner Publish. Company 106-109.

Karyotypes and ZZ/ZW Sex Chromosome System of Endemic *Squalius recurvirostris* (Leuciscinae, Cyprinidae) in Turkey

Ahmed Sadeq Jaber DOORI¹, Atilla ARSLAN^{2*}

¹Graduate School of Natural Applied Sciences, Selçuk University, Konya, Türkiye, ²Department of Biology, Faculty of Science, Selçuk University, Konya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-7452-657X>, ²<https://orcid.org/0000-0002-4766-4969>

✉: aarslan@selcuk.edu.tr

ABSTRACT

In this study, detailed cytogenetic properties of the endemic Akşehir chub, *Squalius recurvirostris*, distributed in the basin of the Ilgın (Çavuşçu) Lake basin was investigated by applying the standard Giemsa staining, C-banding and Ag-NOR technique. Diploid chromosome number is (2n) 50. A pair of heteromorphic chromosomes were detected in the karyotype in females. However, this difference was not observed in males. Therefore, it was determined that the heteromorphic chromosome pair in females are ZZ/ZW sex chromosomes. The Z chromosome in females is large acrocentric, and the W chromosome is medium-sized submetacentric. The number of all chromosomal arms (NF) is 90, and the fundamental number of autosomal arms (NFa) is 88 in the karyotyped of the individuals studied. Some bi-armed and acrocentric chromosomes have centromeric C-bands in the chromosome set. The slightly centromeric or pericentromeric C-bands are observed in some chromosomes, while other chromosome pairs are C-negative. In the individuals studied were detected two active NORs. Both of these NORs are hemizygous and associated with a large C-heterochromatin region. One of the NORs was detected on the entire long arm of the submetacentric chromosome pair and the other on the entire short arm of another submetacentric chromosome pair.

Genetic

Research Article

Makale Tarihçesi

Received :15.04.2021

Accepted :12.09.2021

Keywords

Akşehir Chub
Chromosome
C-band
Ag-NOR
Sex chromosomes

Türkiye'de Endemik *Squalius recurvirostris*'in (Leuciscinae, Cyprinidae) Karyotipleri ve ZZ/ZW Eşey Kromozom Sistemi

ÖZET

Bu çalışmada, Ilgın (Çavuşçu) Gölü havzasında yayılış gösteren endemik Akşehir kefalı *Squalius recurvirostris*'in ayrıntılı sitogenetik özellikleri, standart Giemsa boyama, C-bantlama ve Ag-NOR tekniği ile araştırıldı. Diploid kromozom sayısı (2n) 50'dir. Dişilerin karyotipinde bir çift heteromorfik kromozom tespit edildi. Ancak erkeklerde bu fark görülmedi. Bu nedenle dişilerdeki heteromorfik kromozom çiftinin ZZ/ZW cinsiyet kromozomları olduğu belirlendi. Dişilerdeki Z kromozomu büyük akrosentriktir ve W kromozomu orta büyüklükte submetacentriktir. Çalışılan örneklerin karyotipinde tüm kromozomal kolların (NF) sayısı 90, otozomal kolların (NFa) temel sayısı 88'dir. Kromozom setindeki bazı çift kollu ve akrosentrik kromozomlar sentromerik C bantlarına sahiptir. Bazı kromozomlarda hafif sentromerik veya perisentromerik C-bantları gözlenirken, diğer kromozom çiftleri C-negatiftir. İncelenen bireylerde iki aktif NOR tespit edildi. Bu NOR'lerin her ikisi de hemizigottur ve büyük bir C-heterokromatin bölgesi ile ilişkilidir. NOR'lardan biri submetasentrik kromozom çiftinin tüm uzun kolunda, diğeri ise başka bir submetasentrik kromozom çiftinin tüm kısa kolunda tespit edildi.

Genetik

Araştırma Makalesi

Article History

Geliş Tarihi :15.04.2021

Kabul Tarihi : 12.09.2021

Anahtar Kelimeler

Akşehir kefalı
Kromozom
C-band
Ag-NOR
Eşey kromozomlar

To Cite : Doori ASJ, Arslan A 2022. Karyotypes and ZZ/ZW Sex Chromosome System of Endemic *Squalius recurvirostris* (Leuciscinae, Cyprinidae) in Turkey. KSU J. Agric Nat 25 (4): 649-657. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.915278>

Atf İçin: Doori ASJ, Arslan A 2022. Türkiye'de Endemik *Squalius recurvirostris*'in (Leuciscinae, Cyprinidae) Karyotipleri ve ZZ/ZW Eşey Kromozom Sistemi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 649-657. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.915278>.

INTRODUCTION

Chromosomal analysis is very important for cytogenetic and medical studies. Traditional karyological methods (Giemsa staining) and molecular cytogenetic techniques reveal genetic and taxonomic relationships among populations and species (Gill and Kimber, 1974). Heteromorphic sex chromosomes were observed in 72 families classified in Chondrichthyes and Osteichthyes (Devlin and Nagahama, 2002). It is known that approximately 10.4% of the more than 1700 fish species studied cytogenetically have heterogametic sex chromosomes (Arkhipchuk, 1999). In many species, it is necessary to perform the karyotype of male and female individuals to differentiate heteromorphic sex chromosomes. In cytogenetic studies on teleost fishes, it is understood that sexual chromosome systems vary. While XX-XY was detected in some of the fish and ZZ-ZW in some of them, sex chromosomes containing undifferentiated homologues were detected in most fish species. The research on teleost fishes has shown that these animals display a remarkable diversity in the ways that they determine sex. These different mechanisms, including constructive, genetic mechanisms, polygenic constitutive mechanisms, environmental effects, hermaphroditism and monosexuality on the sex chromosomes, have emerged at different times in teleosts (Mank and Avise, 2009). In freshwater species of neotropical fishes, both simple sex chromosome systems (XX-XY and ZZ-ZW) and multiple sex chromosome systems ($X_1X_2Y-X_1X_1X_2X_2$) have been identified (Galetti et al., 1981; de Almeida Toledo and Foresti, 2001; Centofante et al., 2002).

Heterochromatin blocks (C-bands) contain repetitive DNA sequences and are inactive (Balíček et al., 1977). For this reason, these blocks are unlikely to deteriorate and can be preserved for generations (Varley et al., 1980; Sperling et al., 1987). C-bands can be located in any region on the chromosome but are usually located in the centromeric region of the chromosome. The C-banding method is an important technique in studying the chromosomes of the species in detail, identifying the chromosomal species, and identifying the sex chromosomes of a species (Haaf and Schmid, 1984; Arslan and Arslan, 2007). Silver nitrate staining (Ag-NOR) is the reaction where silver is reducing due to the binding of non-histone proteins to ionic silver (Trere, 2000). NORs are usually seen on the short arm end of the chromosome. However, it can also be seen in the long arm, near the centromere, or in the centromere region (Gold et al., 1990).

Squalius genus, the chubs in the Leuciscinae subfamily, consists of medium-sized fish represented

by 45 species in Europe and West Asia. After 2011, the genus *Leuciscus* (except *L. aspius*, *L. idus*, *L. vorax* and *L. leuciscus*) was revised as *Squalius* (Özuluğ and Freyhof, 2011; Turan et al., 2013). It is known that 21 *Squalius* species are distributed in freshwater ecosystems in Turkey, and 15 of them are endemic (Çiçek et al., 2015; Çiçek et al., 2018). *Squalius recurvirostris* Özuluğ & Freyhof, 2011, called Akşehir chub, is a local endemic species that live in the basin of Eber and Ilgın lake (Özuluğ and Freyhof, 2011). Although the genus *Squalius* has many species in the world, the karyological studies about them are limited. Different researchers have studied the cytogenetic features of *S. cephalus* (Wolf et al., 1969; Fontana et al., 1970; Cataudella et al., 1977; Sofradzija, 1977; Hafez et al., 1978; Al-Sabti, 1986; Pekol, 1999; Bianco et al., 2004; Boron et al., 2009; Kılıç and Şişman, 2016), *S. anatolicus* (Ünal, 2011), *S. orientalis* (Kılıç Demirok, 2000) and *S. seyhanensis* (Ünal and Gaffaroğlu, 2016). In these studies, it is resulted that the diploid chromosome number (2n) of *Squalius* species is 50, and the chromosomal arm (NF) value varies between species. This study aims to reveal the detailed karyological features and sex chromosome system of *Squalius recurvirostris* and compare the obtained data with the other *Squalius* species.

MATERIALS and METHODS

Six specimens of *S. recurvirostris* were collected from Ilgın (Çavuşçu) Lake (38 ° 20' N, 31 ° 52' E (Figure 1). The study was carried out with the permission of the Ministry of Forestry and Water Affairs (Permission no. 21264211-288.04-E.1031876) and the local ethics committee. Chromosomal preparation was made according to Bertollo et al. (2015). The some dried slides were traditionally stained with 10% Giemsa. In addition, constitutive heterochromatin and nucleolar organizer regions (NORs) were determined by the Sumner (1972) and Howell and Black (1980) techniques, respectively. The morphology of the chromosomes were defined according to the method of Levan et al. (1964).

RESULTS and DISCUSSION

In this study, the diploid chromosome number of *Squalius recurvirostris* was determined as $2n = 50$. The karyotype contained six pairs of metacentric, nine pairs of submetacentric, five pairs of subtelocentric and four pairs of acrocentric chromosomes. A pair of heteromorphic chromosomes were detected in the karyotypes of females (Figure 2).

However, there is no heteromorphic chromosomes in the karyotype of males (Figure 3).

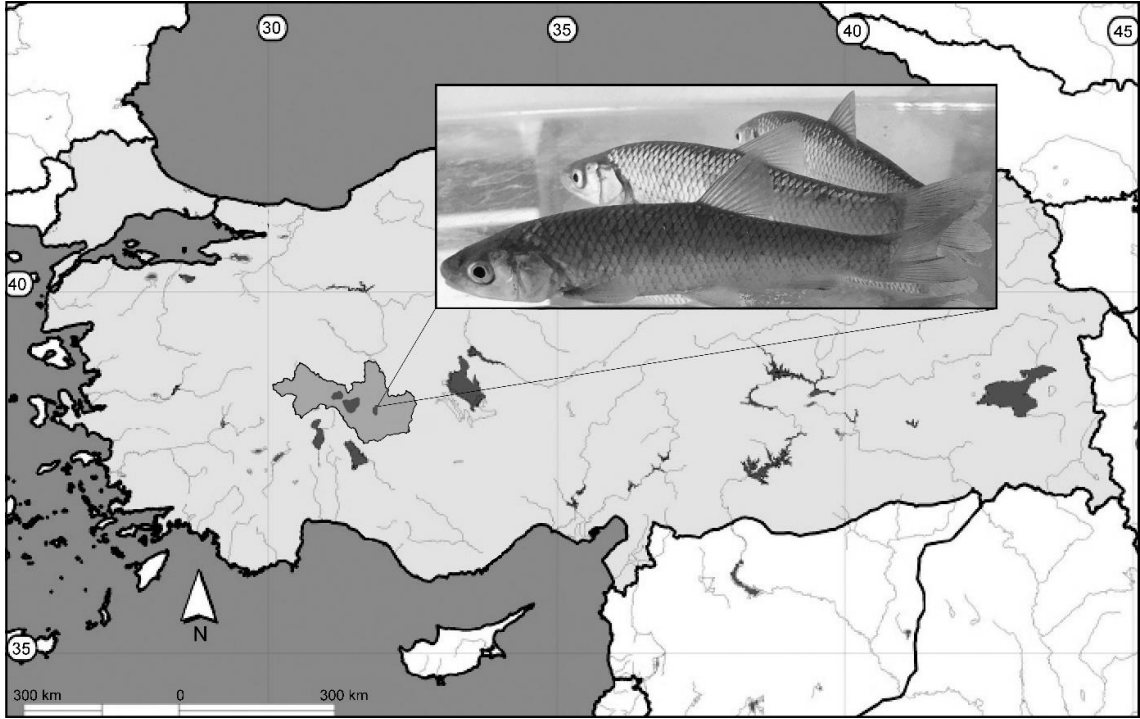


Figure 1. Collecting site in Lake Ilgın (Çavuşçu) from Konya and geographic range of *Squalius recurvirostris* according to IUCN.

Şekil 1. *Squalius recurvirostris*'in Konya Ilgın gölündeki (Çavuşçu) toplama alanı ve IUCN'e göre coğrafik dağılımı

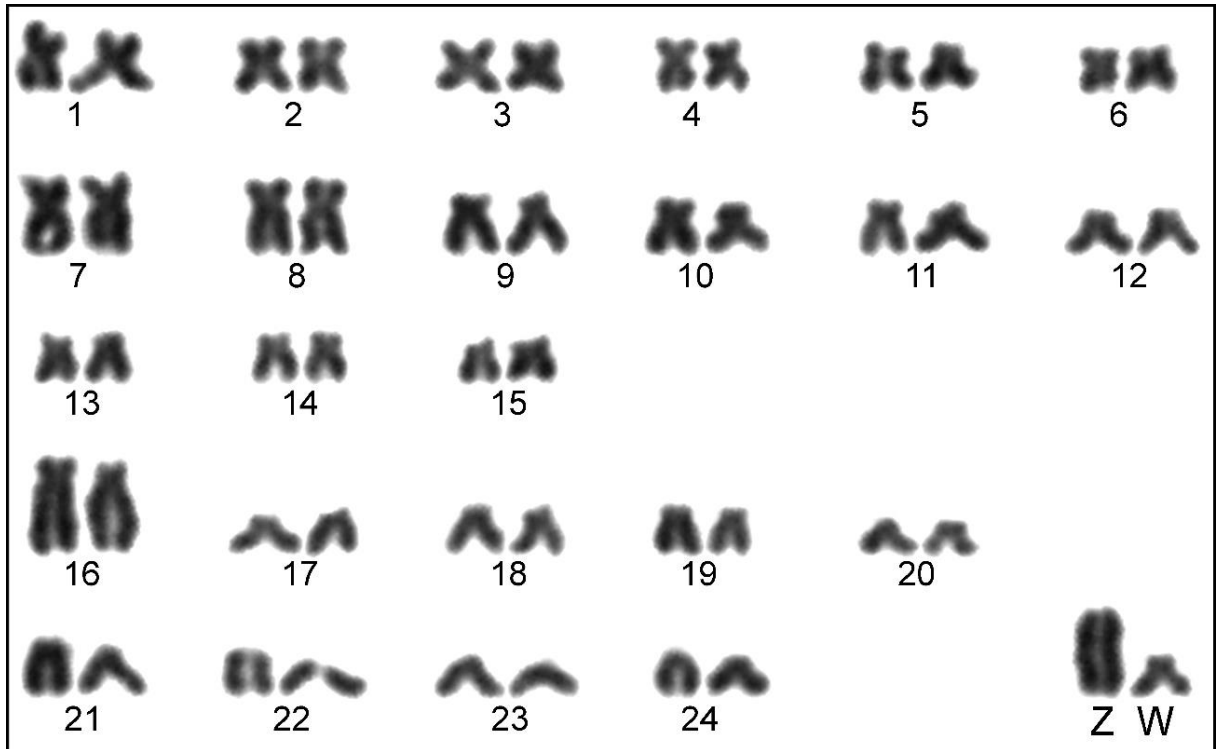


Figure 2. Standard Giemsa staining karyotype of female *Squalius recurvirostris*
Şekil 2. Dişi *Squalius recurvirostris*'nin Giemsa boyalı standart karyotipi

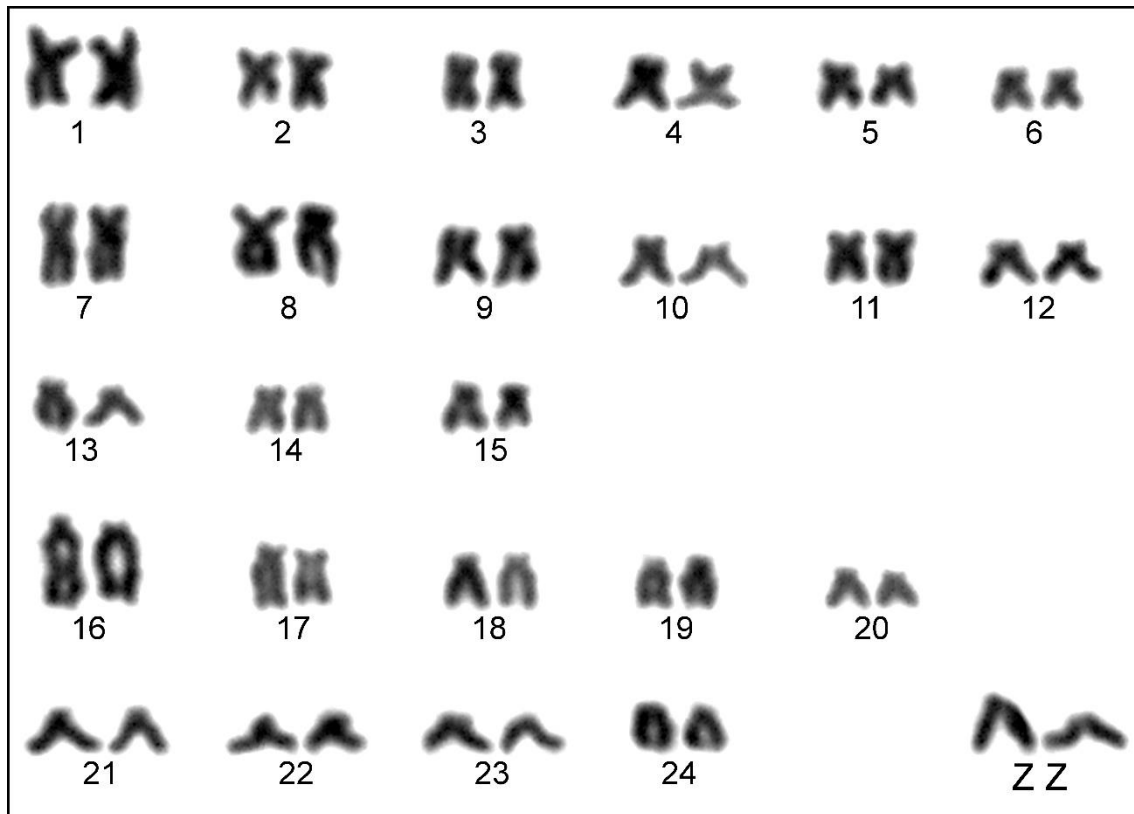


Figure 3. Standard Giemsa staining karyotype of male *Squalius recurvirostris*
Şekil 3. Erkek *Squalius recurvirostris*'nin Giemsa boyalı standart karyotipi

Therefore, the heteromorphic chromosome pair in females was determined as the sex chromosome. The presence of sex chromosomes with different morphologies in females indicates that this species has ZZ/ZW sexual chromosome system. The Z chromosome is a large acrocentric, and the W chromosome is a medium-sized submeta/subtelocentric in females. The fundamental number of autosomal arms (NFa) and the number of all chromosomal arms (NF) in specimens karyotyped was determined as 88 and 90, respectively.

The C banded karyotype of Akşehir chub was shown in Figure 4. Dark C-bands in the centromere region of some bi-armed and acrocentric chromosomes were observed. In addition, slightly centromeric or pericentromeric C-bands were determined in some chromosomes, while other chromosome pairs and sex chromosomes were C-negative.

Two different active Ag-NORs were detected in studied all populations. Both of these NORs are hemizygous. One of these active NORs is located on the long arm of one of the homologs of the biarmed chromosome pair (no. 9), while the other is on the short arm of one of the homologues of another biarm chromosome pair (no. 12). The hemizygous NORs were localized within the long and short arms, which was C-positively stained (Figure 5).

The Leuciscine species in the Cyprinidae family (Subfam: Cyprininae, Gobioninae, Leuciscinae,

Rasborinae, Schizothoracinae, Barbinae) are distributed in Eurasia and North America (Bogutskaya, 1977; Arai, 2011; Nelson et al., 2016). The species belonging to the Leuciscinae subfamily (*Abramis*, *Acanthobrama*, *Acanthalburnus*, *Alburnoides*, *Alburnus Aspius*, *Blicca*, *Chondrostoma*, *Ladigesocypris*, *Leucaspius*, *Leuciscus*, *Leucalburnus*, *Petroleuciscus*, *Pseudophoxinus*, *Phoxinus*, *Rutilus*, *Squalius*, *Scardinius*) are distributed over a wide area in Anatolia (Çiçek et al., 2015). Despite this wide distribution and species richness, the karyological studies on Anatolian leuciscin are limited (Table 1).

Generally, the diploid chromosome number (2n) is 50 in the Leuciscinae subfamily. However, *Alburnus mossulensis* has 48, *Luciobarbus pectoralis* has 100, *Luciobarbus longiceps* has 148, *Chondrostoma regium*, *Chondrostoma meandrense* and *Leuciscus aspius* (Syn: *Aspius aspius*) have 52, *Scardinius erythrophthalmus* 48 and 50 chromosome pairs (Nygren et al., 1975; Cataudella et al., 1977; Gül et al., 2000; Fişter, 2000; Bianco et al., 2004; Turan et al., 2005; Esmaeili et al., 2010; Luca et al., 2010; Uysal, 2011; Ünal and Gaffaroğlu, 2016). The karyological features of endemic fish *Squalius recurvirostris* were investigated in this study for the first time. The diploid chromosome number of this species is 50, and there are four acrocentric chromosomes in the chromosome set (NF = 90). The Leuciscine species have two characteristic features

within the chromosome set. Firstly, the metacentric/submetacentric chromosomes are more, and the other, the largest chromosome pair is subtelocentric/acrocentric (Ráb et al., 1990; Ráb and

Collares-Pereira, 1995; Ráb et al., 2008; Pereira et al., 2009). It is understood that *S. recurvirostris* has these two characteristics.

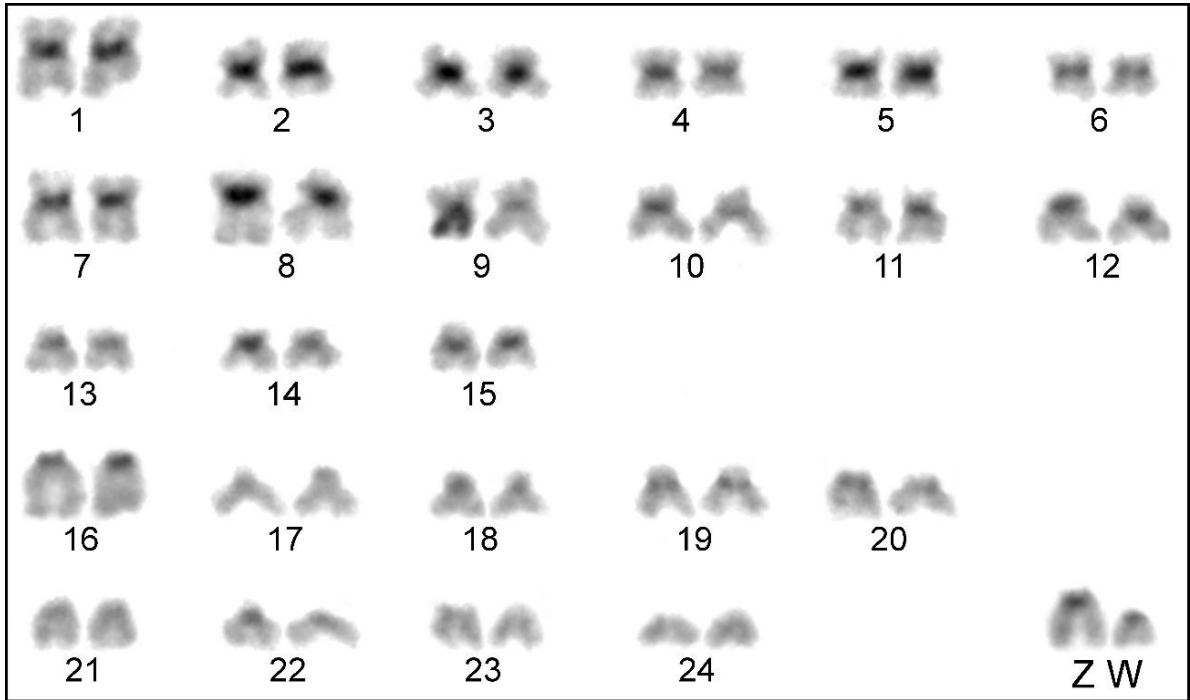


Figure 4. C-banded metaphase spread and arranged karyotype of *Squalius recurvirostris*
Şekil 4. *Squalius recurvirostris*'in C-bantlı metafaz yayılımı ve karyotipi

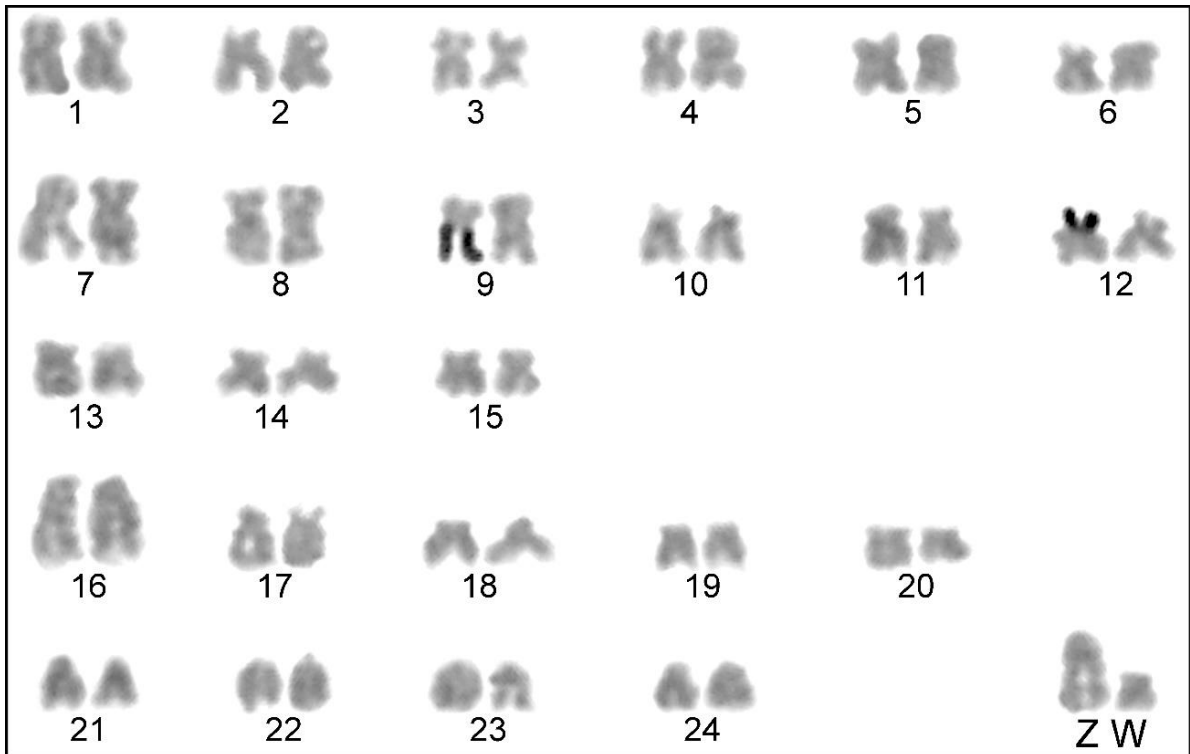


Figure 5. Silver stained metaphase spread and arranged karyotype of *Squalius recurvirostris*
Şekil 5. *Squalius recurvirostris*'in gümüş boyalı metafaz yayılımı ve karyotipi

Table 1. Chromosomal records of *Squalius* species (Abbreviations; 2n-diploid chromosome number, NF-fundamental number of chromosomal arms, M-metacentric, SM-submetacentric, ST- subtelocentric, A-acrocentric)

Çizelge 1. *Squalius* türlerinin kromozom kayıtları (Kısaltmalar; 2n-diploid kromozom sayısı, NF-temel kromozom kol sayısı, M-metasentrik, SM-submetasentrik, ST-subtelosentrik, A-akrosentrik)

Species	2n	Karyotype	Z	W	NF	Reference
<i>Squalius cephalus</i>	50	38M-SM + 12ST-A	-	-	88	Wolf et al. (1969)
		11M + 29SM-ST + 10A			-	Fontana et al. (1970)
		16M+12SM+12ST+10A	-	-	78	Cataudella (1977)
		34M-SM + 16A	-	-	84	Sofradzija (1977)
		18M+20SM-ST+12A	-	-	88	Hafez et al. (1978)
		34M-SM + 16ST-A	-	-	84	Al-Sabti (1986)
		18M+12SM+20ST-A	-	-	80	Pekol and Arslan (2014)
		16M+26SM+8ST-A	-	-	92	Bianco et al. (2004)
		10M+22SM+10ST+10A	-	-	82	Boron et al. (2009)
		10M+22SM+10ST+8A	-	-	92	Kılıç and Şişman (2016)
<i>Squalius anatolicus</i>	50	10M+22SM+10ST+8A	-	-	82	Ünal (2011)
<i>Squalius orientalis</i>	50	14M+20SM+16ST-A	-	-	84	Kılıç-Demirok (2000)
<i>Squalius seyhanensis</i>	50	16M+28SM+6ST-A	-	-	94	Ünal and Gaffaroğlu (2016)
<i>Squalius recurvirostris</i>	50	12M+18SM+10ST+8A	A	ST	90	This study

Squalius cephalus (Syn: *Leuciscus cephalus*) in Poland has the ZZ-ZW sexual chromosome system. The Z chromosome is the largest submetacentric, and the W chromosome is the smallest submetacentric (Vujosevic et al., 1983). The Z chromosome (acrocentric) of *S. recurvirostris* is different from *S. cephalus*, while the W chromosome is similar. The ZZ-ZW sex chromosomes system in fish is important to identify for the first time in this study in Turkey. Due to the detection of sex chromosomes, the fundamental number of autosomal arms (NFa) of *S. recurvirostris* is 88. So far, XX-XY sex chromosomes in *Garra rufa* have been reported by Arzu and Ergene (2009). In chromosome studies on some species in different regions of the world, sexual chromosome systems are also mentioned. In the study in Germany, the sex chromosomes of Rudd, *Scardinius erythrophthalmus* (Cyprinidae) were identified as a pair of large metacentric (ZZ) in males and large metacentric and small acrocentric (ZW) chromosomes in females (Koehler et al., 1995). However, it has been reported that sexual chromosomes cannot be detected in Rudd populations in Romania, Italy and Slovenia (Bianco et al. 2004; Luca et al. 2010). In another cyprinid species, *V. vimba*, XY sex chromosomes were defined as the largest metacentric X and the smallest acrocentric Y (Rudek 1974). In 34 of 55 Neotropical fish species studied, ZZ-ZW system, in 10 of them XY-XX system and 11 of them multiple sex chromosome systems ((X₁X₁X₂X₂-X₁X₂Y) were identified (Centofante et al., 2002).

C-banded karyotypes of *Squalius anatolicus* and *Squalius seyhanensis* in Turkey were investigated (Ünal, 2011; Ünal and Gaffaroğlu, 2016). Most of the

chromosomes in both species have centromeric heterochromatin. In addition, Ünal and Gaffaroğlu (2016) stated that there are pericentromeric and pericentromeric (interstitial) bands in *S. seyhanensis*. Although the C-band feature of *S. recurvirostris* is similar to both species, pericentromeric and pericentromeric bands were not detected. In some European countries (i.e. Italy, Poland and the Czech Republic), all the chromosomes of *Leuciscus idus*, *Squalius leuciscus* and *L. cephalus* have centromeric C-band as in *Squalius* species in Turkey. This situation may be a distinctive feature between *Squalius* and *Leuciscus* species and other Leuciscinae species.

NOR technique is used in taxonomic studies, determination of inter-species and intraspecific relationship and various chromosome variations. The number of Ag-positive NORs varies from 1 to 4 in different populations of *L. leuciscus* in Europe. Signals have been reported to be localized in the long arms of the largest metacentric pair in some populations and in the short arms of a submetacentric chromosome pair, and in only one pair of metacentric or a pair of subtelocentric (Boron et al., 2009). *L. aspius* (Syn: *Aspius aspius*) differs from other *Leuciscus* species in that NORs are localized at the terminal region of the short arm of a small acrocentric pair (Ráb et al., 1990). The active NORs of *S. cephalus* in Kastamonu population are on the short arm of a pair of subtelocentric or acrocentric chromosomes, and the NOR phenotype of these samples is a plesiomorphic character (Pekol and Arslan, 2014). The morphologies of the two chromosomes with NORs are submetacentric in *S.*

recurvirostris. The NORs are also localized on the short arm of one of these chromosomes and the long arm of the other. In terms of these two characteristics, *S. recurvirostris* differs from other species studied. Also, *S. recurvirostris* has a plesiomorphic NOR character. Although the phylogenetic studies conducted so far show that *Squalius* species are not closely related to *Leuciscus* (Briolay et al., 1998), in terms of Ag-NOR properties, this species is similar to *S. seyhanensis*, *S. anatolicus* and *L. leuciscus*.

CONCLUSION

Cytogenetic characteristics and ZZ-ZW sex chromosomes system of endemic *S. recurvirostris* for Turkey have been demonstrated for the first time in this study. The characteristic structure accepted for the Leuciscinae group (the largest chromosome pair is subtelocentric or acrocentric) has been identified in this species. Centromeric heterochromatin regions detected in most chromosomes were found to be compatible with other *Squalius* and *Leuciscus* species. The Ag-NOR-bearing chromosomes of the studied samples are hemizygous. The Ag-NOR regions are related to the large C-heterochromatic blocks on the long and short arms. It is observed that active Ag-NORs are different from other *Squalius* species studied by detecting both on the short arm and the long arm and are similar to *L. leuciscus*. Cytogenetic data on *Squalius* species that have been published in Turkey, although it is not support existing species definitively taxonomic status, these studies may contribute to later molecular cytogenetic or phylogenetic studies of Leuciscinae species to be searched.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by grants from the Coordination Committee Scientific Research Projects (Project number: 18201155) of Selçuk University. This study is summarized from Ahmed Sadeq Jaber DOORI's master thesis.

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

Al-Sabti K 1986. Karyotypes of *Cyprinus carpio* and *Leuciscus cephalus*. *Cytobios* 47: 19-25.
Arai R 2011. Fish karyotypes: A check list. Springer Science & Business Media.
Arkipchuk V 1999. Chromosome database. Database

of dr. Victor arkipchuk. R Froese and D Pauly (Eds), Fishbase World Wide Web electronic publication Version (02/2007).
Arslan A, Arslan E 2007. Importance of C-banding (Constitutive Heterochromatin) in Karyosystematic. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi 2(29): 121-126 (in Turkish).
Arzu K, Ergene S 2009. Cytogenetic variation of geographically isolated four populations of *Garra rufa* [(Heckel, 1843)(Pisces, cyprinidae)] in turkey. *Caryologia* 62(4): 276-287.
Balíček P, Žižka J, Skalská H 1977. Length of human constitutive heterochromatin in relation to chromosomal contraction. *Human Genetics* 38(2): 189-193.
Bertollo L, Cioffi M, Moreira-Filho O 2015. Direct chromosome preparation from freshwater teleost fishes. In: Ozouf-Costaz C, Pisano E, Foresti F, Almeida Toledo L, editors. Fish cytogenetic techniques (chondrichthyans and teleosts) p. 21-26.
Bianco PG, Aprea G, Balletto E, Capriglione T, Fulgione D et al. 2004. The karyology of the cyprinid genera *Scardinius* and *Rutilus* in Southern Europe. *Ichthyological Research* 51: 274-278.
Bogutskaya N 1977. *Chondrostoma beysehirense*, a new cyprinid fish from Beysehir Lake, central Turkey. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 8(2): 151-158.
Boron A, Porycka K, Ito D, Abe S, Kirtiklis L 2009. Comparative molecular cytogenetic analysis of three *Leuciscus* species (Pisces, Cyprinidae) using chromosome banding and fish with rdna. *Genetica* 135: 199-207.
Briolay J, Galtier N, Brito RM, Bouvet Y 1998. Molecular phylogeny of cyprinidae inferred from cytochrome bdna sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 9(1): 100-108.
Cataudella S, Sola L, Muratori RA, Capanna E 1977. The chromosomes of 11 species of cyprinidae and one cobitidae from Italy, with some remarks on the problem of polyploidy in the cypriniformes. *Genetica* 47(3): 161-171.
Centofante L, Bertollo LAC, Moreira-Filho O 2002. A ZZ/ZW sex chromosome system in a new species of the genus *Parodon* (Pisces, Parodontidae). *Caryologia* 55(2): 139-150.
Çiçek E, Birecikligil SS, Fricke R 2015. Freshwater fishes of Turkey: A revised and updated annotated checklist. *Biharean Biologist* 9(2): 141-157.
Çiçek E, Fricke R, Sungur S, Eagderi S 2018. Endemic freshwater fishes of Turkey. *FishTaxa* 3(4): 1-39.
de Almeida Toledo L, Foresti F 2001. Morphologically differentiated sex chromosomes in neotropical freshwater fish. *Genetica* 111: 91-100.

- Devlin RH, Nagahama Y 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: An overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture* 208(3-4): 191-364.
- Esmaili HR, Zareian H, Gholamhosseini A, Ebrahimi M, Gholami Z et al. 2010. Karyotype analysis of the King nase fish, *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) (Actinopterygii: Cyprinidae) from Iran. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10: 477-481.
- Fişter S 2000. Analysis of karyotype and frequency of structural changes of breaks and gaps in fish of the species: *Scardinius erythrophthalmus* l. *Veterinarski Glasnik* 54(3/4): 107-116.
- Fontana F, Chiarelli B, Rossi A 1970. Some new data on the number of chromosomes of teleost fish obtained by means of tissue culture in vitro. *Experientia* 26: 1021.
- Galetti PM, Foresti F, Bertollo LAC, Moreira Filho O 1981. Heteromorphic sex chromosomes in three species of the genus *Leporinus* (Pisces, Anostomidae). *Cytogenetic and Cell Genetics* 29: 138-142.
- Gill BS, Kimber G 1974. The giemsa C-banded karyotype of rye. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 71(4): 1247-1249.
- Gold J, Li Y, Shipley N, Powers P 1990. Improved methods for working with fish chromosomes with a review of metaphase chromosome banding. *Journal of Fish Biology* 37: 563-575.
- Gül S, Çolak A, Sezgin İ 2000. Karyotype analysis in *Chalcalburnus mossulensis*. *Turkish Journal of Biology* 24: 657-662 (in Turkish).
- Haaf T, Schmid M 1984. An early stage of ZW/ZZ sex chromosome differentiation in *Poecilia sphenops* var. *Melanistica* (poeciliidae, cyprinodontiformes). *Chromosoma* 89(1): 37-41.
- Hafez R, Labat R, Quiller R 1978. Aneuploidie observee chez les populations de gardons (*Rutilus rutilus* l.) et d'ablettes (*Alburnus alburnus* l.) de la region midi-pyrenees. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse* 114(1-2): 85-92.
- Howell WM, Black DA 1980. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: A 1-step method. *Experientia* 36: 1014-1015.
- Kılıç D, Şişman T 2016. Karyotype analysis of chub, *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) (Teleostei: Cyprinidae) from Karasu River, Erzurum, Turkey. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 14(2): 95-103.
- Kılıç Demirok N 2000. Dicle su sisteminde yaşayan bazı cyprinid tür ve alttürlerinin kromozomları üzerine çalışmalar. PhD, University of Dicle, Diyarbakır, Turkey.
- Koehler M, Neuhaus D, Engel W, Schartl M, Schmid M 1995. Evidence for an unusual ZW/ZW'/ZZ sex-chromosome system in *Scardinius erythrophthalmus* (Pisces, Cyprinidae), as detected by cytogenetic and hybrid antigen analyses. *Cytogenetic and Genome Research* 71(4): 356-362.
- Levan A, Fredga K, Sandberg AA 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52(2): 201-220.
- Luca C, Suci R, Costache M 2010. Comparative karyotype in different lineages of cyprinid fish (Teleostei: Cypriniformes: Cyprinidae). *Studia Universitatis "Vasile Goldiș", Seria Științele Vieții* 20: 37-41.
- Mank J, Avise J 2009. Evolutionary diversity and turn-over of sex determination in teleost fishes. *Sexual Development* 3: 60-67.
- Nelson JS, Grande TC, Wilson MV 2016. *Fishes of the world*. Fifth edition. | Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2016.
- Nygren A, Andreasson J, Jonsson L, Jahnke G 1975. Cytological studies in cyprinidae (Pisces). *Hereditas* 81(2): 165-172.
- Özuluğ M, Freyhof J 2011. Review of the genus *Squalius* in western and Central Anatolia, with description of four new species (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 22(2): 107-148.
- Pekol S 1999. Comparative karyotypes and karyotype analysis of *Cyprinus carpio* (L., 1758) and *Leuciscus cephalus* (L., 1758) populations from Kastamonu Beyler and Germeçtepe Dam Lake. PhD, University of Gazi, Ankara, Turkey.
- Pekol S, Arslan O 2014. *Squalius cephalus* (L., 1758)'ün morfolojisi ve sucul ortam ekotoksikolojik çalışmaları açısından değerlendirilmesi (Kastamonu Beyler Barajı popülasyonu). *Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* 2: 23-28.
- Pereira C, Neto A, Collares-Pereira MJ 2009. Cytogenetic survey of species of two distinct genera of Iberian nases (Cyprinidae, Leuciscinae) that hybridize extensively in nature. I. Evidence of a similar and conserved chromosome pattern with some few species-specific markers at macro-structural level. *Genetica* 137: 285-291.
- Ráb P, Collares-Pereira M 1995. Chromosomes of european cyprinid fishes (cyprinidae, cypriniformes). *Folia Zoologica* 44: 193-214.
- Ráb P, Rábová M, Pereira CS, Collares-Pereira MJ, Pelikánová Š 2008. Chromosome studies of european cyprinid fishes: Interspecific homology of leuciscine cytotoxic marker—the largest subtelocentric chromosome pair as revealed by cross-species painting. *Chromosome Research* 16: 863-873.
- Ráb P, Roth P, Arefjev V 1990. Chromosome studies of european leuciscine fishes (pisces cyprinidae). *Karyotype of *Aspius aspius**. *Caryologia* 43(3-4): 249-255.

- Rudek Z 1974. Karyological investigations of two forms of *Vimba vimba* (Linnaeus 1758) occurring in Poland. *Folia Biologica* 22(2): 211-215.
- Sofradzija A 1977. Kariologia i citotaksonomija vrsta roda leuciscus iz voda bosne i hercegovine. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu Posebno izdanje* 30: 113-211.
- Sperling K, Kalscheuer V, Neitzel H 1987. Transcriptional activity of constitutive heterochromatin in the mammal *Microtus agrestis* (Rodentia, Rricetidae). *Experimental Cell Research* 173(2): 463-472.
- Sumner A 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Experimental Cell Research* 75: 304-306.
- Trere D 2000. AgNOR staining and quantification. *Micron* 31(2): 127-131.
- Turan C, Karcioğlu M, Hazar D, Sevenler S 2005. Asi nehri (Hatay)'nde yaşayan *Barbus* (Cyprinidae) türlerinin sitogenetik analizi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi* 3(4): 579-584.
- Turan D, Kottelat M, Doğan E 2013. Two new species of *Squalius*, *S. adanaensis* and *S. seyhanensis* (Teleostei: Cyprinidae), from the Seyhan River in Turkey. *Zootaxa* 3637(3): 308-324.
- Ünal S 2011. Cytogenetic analysis of *Squalius anatolicus* (Bogutskaya, 1997) (Pisces, Cyprinidae). MSc, University of Ahi Evran, Kırşehir, Turkey
- Ünal S, Gaffaroğlu M 2016. Karyology of six cyprinid fishes from Seyhan and Ceyhan Rivers in Anatolia. *Caryologia* 69(4): 362-369.
- Uysal UE. 2011. Karyotype analysis of *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) and *Acanthobrama mirabilis* (Ladiges, 1960) (Cyprinidae) caught in the River Menderes. MSc, University of Adnan Menderes, Aydın, Turkey.
- Varley JM, Macgregor HC, Nardi I, Andrews C, Erba HP 1980. Cytological evidence of transcription of highly repeated DNA sequences during the lampbrush stage in *Triturus cristatus carnifex*. *Chromosoma* 80(3): 289-307.
- Vujosevic M, Zivkovic S, Rimsa D, Jurisic S, Cakic P 1983. The chromosomes of 9 fish species from Dunav Basin in Yugoslavia. *Ichthyologia* 15(2): 29-40.
- Wolf U, Ritter H, Atkin N, Ohno S 1969. Polyploidization in the fish family cyprinidae, order cypriniformes. *Humangenetik* 7: 240-244.

Gemlik Zeytin Çeşidinde Meyveye Yatma Üzerine Boğumlarda Saptanan Bazı İçsel Hormonlar, Farklı Budama ve Dikim Sistemlerinin Etkilerinin Araştırılması

Sabriye ATMACA¹, Salih ÜLGER²

^{1,2}Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Meslek Yüksek Okulu, Manavgat Antalya, ²Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

¹<https://orcid.org/0000-0003-3400-0917>, ²<https://orcid.org/0000-0002-3314-2369>

✉: ulger@akdeniz.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Antalya koşullarında farklı dikim [5x5 m (kontrol), 4x3 m, 4x1.5 m], budama [kontrol (budanmamış), goble ve dikey eksen] ve boğumlarda saptanan bazı içsel hormonların [abscisik asit (ABA), gibberellik asit (GA₃), indol asetik asit (IAA) ve zeatin (Z)] 'Gemlik' zeytin çeşidinde gençlik dönemini kısaltmasına olan etkileri araştırılmıştır. Hormon analizi için yıllık sürgünler ağaçların yerden 80 cm yüksekte ağacın 360° etrafını çevirecek şekilde alınmış ve sürgünlerdeki boğumlar hormon analizlerinde kullanılmıştır. Denemenin ilk yılında meyve tutumu 5x5 m dikilen ağaçlarda olmamış ancak 4x3 m ve 4x1.5 m dikilen ağaçlar meyve tutmuşlardır. İkinci yıl ise tüm uygulamalarda meyve tutumu görülmüştür. İkinci yılda elde edilen meyve tutum oranları ilk yıla göre daha yüksek gerçekleşmiştir. En iyi meyve tutumu ve ağaç gelişimi 4x3 m dikilen ve goble şeklinde budanan ağaçlarda saptanmıştır. Dikim sıklığına bağlı olarak 'Gemlik' zeytininde gençlik kısırlığı süresinin azalıp veya artabileceği belirlenmiştir. Dikim mesafeleri boğumda saptanan içsel IAA, ABA, GA₃ ve Z seviyeleri üzerine kontrole göre etkili olurken, budama uygulamalarının etkisiz olduğu saptanmıştır.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 04.08.2021

Kabul Tarihi : 18.09.2021

Anahtar Kelimeler

Zeytin

Dikim sıklığı

Budama

İçsel bitki hormonları

Investigation of The Effects of Some Endogenous Hormones Determined in Nodes, Different Pruning and Planting Systems on Fruiting in Gemlik Olive Cultivar

ABSTRACT

In this study, the effects of different plantings [5x5m (control), 4x3m and 4x1.5m] and pruning [control (unpruned), vase and vertical axe] and some endogenous hormones [abscisic acid (ABA), gibberellic acid (GA₃), indole acetic acid (IAA) and zeatin (Z)] detected in the nodes on the shortening of youth period in 'Gemlik' olive cultivar in Antalya conditions were investigated. For hormone analysis, annual shoots were taken from the olive trees every month from 80 cm above the soil level and around the tree 360°, and the nodes in the shoots were used in hormone analysis. In the first year of the experiment, the trees planted 5x5m did not produce fruit, while the trees planted 4x3m and 4x1.5m yielded fruit. In the second year, fruit set was observed in all planting density and pruning applications. The fruit set rates obtained in the second year were higher than the first year. The best growth and fruit set were obtained from the trees planted at 4x3m and pruned in a vase shape. Depending on the planting distance, it has been determined that the period of juvenile period may increase or decrease in the 'Gemlik' olive. While planting distances were effective on internal ABA, GA₃, IAA and Z levels determined in the node samples, pruning practices were found to be ineffective.

Horticulture Science

Research Article

Article History

Received : 04.08.2021

Accepted : 18.09.2021

Keywords

Olive

Planting densities

Pruning

Endogenous plant hormones

To Cite : Atmaca S, Ülger S 2022. Investigation of The Effects of Some Endogenous Hormones Determined in Nodes, Different Pruning and Planting Systems on Fruiting in Gemlik Olive Cultivar. KSU J. Agric Nat 25 (4): 658-667. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.976405>

GİRİŞ

Birim alandan daha yüksek verim almak ve kaliteyi de yükseltmek çağdaş meyve yetiştiriciliğinin son yıllardaki en önemli hedefi olmuş ve buna bağlı olarak 1980'li yıllardan itibaren zeytinlerde sık dikim çalışmaları yoğunluk kazanmaya başlamıştır. Bu dönemde başta İtalya ve İspanya olmak üzere zeytin sıra arası 4.5-7.5m ve sıra üzeri 2.5-4.5m olacak şekilde edilmeye başlanmıştır (Tozlu, 2007).

Zeytinlerde sık dikimin ağaçları erken meyveye yatırması, periyodisiteye eğilimi azaltması, mekanik hasada olanak sağlaması ve el değmeden toplanarak ürünün işlenmesi gibi birçok avantajı vardır (Iannotta ve Perri, 2006).

Zeytinde yaygın olarak goble (çanak, vazo) terbiye sistemi kullanılmaktadır. Goble şeklinde budamada ağaçlar çoğunlukla tek gövdeli ve üzerinde 45°'lik açı yapan 3-6 ana dal olacak şekilde yapılmaktadır. Modern zeytin yetiştiriciliğinde makinalı hasat yapabilmek için ağaç yüksekliği 2-3 m ve geleneksel hasat yöntemleri için ise 5 m'yi geçmemelidir (Gucci, 2006).

'Arbequina' zeytin çeşidi İspanya'nın Katalonya bölgesinde farklı dikim sıklıklarında yetiştirilerek ağaç gelişimi, meyve ve yağ özellikleri araştırılmıştır. Bitkiler sulamadan doğal yağışla yetiştirilmiş ve on yıllık sonuçlara göre ortalama zeytinyağı üretimi dikim sıklığının artışına paralel olarak artmıştır. En iyi ekonomik gelir 312 adet ha⁻¹ dikim sıklığında olmuş, ancak meyve ve yağ kalitesi dikim sıklığı arttıkça düşmüştür (Tous ve ark., 1999).

İspanya'da 2 İspanyol ve 6 İtalyan çeşidi 1.670 bitki ha⁻¹ olacak şekilde dikilmiş ve bambu ile desteklenen ağaçlar sık taçlandırma (compact canopy) şeklinde budanmıştır. Kontrol olarak kullanılan 'Arbosana' ve 'Arbequina' çeşitlerine İtalyan çeşitlerinden 'Cipressino' ve 'Uranio' sık taçlanmaya ve 'FS-17' ise erken meyveye yatma bakımından benzerlik göstermiştir (Godini ve ark., 2006).

İspanya'nın Cordoba bölgesinde zeytinde yapılan adaptasyon çalışmasında 'Koroneiki' dikimden 3 yıl sonra meyveye yatarken, 'Arbequina' ve 'Arbosana' dikimden 6 yıl sonra en yüksek ürün vermişlerdir (De la Rosa ve ark., 2007).

Makinalı hasada uygunluğunu araştırmak için 'Arbequina' zeytin çeşidi 780-2580 adet ha⁻¹ olacak şekilde dikilmiştir. İlk 7 yıl sonunda verim ve toplam yağ içeriği dikim sıklığına bağlı olarak artmış, ancak dikim sıklığının artması meyve kalitesini üzerine etki etmemiştir (Leon ve ark., 2007)

Fransa koşullarında 'Aglandau', 'Arbequina', 'Languedoc' ve 'Picholinedu' zeytin çeşitleri her

çeşitten 30 ağaç da⁻¹ olacak şekilde dikilmiş ve farklı budama şekilleri uygulanmıştır. Dikey eksenli ve palmet budanan ağaçlar arasında gelişim bakımından farklılık olmamış, ancak palmet şeklinde budanan ağaçların makinalı hasada daha uygun geliştiği saptanmıştır (Moutier ve ark., 2011).

'Manzanilla' zeytin çeşidi İsrail'de iki farklı bölgede farklı dikim sıklıklarında çoklu gövde, düşük gövde, yüksek çit ve yüksek gövde olacak şekilde budanmıştır. En iyi sonuçlar her iki bölgede de 'çoklu gövde' budamasından elde edilmiş, farklı budamalar meyve büyüklüğü üzerine etkili olmamış ve budamalar ağaç boyutunu azaltarak elle hasat kolaylaştırmıştır (Lavee ve ark., 2012).

Kış ve ilkbahar aylarında zeytinin yan ve tepe tomurcuklarından örnekler alınarak içsel GA ve engelleyicilerin çiçek uyarımı ve somak gelişimi üzerine etkileri araştırıldığı çalışmada; ABA ve GA arasındaki dengenin kış soğuklarının sona erdiği dönemde artmasının çiçek tomurcuğu oluşumunu artırdığı iddia edilmiştir (Badr ve ark., 1970).

Zeytinde çiçek tomurcuğu farklılaşmasının çevresel ve ağacın içsel birçok faktörüne bağlı olarak sonbaharın sonunda başladığı belirtilmiştir (Fabbri ve Benelli, 2000).

'Memecik' zeytin çeşidinde hormon seviyeleri yok ve var yılında önemli farklılıklar göstermiş ve yok yılında GA₃ düzeyinin çiçek uyarı döneminde artması çiçek tomurcuğu oluşumunu engelleyici etkiye sahip olmuştur. GA₄, ABA ve bazı sitokinin seviyelerinin çiçek uyarım döneminde yüksek olmasının çiçek uyarımına olumlu etki yapabileceği belirtilmiştir (Ulger ve ark., 2004).

Bu araştırmanın amacı, 'Gemlik' zeytin çeşidinde gençlik döneminin kısaltarak erken meyveye yatma üzerine farklı budama, dikim sıklığı ve bazı içsel hormonların etkilerini araştırmaktır.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Aksu Araştırma ve Uygulama Arazisinde 2008-2010 yılları arasında yürütülmüştür. Deneme materyali olarak iki yaşındaki 'Gemlik' zeytin çeşidi kullanılmıştır.

Arazi yeterli organik madde ve besin elementlerin sahip olup, toprak yapısı killi-tınlı, kireç oranı %32 (çok yüksek) ve pH'sı 8.2'dir.

Toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını iyileştirmek için 2009 yılı Nisan ayında katı organik gübre (ORG-E-VİT)'den bitki başına 2 kg ve haziran ayının ilk haftasında sıvı tavuk gübre (KAL-NPK)'den bitki

başına 200 cc verilmiştir. Ayrıca bitki başına saf 6.6 g N, K₂O ve P₂O₅ olacak şekilde kompoze gübre (20:20:20) 2009 yılının temmuz, ağustos ve eylül ayları başında suda çözündürülerek bitki taç genişliğince uygulanmıştır.

Damla sulamaya haziran ayında sıcaklığa bağlı olarak başlanmış ve ekim ayının ilk haftasına kadar haftada bir olacak şekilde devam edilmiştir. Yabancı otlarla mücadele mekanik olarak yapılmış ve sıra araları rotovator ve sıra üzerleri ise ot biçme makinesi ve orak kullanılarak temizlenmiştir.

Deneme süresince dal kanseri ve halkalı leke gibi hastalık ile kabuklu bitler, zeytin iç kurdu, zeytin pamuklu biti ve zeytin sineği gibi zararlılar görülmediği için bunlara karşı mücadele yapılmamıştır. Ancak her yıl %1.5'lik bordo bulamacı şubat ayı ortasında ağaçlara uygulanmıştır.

Metod

Dikim Sıklığı

İki yaşındaki 'Gemlik' zeytin çeşidi fidanları 5x5m (kontrol), 4x3m ve 4x1.5m olarak 2007 yılı aralık ayında dikilmişlerdir.

Budama Uygulamaları

Kontrol: Ağaçlarda herhangi bir budama yapılmamış ve ağaçlar doğal olarak gelişmiştir.

Goble Budama: Fidan dikimi sırasında fidanların tepesi yerden 80 cm yukarıdan vurularak, gövde üzerinde 10-15 cm aralıklarla 3-4 adet ana dal bırakılmıştır. Daha sonraki yıllarda şubat ayında yapılan budamalarda ana dallar üzerinde yardımcı dallar seçilmiştir. Dikimden itibaren topraktan ilk 40 cm'ye kadar olan sürgünler sürekli temizlenmiştir.

Dikey Eksenli (Vertical Axe) Budama: Fidanların dibine 5x5x250cm ebadında odun destek dikilmiş ve fidanlar bu desteğe bağlanmıştır. Fidanın tepesi vurulmamış ve tek gövdeli dik bir gelişim sağlanmıştır. Dikimden itibaren yerden 40 cm'ye kadar olan sürgünler alınmış ve tek gövde gelişimini bozacak sürgünler temizlenmiştir. İlk iki yılda gövde üzerinde bırakılan ana dalların gövdeyle yaptıkları açılar 45- 60° olacak şekilde ayarlanmıştır.

IAA, GA₃, ABA ve Z Ekstraksiyonu ve Saflaştırma İşlemleri

Analizler için toprak seviyesinden 80 cm yukarıdaki yıllık sürgünler ağacın tamamını kapsayacak şekilde 05 Eylül 2008-06 Ağustos 2010 tarihleri arasında birer ay aralıklarla alınmıştır. Yıllık sürgün üzerindeki yapraklar temizlendikten sonra boğumun 3 mm sağında ve solunda mesafe olacak şekilde boğumlar budama makasıyla kesilmiş ve analizler yapılncaya kadar -20°C'de derin dondurucuda tutulmuştur.

IAA, GA₃, ABA ve Z analizlerinin ekstraksiyonunda Kuraishi ve ark. (1991)'nin kullandığı ve Erez (2009)'in bazı değişiklikler yaptığı yöntem kullanılmıştır.

Derin dondurucuda saklanan boğumlar içerisinde +4°C'de bekletilen %80'lik metanol (MeOH) içeren cam kavanozlar içerisine konulmuş, homojenizatörde 10 dakika 15.000 d/dk süreyle parçalanmış ve 120 rpm'de çalkalayıcı üzerinde oda sıcaklığı koşullarında karanlık bir ortamda 24 saat tutulmuştur. Whatman No:1 filtre kağıdından süzülen örnekler süzüntü balon jöjeye alınmış ve çözeltideki MeOH 45°C'de rotari evaporatörde uzaklaştırılmıştır. Balondaki sulu çözeltiye 8 ml 0.1 M'lık KH₂PO₄ (pH 8) tampon yavaş yavaş edilmiş, sulu çözelti pipetle balon jöjeden santrifüj tüplerine aktarılmış ve sulu çözelti +4°C'de 6.000 rpm'de 1 saat süreyle santrifüj edilmiştir. Üstte biriken sulu kısım otomatik pipetle alınarak behere aktarılmıştır. Fenolik bileşikler ve renk maddelerini uzaklaştırmak için çözelti önceden şartlandırılmış 1 g PVPP (Fluka-77627) bulunan behere dökülmüş ve birkaç dakika cam bagetle karıştırılmıştır. Karışım Whatman No:1 filtre kağıdından süzülerek PVPP sulu çözeltiden ayrılmıştır. Süzüntüyü daha da temizlemek için sulu kısım SepPak C-18 (ALTECH C18 Sep-pak maxi clean kartuj part no:20944) kartujdan geçirilerek küçük renkli cam şişelere alınmış ve cam şişeler hormon analizi yapılncaya kadar derin dondurucuda -20°C'de saklanmıştır.

IAA, GA₃, ABA ve Z Seviyelerinin HPLC'de Saptanması

Derin dondurucuda cam şişede bulunan sulu çözeltiler vakumlu etüvde (Binder- seri no: 10-21607) kurutulduktan sonra kuru ekstrakt üzerine 0.5 ml grade MeOH ilave edilmiş ve çözelti mikro pipetle renkli cam viallere alınmıştır. Hormon analizlerinde Koshita ve Takahara (2004)'nin kullandığı yöntem bazı değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. Analizlerde µ Bondapak C₁₈ (Waters; 3.9* 300 mm) kolonu ve DAD detektörü kullanılmıştır. Dalga boyları IAA için 280, Z için 270 nm ve ABA ile GA₃ için ise 254 nm'ye ayarlanmıştır. Kolon fırın sıcaklığı 40°C'de sabit tutulmuş ve kolona 20 µL örnek enjekte edilmiştir. Gradient hareketli faz kullanılmıştır. Hareketli fazın A çözeltisi asetonitril (HPLC saflıkta, %0.05 asetik asit içeren) ve B çözeltisi ise HPLC grade saf su içermektedir. Hareketli faz akışı 1 ml/dk'ya ayarlanmış ve analiz süresi:15 dk + 5 dk kolon temizlenmesi (post run) sürede tamamlanmıştır (Çizelge 1).

Miktar tayininde daha önceden hazırlanan IAA, GA₃, ABA ve Z'nin standart eğrileri kullanılmıştır. Hesaplamalarda örneklerdeki ABA, GA₃, IAA ve Z seviyeleri standart sentetik ABA, GA₃, IAA ve Z'ne eşdeğer olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 1. Gradient analizde zamana göre çözelti miktarının değişimi.

Table 1. Variation of solution amount according to time in gradient analysis.

Zaman (dk) Time (min.)	HareketliFaz (Mobile phase)	
	A (%)	B (%)
0	5	95
6	30	70
15	80	20

İstatistiksel Analizler

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 adet ağaç olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler SAS (versiyon 9.0) istatistik paket programında analiz edilmiştir. LSD testi ortalamalar arası farklılıkların belirlenmesinde kullanılmıştır.

Çizelge 2. ‘Gemlik’ zeytin çeşidinde farklı dikim sıklığı ve budama uygulamaları sonucu denemenin ilk ve ikinci yıllarında saptanan ortalama meyve tutum oranları (%).

Table 2. Average fruit set rates (%) determined in the first and second years of the experiment as a result of different planting density and pruning practices in the ‘Gemlik’ olive cultivar.

Aylar Months	Dikim sıklığı (m) Planting density (m)	Budama uygulamaları Pruning practice		
		Kontrol Control	Goble Vase	Dikey Eksenli Vertical axe
İlk Yıl First year (2008)	5x5	0.00 Ea	0.00 Da	0.00 Da
	4x1.5	1.48 Cab	0.96 Cb	1.84 Ca
	4x3	0.30 Db	0.75 Cb	2.56 Ca
İkinciYıl Second year(2009)	5x5	7.93 Aa	5.60 Ab	2.42 Cc
	4x1.5	4.36 Ba	4.19 Ba	4.23 Ba
	4x3	4.05 Bb	4.46 Bb	6.44 Aa

*Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.05$). Büyük harfler dikim sıklığına göre ve küçük harfler budama uygulamalarına göre önemi belirtmektedir.

*The difference between applications is significant ($P \leq 0.05$). Capital letters indicate importance according to planting density and lowercase letters indicate importance according to pruning practices.

Dikim sıklıkları boğum örneklerinde saptanan içsel hormon seviyelerini önemli oranda etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Ortalama en yüksek ABA, GA₃, IAA ve Z seviyeleri sırasıyla 6.55, 36.54, 8.26 ve 7.73 µg g⁻¹ ile 4x3m dikilen ağaçlarda saptanırken bunu sırasıyla 5.29, 29.77, 6.92 ve 4.47 µg g⁻¹ ile 4x1.5 m dikilen ağaçlar takip etmiştir. En düşük seviyeler ise sırasıyla 4.81, 27.53, 5.53 ve 4.25 ile µg g⁻¹ ile 5x5 m dikilen ağaçlarda olmuştur (Şekil 1).

Dikim sıklığının gençlik döneminden itibaren meyveye yatış dönemine kadar önemli olduğu ve boğumlardaki içsel hormon içeriklerinin de bunda etkili olabileceği fikrini ortaya çıkarmıştır. En iyi sonuçların 4x3m dikilen ve goble budanan bitkilerden alınması ve ABA/GA₃ dengesinin en yüksek 4x3m dikilen bitkilerde olması ve Kontrol (5x5m) bitkilerine göre 4x3m ve 4x1.5m dikim sıklıklarındaki bitkilerin

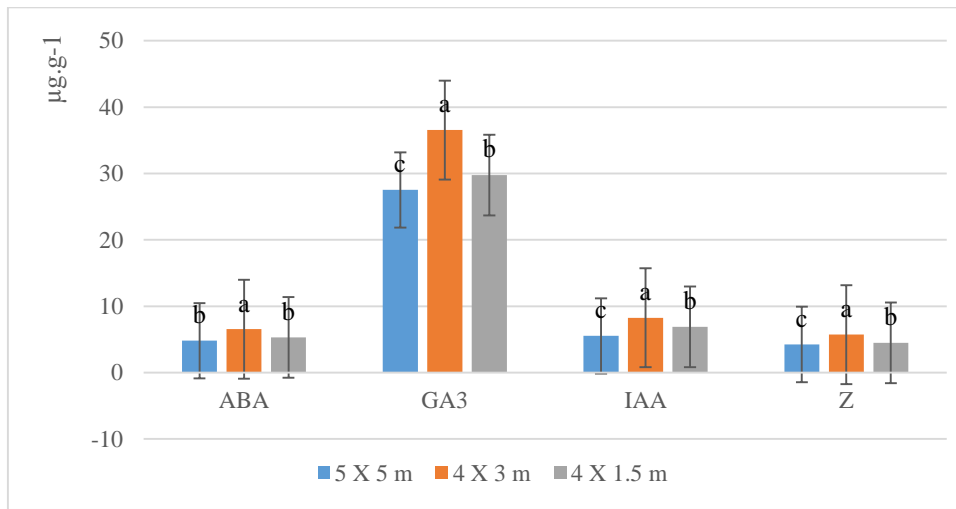
BULGULAR ve TARTIŞMA

Her iki yılda da ‘Gemlik’ zeytin çeşidinde dikim sıklığı ve budama uygulamalarına göre meyve tutum oranları önemli değişim göstermiştir ($P \leq 0.05$). Denemenin ilk yılında meyve tutumu 5x5 m dikilen ağaçlarda olmazken, 4x3 m ve 4x1.5 m dikilen ağaçlarda meyve tutumu gerçekleşmiştir. İlk yılda en fazla meyve tutumu %2.56 ile 4x3 m dikilen ve dikey eksenli budanan ağaçlarda olurken, en düşük %0.30 ile 4x3 m dikilen ve budanmayan ağaçlarda olmuştur. İkinci yılda bütün uygulamalarda meyve tutumu gerçekleşmiş ve tutum oranları ilk yıla göre oldukça artış göstermiştir. İlk yıl hiç meyve tutmayan kontrol ağaçlarında ikinci yıl önemli bir meyve tutumu gerçekleşmiş ve en fazla meyve tutumu %7.93 ile budama yapılmayan kontrol ağaçlarında saptanmıştır. İlk yılda olduğu gibi ikinci yılda da 4x3 m dikilen ve dikey eksenli budanan ağaçlarda %6.44 gibi yüksek meyve tutumu gerçekleşmiştir. Diğer uygulamalarda ise meyve tutumu %2.42-5.60 arasında değişmiştir (Çizelge 2).

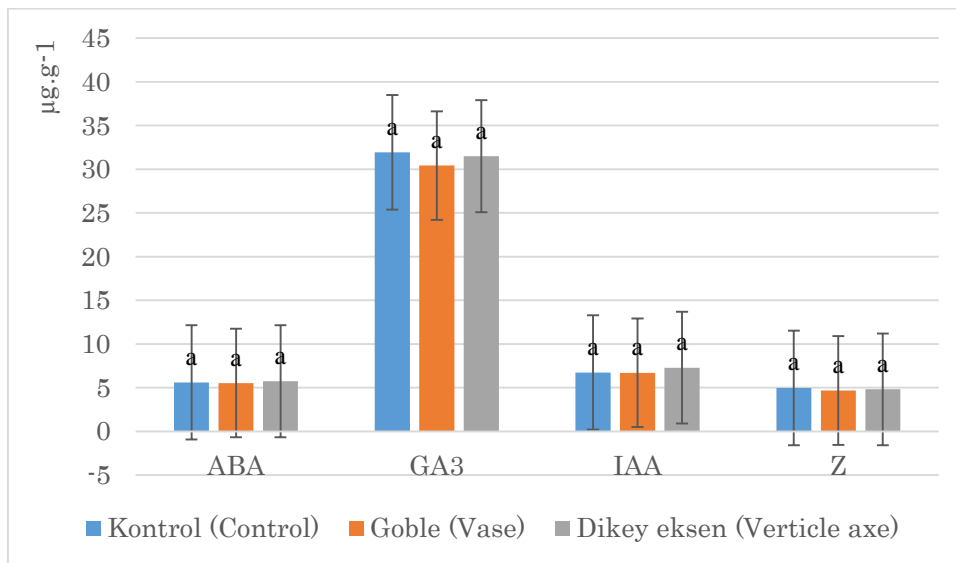
daha erken meyveye yatması, sık dikimlerin çiçeklenmeyi daha öne aldığı göstermektedir. Sonuçları destekleyecek şekilde Atmaca ve Ülger (2021) ‘Gemlik’ zeytininin sürgün ucu örneklerinde en yüksek ABA/GA₃ oranının 4x3 m dikilen ve goble budanan bitkilerde olduğunu ve bu dikim ve budama sisteminin iyi sonuçları verdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde çok sayıda araştırmada sık dikimin zeytinlerde erken meyveye yatmayı sağladığına dair sonuçlar vardır (Tous ve ark., 2003; Özbiçerler, 2006; Iannotta ve Perri, 2006; Cunill ve ark., 2006; De la Rosa ve ark., 2006; 2007; Camposeo ve Godini, 2010). Zeytin ağacının verimliliği genotip, yaprak besin durumu ve bitkinin topraktaki besin elementlerinden faydalanabilmesine bağlıdır (Jasrotia ve ark., 1999). Dikim yönü ve sıklığı zeytin üretimini etkileyen önemli iki faktördür (Leon ve ark., 2007; Pastor ve

ark., 2007; Trentacoste ve ark., 2015). Genç zeytinlerde ürüne yatma ve dikim sıklığı arasında kuvvetli bir pozitif ilişki vardır (Tous ve ark., 1999; Leon ve ark., 2007). Zeytinde verimi erkene almak, makineli hasat yapabilmek, birim alandan elde edilen verimi artırmak ve üretim maliyetlerini azaltmak amacıyla sık dikim çalışmaları yoğunluk kazanmıştır. Sık dikimde kullanılabilecek zeytinlerin; a) esnek dallı ve erken dönemlerde kolay şekil verilebilir olması, b) erken verime yatması ve tüketiciler tarafından beğenilen düzenli yağ vermesi ve c) yavaş vejetatif büyüme gösteren ve makineli hasadı mümkün kılabilen bir yapıya sahip olması gerekir (Tous ve ark., 2011; Godini ve ark., 2011). Bu amaçla dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye’de de

sık dikime uygun olabilecek çeşitlerin seleksiyonu ve ıslahı üzerinde yoğun çalışmalar yürütülmektedir (Tous ve ark., 1999; Saraçoğlu, 2001; Bandino ve ark., 2002; Tous ve ark., 2003; Cunill ve ark., 2006; De la Rosa ve ark., 2006; Kaleci ve Yalçınkaya, 2006; Leon ve ark., 2007; Camposeo ve ark., 2008). Sık dikime uygun budama yöntemleri de elde edilen verim ve makineli hasada uygunluğu etkilemektedir. Farklı budama uygulamaları boğum örneklerinde saptanan ABA, GA₃, IAA ve Z seviyeleri üzerine etkili olmamıştır (P≤0.05). Boğum örneklerindeki ABA seviyeleri 5.53-5.73 µg g⁻¹, GA₃ seviyeleri 30.42-31.93 µg g⁻¹, IAA seviyeleri 6.69-7.29 µg g⁻¹ ve Z seviyeleri 4.67-4.97 µg g⁻¹ arasında değişmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. Farklı dikim sıklıklarında boğum örneklerinde saptanan ortalama içsel ABA, GA₃, IAA ve Z seviyeleri.
Figure 1. Mean levels of endogenous ABA, GA₃, IAA, and Z detected in node samples at different planting densities.



Şekil 2. Farklı budama uygulamalarında boğum örneklerinde saptanan ortalama içsel ABA, GA₃, IAA ve Z seviyeleri.
Figure 2. Mean levels of endogenous ABA, GA₃, IAA, and Z detected in node samples in different pruning treatments.

Zeytinde en uygun budama şekli goble (Gucci, 2006) olmasına rağmen, sık dikim zeytin yetiştiriciliğinde ağaçlar dikey eksenli, merkez liderli ve çit şeklinde (Tous ve ark.,2003), sık taçlandırma (Godini ve ark., 2006) ve palmet (Moutier ve ark., 2011) şeklinde de budanabilmektedir. Budamalara karşı çeşitlerin tepkileri farklı olmaktadır (Hmida, 2010; Moutier ve ark., 2011; Godini ve ark., 2011; Larbi ve ark., 2011; Rosati ve ark., 2013). Bu çalışmada da ‘Gemlik’ zeytin çeşidinde en iyi gelişimin 4x3m dikilen ve goble şeklinde budanan bitkilerden elde edilmesi ve de dikey eksenli budamanın istenilen şekilde oluşmaması (Atmaca ve Ulger, 2017) nedeniyle, ‘Gemlik’ zeytini için goble budamanın uygun olacağı saptanmıştır. Ancak ‘Gemlik’ zeytininin dallarının yumuşak olması nedeniyle çit şeklinde (hedgerow) yetiştiriciliği mümkün olabilir.

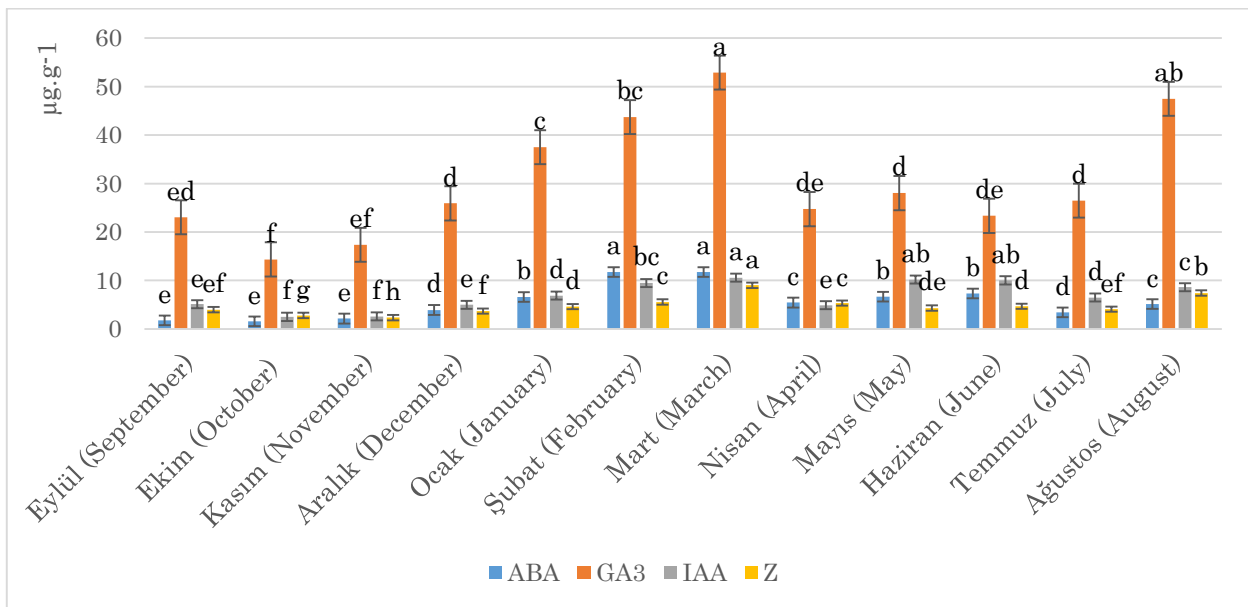
Araştırmada farklı budama sistemlerinde boğum örneklerinde saptanan içsel hormon seviyeleri önemli değişim göstermemiştir. Ancak Atmaca ve Ulger (2021), ‘Gemlik’ zeytininde sürgün ucu örneklerinde ABA, GA₃ ve IAA değişiminin önemli olduğunu ve en fazla IAA ve GA₃’ün kontrol ve dikey budamada, ABA’nın ise dikey budamada olduğunu, buna karşın goble budamada hormon seviyelerinin düşük olduğunu saptamışlardır. Buradan budamadan dolayı hormon değişiminin daha çok sürgün uçlarında olduğunu ve budamanın boğum örneklerindeki hormon seviyelerini çok fazla etkilemeyebileceğini söyleyebiliriz. Ancak bitkilerin daha genç yaşta olması budama sistemlerinin hormon içeriklerine etkisinin anlaşılması bakımından elde edilen sonuçlar yeterli olmayabilir.

Boğumlarda aylara göre saptanan ortalama ABA, GA₃, IAA ve Z seviyeleri önemli değişim göstermiştir (P<0.05). En düşük seviyeleri eylül (1.77 µg g⁻¹) ve ekim (1.57 µg g⁻¹) aylarında olan ortalama ABA seviyeleri, daha sonra sürekli artarak şubat ve mart aylarında 11.75 µg g⁻¹’la en üst seviye çıkmıştır. Nisan-mayıs-haziran aylarında seviye ortalama 5.00-7.00 µg g⁻¹ arasında değişmiş ve 3.45 µg g⁻¹’la temmuz ayında seviye yeniden düşmüştür. Ortalama ABA seviyeleri yaz ve sonbahar dönemlerinde daha düşük iken kış ve ilkbahar dönemlerinde daha yüksek olmuştur.

Ortalama GA₃ seviyesi bütün aylarda diğer hormonların seviyesinden daha fazla saptanmıştır. Ortalama en düşük seviyesi 14.35 µg g⁻¹ ile ekim ayında olan miktar mart ayına kadar artmış ve 52.88 µg g⁻¹’la mart ayında en yüksek seviye ulaşmıştır. Nisan-temmuz ayları arasında seviye 23.00-28.00 µg g⁻¹ arasında değişmiş ve ağustos ayında seviye 47.47 µg g⁻¹’a yükselmiştir (Şekil 3).

Ortalama IAA seviyesi sonbahar döneminde düşük iken kış ve ilkbahar başına kadar yükseliş göstermiştir. En düşük seviyeye nisan ayında olmuş ancak mayıs ve haziran aylarında seviye yeniden yükselmiştir. Şubat, mart, mayıs ve haziran aylarında 10.00 µg g⁻¹ ile ortalama en yüksek IAA seviyeleri saptanırken, ekim ve kasım aylarında 2.50 µg g⁻¹ ile en düşük seviyeler saptanmıştır (Şekil 3).

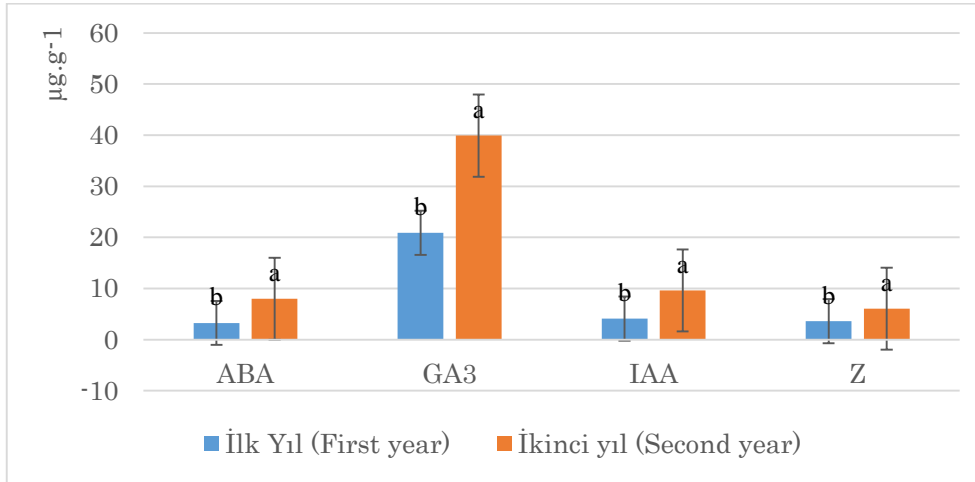
Mart ayında ortalama en yüksek Z seviyesi 9.01 µg g⁻¹ olarak bulunmuştur. Nisan-temmuz arasında seviye çok değişim göstermemiş ve seviyeler 4.00-5.00 µg g⁻¹ arasında değişmiştir. Ağustos ayında 7.41 µg g⁻¹ seviyesine çıkan seviye, bu aydan itibaren sürekli düşerek kasım ayında 2.34 µg g⁻¹ ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Aylara göre boğum örneklerinde saptanan ortalama içsel ABA, GA₃, IAA ve Z seviyeleri.
Figure 3. Mean endogenous ABA, GA₃, IAA, and Z levels detected in the node samples by month.

Boğumlarda yıllara göre saptanan ABA, GA₃, IAA ve Z seviyeleri önemli değişim göstermiş (P≤0.05) ve ikinci yılda saptanan seviyeler ilk yıla göre daha yüksek olmuştur. İlk yılda saptanan ABA (3.25 µg g⁻¹), GA₃(20.88 µg g⁻¹), IAA (4.11 µg g⁻¹) ve Z (3.59 µg g⁻¹)

seviyeleri ikinci yılda sırasıyla 8.00, 39.92, 9.62 ve 6.05 µg g⁻¹'a yükselmiştir. İlk yıla göre en fazla yükselme %2.46 ile ABA'da olurken bunu sırasıyla %2.34 ile IAA ve %1.91 ile GA₃ takip etmiştir. En düşük yükselme ise %1.68 ile Z'de olmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Yıllara göre boğum örneklerinde saptanan ortalama içsel ABA, GA₃, IAA ve Z seviyeleri.
Figure 4. Mean endogenous ABA, GA₃, IAA and Z levels detected in the node samples by years.

Bitkilerin dikimden meyve vermeye kadar geçen sürede oluşan içsel değişimler bitki fizyolojistlerinin üzerinde çalıştığı konuların başında gelmektedir. Çalışmalar bitkilerdeki çiçeklenmenin kompleks bir gelişimin sonucu olduğunu ve bu oluşumda çok sayıdaki içsel faktörler ve dışsal etkilerin rol aldığını ortaya koymuşlardır. Son yıllarda modern moleküler tekniklerin kullanılmasıyla, bitkilerdeki çiçeklenmenin mekanizması hakkında daha çok verimli bilgiler elde edilmiş ve sonuçlara olan güven artmıştır. Çiçeklenmeyi etkileyen genlerin fotoperiyot ve hormonlarca etkilenebileceği saptanmıştır (Hackett, 1985). Gençlik döneminden meyve verime geçişte belli bir bitki büyüklüğü, gövde çapı, sürgün boyu ve boğum arası mesafenin oluşumuna ihtiyaç vardır (Hackett, 1985; Poething, 1990). Bu dönemde içsel hormon değişimlerinin de etkisi büyüktür ve ABA, GA₃ ve benzeri hormonal denge zeytinde çiçek tomurcuğu uyarımında ve çiçek tomurcuğu gelişiminde önemlidir (Ülger ve ark., 2000; Baktır ve ark., 2004). Araştırmada çiçeklenmenin daha az olduğu ilk yılda saptanan ABA/GA₃ dengesinin (0.16) ikinci yıla göre (0.20) daha düşük olması ayrıca ikinci yılda sürgün uzunluğunun azalması (Atmaca ve Ülger, 2017), gençlikten olgunluğa geçişte ABA gibi büyümeyi yavaşlatıcı hormonların etkili olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde ABA gibi engelleyici hormonların bitkide artışının çiçek tomurcuğu oluşumuna olumlu etki yaptığına dair sonuçlar vardır (Chen, 1991; Ülger, 1997; Ülger ve ark., 1999; Ülger ve ark., 2000; Baktır ve ark., 2004; Çetinkaya, 2004; Abu-Zahra ve Al-Dmoor, 2013). Ayrıca, ABA/GA₃

oranının çiçek tomurcuğu oluşumunda ayarlayıcı etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır (Badr ve ark., 1970; Ülger ve ark., 1999; Ülger ve ark., 2000). Zeytinde yapılan çok sayıda çalışma çiçek tomurcuğu oluşum başlangıcının yazın ve de özellikle endokarpın sertleştiği dönemde olduğunu göstermiştir (Stutte ve Martin, 1986; Tombesi ve Cartechini, 1986; Navarro ve ark., 1990; Fernandez Escobar ve ark., 1992). Daha sonraları, Lavee (1996) ilki yaz ve ikincisi kış olmak üzere çiçek tomurcuğu oluşumunun iki safhada meydana geldiğini belirtmiştir. Çiçek tomurcuğu gelişiminin tamamlanmasının yaz (çoğunlukla içsel yönetilen) ve kışın (özellikle soğuklama ihtiyacının karşılanması) oluşan koşullara bağlı olduğunu ilave etmiştir. Andreini ve ark. (2008) yok yılında Z bir sonraki yılın çiçek uyarımının başlangıcı olan zeytin çekirdeğinin endokarpının sertleştiği dönemde çoğaldığını ve bu dönemde kuvvetli bir RNA birikiminin de oluştuğunu saptamışlardır. Z ve RNA birikimi tomurcukların vejetatif safhadan generatif safhaya geçtiği dönemle uyum göstermiştir. Araştırmada 'Gemlik' çeşidinin meyvelerinde yapılan kontrollerde endokarpın haziran ayı sonlarına doğru sertleştiği belirlenmiştir. Bu dönemde ABA ve IAA seviyeleri daha yüksek iken GA₃ seviyesi düşüktür. Ağaçların tam verime yatmaması nedeniyle elde edilen hormon seviyelerine göre yorum yapmak hatalı olabilir. Ancak birçok araştırmacı meyveli yılda çiçek tomurcuğu ayırım zamanlarında GA₃ miktarının yüksek oranda olmasının ertesi yıl çiçek tomurcuğu oluşumunu engellediğini (Badr ve ark., 1970; Navarro ve ark., 1990; Fernandez Escobar ve ark., 1992;

Baydar ve Ulger, 1998; Tu, 2000; Palese ve Croker, 2002; Çetinkaya, 2004; Hegele ve ark., 2006; Bangerth, 2006; Okay ve ark., 2011) belirtmişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

'Gemlik' zeytin çeşidinde en iyi gelişim 4x3m dikilen ve goble şeklinde budanan bitkilerden elde edilmiş ve de dikey eksenli budama istenilen şekilde oluşmamıştır. 'Gemlik' zeytini için en uygun budamanın goble olduğu ortaya çıkmıştır. Gençlik döneminden olgunluğa geçişte dikim sıklığının farklı budama sistemlerine göre daha etkili olduğu saptanmıştır. Çiçeklenmenin az olduğu ilk yılda saptanan ABA/GA₃ dengesinin daha çok olduğu ikinci yıla göre daha düşük olması, gençlikten olgunluğa geçişte ABA gibi büyümeyi yavaşlatıcı hormonların artışının etkili olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu makale doktora çalışmasının bir kısmıdır ve Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Projeler Birimi tarafından 2008.03.0121.012 nolu proje ile desteklenmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı [Century10 bold]

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Atmaca S, Ülger S 2017. Gemlik Zeytin Çeşidinin Sık Dikime ve Farklı Budama Uygulamalarına Uygunluğunun Araştırılması: 2007-2010 Dönemi. *Mediterranean Agricultural Science* 30(1): 1-5.
- Atmaca S, Ülger S 2021. The Effects of Different Planting Densities and Pruning on Changes of Endogenous Hormone Levels in Shoot Tips and Flowering in 'Gemlik' Olive Cultivar. *Erwerbs-Obstbau* 63(2): 201-207. doi:10.1007/s10341-021-00558-6
- Abu-Zahra T, Al-Dmoor H 2013. Seasonal Changes in Endogenous Plant Hormones and Alternate Bearing of Nabali Olive (*Olea europea* L.) Trees. *Asian Journal of Plant Sciences* 12(6): 241-246.
- Badr SA, Hartmann HT, Martin GC 1970. Endogenous Gibberellins and Inhibitors in Relation to Flower Induction and Inflorescence Development in the Olive. *Plant Physiology* 46: 674-679.
- Baktir I, Ülger S, Kaynak L, Himelrick DG 2004. Relationship of Seasonal Changes in Endogenous Plant Hormones and Alternate Bearing of Olive Trees. *HortScience* 39(5): 987-990.

- Bandino G, Moro C, Sedda P, Mulas M 2002. The Bosanaasa Cultivar for Intensive Olive Growing. *Acta Horticulturae* 586: 217-220.
- Bangerth F 2006. Flower Induction in Perennial Fruit Trees: Still an Enigma. *Acta Horticulturae* 727: 177-195.
- Baydar H, Ülger S 1998. Correlations Between Changes in the Amount of Endogenous Phytohormones and Flowering in the Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *Turkish Journal of Biology* 22: 421-425.
- Camposeo S, Ferrara G, Palasciano M, Godini A 2008. Varietal Behaviour According to the Super Intensive Olive Culture Training System. *Acta Horticulturae* 791: 271-274.
- Camposeo S, Godini A 2010. Preliminary Observations About the Performance of 13 Varieties According to the Super High Density Olive culture Training System in Apulia (Southern Italy). *Advances in Horticultural Science* 24(1): 16-20.
- Chen WS 1991. Changes in Cytokinins Before and During Early Flower Bud Differentiation in Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Plant Physiology* 96: 1203-120.
- Cunill M, Duran S, Mestre M, Bordas M 2006. Selección de Variedades Mejoradas de Olivo Adaptadas a Condiciones de Producción Super Intensiva. *Actas de Horticultura* 45: 183-184.
- Çetinkaya H 2004. Mutlak ve Oransal Periyodisite Gösteren Bazı Antepfıstığı Çeşitlerinde Periyodisite ile İçsel Hormonlar, Karbonhidrat ve Bitki Besin Maddeleri Düzeyleri Arasındaki İlişkiler. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 194 s.
- De La Rosa R, Leon L, Barranco D, Rallo L 2006. El Programa de Mejoragenética de Olivo de Córdoba. *Actas de Horticultura* 45: 195-196.
- De La Rosa R, Leon L, Guerreo N, Rallo L, Barranco D 2007. Preliminary Results of an Olive Cultivar Trial at High Density. *Australian Journal of Agricultural Research* 58(5): 392-395.
- Erez ME 2009. *Lepidium draba* L., *Acroptilon repens* (L.) D.C., *Thymus kotchyanus* Boiss-Hohen. var. *kotchyanus*, *Inula peacockiana* (Aitch-Hemol.) Koravin, *Salvia kronenburgei* Rech.f. ve *Phlomis armeniaca* Wild. Bitkilerinin Allelopatik Potansiyellerinin Araştırılması. Yüzüncüyıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 150 s.
- Fabbri A, Benelli C 2000. Flower Bud Induction and Differentiation in Olive. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 75(2): 131-141.
- Fernandezescobar R, Benlloch M, Navarro C, Martin GC 1992. The Time of Floral Induction in the Olive. *Journal of The American Society for Horticultural Science* 117(2): 304-307.

- Godini A, Palasciano M, Ferrara G, Camposeo S. 2006. Key Observations on the Agronomic Behaviour of Olive Cultivars Grown Under the Super Intensive Model. *Rivistadi Frutticolturaedi Ortofloricoltura* 68(3): 40-44.
- Godini A, Vivaldi GA, Camposeo S 2011. Olive Cultivars Field-Tested in Super-High-Density System in Southern Italy. *California Agriculture* 65: 39-40.
- Gucci R 2006. Modern Training Systems for Olive. *Olea* (FAO Olive Network, Information Bulletin of the Escorena and Aarinena Research Networks on Olive) 25: 36-38.
- Hackett WP 1985. Juvenility, Maturation and Rejuvenation in Woody Plants. *Horticultural Reviews*: 7:109-147.
- Hegele M, Bangerth D, Naphrom P, Sruamsiri P, Manochai P 2006. Control of Flower Induction in Tropical/Subtropical Fruit Trees by Phytohormones Using the Example of Longan and Mango. *Acta Horticulturae*727: 217-276. Doi: 10.17660/ActaHortic.2006.727.24
- Hmida AA 2010. Rentabilite de en Modes de Production Intensifet Super-Intensif Dans le Haouzau Maroc. *Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment* 9 (1): 31-34.
- Ianotta N, Perri E 2006. Spanish Experience of Super Intensive Olive Cultivation. *Informatore Agrario* 62(1): 59-63.
- Jasrotia A, Singh RP, Bhutani VP, Singh JM 1999. Influence of Tree Characters and Nutrient Status of Olive Trees on Their Productivity. *Acta Horticulturae*474: 313-315.
- Kaleci N, Yalçınkaya E. 2006. Gemlik Zeytin Çeşidinde Sık Dikimin Ağaç Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkileri. *Bahçe* 35(1-2): 39-45.
- Koshita Y, Takahara T 2004. Effect of Water Stress on Flower-Bud Formation and Plant Hormone Content of Satsuma Mandarin. *Scientia Horticulturae* 99: 301-307.
- Kuraishi S, Tasaki K, Sakurai N, Sadatoku K 1991. Changes in Levels of Cytokinins in Etiolated Squash Seedlings After Illumination. *Plant Cell Physiology* 32(5): 585-591.
- Larbi A, Ayadi M, Ben Dhiab A, Msallem M, Caballero JM 2011. Olive Cultivars Suitability for High-Density Orchards. *Spanish Journal of Agricultural Research* 9(4):1279-1286.
- Lavee S 1996. Biology and Physiology of the Olive. In: IOOC(Ed.), *World Olive Encyclopedia*. Plaza & Janés Editorial, S.A., Barcelona, pp. 59-106.
- Lavee S, Haskal A, Avidan B 2012. The Effect of Planting Distances and Tree Shape on Yield and Harvest Efficiency of c.v. Manzanillo Table Olives. *Scientia Horticulturae* 142: 166-173.
- Leon, L, De La Rosa R, Barranco D, Rallo L 2007. Breeding for Early Bearing in Olive. *Hortscience* 42(3): 499-502.
- Moutier N, Ricard JM, Le Verge S 2011. Vigor Control of the Olive Tree in a High-Density Planting System: Two Experimental Approaches. *Acta Horticulturae* 924:185-193.
- Navarro C, Fernandezescobar R, Benloch M 1990. Flower Bud Induction in 'Manzanillo' Olive. *ActaHorticulturae*286: 195-198. Doi: 10.17660/ActaHortic.1990.286.39
- Okay Y, Gunes NT, Koksai AI 2011. Free Endogenous Growth Regulators in Pistachio (*Pistacia vera* L.). *African Journal of Agricultural Research* 6(5): 1161-1169.
- Özbiçerler A 2006. Yeni Kiraz Çeşitlerinde Sık Dikim ve İspanyol Budama Sisteminin Meyve Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 72 s.
- Palese AM, Croker SJ 2002. Preliminary Investigation of Endogenous Gibberellins in Seeds of Olive Fruits (Cv Coratina). *Acta Horticulturae*586: 525-528. Doi: 10.17660/ActaHortic.2002.586.109
- Pastor M, Garcia-Vila M, Soriano MA, Vega V, Fereres E 2007. Productivity of Olive Orchards in Response to Tree Density. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 82: 555-562.
- Poething RS 1990. Phase Change and The Regulation of Shoot Morphogenesis in Plants. *Science* 250: 923-930.
- Rosati A, Paloetti A, Caporali S, Perri E 2013. The Role Tree Architecture in Super High Density Olive Orchards. *Scientia Horticulturae* 161: 24-29.
- Saraçoğlu T 2001. Elle Taşınan Bazı Zeytin Hasat Makinalarının Performanslarının Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 92 s.
- Stutte GW, Martin GC 1986. Effect of Killing the Seed on Return Bloom of Olive. *Scientia Horticulturae* 29: 107-113.
- Tombesi A, Catechini A 1986. L'effetto Dell'ombreggiamento Della Chioma Sulla Differenziazione Delle Gemme a Fiore Nell'olivo. *Rivista Della Ortoflorifrutticoltura Italiana* 70: 277-285
- Tous J, Romero A, Plana J, Baiges F 1999. Planting Density Trial with 'Arbequina' Olive Cultivar in Catalonia (Spain). *Acta Horticulturae* 474:177-180. Doi: 10.17660/ActaHortic.1999.474.34
- Tous J, Romero A, Plana J 2003. Super Intensive Olive Groves: Behaviour of Six Varieties. *Agricultura Revista Agropecuaria* 72(851): 346-350.
- Tous J, Romero A, Hermoso JF, Ninot A 2011. Mediterranean Clonal Selections Evaluated for Modern Hedgerow Olive Oil Production in Spain. *California Agriculture* 65: 34-38.

- Tozlu İ 2007. Kuzey Kıbrıs'ta Zeytin (*Olea europaea* L.) ve Yetiştiriciliği. Alatarım 6(1): 32-38.
- Trentacoste ER, Connor DJ, del Campo MG 2015. Effect of Olive Hedgerow Orientation on Vegetative Growth, Fruit Characteristics and Productivity. *Scientia Horticulturae* 192: 60-69.
- Tu Y 2000. Endogenous Gibberellins in Developing Apple Seeds in Relation to Alternate Bearing. Master of Science, Submitted to the Faculty of Purdue University, Indiana.
- Ülger S 1997. Zeytinde Periyodisite ve Çiçek Tomurcuğu Oluşum Üzerine İçsel Büyüme Hormonlarının Etkilerinin Saptanması. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Antalya, 204 s.
- Ülger S, Baktır İ, Kaynak L 1999. Zeytinlerde Periyodisite ve Çiçek Tomurcuğu Oluşumu Üzerine İçsel Büyüme Hormonlarının Etkilerinin Saptanması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23: 619-623.
- Ülger S, Baktır İ, Kaynak L, Ertoyl N 2000. Gemlik Zeytin Çeşidinde İçsel Büyüme Hormonlarının Saptanması. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu Bursa, s. 140-145.
- Ulger S, Sonmez S, Karkacier M, Ertoyl N, Akdesir O, Aksu M. 2004. Determination of Endogenous Hormones, Sugars and Mineral Nutrition Levels During the Induction, Initiation and Differentiation Stage and Their Effects on Flower Formation in Olive. *Plant Growth Regulation* 42(1): 89-95 Doi: 10.1023/ B:GROW.0000014897.22172.7d

Hatay İli Zeytin Bahçesinde Ağaç Sarıkurdu, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae)'nın Mücadelesinde Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Etkinliği

Adalet HAZIR¹, Gülay KAÇAR², Murat ÖLÇÜLÜ³, Pınar Arıdıcı KARA⁴, Naim ÖZTÜRK⁵

^{1,4,5}Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Adana, ²Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, ³BASF Türk Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti., Antalya

¹<https://orcid.org/0000-0003-0749-2215>, ²<https://orcid.org/0000-0001-9800-8286>, ³<https://orcid.org/0000-0003-3809-7752>

⁴<https://orcid.org/000-0002-8406-2510>, ⁵<https://orcid.org/0000-0003-3322-2868>

✉: adalet.hazir@tarimorman.gov.tr

ÖZET

Ağaç sarıkurdu, *Zeuzera pyrina* L. 1761 (Lepidoptera: Cossidae) larvaları, ana gövdede, kalın ve ince dallarda galeriler açarak konukçu bitkinin ölümüne neden olabilmektedir. Çiftleşmeyi engelleme yöntemi, kimyasal mücadeleye alternatif bir mücadele yöntemidir ve zararlı türün eşeyssel feromonunun bahçeye yerleştirilmesiyle uygulanır. Bu çalışma, zeytin bahçelerinde *Z. pyrina* mücadelesinde Çiftleşmeyi Engelleme (ÇE) tekniğinin etkinliğini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla 2015 ve 2016 yıllarında Hatay ili Hassa ilçesinde bir zeytin bahçesinde *Z. pyrina*'nın Isonet-Z feromon yayıcıları hektara 360 adet olarak uygulanmıştır. İlaçsız bir bahçe kontrol olarak seçilmiştir. Feromon yayıcıları, her iki yılda da Mayıs ayı ilk yarısında ağaçlara asılmıştır. Çiftleşmeyi engelleme tekniğinin etkinliğini değerlendirmek için; uygulamalı ve uygulamaz parsellerde gövde ve dallarda larva zararından kaynaklı özsu akıntısı ile larva beslenme pisliği görülen veya canlı larva bulunan ağaç sayısı belirlenmiştir. Ağaç sayısı üzerinden hesaplanan bulaşıklık oranlarının 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla ÇE parselinde %6 ve %10; kontrol parselinde %27 ve %22 olduğu ortaya konmuştur. Ön sayım ile kıyaslandığında, bulaşıklık oranlarında ilk yıl %90, ikinci yıl %84,37 lik bir azalma tespit edilmiştir. Buna göre ÇE metodunun yüzde etkisi yıllara göre sırasıyla %77,0 ve %54,6 olarak hesaplanmıştır.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 16.02.2021

Kabul Tarihi : 26.08.2021

Anahtar Kelimeler

Ağaç sarıkurdu

Zeuzera pyrina

Zeytin

Çiftleşmeyi engelleme

Efficacy of Mating Disruption Technique for *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) Control in Olive Orchard in Hatay

ABSTRACT

The larvae of Leopard moth, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) may cause death of the host tree by boring galleries into the main stem, thick and thin branches. Mating disruption method is an alternative to chemical control and it is implemented by applying sex pheromones of the pest in the orchard. This study aimed to determine the efficacy of mating disruption (MD) technique for *Z. pyrina* management in olive orchards. Isonet-Z pheromone dispensers were deployed in an olive orchard at the Hassa district of Hatay province with 360 dispensers per ha dosage in 2015 and 2016. An untreated orchard was selected as a control orchard. Dispensers were hung in the first half of May in both years. To assess the efficacy of MD method, number of trees with sap flowing or having live larvae on stem and branches were determined in both experimental and control orchards. The infestation rates calculated over the infested tree numbers were 6% and 10% in the MD orchard in 2015 and 2016, respectively; while it was 27% and 22% in the control orchard. Compared to the pre-count, a 90% reduction in contamination rates in the first year and an 84.37% decrease in the second year was detected. Accordingly, the percentage effect of the MD method was calculated as 77% and 54.6%, respectively, by years.

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 16.02.2021

Accepted : 26.08.2021

Keywords

Leopard moth

Zeuzera pyrina

Olive

Mating disruption

Atıf Şekli:	Hazır A, Kaçar G, Ölçülü M, Kara P A, Öztürk N 2022. Hatay İli Zeytin Bahçesinde Ağaç Sarıkurdu, <i>Zeuzera pyrina</i> L. (Lepidoptera: Cossidae)'nın Mücadelesinde Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Etkinliği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 668-676. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.881646
To Cite :	Hazır A, Kaçar G, Ölçülü M, Kara P A, Öztürk N 2022. Efficacy of Mating Disruption Technique for <i>Zeuzera pyrina</i> L. (Lepidoptera: Cossidae) Control in Olive Orchard in Hatay. KSU J. Agric Nat 25 (4): 668-676. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.881646

GİRİŞ

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde son on beş yılda kamu ve özel sektör tarafından üreticilere ücretsiz fidan temininin etkisiyle zeytin (*Olea europaea* L.) ağaç sayısı günden güne artmıştır. Buna bağlı olarak, Türkiye'nin 2020 yılında 1.316.626 ton toplam zeytin üretiminin %21.6' sı (297.773 ton) Doğu Akdeniz Bölgesi tarafından karşılanmıştır (TÜİK, 2020). Hatay ili, 13.684 ton sofralık ve 53.528 ton yağlık zeytin üretimiyle, bölge illeri arasında önemli bir yere sahiptir (TÜİK, 2020).

Zeytin ağacı, maksimum 40, minimum -7 °C arasındaki sıcaklıklarda yetişebilmekte olup optimum sıcaklık isteği 15-20°C'dir. Ağaç ömrü 1000 yıla kadar uzayabilmektedir. Sofralık ve yağlık olarak tüketilebilen zeytin, sanayi ve ihracat maddesi olarak tarımsal ürünler içinde önemli bir yere sahiptir. (Güven ve Çetiner, 1998; Öksüz, 1998, Ulaş 2001). Ekonomiye çok yönlü fayda sağlayan zeytin ağacı uzun yıllar yaşamasına rağmen, dal ve gövdelerinde beslenen bazı böcekler tarafından oluşturulan zararlanmalar nedeniyle kısa sürede kuruyarak ölebilmektedir. Bu zararlılar arasında ekonomik olarak önemli bir tür olan Ağaç sarıkurdu, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) ağaçların odun dokusu içerisinde galeriler açarak beslenmektedir. *Z. pyrina*'nın larvaları ilk olarak ince, daha sonra kalın dallarda ve gövdede açtığı galeriler nedeniyle iletim demetlerine zarar vererek ağaçların ölümüne neden olmaktadır (Demirsoy, 1992; Hashem ve ark., 1993; Kutinkova ve ark., 2006; Anonim 2008, Hegazi ve ark., 2010; Kaçar ve Ulusoy, 2010). Polifag bir zararlı olan *Z. pyrina*, 20 familyaya bağlı 150'den fazla bitki türünde zarar yapmakta olup, en önemli konukçuları meyve ağaçları, bağ ve zeytindir (Toros, 1988; Gatwick, 1992; Tzanakakis, 2003; Kutinkova ve ark., 2006, Öztop ve ark., 2016). *Z. pyrina*'nın Mısır, Suriye, İspanya, İsrail ve İtalya zeytinlikleri için önemli bir zararlı tür olduğu kaydedilmiştir (Avidov ve Harpaz, 1969; İsmail ve ark., 1992; Katlabi, 1992; Mondera ve Priore, 1994; Guarino ve ark., 2002; Duran ve ark., 2004; Hegazi ve Khafagi, 2005). *Z. pyrina*'nın 1000'e yakın yumurta bıraktığı ve döl sayısının ülkelere göre değiştiği; serin iklimlerde gelişimi uzun süren *Z. pyrina*'nın, üç yılda 1 döl verirken, İsrail gibi ılıman iklimlerde yılda 1 döl verdiği bildirilmiştir (Moore ve Navon, 1966; Özbek ve ark., 1995). Fransa, İsrail ve Mısır'da yılda 1 döl (Avidov ve Harpaz, 1969; Khattab ve ark., 1978; Garcia ve Haro, 1986), Bulgaristan'da iki yılda 1 döl (Kutinkova ve ark., 2006) ve Türkiye'de 2 yılda 1 döl verdiği

belirlenmiştir (Kanat ve Sütyemez, 2002; Anonim, 2008). *Z. pyrina*'nın ülkemizin hemen her yerinde bulunduğu, meyve, bağ ve orman ağaçlarında zarara neden olduğu, Marmara ve Akdeniz kıyılarındaki zeytinliklerin hemen hepsinde zarar yaptığı bildirilmiştir (Nizamloğlu ve Gökmen, 1964; İyriboz, 1968; Yayla ve ark., 1995). Doğu Akdeniz Bölgesi illerinden Hatay, Gaziantep ve Kilis ili zeytin bahçelerinde *Z. pyrina* zararının görüldüğü ve bölgeye giren yeni çeşitlerde zararın önemli olduğu kaydedilmiştir (Kaçar ve Ulusoy, 2010). Ulaş ve Cengiz (2016), Hatay'da zeytin bahçelerinde yürüttükleri bir çalışmada, tüm ilçelerin zararlıyla bulaşık olduğunu, en yoğun bulaşıklığın %58 ile Dörtöy ve Samandağ'da görüldüğünü bildirmişlerdir.

Dünya'da *Z. pyrina* ile mücadelede kimyasal mücadelenin yanı sıra, ticari *Bacillus thuringiensis* preparatları ve entomopatojen nematodların kullanımı gibi birçok çalışma yapılmasına karşın (Desea ve Docci, 1985; Abdel-Kawy ve ark., 1992; Nashnosh ve ark., 1993; Sewify ve Saharaf, 1993; Darwish ve ark., 1998; Guarino ve ark., 2002) yeterince başarılı sonuçlara ulaşılamamıştır. Alternatif mücadele içinde yer alan biyoteknik yöntemlerden çiftleşmeyi engelleme tekniği (ÇE), *Z. pyrina* ile mücadelede önemli bir yere sahiptir. Audemard ve ark. (1997), Fransa'da armut bahçesinde *Z. pyrina*'ya karşı Rak-8 isimli feromon yayıcıları kullanarak çiftleşmeyi engelleme yöntemini denemişler, yayıcıları Mayıs ayı sonunda bahçelere yerleştirmişler ve mücadelede başarılı sonuçlar almışlardır. Patanita (2006), çiftleşmeyi engelleme tekniğinin Portekiz'de ceviz bahçelerinde *Z. pyrina* mücadelesinde başarı ile kullanıldığını bildirmiştir. Sarto i Monteys (2001), İspanya'da elma bahçelerinde *Z. pyrina*'nın kontrolünde 500 adet ha⁻¹ çiftleşmeyi engelleme yayıcısı kullanmışlar ve yöntemin etkili bir koruma sağladığını bildirmişlerdir. Hegazi ve ark. (2010), Mısır'da zeytin bahçelerinde *Z. pyrina* ile mücadelede ÇE yönteminin kullanılmasının uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışma; *Z. pyrina*'nın kontrolünde kimyasal mücadeleye alternatif çevre dostu bir yöntem olan çiftleşmeyi engelleme tekniğinin kullanım olanağının belirlenmesi amacıyla Hatay ili Hassa ilçesinde yürütülmüştür. Bu mücadele yönteminin hedef alınan alanda üst üste uygulanmasıyla, zararlı popülasyonun giderek azaltılması, bu yolla zararlının mücadelesinin yönetimi hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Çalışma Alanı

Çalışma, Hatay ili Hassa ilçesi Aktepe köyünde bir zeytin bahçesinde 2015 ve 2016 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü bahçe Gemlik çeşidinden oluşmakta ve 50 dekarlık alanda 2.700 adet ağaç bulunmaktadır. Yine aynı köyde kontrol bahçesi (KB) olarak, 5 dekarlık 300 ağaçtan oluşan bir bahçe belirlenmiştir. Her iki bahçenin dört tarafında da zeytin bahçeleri bulunmaktadır. Bahçelerin budama, gübreleme ve yabancı ot mücadelesi düzenli olarak yapılmakla birlikte, deneme süresince herhangi bir pestisit uygulaması yapılmamıştır.

Zeuzera pyrina'nın Mücadelesinde Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Uygulanması

Deneme, her iki yılda da Mayıs ayının ilk yarısında 07 Mayıs 2015 ve 11 Mayıs 2016 tarihlerinde geniş parsellerin karşılaştırılması deneme deseninde kurulmuştur. Denemede kullanılan yayıcılar Sumitomo firmasından temin edilmiştir. ÇE tekniğinde kullanılan feromon yayıcılar [(E,Z)-2,13-Octadecadienyl acetate ve (E,Z)-3,13-Octadecadienyl acetate] hektara 360 adet (firma tavsiyesi 300 adet ha⁻¹) kullanılmıştır (Şekil 1). Böylece deneme bahçesinde her üç ağaçtan ikisine olmak üzere toplam 1.800 adet feromon yayıcı, ağaçların güney-güneydoğu yönüne yerden 1.5-2.0 m yükseklikteki uygun bir dalına bağlanarak deneme kurulmuştur. Yayıcılar 5 ay etkili olup yıl içinde tek uygulama yapılmıştır. Ayrıca, deneme alanına olabilecek dış bulaşmaları engellemek için de deneme bahçesinin (ÇEB) çevresinde bulunan komşu bahçelere yaklaşık 30 m'lik tampon bölge oluşacak şekilde yayıcılar bağlanmıştır (Öztürk ve ark., 2010; Anonim, 2012a). Çalışmada iklim verileri en yakın meteorolojik istasyondan alınarak değerlendirilmiştir.

Sayım ve Değerlendirme

Deneme kurulmadan önce Çiftleşmeyi Engelleme (ÇE) uygulanacak bahçe (ÇEB) ile kontrol olarak seçilen bahçede (KB) bulaşıklık oranlarını belirlemek amacıyla 06 Mayıs 2015 tarihinde ön sayım yapılmıştır. Bu amaçla, bahçelerin kenarından iki sıra atlanıp zikzak şeklinde yürüyerek bahçeyi temsil edecek şekilde tesadüfen belirlenen 100 ağaçta gözlem ve kontrol yapılmıştır. Gözlemlerde ağaçların 4 farklı yön ve merkezde birer dalı ile ağaç gövdesi kontrol edilmiş (Patanita ve Vargas-Osuna, 2009), gövde ve dallarda larva zararından kaynaklı özsu akıntısı ile larva beslenme pisliği görülen veya canlı larva bulunan ağaçlar (Şekil 2) bulaşık olarak kaydedilmiştir. Yapılan bu ön sayım ile hem ÇEB, hem de KB'nde, bulaşık ağaç sayısı kullanılarak *Z.pyrina* ile bulaşıklık oranları belirlenmiştir. (Patanita ve Vargas-Osuna, 2009). Değerlendirme

sayımları ise ÇEB ve KB'de ergin çıkışlarının sona erdiği, zeytin ağaçlarının dallarına yeni larva girişlerinin olduğu dönemde yapılmıştır (Haniotakis ve ark., 1999; Anonim, 2012b). Buna göre değerlendirme sayımları, ÇEB ve KB'de ön sayımda izlenen yöntemle, 01 Aralık 2015 ve 04 Kasım 2016 tarihlerinde yapılmıştır. Sayım sırasında, belirlenen sayım ağaçları dikkatlice kontrol edilmiş, gövde ve dallar üzerinde aynı yıl içerisinde oluşmuş galeri ağzlarında bitki özsu akıntısı ve larvaların meydana getirdiği delikler belirlenmiş ve bu delikler işaretlenip tek tek sayılarak kaydedilmiştir. Ayrıca, yeni yumurta bırakılmış dallar tespit edilmiş ve kaydedilmiştir. Bu şekilde, ÇEB ve KB bahçelerinde zarar görmüş ağaçlar sayılmış ve sonuçlar Abbott formülüyle analiz edilerek yöntemin yüzde etkisi ortaya konulmuştur (Anonim, 2012b). Hesaplama aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

Çalışmada Khi-kare istatistik analiz yöntemi kullanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

$$\text{Yüzde Etki (\%)} = \frac{\text{Kontrolde bulaşıklık oranı} - \text{Deneme alanında bulaşıklık oranı}}{\text{Kontrolde bulaşıklık oranı}} \times 100$$



Şekil 1. *Zeuzera pyrina* mücadelesinde kullanılan feromon yayıcıları
Figure 1. Pheromone dispensers used for the control of *Zeuzera pyrina*

Feromon Salım Miktarının Belirlenmesi

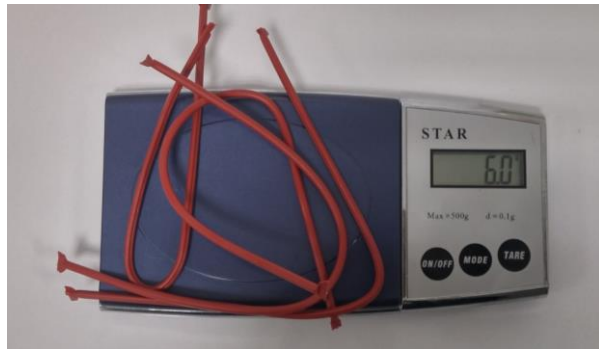
Çiftleşmeyi engelleme tekniğinin yürütüldüğü bahçedeki (ÇEB) uygun bir ağaca, denemenin ilk yılında, 10 adet feromon yayıcının bağlandığı 1 m uzunluğundaki ip, hakim rüzgar yönünde 1.5-2 m

yüksekliğindeki bir dala asılmıştır. Bu yayıcılar denemenin kurulması sırasında hassas bir terazide tartılarak ilk ağırlıkları alınmıştır (Şekil 3). Yayıcıların ağırlıkları denemenin başlangıcından sonuna kadar haftalık olarak hassas terazi ile tartılarak belirlenen ilk ağırlığa göre ağırlık azalması

yani feromon salınım miktarları belirlenmiştir. Böylece, *Z. pyrina*'ya karşı ÇE tekniğinde kullanılan yayıcıların haftalık ne kadar salınım yaptığı (feromon/hafta/mg) ve yıl içerisindeki salınım süresi belirlenerek grafikler çizilmiştir.



Şekil 2. Gövdede *Zeuzera pyrina* larva faaliyeti nedeniyle oluşan özsu akıntısı ve gövde içindeki larva
Figure 2. The larva in stem and sap flowing due to larval feeding in stem and branches



Şekil 3. Denemede kullanılan feromon yayıcıların hassas terazide tartımı
Figure 3. Weighing of the pheromone dispensers used in the trial by using precision balance

BULGULAR ve TARTIŞMA

Zararlı kışı larva döneminde, ağaçların dal ve gövdesi içinde geçirir ve larvalar ilkbaharda ortalama hava sıcaklığı 10°C olduğunda yeniden aktif hale geçip beslenmeye başlarlar (Ovsyannikova and Grichanov, 2020). Denemenin ilk yılında en yakın meteoroloji istasyonundan alınan iklim verilerine göre şubat ayı sonundan itibaren, ikinci yıl ise 13 Şubat tarihinden itibaren deneme alanında ortalama hava sıcaklıkları 10 °C üzerine çıkmış ve larva faaliyeti başlamıştır. Larva faaliyetinin başladığı, ağaç gövde ve kalın dallarında özsu akıntısı ile talaş ve beslenme pislikleri birikintilerinin tespitiyle belirlenmiştir. Ağaç gövde ve dallarında özsu akıntısı ile beslenme pislikleri görülen dallara bağlanan şifon dal kafeslerde (Şekil 4) ergin çıkışlarını gözlemek amacıyla periyodik olmayan takip yapılmıştır. Ayrıca,

ağaç dal ve gövdelerinde pupa gömleklerinin görülmesi, ergin çıkışlarının belirlenmesinde diğer bir kriter olarak değerlendirilmiştir (Şekil 5).



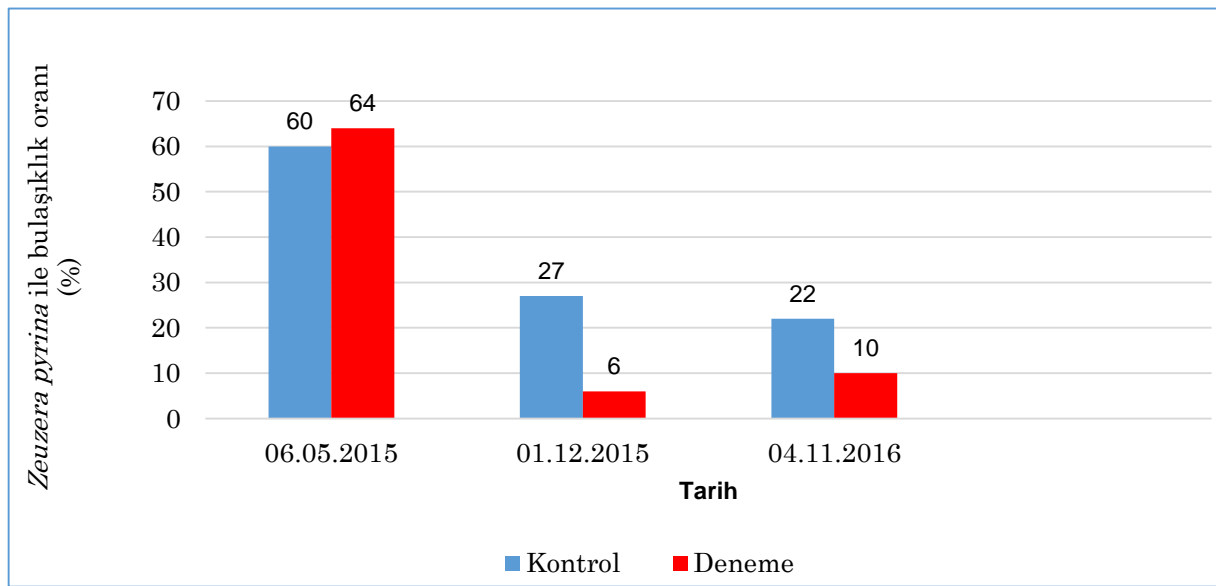
Şekil 4. *Zeuzera pyrina* şifon dal kafeslerde ergin çıkışının gözlenmesi
Figure 4. The fabric branch cages for monitoring *Zeuzera pyrina* adult emergence

Zeuzera pyrina'nın Mücadelesinde Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Uygulanması

Deneme bahçesi (ÇEB) ile kontrol bahçesinde (KB) 06 Mayıs 2015 tarihinde ön sayım yapılmıştır. Ön sayımlarda çiftleşmeyi engelleme yöntemi uygulanan bahçede (ÇEB) *Z. pyrina* bulaşıklık oranı %64, kontrol bahçesinde ise %60 olarak belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 5. *Zeuzera pyrina*'nın çıkış delikleri ve pupa kabuğu, ağaç altında larva beslenme atıkları
Figure 5. The emergence hole of *Zeuzera pyrina* and pupae cover left on the stem, waste product of larval feeding on the ground



Şekil 6. Hatay ili Hasda ilçesinde 2015-2016 yıllarında Çiftleşmeyi Engelleme yöntemi uygulanan bahçe ile kontrol bahçesindeki *Zeuzera pyrina* bulaşıklık oranları (%)
Figure 6. The damage rate (%) of *Zeuzera pyrina* in mating disruption orchard and control orchard in Hasda district of Hatay in 2015-2016

Denemenin ilk yılında deneme bahçesinde 01 Aralık 2015'de değerlendirme sayımı yapılmış, bulaşıklık oranı %6 olarak belirlenmiştir. Kontrol bahçesinde ise %27 bulaşıklık olduğu belirlenmiştir (Şekil 6). ÇEB'de bulaşıklık oranı kontrole göre 4.5 kat daha az bulunmuştur. Buna göre denemenin ilk yılında uygulamanın etkinliği %77.7 olarak bulunmuştur (Çizelge 1).

Denemenin ikinci yılında, deneme ve kontrol bahçelerinde 04 Kasım 2016 tarihinde değerlendirme sayımı yapılmıştır. Çiftleşmeyi engelleme tekniği uygulanan bahçedeki *Z. pyrina* bulaşıklık oranı %10 iken kontrol bahçesinde bu oran %22 olarak belirlenmiştir (Şekil 6). ÇE yöntemi uygulanan bahçedeki bulaşıklık oranı kontrole göre 2.2 kat düşük bulunmuştur. Buna göre; 2016 yılında, Hatay ili zeytin bahçesinde *Z. pyrina*'ya karşı çiftleşmeyi

engelleme yönteminin etkinliği %54.6 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çalışmanın her iki yılı birlikte değerlendirildiğinde, ÇEB bahçesindeki bulaşıklık oranlarının ön sayımda belirlenen %64'den, ilk yıl %6'ya düşmesi (Şekil 6), metodun ikinci yıl tekrar uygulanması sonucu ikinci yıl %10 olarak tespit edilmesi deneme bahçesinde iki yıl üst üste uygulanan bu mücadele metodunun etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Çalışmadan elde edilen verilere Khi-kare istatistik analizi yapılmış, uygulama bahçesindeki bulaşıklık oranı, kontrol bahçesindeki bulaşıklık oranından, her iki yılda da anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur (Çizelge 1). Bu istatistik analiz, uygulanan metodun etkili olduğunu teyit etmiştir.

Çizelge 1. *Z.pyrina* mücadelesinde çiftleşmeyi engelleme uygulamasının yüzde etki değeri
Table 1. Treatment effectiveness percent of mating disruption method used for *Z.pyrina* control

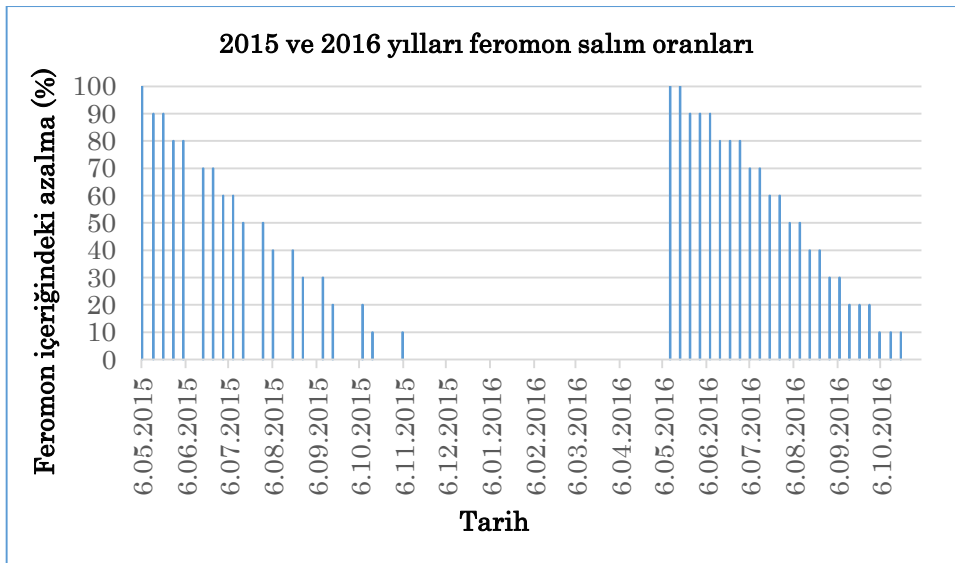
TARİH	Ön sayım		Uygulamanın Yüzde Etki Değeri
	ÇE	Kontrol	
06.05.2015	64	60	--
	Değerlendirme sayımı		
01.12.2015	6	27	77.7
04.11.2016	10	22	54.6

*Khi-kare istatistik analizine göre, uygulama ile kontrol arasındaki fark önemli bulunmuştur [2015 yılı: (χ^2 (2)=13.364; p=0,000) 2016 yılı: (χ^2 (2)=4.500; p=0.034)] (p<0.05)].

Feromon Salınım Miktarının Belirlenmesi

Denemede kullanılan yayıcıların feromon salım düzeylerini tespit etmek, dolayısıyla yöntemin çalışıp çalışmadığını belirlemek amacıyla 10 adet yayıcının haftalık tartımları hassas terazi kullanılarak (Şekil 3) yapılmış, sonuçlara ait veriler Şekil 7'de gösterilmiştir. Her biri 70 mg feromon içeren yayıcıların 10 adedi toplam 700 mg = 0.7 gr feromon içermektedir. İlk asım tarihinde 11.5 gr olarak ölçülen 10 adet yayıcının ağırlığından feromonun ağırlığı çıkarıldığında geriye 10.8 gr kalmaktadır ki bu ağırlık feromon yayıcı tellerin darasıdır. Son ağırlık ölçümü olan 05 Kasım tarihinde 10 adet yayıcı

10.1 gr olarak ölçülmüştür. Yani teller üzerine emdirilmiş olan toplam feromonun tamamını salım yoluyla kaybetmiştir. Diğer bir deyişle, yayıcıların ağırlığı, ölçümü alınan yaklaşık 7 ayın ilk 3 ayında daha hızlı olmak üzere, düzenli bir şekilde azalmış ve feromon içeren yayıcılar içerdiği tüm feromonu düzenli bir şekilde yaymıştır (Şekil 8). Çalışmanın ikinci yılında da ölçümler tekrarlanmış, ilk ölçüm tarihi olan 11.05.2016 tarihinde 11.6 g olan 10 yayıcı, son ölçüm olan 20.10.2016 tarihinde yayıcıların ağırlığı 10.9 g olarak belirlenmiş olup yayıcıların içerdiği feromonun tamamını saldıgı tespit edilmiştir.



Şekil 7. Yayıcıların içerdiği feromonun 2015 ve 2016 yıllarında salınım oranları ve süreleri
Figure 7. Emission rates and periods of the pheromone dispensers in 2015 and 2016

Deneme bahçesinde yapılan ön sayımda *Z. pyrina* bulaşıklık oranı %64 bulunurken, yöntemin uygulanması sonrasında ilk yıl (2015 yılı) değerlendirme sayımlarında %6, ikinci yıl %10 olarak belirlenmiştir. Mücadele yönteminin uygulandığı ilk yıl bulaşıklık oranında %90'lık bir azalma gerçekleşmiştir. Ön sayımlardaki bulaşıklık oranı kıyaslandığında, ikinci yıl %84.37'lik bir azalma olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Audemard ve ark. (1997), Fransa'da armut bahçesinde *Z. pyrina*'ya

karşı uyguladıkları çiftleşmeyi engellemede ilk yılın sonunda iki bahçede bulunan ağaçlardaki zararın sırasıyla, %100'den %17.8 ve %28'den %6.7'e düştüğünü, Patanita ve Vargas-Osuna (2009), Portekiz'de ceviz bahçesinde *Z. pyrina*'nın mücadelesinde ÇE uygulanan alandaki zarar görmüş ağaç yüzdesinin %97 oranında (%3.53'den %0.09'a azaldığı) azaldığını tespit etmişlerdir. Pasqualini and Natale (1999), İtalya'da elma bahçelerinde ÇE uygulanan alandaki ağaçların dallarındaki zarar

oranının başlangıç seviyesi ve kontrolle karşılaştırıldığında yıldan yıla azaldığını bildirmişlerdir. Nitekim, İspanya, İtalya ve Mısır'da yapılan benzer çalışmalarda art arda birkaç yıl uygulanan ÇE metodunun, zararlı ile mücadelede kimyasal mücadeleye alternatif bir yöntem olarak başarı sağlandığı bildirilmiştir (Sarto i Monteys, 2001; Duran ve ark. 2004; Patanita ve Vargas, 2009). Bu çalışmada Hatay/Hassa'da yürütülen çalışmadan elde edilen bulgularla yukarıda verilen çalışmalardaki sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Çalışmanın ilk yılı sonunda ÇE tekniğinin *Z.pyrina* mücadelesindeki etkinliği kontrole göre %77.7, ikinci yıl %54.6 olarak bulunmuştur. Her ne kadar ikinci yıl daha düşük bir etkinlik ortaya çıkmış olsa da; ön sayımlarla karşılaştırıldığında %90'lık ve ikinci yılda da %84.37'lik azalma olmuştur. Zararlı türlerin popülasyonlarının dinamik bir yapıya sahip olması nedeniyle, yıldan yıla veriler de değişiklik gösterebilmektedir. Nitekim Sarto i Monteys (2001), İspanya'da *Z. pyrina*'nın mücadelesinde ÇE tekniği uyguladığı elma bahçelerinde üst üste 3-4 yıl yapılan sayımlar sonucunda larva yoğunluğunun %89-97 oranında azaldığını, ancak larva yoğunluğunun kontrol parselinde yıldan yıla düzensizlik gösterdiğini ya arttığını ya da azaldığını kaydetmişlerdir. Ön sayıma kıyasla kontrolde görülen %55'lik (ön sayım %60; değerlendirme sayımı %27) azalma zararlı popülasyonunda genel bir azalmayı işaret etmekte olup, zararlının iki yılda bir döl vermesi ile ilintili olabilir. Ülkemizde zararlının genellikle yılda 1, bazen, iki yılda 1 döl verdiği bildirilmiştir (Anonim, 2008). Ayrıca, Kanat ve Sütyemez (2002), Kahramanmaraş'ta ceviz alanlarında yürüttükleri bir çalışmada zararlının iki yılda 1 döl verdiğini kaydetmiştir. Bulgaristan'da iki yılda 1 döl (Kutinkova ve ark., 2006), İspanya'da popülasyonun bir kısmının yılda 1 döl, bir kısmının iki yılda 1 döl verdiği (Duran ve ark., 2004), serin iklimlerde üç yılda 1 döl verebildiği bildirilmiştir (Moore ve Navon, 1966). ÇE bahçesinde görülen %90'lık (ön sayım %64; değerlendirme sayımı %6) azalma ise, bu genel azalmayla birlikte, çiftleşmeyi engelleme yönteminin başarısından kaynaklandığını göstermektedir. Bu nedenle, çalışmada elde edilen sonuçlarda yıllar arasında meydana gelen farkın zararlının döl sayısı ile ilgili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Ağaç sarıkurdu, *Zeuzera pyrina*, zeytin ağaçlarında ekonomik zarara yol açan önemli türlerden biridir. Bu çalışma ile zararlının mücadelesinde, mevcut uygulamalara alternatif olabilecek, etkili ve çevre dostu bir mücadele yöntemi olan Çiftleşmeyi Engelleme yöntemi ilk kez denenmiş ve etkinliği belirlenmiştir. *Z. pyrina*'nın mücadelesinde alternatif bir mücadele yöntemi olan ÇE tekniği çevre dostu olması ve uzun süreli bir etkiye sahip olması nedeniyle önemli bir mücadele yöntemidir. Ancak bu

yöntemin uygulanmasında özellikle birçok üreticinin bir araya gelerek geniş alanlarda ve uzun yıllar üst üste olacak şekilde yapılmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca uygulama öncesinde zararlının başlangıç popülasyonundan kaynaklanan zararı önlemek amacıyla popülasyonun uygun metotlarla düşürülmesine dikkat edilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu proje, Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü adına yürütülmüş olup Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından ve yayıcıların ücretsiz temininde özel bir kuruluş olan SUMITOMO CORPORATION tarafından desteklenmiştir. Bu çalışma, "VI. International Agriculture Congress, 5-8 July 2018 Nevşehir/Turkey"de İngilizce dilinde sözlü olarak sunulmuş ve kongre bildiri kitabında özet olarak yayınlanmıştır.

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

- Abdel-Kawy AGM, El-Bishry MH, El-Kifi TAH 1992. Controlling the Leopard Moth Borer, *Zeuzera pyrina* by Three Entomopathogenic Nematode Species in the Field. Faculty of Agriculture Bulletin, Univ. of Cairo 43(2): 769-780.
- Anonim, 2008. T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Cilt 4, Ankara, 388 s.
- Anonim, 2012a, Şeftalide Doğu meyvegüvesi [*Cydia molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) ve Şeftali Güvesi [*Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)] Çiftleşmeyi Engelleme Tekniği Standart Deneme Metodu. <https://www.tagem.gov.tr>
- Anonim, 2012b. Meyve Zararlıları Standart İlaç Deneme Metotları, Ağaç sarıkurdu [*Zeuzera pyrina* L. (Lep.: Cossidae)] Standart İlaç Deneme Metodu, <https://www.tagem.gov.tr>
- Audemard H 1987. Perspectives et Problems de La Lutte Par Confusion. Proc. of A Conference Held, 8-12 September 1986. The Landes-Lehr-und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Wein-und Gartenbau, Neustadt an der Weinstda Be: Mating Disruption, Behaviour of Moths and Molecules. Bull. Srop 3: 3-4.
- Audemard H, Sauphanor B, Armand E 1997. Confusion Sexuelle des Males de *Zeuzera pyrina* L.

- (Lepidoptera: Cossidae) en Vergers de Pommiers. IOBC/ WPRS Bull 20(1): 101-106.
- Avidov Z, Harpaz I 1969. Plant Pests of Israel. Israel Universities Press, Jerusalem, 549 p.
- Darwish AA, Said S, Abdel-Kawy AM, Attia AM 1998. Biological Control of Insects with Insect Parasitic Nematodes. Annals of Agricultural Science, Moshtohor 36(1): 603-618.
- Demirsoy A 1992. Yaşamın Temel Kuralları (Entomoloji). Hacettepe Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Cilt 2, Kısım 2, Ankara. 941 s.
- Deseñ KV, Docchi R 1985. Microbiological Control Against *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae). Pianta 8(2): 285-291.
- Duran JM, Alvarado M, González MI, Jiménez N, Sánchez A, Serrano A 2004. Control of *Zeuzera pyriw* L. (Lepidoptera, Cossidae) in Olive by Mating Disruption. Bol. San. Veg. Plagas 30: 451-462.
- Garcia F, Haro YA 1986. Cultivo en el Laboratorio en una Dieta Artificial del Taladro de la Madera, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera cossidae.). Bol. San. Veg. Plagas 12: 281-289.
- Gatwick J 1992. Crop Pests in the UK. (Collected Edition of MAFF Leaflets, London, UK: Ed. Chapman & Hall) 126-127.
- Guario A, Marinuzzi V, Bari G 2002. Preliminary Results of Field Control of *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera, Cossidae) in Apulia ISHS Acta Horticulturae 586: IV International Symposium on Olive Growing.
- Güven E, Çetiner T 1998. Alar Uygulamasının Zeytinde Meyve Dökümü ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi, 1: 2428.
- Haniotakis GE, Koutroubas A, Sachinoglou A, Lahlou A 1999. Studies on the Response of the Leopard Moth, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) to Pheromones in Apple Orchards. IOBC WPRS Bulletin, 22(9): 105-113.
- Hashem MY, Badawy HM, Abdallah MD 1993. Assessment of On-Farm Losses in Apple Trees Caused by the Leopard Moth Borer *Zeuzera pyrina* L. (Cossidae: Lepidoptera). Zeitschrift für Angewandte Zoologie 80(3): 325-332.
- Hegazi EM, Khafagi WE 2005. Varietal Sensitivity of Olive Trees to the Leopard Moth, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae). Bulletin OILB/SROP 28(9): 121-131.
- Hegazi E, Khafagi WE, Konstantopoulou M, Raptopoulos D, Tawfik H, El-Aziz GMA, El-Rahman SMA, Atwa A, Aggamy E, Showeil S 2009. Efficient Mass-trapping Method as an Alternative Tactic for Suppressing Populations of Leopard Moth (Lepidoptera: Cossidae). Annals of the Entomological Society of America 102(5): 809-818.
- Hegazi EM, Khafagi WE, Konstantopoulou MA, Schlyter F, Raptopoulos D, Shweil S, El-Rahman SA, Atwa A, Ali SE, Tawfik H 2010. Suppression of Leopard Moth (Lepidoptera: Cossidae) Populations in Olive Trees in Egypt through Mating Disruption. Journal of Economic Entomology 103(5): 1621-1627.
- Ismail II, Abou-Zeid NA, Abdallah FF 1992. Population Dynamics of the Leopard Moth, *Zeuzera pyrina* L., and its Control on Olive Trees in Egypt. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 99(5): 519-524.
- İyriboz N 1968. Zeytin Zararlıları ve Hastalıkları. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, İzmir, s. 112.
- Kaçar G, Ulusoy MR 2010. Doğu Akdeniz Bölgesi Zeytin Ağaçlarında Zararlı *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) Üzerine Gözlemler. Alatarım, 9: 1.
- Kanat M, Sütyemez M 2002. Kahramanmaraş Yöresinde Ceviz Ağaçlarında *Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera, Cossidae)'nın Zararı, Biyolojisi Üzerine Gözlemler ve Mücadele Yöntemlerinin Araştırılması. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 5(1): 47-55.
- Katlabi HSY 1992. Flying Period of Leopard Moth Adults (*Zeuzera pyrina* L.) in Olive Trees in Syria. Olivae 41: 32-36.
- Khattab AA, El-Sadany G, Helal HH, Sadany G 1978. The Abundance of the Leopard Moth *Zeuzera pyrina* L. in Giza Area as Indicated by Catches in a Light Trap (Lepidoptera, Cossidae). Agricultural-Research-Review 56(1): 65-70.
- Kutinkova H, Andreev R, Arnaoudov V 2006. The Leopard Moth Borer, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) - Important Pest in Bulgaria. Journal of Plant Protection Research 46(2): 111-115.
- Mondera A, Priore V 1994. Damage by *Zeuzera pyrina* on Young Olive Trees. Informatore Fitopatologico 44(7-8): 31-32.
- Nashnosh IM, Baraka MM, Ismai W, Maayuf M 1993. Laboratory Evaluation of Natural and Commercial Preparations of Entomopathogenic Fungi and Bacteria on the Leopard Moth, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae). Arab. J. Plant Protection 11(2): 73-76.
- Nizamhoğlu K, Gökmen N 1964. Türkiye'de Zeytine Zarar Veren Böcekler. Yenilik Basımevi, İstanbul, 167 s.
- Ovsyannikova EI, Grichanov IY 2020. Pests, *Zeuzera pyrina* Wood Leopard Moth. http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Zeuzera_pyrina/index.html
- Öksüz E 1998. Ülkemizde Zeytin Hasat Mekanizasyon Düzeyi, Hasat Edilebilirlik Kriterleri ve Maliyetinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 45 s.

- Özbek H, Güçlü Ş, Hayat R, Yıldırım E 1995. Meyve Bağ ve Bazı Süs Bitkileri Zararlıları. Atatürk Üniversitesi, Yay. No: 792, Erzurum, 242 s.
- Öztop A, Keçeci M, Tekşam İ, Ünlü A 2016. Antalya İli Nar Bahçelerinde Ağaç Sarıkurdu [*Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae)]'nın Mücadele Metotları Üzerine Araştırmalar. Derim 33(1): 57-68.
- Öztürk N, Hazır A, Ulusoy MR 2010. Mut (Mersin) ilçesinde kayısıda zarar yapan Şeftali güvesi, *Anarsia lineatella* Zeller, 1839 (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya karşı çiftleşmeyi engelleme tekniğinin etkinliği. Türk. Entomol. Der., 34 (3): 337-350.
- Pasqualini E, Natale D 1999. *Zeuzera pyrina* and *Cossus cossus* (Lepidoptera, Cossidae) Control by Pheromones: Four Years Advances in Italy. IOBC/WPRS Bulletin 22(9): 115-124.
- Patanita MI 2006. Control Integrado del Taladro Amarillo (*Zeuzera pyrina* L.) en Nogales de Alentejo (Portugal).Universidad de Cordoba, Ph.D. Dissertation, Spain.
- Patanita MI, Vargas-Osuna E 2009. Use of Mating Disruption for *Zeuzera pyrina* Control. IOBC/WPRS Bulletin 41: 45-51.
- Sarto I Monteys, V 2001. Control of Leopard Moth, *Zeuzera pyrina* L., in Apple Orchards in NE Spain: Mating Disruption Technique. Bulletin OILB/SROP 24(5): 173-178.
- Sewify GH, Saharaf El-Dini AAA 1993. Susceptibility of the Larvae of Leopard Moth, *Zeuzera pyrina* L. to Infection with the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.). Bulletin of the Entomological Society of Egypt 71: 185-193.
- Toros S 1988. Park ve Süs Bitkileri Zararlıları. Peyzaj Mimarlığı Derneği Yayınları, Ankara, 112 s.
- TUİK 2020. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://www.tuik.gov.tr>
- Tzanakakis ME 2003. Seasonal Development and Dormancy of Insects and Mites Feeding on Olive: a Review. Netherlands Journal of Zoology 52(2-4): 87-224.
- Ulaş M., 2001. Çukurova Bölgesinde Yaygın Bazı Sofralık ve Yağlık Zeytin Çeşitlerinin Morfolojik, Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 106 s.
- Ulaşlı B, Cengiz FC 2016. Determination of Distribution Area and Infestation Ratio of Leopard Moth, *Zeuzera pyrina* (Lepidoptera:Cossidae) in Olive Orchards in Hatay Province. Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University 21(2):149-156
- Yayla A, Kelten M, Davarcı T, Salman A 1995. Antalya İli Zeytinliklerindeki Zararlılara Karşı Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması. Bitki Koruma Bülteni 35: 1-2.

Determination of Pest Insect Species at Pomegranate (*Punica granatum* L.) Orchards in Adıyaman and Siirt Provinces, Turkey

Murat GÜLMEZ^{1*}, Asime Filiz ÇALIŞKAN KEÇE², Mehmet KAPLAN³, M. Rifat ULUSOY²

¹Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Diyarbakır, ²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana ³Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Siirt, ⁴Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0001-5781-3422>, ²<https://orcid.org/0000-0002-9330-1958>, ³<https://orcid.org/0000-0002-2495-8075>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-6610-1398>

✉: glmzmurat@gmail.com

ABSTRACT

This study was carried out in order to determine the insect pest species found at the orchards of Adıyaman and Siirt provinces. The studies were carried out in the Şirvan district of Siirt and Adıyaman's the Central, Kahta and Samsat districts, where pomegranate production is intensively carried out through the years of 2017 and 2018. Samplings was carried out at the pomegranate orchards at least two weeks interval between April and October. Visual control, knock and insect rearing methods were used to obtain the insect species. According to the results from the study; a total of 42 insect species were obtained from the orders of Orthoptera (1), Thysanoptera (9), Hemiptera (18), Coleoptera (8) Lepidoptera (4) and Diptera (2). Among the identified pest species, *Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae) and *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) were determined as the main pest species. *Dioryctria simplicella* Heinemann (Lepidoptera: Pyralidae), *Arcyophora dentula* Lederer (Lepidoptera: Nolidae), *Chrysobothris affinis* (F.), *Acmaeodera wethloi* Obenberger (Coleoptera: Buprestidae) and *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae) were determined for the first time in Turkey's pomegranate production areas.

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 03.02.2021

Accepted : 09.07.2021

Keywords

Pomegranate
Pest insects
Adıyaman,
Siirt
Turkey

Adıyaman ve Siirt İlleri Nar (*Punica granatum* L.) Bahçelerinde Belirlenen Zararlı Böcek Türleri

ÖZET

Bu çalışma, Adıyaman ve Siirt illeri nar üretim alanlarında bulunan zararlı böcek türlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmalar nar üretiminin yoğun bir şekilde yapıldığı Siirt'in Şirvan ilçesi ile Adıyaman'ın Merkez, Kahta ve Samsat ilçelerinde 2017-2018 yıllarında yürütülmüştür. Örneklemeler, Nisan ayı ile ekim ayı arasında tüm örnekleme bölgelerine en az iki haftalık aralıklarla gidilerek gerçekleştirilmiştir. Böcek türlerinin elde edilmesinde gözle kontrol, darbe ve kültüre alma metotları kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda ; Orthoptera takımından 1, Thysanoptera takımından 9, Hemiptera takımından 18, Coleoptera takımından 8, Lepidoptera takımından 4 ve Diptera takımından 2 tür olmak üzere toplamda 42 zararlı böcek türü tespit edilmiştir. Tespit edilen zararlı türlerden, *Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae) ve *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) ana zararlı türler olarak belirlenmiştir. *Acmaeodera wethloi* Obenberger (Coleoptera: Buprestidae), *Chrysobothris affinis* (F.) (Coleoptera: Buprestidae), *Arcyophora dentula* Lederer (Lepidoptera: Nolidae), *Dioryctria simplicella* Hememann (Lepidoptera: Pyralidae), ve *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae) türleri ise Türkiye nar üretim alanlarında ilk kez tespit edilmiştir.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 03.02.2021

Kabul Tarihi : 09.07.2021

Anahtar Kelimeler

Nar
Zararlı böcekler
Adıyaman
Siirt
Türkiye

To Cite : Gülmez M, Çalışkan Keçe AF, Kaplan M, Ulusoy MR 2022. Manuscript Title. Manuscript Title. Manuscript Title. Determination of Pest Insect Species at Pomegranate (*Punica granatum* L.) Orchards in Adıyaman and Siirt Provinces, Turkey. KSU J. Agric Nat 25 (4): 677-686. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.873939>

Atf Şekli: Gülmez M, Çalışkan Keçe AF, Kaplan M, Ulusoy MR 2022. Adıyaman ve Siirt İlleri Nar (*Punica granatum* L.) Bahçelerinde Belirlenen Zararlı Böcek Türleri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 677-686. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.873939>

INTRODUCTION

Although pomegranate is known as a fruit of tropical and subtropical climates, it can also be grown in warm and temperate climates. Pomegranate is consumed fresh as well as used in the food industry as fruit juice, jam and sauce. Due to the growing awareness of healthy nutrition in the world, pomegranate is a preferred fruit type due to its antioxidants, polyphenolic substances and vitamin C content (Zarei et al. 2011; Eyigün 2012).

Official statistics on pomegranate fruit kept regularly by the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) and EUROSTAT are not available. However, when the data of the prominent countries in pomegranate production are examined, it is seen that India, Iran, China and Turkey are the leading countries that produce the most pomegranate production. Besides, Turkey is the most important producer and exporter country in the Middle East after Iran (Kurt and Şahin 2013). According to TurkStat data, Turkey's pomegranate production amount reached 537 847 tons in 2018. 56.53% (304.045 tons) of this production is met in the Mediterranean Region, 30.9% (166.430 tons) in the Aegean Region and 10.69% (57.540 tons) in the Southeastern Anatolia Region. It is seen that among 58 pomegranate cultivation provinces in Turkey, Adıyaman province ranks 10th (10.295 tons) and Siirt province is in 11th (6.788 tons) in terms of production amount (TurkStat, 2020).

The development of extensive pomegranate cultivation in the Southeastern Anatolia Region has not been followed up by adequate strategies of pest control, due to the lack of detailed available data about the pests. The pomegranate has many pest insects which are capable of causing serious crop losses if not well managed (Coccuza et al. 2016).

Pest insects which cause economic losses by inducing various damages on the root, stem, branch, shoot, leaf and flower parts of the plant constitute important problems in pomegranate production areas. In some studies, to determine the pest species in pomegranate production areas in Turkey was indicated that Carob moth [Apomyelois (=Ectomyelois) ceratonia (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)], Mediterranean fruit fly [Ceratitis capitata (Wied.) (Diptera: Tephritidae)], Pomegranate aphid [Aphis punicae (Passerini) (Hemiptera: Aphididae)], Pomegranate whitefly [Siphoninus phillyreae (Haliday) (Hemiptera: Aleyrodidae)], Citrus mealybug [Planococcus citri (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae)] and Wood

leopard moth [Zeuzera pyrina (L.) (Lepidoptera: Cossidae)] were important pest insects and they caused serious economic losses (Mart and Altın, 1992; Öztop et al., 2002; Öztürk et al., 2005; Öztop et al., 2010; Yıldırım and Başpınar, 2011; Mamay, 2021).

Although studies have been carried out to determine pest species in pomegranate areas of Diyarbakır and Şanlıurfa provinces in the Southeastern Anatolia Region (Mart and Altın, 1992; Mart and Kılınçer, 1993; Mamay and Ünlü, 2013; Mamay et al., 2014a, Mamay et al., 2014b; Mamay et al., 2016; Mamay, 2021), no studies have been carried out within the framework of determining entomological problems in Siirt and Adıyaman. In this paper, the results obtained on the pest species in the pomegranate areas of Adıyaman and Siirt, their distribution areas and types of damage were discussed.

MATERIAL and METHODS

The studies were conducted in the Şirvan district of Siirt, and in the Central, Kahta and Samsat districts of Adıyaman in the years of 2017 and 2018. Sampling was carried out between April and October by visiting all sampling regions at least two weeks interval. The number of sampled trees was not less than 0.1% of the number of trees in study regions (Table 1). The number of trees sampled in the orchards was determined according to Lazarov and Grigorov (1961) (Table 2).

Table 1. Number of trees sampled in the regions

Çizelge 1. Survey alanlarında örneklenen ağaç sayısı

Province	District	Total number of trees	Number of trees sampled
Adıyaman	Central	262.600	1.341
	Kahta	371.000	1.590
	Samsat	80.100	617
Siirt	Şirvan	116.320	1.986

(TurkStat, 2020)

Rearing method

The rearing method was used to acquire adults of insects which were in the pre-mature life stages. The insects in pre-mature life stages were placed in appropriate culture containers with the plant parts where they were found in. The samples were placed in a climatic chambers set at 26 ± 1°C temperature, 65 ± 5% humidity and 16: 8 h (light / dark) Photoperiod and nutritional supplements were made in the containers as needed.

Table 2. Number of trees sampled according to the total number of trees in the orchards (Lazarov and Grigorov, 1961)

Çizelge 2. Bahçedeki toplam ağaç sayısına göre örneklenen ağaç sayıları (Lazarov and Grigorov, 1961)

Total number of trees in survey orchard	Number of trees sampled
1-20	All trees
21-70	10-30
71-150	31-40
151-500	41-80
501-1000	%15 of all trees
More than 1000	%5 of all trees

Samples were collected by visual control, knock and rearing methods.

Visual control method

Bud, flower, leaf, shoot, stem and fruit samples were examined visually from four directions of randomly selected trees in the orchards according to the phenology of the tree and the determined insects were taken with hand, forceps or mouth aspirator.

Knock method

The insects were made to fall into the Steiner funnel by striking one branch from each of the four sides of 25 randomly selected trees from each garden. Adult of insects fallen into the Steiner funnel were collected by using mouth aspirator, forceps and soft brush then transferred to killing bottles. The dead insects were placed in petri dishes with the necessary label information and brought to the laboratory for preparation and identification.

RESULTS and DISCUSSION

As a result of the surveys conducted in the pomegranate orchards of Adıyaman and Siirt provinces, 42 pest species belonging to 15 families from 6 orders were obtained. These species and their distribution areas are given in Table 3.

Orthoptera order

Uvarovistia satunini was determined from Tettgoniidae family. The pest was detected only in Şirvan district of Siirt. It was observed that adults and nymphs of the pest directly attacked the flowers and feed greedily. Although the pest has not been reported to cause harm to the pomegranate, İlçin (2015) stated some populations might occur to cause serious economic damages in many agricultural lands. In addition, it was stated that the pest species was detected in the provinces of Muş, Bingöl, Tunceli, Diyarbakır, Batman, Mardin moved as a herd and was harmful to cultivated plants (Doğan, 2014; İlçin, 2015; Ünal, 2018, İlçin et al., 2019)

Thysanoptera order

With this study, *Thrips tabaci*, *T. meridionalis*,

Frankliniella intonsa, *F. occidentalis*, *Neohydathothrips gracilicornis* (Thripidae), *Haplothrips flavitibia*, *H. reuteri* (Phlaeothripidae), *Melanthrips pallidior* and *M. fuscus* (Aeolothripidae) species were determined from Thysanoptera order. The adults and nymphs of the obtained species were observed in the leaves and flowers of the pomegranate. In addition, when the flowers falling on the ground were examined, it was observed thrips species. Mart and Altın (1992), in line with the research findings, stated that thrips species were determined in flowers of pomegranate. Öztöp et al (2002) detected *F. occidentalis* in flowers in pomegranate orchards in Antalya province. Wohlfarter et al (2011) determined thrips species belonging to the families Thripidae, Phlaeothripidae and Aeolothripidae on the leaves, young shoots and flowers in South American pomegranate plantations. Referring to Sheikh (2006), they reported that thrips caused loss of fruit quality due to the damage they cause on flowers.

Hemiptera order

Aphididae family

Two species, *Aphis punicae* and *Brachycaudus helichrysi*, were identified from the Aphididae family.

Brachycaudus helichrysi was seen only in an orchard in Şirvan district and it was not considered to be a significant pest for pomegranate. *Aphis punicae* was detected in all study areas and it was determined that the pest caused to damage with dense populations on leaves, shoots, flowers and fruits. The pest caused fumagine due to the honeydew which occur during feeding. It has been concluded that *A. punicae* is one of the most important pests of pomegranate due to its prevalence, density and the damages which causes on the vegetative and genetic parts of the pomegranate. Yıldırım and Başpınar (2011) was stated that *A. punicae* was a species rarely seen in terms of prevalence and density in Aydın Province, but in other studies conducted in the Mediterranean Region and Southeastern Anatolia, similar to the findings we obtained, was stated that *A. punicae* was one of the important pest species causing yield and quality loss (Mart and Altın, 1992; Öztöp et al., 2002; Öztürk et al., 2005; Mamay 2015). In addition, it has been reported that *A. punicae* caused significant damage to pomegranate in Iran, India, Egypt, Japan, Korea, South Africa and many Mediterranean countries (Ananda et al. 2009; Wohlfarter et al. 2010; Balikai et al. 2011; Sugimato, 2011; Abd-Ella, 2015; Lee et al., 2015; Cocuzza, 2016).

Aleyrodidae family

Three species belonging to the family Aleyrodidae, *Dialeurolobus rhamnii*, *D. pulcher* and *Siphoninus finitimus*, were identified.

Table 3. Pest species identified in pomegranate orchards in Adıyaman and Siirt province and their distribution areas in 2017-2018 years.

Çizelge 3. Adıyaman ve Siirt ili nar bahçelerinde 2017-2018 yıllarında saptanan zararlı türler ve yayılış alanları

Order	Family	Species	Adıyaman			Siirt
			Central	Kahta	Samsat	Şirvan
Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Uvarovistia satunini</i> (Uvarov)	-	-	-	+
Thysanoptera	Aeolothripidae	<i>Melanthrips pallidior</i> Priesner	+	-	-	-
		<i>Melanthrips fuscus</i> (Sulzer)	-	-	+	-
	Phlaeothripidae	<i>Haplothrips flavitibia</i> Williams	+	+	+	+
		<i>Haplothrips reuteri</i> Karny	+	+	+	-
	Thripidae	<i>Thrips tabaci</i> Lindeman	+	+	-	-
		<i>Thrips meridionalis</i> Priesner	+	-	-	+
		<i>Frankliniella intonsa</i> (Trybom)	+	+	-	+
		<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande)	+	+	+	+
		<i>Neohydathothrips gracilicornis</i> (Williams)	-	-	-	+
Hemiptera	Aleyrodidae	* <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri	+	+	+	+
		<i>Dialeurolobus rhamni</i> Bink-M.	+	+	+	+
		<i>Dialeurolobus pulcher</i> Dantsig	+	+	+	+
	Aphididae	* <i>Aphis punicae</i> Passerini	+	+	+	+
		<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach)	-	-	-	+
	Cicadellidae	<i>Fieberiella gemelina</i> Dlabola	+	+	+	+
		<i>Euscelis incisus</i> (Kirschbaum)	+	+	+	+
		<i>Asymmetrasca decedens</i> (Paoli)	+	-	+	-
		<i>Macrosteles quadripunctulatus</i> (Kirschbaum)	+	-	-	-
		<i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson)	-	-	-	+
		<i>Eupelix cuspidata</i> (F.)	-	+	-	-
		<i>Peraglena nervosus</i>	-	-	-	+
		<i>Zyginidia pullula</i> (Boheman)	-	+	-	-
	<i>Aphrodes assimilis</i> (Signoret)	-	-	-	+	
	<i>Circulifer haematoceps</i> (Mulsant & Rey)	-	+	-	-	
Coccidae	<i>Coccus hesperidum</i> L.	+	+	+	+	
	<i>Parthenolecanium corni</i> (Bouché)	-	-	+	+	
Pseudococcidae	* <i>Planococcus ficus</i> (Signoret)	+	+	+	+	
Coleoptera	Bostrychidae	<i>Schistocerus bimaculatus</i> (Olivier)	-	-	-	+
	Buprestidae	<i>Chrysobothris affinis</i> (F.)	-	-	+	-
		<i>Acmaeodera</i> (s.str.) <i>wethloi</i> Obenberger	-	-	-	+
	Nitidulidae	<i>Carpophilus nepos</i> Murray	+	+	+	+
		<i>Carpophilus mutilates</i> Erichson	+	+	-	+
		<i>Carpophilus hemipterus</i> (L.)	+	+	+	+
		<i>Urophorus humeralis</i> (F.)	+	+	+	+
		<i>Carpophilus bifenestratus</i> Murray	+	-	+	+
Lepidoptera	Erebidae	<i>Diysonia algira</i> (L.)	+	+	+	+
	Nolidae	<i>Arcyophora dentula</i> Lederer	-	+	-	+
	Pyralidae	* <i>Apomyelois ceratoniae</i> (Zeller)	+	+	+	+
* <i>Dioryctria simplicella</i> Heinemann		-	-	-	+	
Diptera	Drosophilidae	<i>Drosophila melanogaster</i> Meigen	+	+	+	+
		<i>Zaprionus indianus</i> (Gupta)	-	-	+	+

(+): existent, (-): absent, (*): Economically important species

Species belonging to the genus *Dialeurolobus* were generally seen in the lower part of the leaves and rarely in the upper part of the leaf. It was observed that both species could not occur a population in the orchards and cause serious damage. Both species are known to exist in pomegranate areas in Turkey (Öztürk and Ulusoy, 2009). *S. finitimus* individuals were observed only on the lower surface of the leaves and could occur a dense population in some orchards where they were seen. Adults, larvae and pupae of the pest could cover almost completely under the leaf and cause fumagine as a result of intensive feeding. Therefore, *S. finitimus* was detected to be more important than other whitefly species. Öztürk et al. (2005) determined whitefly species as *Acaudaleyrodes rachipora*, *Aleurothrixus floccosus*, *Bemisia argentifolii*, *B. tabaci*, *D. pulcher* and *Siphoninus phillyreae* in the pomegranate areas of the Eastern Mediterranean Region and stated that *S. phillyreae* was among the important pests of pomegranate. Yıldırım and Başpınar (2011) stated that *S. phillyreae* was one of the rare species in their study on pomegranate orchards in Aydın province.

Coccidae family

Pharthenolecanium corni and *Coccus hesperidum* species were determined from Coccidae family. It was observed that *P. corni* was generally seen as one or two individuals on the shoots and branches, *C. hesperidum* was detected rarely on fruit as well as on shoots and branches. Therefore, both pests could not occur an intensive population in the orchards and did not cause an economic damage. Similar to the findings obtained, Öztop et al. (2002) stated that *C. hesperidum* was among the species detected at low density. In addition, it has been reported that *C. hesperidum* and *P. corni* were detected in some studies conducted in pomegranate areas in the USA, South Africa and Iran (Moghaddam, 2009; Carroll, 2010; Wohlfarter et al., 2010).

Pseudococcidae family

Planococcus ficus species was identified from Pseudococcidae family. It was observed that the pest fed on the fruit crown, at the bottom of the fruit stem and especially in the areas where the fruits touch each other, and caused softening and colour change on the plant parts. In addition, the pest caused fumagine on the fruits due to producing honeydew and decreased the market value of the fruit. It was observed that *P. ficus* was seen more intensely in orchards where pruning was not done well and fruits was not thinning. Although the pest was not very spread in the region, it was evaluated as one of the important pests of pomegranate, as it caused economic losses in the orchards where it was seen. It

has been reported that *Planococcus* sp. and *Planococcus citri* species were determined in the pomegranate areas of Diyarbakır, Şanlıurfa, Antalya and eastern Mediterranean provinces and caused damage during the ripening period of the pomegranate (Mart and Altın, 1992; Öztop et al., 2002; Öztürk et al., 2005). In other studies, conducted in different parts of the world such as India, South Africa, Spain and Cyprus, it has been stated that *Planococcus* species cause damage to pomegranate and decrease the market value by affecting the quality of pomegranate in particular (Mani and Krishnamoorthy, 200; Wohlfarter et al., 2010; Bartual et al., 2011; Kahramanoğlu and Usanmaz, 2013; Suroshe et al., 2016).

Cicadellidae family

Fieberiella gemelina, *Euscelis incisus*, *Asymmetrasca decedens*, *Macrosteles quadripunctulatus*, *Anaceratagallia ribauti*, *Eupelix cuspidata*, *Peraglena nervosus*, *Zyginidia pullula*, *Aphrodes assimilis* and *Circulifer haemato* were identified from the Cicadellidae family. *F. gemelina* was found to be the most spread among these species. The species obtained could not occur dense populations (2-3 individual at most per 100 knock) and caused no significant damage in orchards. Başpınar and Yıldırım (2011) stated that *Fieberiella anategea* was among the common species in pomegranate orchards and they considered *F. anategea* as a possible vector species, since the *Fieberiella* genus contains vector species that carry many viral diseases. Başpınar et al. (2013) reported that they identified 19 Cicadellid species, including species identified in the study, such as *E. incisus*, *A. decedens*, *M. quadripunctulatus*, *Z. pullula* and *C. haematoceps* in pomegranate orchards.

Coleoptera order

Bostrychidae family

Schistocerus bimaculatus species was obtained from the Bostrychidae family. The pest was detected only in the Şirvan district of Siirt. It was determined that *S. bimaculatus* caused drying of the tree by opening galleries on the branches and trunk of the pomegranate. The pest was detected for the first time in the pomegranate areas of Turkey in Antalya, and it was reported that it could cause significant damages if a good pruning and control was not done (Öztop et al., 2002). Andreadis et al. (2006) reported that they detected *S. bimaculatus* in their study on pomegranate orchards in Greece, and that the control against the pest depends on preventive measures such as pruning before mating and egg laying.

Nitidulidae family

The species were identified as *Carpophilus nepos*, *C. mutilatus*, *C. hemipterus*, *C. bifenestratus* and *Urophorus humeralis*. The most spread species were *C. nepos* and *C. hemipterus*. It was determined that these species preferred to feed on fruits which be cracked, damaged by birds and primary insects such as carob moth, or mechanically injured. In addition, it was observed that fruits can be infected with saprophyte disease agents by Nitidulidae species and this fruits can be completely decayed. Similar to the findings we obtained, Öztop et al. (2002) reported that *Carpophilus* species were detected in pomegranate fruits contaminated with Mediterranean fruit fly and cracked fruits near harvest and *Carpophilus* species were secondary pests in pomegranates. Öztürk et al (2005) stated that Sap beetles fed on pomegranate fruits that are injured naturally, and they caused intense decaying and rotting in pomegranates with the effect of saprophyte fungi during feeding. Mifsud and Audisio (2008) reported that Nitidulidae species caused problems in Central and Southern Italy, especially in pomegranate, fig and peach farming, and Cocuzza et al (2016) reported that damages caused by *Carpophilus* species in Israel.

Buprestidae family

Two species, *Chrysobothris affinis* and *Acmaeodera wethloi* were obtained from the Buprestidae family.

Chrysobothris affinis was found only in the Samsat district of Adiyaman and caused drying on the trunk and thick branches of pomegranate. It was observed that the pest fed on wood tissue, opening galleries and causing spalling in the shells. Although *C. affinis* was determined on European beech, Birch tree, Cherry plum, Nectarine and Almond in different regions of Turkey (Ak, 1998; Tozlu and Özbek, 2000; Bolu and Özgen, 2011), no information was available that the pest caused damage at pomegranate orchard in Turkey. This study was the first to demonstrate that *C. affinis* causes damage at pomegranate plants.

Acmaeodera wethloi was detected in Şirvan district of Siirt. The pest detected only in one orchard was obtained by culturing the drying branches that were heavily attacked by *S. bimaculatus*. It was observed that *A. wethloi* was not a spread pest and did not cause a serious problem. Although the existence of the insect was previously known in Turkey (Ghahari et al., 2015 (referring to Volkovitsh, 2006; Bellamy, 2008), this study was first report about damage of *A. wethloi* on pomegranate plant.

Lepidoptera order

Pyralidae family

Two species, *Apomyelois ceratoniae* and *Dioryctria simplicella* were obtained from the Pyralidae family.

It was determined that *A. ceratoniae* laid eggs in the calix of fruits, hatching larvae entered inside the endocarp and caused to decaying of fruit. Considering both the prevalence and damage type of carob moth, it was the most important pest species identified in the pomegranate production areas of Adiyaman and Siirt provinces. In other studies, conducted in the Mediterranean, Aegean and Southeastern Anatolia regions where pomegranate cultivation is widespread in Turkey have been reported that *A. ceratoniae* is main or important pest species and causes serious damage (Mart and Altın 1992; Öztop et al.2002; Öztürk et al.2005; Yıldırım and Başpınar 2011). And these similar findings have been shared from many countries such as Iran, Iraq, Tunisia, Saudi Arabia (Al-Izzi et al.1985; Alrubeai 1987; Norouzi et al 2008, Elsayed and Bazaid 2011; Moawad et al 2011; Braham 2015; Nobakht et al.2015).

Another Lepidoptera species directly causing damage at the fruit was *D. simplicella*. The pest was detected only in Şirvan district of Siirt. Although the pest was observed to be harmful in the calyx of the pomegranate, it could penetrate the inner parts of the fruit (endocarp). Damage of *D. simplicella* in the calyx was quite similar to the Carob moth damage. As a result, although the spread of the pest was limited, it was considered to be one of the important pest species in terms of damage type. There wasn't any study related the damage of *D. simplicella* on pomegranate plants The study results could be accepted as a first report about damage of *D. simplicella* on pomegranate plants.

Erebidae family

Dysgonia algira, from the Erebidae family, was identified and found to cause damage by attacking the leaves. It was observed that the larvae started eating from the edges of the leaves and caused crescent-shaped holes, mature larvae combined leaves and became pupae in them. Öztop et al. (2002) reported that *D. algira* did not cause an intense damage in the orchards as parallel with the findings in this study. In Italy, Sannino et al. (1986) stated in their study on *D. algira* that the pest could consume all leaves in dense populations, leaving only shoots.

Nolidae family

Arcyophora dentula species from Nolidae family was determined. It was observed that the pest caused damage by feeding on leaves. The species detected in two orchards in Kahta and one orchard in Şirvan was among the rare pests and did not cause serious damage in the orchards. In Turkey, there is no record that *A. dentula* causes damage to the pomegranate or that the pomegranate is the host of the pest. However, in a study conducted in pomegranate production areas in India was stated that *A. dentula*

caused damage and could leave the plant almost without leaves in some orchards (Mukarjee, 1941).

Diptera Order

Drosophilidae family

Drosophila melanogaster and *Zaprionus indianus* species were recorded from the Drosophilidae family. It was determined that both species preferred fruits that be cracked, attacked by primary pests such as carob moth and became soft and rot, rather than solid fruits. In some studies, and EPPO reports, parallel to this findings, both species have been reported to be secondary pests on pomegranate (Joshi et al., 2014; Braham, 2015; Anonymous, 2016 a, Anonymous, 2016 b). In other studies, conducted in pomegranate areas of Turkey, belonging to the Drosophilidae family, *Drosophila* sp. and *Zaprionus tuberculatus* species have been reported (Öztürk et al., 2005; Kuyulu et al., 2019). Although *Z. indianus* has been detected in fruits such as persimmon, blackberry, fig, cherry, mulberry, peach and plum in Turkey (Özbek-Çatal et al., 2019), no information has been stated that it is detected in pomegranate.

CONCLUSION

In this study, 42 pest insect species belonging to 15 families from 6 orders were obtained from pomegranate orchards. *A. ceratoniae* and *A. punicae* species were the main pest species among the pest species. They were common in Adıyaman and Siirt provinces and could cause significant damages if they were not controlled. Besides, *S. finitimus* and *P. ficus* species were determined as other important pest species on pomegranate. Although both pests were not very common in orchards, it was observed that they could create dense populations in orchards and caused economic losses. *D. Simplicella*, *A. dentula*, *C. affinis*, *A. wethloi* and *Z. indianus* species were determined for the first time in pomegranate production areas of Turkey. The results of this study are important for the determination of the insect fauna of pomegranate and for pomegranate integrated pest management (IPM) studies. In order to solve entomological problems in pomegranate orchards, it will be great benefit to carry out detailed studies on the bioecology and control of the main pest species.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank to Prof. Battal ÇIPLAK (Akdeniz University, Faculty of Science, Department of Biology) for identification of Tettigonidae species, to Prof. Ekrem ATAKAN (Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection) for identification of Tysanoptera species, to Prof. Dr. M. Rifat ULUSOY (Çukurova University, Faculty of

Agriculture, Department of Plant Protection) for identification of Aleyrodidae species, to Assoc. Prof. A. Filiz ÇALIŞKAN-KEÇE (Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection) for identification of Aphididae species, to Prof. Selma ÜLGENTÜRK (Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection) for identification of Coccidae and Pseudococcidae species, to Prof. Hüseyin PAŞPINAR (Aydın Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection) for identification of Cicadellidae species, to Prof. Göksel TOZLU (Atatürk University, Faculty of Agriculture, Plant Protection) for identification of Bostrychidae and Buprestidae species, to Prof. Pablo Audisio (Sapienza Rome University, Department of Biology and Biotechnologies "C.Darwin") for identifying of Nitidulidae species, to Dr. Mustafa ÖZDEMİR (Ankara Central Research Institute, Department of Agricultural Fauna and Microflora) for identification of Pyralidae ve Nolidae, to Prof. Erol ATAY (Mustafa Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology) for identification of Pyralidae, to Prof. Dr. Feza CAN (Mustafa Kemal University Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection) for identification of Erabidae species, to Dr. Banu Şebnem ÖNDER (Hacettepe University, Faculty of Science, Department of Biology) and Dr. Amir Yassin (CNRS researcher, Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité / France) for identification of Drosophilidae species.

Contribution of the Authors as Summary

The contribution of the authors is equal

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest

REFERENCES

- Abd-Ella AA 2015. Effect of several insecticides on pomegranate aphid, *Aphis punicae* (Passerini) (Homoptera: Aphididae) and its predators under field conditions. OEPP/EPPO Bulletin, 45 (1): 90–98.
- Andreadis SS, Navrozidis EI and Katerinis S 2016. First record of the grape cane borer, *Amphicerus bimaculatus* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Bostrychidae), on pomegranate in Greece. Turkish Journal of Zoology, 40: 286-289.
- Anonymous 2016a. EPPO Alert List– *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae), https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_insects/zaprionus_tuberculatus
- Anonymous 2016b. EPPO Alert List – *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) African fig fly, https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_insects/zaprionus_indianus

- Ak K, Çam H 1998. Tokat İlinde Bulunan Buprestidae (Coleoptera) Türleri Üzerinde Faunistik Çalışmalar, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (1): 31-45.
- Al-Izzi MAJ, Al-Maliky SK, Younis MA, Jabbo NF 1985. Bionomics of *Ectomyelois ceratoniae* (Zell.) (Lep.: Pyralidae) on pomegranate in Iraq. Environmental Entomology, 14 (2): 149-153.
- Ananda H, Kotikal Y, Balikai RA 2009. Sucking insect and mite pests of pomegranate and their natural enemies. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 22 (4): 781-783.
- Alrubeai HF 1987. Growtand development of *Ectomyelois ceratonia* (Lep.: Pyralidae) under laboratory mass rearing conditions. Journal of Stored Products Research, 23 (3): 133-135.
- Balikai RA, Kotikal YK, Prassanna PM 2011. Status of Pomegranate Pests and Their Management Strategies in India. Acta Horticulturae, (890): 569-583.
- Bartual J, Lozoya A, García J, Valdés G 2011. Efficacy and residues of selected insecticides for control of cotton aphid (*Aphis gossypii*) and mealybug (*Planococcus citri*) in pomegranates. II International Symposium on the Pomegranate, 19-21 October P. 107-111, Madrid, Spain
- Başpınar H, Yıldırım EM, Xing J 2013. Determination and population fluctuations of Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha) species in pomegranate orchards in Aydin Province, Turkey, Turkish Journal of Entomology, 37 (1): 3-11.
- Bolu H, Özgen İ 2011. On the Buprestidae (Coleoptera) Species of Almond Orchards in the Southeastern and Eastern Anatolia in Turkey, Munis Entomology and Zoology Journal, 6 (2): 970-976
- Braham M 2015. Insect larvae associated with dropped pomegranate fruits in an organic orchard in Tunisia. Journal on Entomology and Nematology, 7 (2): 5-10
- Caroll D 2010. Pomegranate Pest Management in the San Joaquin Valley, <http://ucanr.org/sites/Pomegranates/files/122812.pdf>
- Cocuzza GEM, Mazzee G, Russo A, Giudice VL, Bella S 2016. Pomegranate arthropod pests and their management in the Mediterranean area, Phytoparasitica, 44: 393-409
- Doğan A 2014. Derik ve Kızıltepe (Mardin) Orthoptera (Insecta) Faunasının Belirlenmesi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans, 65 sy.
- Elsayed G, Bazaid SA 2011. Field investigation of pomegranate fruit worms in Taif and laboratory evaluation of *Bacillus thuringiensis* against *Ectomyelois ceratoniae*. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 44 (1): 28-36.
- Eyigün FŞ 2012. Hicaz Nar Çeşidine Ait Narlardan Elde Edilen Nar Ekşilerinin Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 112 s.
- Ghahari H, Volkovitsh M G, Bellamy C L, plazi 2015. An annotated catalogue of the Buprestidae of Iran (Coleoptera: Buprestoidea). Plazi.org taxonomic treatments database. Checklist dataset <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3984.1.1> accessed via GBIF.org on 2021-07-08.
- İlçin M 2015. Batman İli Ekili alanlarda bulunan Orthoptera: Insecta Faunasının Araştırılması ve Tarım alanlarında Zarar oluşturabilecek Türlerin Belirlenmesi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 163 sy.
- İlçin M, Satar A, Tusu S. 2019. Uvarovistia satunini Uvarov, 1934 (Tettigoniidae: Orthoptera) Türünün Sürü Oluşturma ve Zarar Durumunun Tespit Edilmesi Bingöl, Türkiye . Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 8 (2019) : 69-76
- Joshi NK, Biddinger DJ, Demchak K, Deppen A. 2014. First Report of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in Commercial Fruits and Vegetables in Pennsylvania. Journal of Insect Science, 14(1): 259
- Kahramanoglu I, Usanmaz S 2013. Management strategies of fruit damaging pests of pomegranate *Planococcus citri*, *Ceratitis capitata* and *Deudorix (Virachola) livia*. African Journal of Agricultural Research, 8 (49): 6563-6568.
- Lazarov A, Grigorov P 1961. Karantina na Rastenijata. Zemizdat, Sofia, 258 p
- Kurt H, Şahin G 2013. Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye'de Nar (*Punica granatum* L.) Tarımı, Marmara Coğrafya Dergisi, 27: 551-574.
- Kuyulu A, Yücel S, Genç H 2019. Molecular identification of invasive Drosophilid *Zaprionus tuberculatus* Malloch (Diptera: Drosophilidae) in Çanakkale, Turkey. Turkish Journal of Zoology, 43 (5): 531-535.
- Lee Y, Lee W, Kimc H, Lee S 2015. A new record of *Aphis punicae* Passerini, 1863 (Hemiptera: Aphididae) from Korea. Journal of Asia-Pacific Entomology, 18 (2015): 157-163.
- Mamay M, Ünlü L 2013. Şanlıurfa ili nar bahçelerinde Harnup güvesi, *Apomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)'nin ergin popülasyon gelişimi ve zarar oranının belirlenmesi. Türkiye Entomoloji. Bülteni, 3 (3): 121-131.
- Mamay M, Ünlü L, Yanık E, İkinci A 2014a. Şanlıurfa ilinde nar bahçelerinde Harnup güvesi *Apomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)'nin bulaşıklık ve yaygınlık durumu. Türkiye Entomoloji. Bülteni, 4 (1): 47-54.
- Mamay M, İkinci A, Ünlü L, Doğan E. 2014b.

- Infestation rate and host preference of Carob moth [*Apomyelois* (= *Ectomyelois*) *ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)] on different pomegranate cultivars. Turkish Journal of Entomology, 38(1): 101-110.
- Mamay M 2015. Nar Yaprakbiti [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)] 'nin Şanlıurfa ili nar bahçelerindeki bulaşıklık haritası. Türkiye Entomoloji Bülteni, 5 (3): 159-166.
- Mamay M, Ünlü L, Yanık E, Doğramacı M, İkinci A 2016. Efficacy of mating disruption technique against carob moth, *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in Southeast Turkey (Şanlıurfa). International Journal of Pest Management, 62(4), 295-299.
- Mamay M 2021. The influence of calyx removal and fruit bagging on carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), infestation in pomegranate. Crop Protection, 147:105708. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105708>.
- Mani M, Krishnamoorthy A 2000. Biological suppression of mealybugs *Planococcus citri* (Risso) and *Planococcus lilacinus* (Ckll.) on pomegranate in India. Indian Journal of Plant Protection, 28 (2): 187-189.
- Mart C, Altın M 1992. Güneydoğu Anadolu Bölgesi nar alanlarında belirlenen böcek ve akar türleri. Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri 28-31 Ocak, S. 725- 735, Adana, Türkiye
- Mart V, Kılınçer N 1993. Güneydoğu Anadolu Bölgesi narlarında zararlı Harnup güvesi, *Ectomyelois ceratoniae* (Zell.) (Lep.: Pyralidae)'nin populasyon değişimi ve döl sayısı. Türkiye Entomoloji Dergisi, 17 (4): 209-216.
- Mifsud D, Audisio P 2008. The Kateretidae and Nitidulidae of the Maltese Archipelago (Coleoptera). Bulletin of the Entomological Society of Malta, 1: 15-37
- Moawad SS, Hassan SA, Al Barty AM 2011. Enumeration and estimation of insect attack fruits of some cultivars of *Punica granatum*. African Journal of Biotechnology, 10 (19): 3880-3887
- Moghaddam M 2009. Insects of Iran, The List of Coccoidea in the Hayk Mirzayans insect Museum of Iranian Research Institute of Plant Protection. Iranian Research Institute of Plant Protection Insect Taxonomy Research Department, Pub. No. 16
- Mukerjee T 1941. *Arcyophora dentula* Hamps., A new pest of pomegranate. Indian Journal of Entomology, 3 (2): 337
- Nobakht Z, Karimzadeh J, Shakaram J, Jafari S 2015. Identification of parasitoids of *Apomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae) on pomegranate in Isfahan province Journal of Entomology and Zoology Studies, 3 (1): 287-289
- Norouzi A, Talebi AA, Fathipour Y 2008. Development and demographic parameters of the Carob moth *Apomyelois ceratoniae* on four diet regimes. Bulletin of Insectology, 61 (2): 291-297.
- Özbek Çatal B, Çalışkan Keçe AF, Ulusoy MR. 2019. New invasive species in Turkey: *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae). KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 22 (Ek Sayı 1): 109-112
- Öztop A, Kıvradım M, Tepe S 2002. Antalya ili nar üretim alanlarında bulunan zararlılar ile bunların parazitoidlerinin ve predatörlerinin belirlenmesi ve populasyon değişiminin izlenmesi. T.C. Tarım ve Köy işleri Bak. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, Proje no: Bs-99-06-09-130, Sonuç Raporu (Yayımlanmamış), 16 sy.
- Öztop A, Keçeci M, Kıvradım M 2010. Antalya ilinde nar zararlıları üzerinde araştırmalar: Gövde ve dallarda zarar yapanlar. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 27 (1): 12-17.
- Öztürk N, Ulusoy MR, Bayhan E 2005. Doğu Akdeniz Bölgesi nar alanlarında saptanan zararlılar ve doğal düşman türleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 29 (3): 225-235
- Öztürk N, Ulusoy MR 2009. Pests and natural enemies determined in pomegranate orchards in Turkey. Acta Horticulturæ, 818: 277-284.
- Sannino L, Balbiani A, Parenzan P 1986. *Dysgonia algira* L. (Lepidoptera: Noctuidae - Catocalinae) dannosa a melograno (*Punica Granatum* L.). Entomologica, 21:127-139
- Sugimoto S 2011. The taxonomic identity of *Aphis punicae* Shinji, 1922 (Hemiptera: Aphididae). Entomological Science, 14(1): 68-74.
- Suroshe SS, Sharma J, Singh NV, Pal RK 2016. New report of insect pests and their natural enemies in pomegranate. Indian Journal of Horticulture, 73 (3): 445-448
- Tozlu G, Özbek H 2000. Erzurum, Erzincan, Artvin ve Kars illeri Buprestidae (Coleoptera) Familyası Türleri Üzerinde Faunistik ve Taksonomik Çalışmalar II. Sphenopterinae, Chalcophorinae, Chrysobothrinae, Agrilinae, Cyliindromorphinae ve Trachyinae. Türkiye Entomoloji Dergisi, 24 (Ek sayı): 79-103
- TURKSTAT, 2020. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Ünal M 2018. Tettigoniinae (Orthoptera: Tettigoniidae) from Turkey with key to genera and descriptions of six new species, Zootaxa, 4432(1):1
- Wohlfarter M, Giliomee JH, Venter E 2010. A Survey of the Arthropod Pests Associated with Commercial Pomegranates, *Punica granatum* (Lythraceae), in South Africa. African Entomology, 18 (1): 192-199.
- Yıldırım EM, Başpınar H 2011. Aydın ili nar bahçelerinde saptanan zararlı ve predatör türler, yayılışı, zararlı türlerden önemlilerinin populasyon değişimi ve zararı. Türkiye Entomoloji Bülteni, 1 (3): 169-179

Yıldırım EM, Başpınar H 2015. The Population Fluctuations of Carob Moth, *Apomyelois ceratoniae* (Zell.) (Lepidoptera: Pyralidae) and Honeydew Moth *Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Lepidoptera: Pyralidae), and Investigation on Their Damage and Natural Enemies on

Pomegranate in West Aegean Region of Turkey. *Agriculture & Food*, 3 (1): 186-192.
Zarei M, Azizi M, Zeinolabedin BS 2011. Evaluation of Physicochemical Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit during Ripening. *Fruits*, 66: 121-129.

Ümitvar Hibrit Patlıcan Anaçlarının (*Solanum melongena* X *Solanum aethiopicum*) Aşılı Patlıcan Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkileri

H. Şeyma SARIBAŞ¹, Ahmet BALKAYA², Dilek KANDEMİR³, Ahmet SEÇİM⁴

^{1,3}Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, 55100, Samsun, Türkiye, ²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye, ⁴Genetika Tohum Tarım San. ve Tic. Ltd. Şti., 07119, Antalya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-7290-2749>, ²<https://orcid.org/0000-0001-9114-615X>, ³<https://orcid.org/0000-0002-3097-3394>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-2846-6577>

✉: seyma.saribas@omu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada; patlıcan anaç ıslah programı kapsamında geliştirilen patlıcan anaçlarının (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*), açık tarla ve örtüaltı aşılı patlıcan yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırmada, 8 adet hibrit ümitvar patlıcan anaç aday ile kontrol olarak 3 ticari F1 hibrit anaç çeşidi (Hawk, Köksal, AGR-703) ve aşısız Karabey F1 patlıcan çeşidi kullanılmıştır. Tüm anaçlar, Karabey F1 patlıcan çeşidi ile aşılanmıştır. Denemeler, Samsun lokasyonunda açıkta tarla ve Antalya lokasyonunda ise plastik serada olmak üzere iki lokasyonda gerçekleştirilmiştir. Her iki lokasyonda da hasat edilen meyvelerde; meyve boyu (cm), meyve eni (cm), meyve şekil indeksi, meyve et ve kabuk rengi ve meyve eti sertliği özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, meyve sayısı/bitki, toplam meyve ağırlığı/bitki (kg bitki⁻¹), ortalama meyve ağırlığı (g), toplam verim (kg da⁻¹) değerleri de tespit edilmiştir pazarlanabilir toplam verim (kg da⁻¹). Samsun'da açık tarla yetiştiriciliğinde dekara en yüksek verim değerleri sırasıyla RS-2 (5624.0±406.8 kg da⁻¹), RS-1 (5500.4±497.8 kg da⁻¹), RS-6 (5403.7±203.3 kg da⁻¹) ve RS-8 (5190.3±139.8 kg da⁻¹) anaçlarıyla aşılı patlıcan bitkilerinden elde edilmiştir. Antalya'da örtüaltı patlıcan yetiştiriciliğinde dekara verim değerleri, 7161.6±446.4 ile 12956.8±592.1 kg arasında değişmiştir. En yüksek verim değerleri, sırasıyla RS-8/K (12956.8±592.1 kg da⁻¹), RS-7/K (11447.6±1174.2 kg da⁻¹), Köksal/K (11329.7±813.6 kg da⁻¹) ve RS-2/K (11010.2±1154.1 kg da⁻¹) aşılı bitkilerden elde edilmiştir. Araştırma sonucunda; her iki lokasyonda incelenen özellikler yönünden üstün performans gösteren 4 anaç (RS-1, RS-2, RS-6, RS-8) çeşit aday olarak belirlenmiştir. Seçilen yerli patlıcan anaçlarının Standart Tohumluk Kayıt (STK) başvurularının ve tohum üretimlerinin yapılması planlanmaktadır.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 20.05.2021

Kabul Tarihi : 05.08.2021

Anahtar Kelimeler

Hibrit anaç
Aşılı fide
Patlıcan
Verim
Kalite

Determination of the Effects of Promising Hybrid Eggplant Rootstocks (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) on Yield and Quality in Grafted Eggplant Growing

ABSTRACT

In this study, the effects of eggplant rootstocks (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) developed within the scope of the eggplant rootstock breeding program on yield and quality of grafted eggplant in open field and greenhouse were examined. For this purpose, 8 hybrid promising eggplant rootstock candidates and 3 commercial F1 hybrid rootstock varieties (Hawk, Köksal, AGR-703) and a nongrafted Karabey F1 eggplant variety were used. All rootstocks grafted with Karabey F1 (K) eggplant variety. Trials were carried out in two locations: in the open field in Samsun, Turkey and in greenhouse in Antalya, Turkey. In both locations, fruit length (cm), fruit width (cm), fruit shape index, fruit color and flesh color and flesh firmness were examined. In addition, fruit number / plant, total fruit weight / plant (kg plant⁻¹), average fruit weight (g), total yield (kg da⁻¹) values were also determined. The highest yield values in

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 20.05.2021

Accepted : 05.08.2021

Keywords

Hibrit rootstock
Grafted seedling
Eggplant
Yield
Quality

open field cultivation in Samsun were obtained from the eggplants grafted with RS-2 (5624.0±406.8 kg da⁻¹), RS-1 (5500.4±497.8 kg da⁻¹), RS-6 (5403.7±203.3 kg da⁻¹) and RS-8 (5190.3±139.8 kg da⁻¹) rootstocks. Yield values per acre varied between 7161.6±446.4-12956.8±592.kg in greenhouse eggplant cultivation in Antalya. The highest yield values were obtained from RS-8 / K (12956.8±592.1 kg da⁻¹), RS-7 / K (11447.6±1174.2 kg da⁻¹), Köksal / K (11329.7±813.6 kg da⁻¹) and RS-2 / K (11010.2±1154.1 kg da⁻¹) plants. As a result, four rootstocks (RS-1, RS-2, RS-6, RS-8) that show superior performance in terms of yield and quality parameters in both locations have been determined as candidate varieties. It is planned to make Standard Seed Registration (NGO) applications and seed production of selected local eggplant rootstocks.

Atıf İçin: Sarıbaş HŞ, Balkaya A, Kandemir D, Seçim A 2022. Ümitvar Hibrit Patlıcan Anaçlarının (*Solanum melongena* X *Solanum aethiopicum*) Aşılı Patlıcan Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 687-697. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.939530>.

To Cite Sarıbaş HŞ, Balkaya A, Kandemir D, Seçim A 2022. Determination of the Effects of Promising Hybrid Eggplant Rootstocks (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) on Yield and Quality in Grafted Eggplant Growing. KSU J. Agric Nat 25 (4): 687-697. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.939530>

GİRİŞ

Solanaceae familyasında yer alan patlıcan, dünyada toplam 55.197 milyon tonluk üretim değeriyle patates ve domatesten sonra en önemli üçüncü sebze türüdür (FAO 2019). TÜİK (2020) verilerine göre Türkiye'nin toplam patlıcan üretim miktarı, 835.422 tona ulaşmıştır. Önemli bir patlıcan üretim potansiyeline sahip olmasına rağmen, Türkiye patlıcan yetiştiriciliğinde verim unsurları yönünden (ortalama 3.4 t da⁻¹, Dünya'da 17. sırada) istenilen düzeyde değildir. Türkiye'de gerek açıkta ve gerekse örtüaltı patlıcan yetiştiriciliğinde toprak kökenli hastalıklar ve nematodlar, ekonomik anlamda önemli düzeylerde verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Karağannidis ve ark., 2002; Katı ve Mennan, 2006; Ögüt, 2008; Kandemir ve ark., 2016; Sarıbaş ve ark., 2019). Sebze yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlılarla mücadele etmek amacı ile ekim nöbeti, hastalıktan ari tohum, fide, ortam, alet ve ekipmanların kullanılması gibi yöntemler denenmiş ancak istenilen düzeyde başarı sağlanamamıştır. Bu nedenle, sebze yetiştiriciliğinde hastalıklara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ya da aşılı sebze fidesi kullanılmasının en etkili, pratik ve ekonomik yöntem olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Chen ve ark., 2010; Balkaya, 2014; Karabulut ve ark., 2018). Patlıcan çeşitlerinin birçoğunda, *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluğu gibi toprak kaynaklı hastalıklar ile özellikle kök-ur nematoduna dayanıklılık özellikleri bulunmamaktadır. Bu nedenle, yetiştiricilikte aşılı patlıcan fidesi kullanımı daha büyük bir önem taşımaktadır (Balkaya ve ark., 2015; Koral ve Türkteş, 2018). Türkiye'de aşılı sebze fidesi üretim miktarı ve bu fidelerin üreticiler tarafından kullanımı her geçen gün artmaktadır. Ancak anaç çeşit ıslahı konusunda yapılan araştırmalar ve yürütülen ıslah programları mevcut talebi henüz karşılayamamaktadır. Aşılı sebze fidesi

üretiminde biyotik ve abiyotik stres koşullarına tolerant, meyve kalitesini olumsuz yönde etkilemeyen ve verim unsurlarının artırılmasına yönelik olarak yerli anaç çeşit ıslahı programlarının sayısının ve kapsamının artırılması gereklidir. Türkiye için önemli bir sebze türü olan patlıcanda aşılı fide üretimi için anaç geliştirme ve ıslahına yönelik olarak üniversite, araştırma enstitüleri ve özel sektör iş birliğiyle yürütülecek olan anaç ıslahı programlarının daha fazla artırılmasına ihtiyaç vardır.

Aşılama; bitkisel üretimde yaygın olarak kullanılan özel bitki kısımlarının uygun tekniklerle birleştirilerek tek bir bitki olarak yaşamalarını sağlayan vejetatif çoğaltım yöntemidir (Yetişir ve ark., 2004; Lee ve ark., 2010). Aşılı bitkilerde bitkinin toprak üstünde kalan kısmı kalem olarak adlandırılırken, kök kısmı anaç olarak adlandırılmaktadır. Aşılama yöntemi genellikle meyvecilikte aşılı meyve fidanı üretiminde yoğun olarak tercih edilmiş olsa da günümüzde sebzeceilikte meyvesi yenen türlerde özellikle *Solanaceae* (domates, patlıcan ve biber) ve *Cucurbitaceae* (karpuz, hıyar ve kavun) familyasına ait sebzelerde kullanılmaktadır (Yetişir ve ark., 2004; Karaağaç ve Balkaya, 2013; Kandemir ve ark., 2016; Sarıbaş ve ark., 2019). Aşılı fide kullanılarak yapılan sebze yetiştiriciliğinde verim değerleri; toprak kökenli hastalık ve zararlılara dayanıklılık, bitki büyüme gücü ve fotosentetik aktivitenin artmasından dolayı önemli ölçüde artışlar göstermektedir (Lee ve Oda, 2003; Yetişir ve ark., 2004). Bu nedenle Türkiye'de ve dünyada patlıcan yetiştiriciliğinde, toprak kökenli etmenler ile hastalık ve zararlıların hasar oluşturmadığı alanlarda bile günümüzde aşılı fide kullanımı oldukça yaygın hale gelmeye başlamıştır. Türkiye'de yaklaşık 146 milyon adet aşılı fide üretimi yapılmakta, bu üretim miktarı içerisinde 68 milyon adet ile karpuz ilk sırada yer almaktadır. Bu üretim

miktarını sırasıyla yaklaşık 54 milyon adet ile domates, yine yaklaşık 12 milyon adet ile patlıcan türleri izlemektedir (Tüzel ve ark., 2020).

Patlıcan yetiştiriciliğinde aşılı fide kullanımının verim üzerine etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların önemli bir kısmında verim artışlarının olduğu tespit edilmiştir (Yarşi ve Rad, 2004; Gisbert ve ark., 2011; Moncada ve ark., 2013; Kıran ve ark., 2017). Rahman ve ark., (2002), *Solanum torvum* ile *Solanum sisymbriifolium* anaçları üzerine 3 farklı patlıcan çeşidini aşılı olarak elde ettikleri aşılı bitkilerin aşısız bitkilere göre daha yüksek verim değerlerine sahip olduklarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, en yüksek verim değerinin (36.05 ton ha⁻¹) *S. torvum* anacı üzerine aşılı Sufala patlıcan çeşidinden elde edildiğini bildirmişlerdir. Yarşi ve Rad (2004), Vigomax F₁ anacı üzerine Faselis F₁ patlıcan çeşidini aşılı olarak ve araştırma sonucunda; aşılı bitkilerde (5.93 kg m⁻²), kontrol bitkilerine (3.35 kg m⁻²) göre verimde % 77 oranında artış olduğunu saptamışlardır. Passam ve ark., (2005), Delica patlıcan çeşidinde meyve özellikleri ve verim unsurları üzerine aşılamanın etkilerini araştırdıkları çalışmada; vejetatif büyüme ve meyve veriminin domates anaçları (cv. 515 ve 516) ile aşılama bitkilerde, aşısız bitkilere oranla daha yüksek olduğunu, verim farkının temelde, domates anaçlarına aşılama bitkilerden toplanan meyvelerin daha büyük ve meyve sayısının daha fazla olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Gisbert ve ark., (2011) ise patlıcanda anaç kullanımı ile aşılı patlıcan yetiştiriciliğinde dekara verim değerinin % 28 oranında artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Aşılı patlıcan yetiştiriciliğinde meyvede arzu edilen yüksek kalite ve erkenciliğin sağlanması için doğru anaç-kalem seçimi ve kültürel işlemlerin en uygun düzeyde gerçekleştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır (Kandemir ve ark., 2016; Kıran ve ark., 2017). Aşılı patlıcan fidelerinin sera ve tarla şartlarında verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri konusunda yapılan diğer bir çalışmada, aşılı bitkilerden hasat edilen patlıcan meyvelerinde daha az çekirdek oluşumunun meydana geldiği bildirilmiştir (Khah, 2011).

Moncada ve ark., (2013), *S. torvum* anacı üzerine aşılama ve aşılama Bitgah, Kara Zil, Kara Ay ve Longo çeşitlerini verim ve kalitesi yönünden değerlendirmişlerdir. Aşılı bitkilerde ölüm oranının düşük olduğu, meyve verim ve kalitesinin ise çeşitlerden etkilendiğini bildirmişlerdir. Doltu ve Bogoescu, (2014), Romanya'da yürüttükleri çalışmada 'Luiza' ve 'Rodica' çeşitleri ile 'Andra F₁' çeşidini kalem; 'Hikyaku', 'Espina', 'Arazy (500294)' çeşitlerini ise anaç olarak kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, patlıcanın karakteristik özelliklerinin aşılama değişen düzeylerde etkilendiği bildirilmiştir. Sabatino ve ark. (2018) patlıcan

anaçları geliştirmeye yönelik olarak iki sezon boyunca yürütmüş oldukları çalışmada, farklı anaçlar üzerine aşılama Bitgah F₁'in çeşidini bitki kuvveti, verim ve meyve kalitesi yönünden incelemişlerdir. Farklı anaçlar üzerine aşılama Bitgah çeşidinin büyüme gücünün kayda değer oranda yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışma ile Türkiye'de Üniversite ve Özel sektör iş birliğiyle gerçekleştirilen patlıcan anaç ıslahı programı sonucunda geliştirilen ilk yerli patlıcan anaçlarının açık tarla ve örtüaltı aşılı patlıcan yetiştiriciliğinde verim ve meyve kalite unsurları üzerine olan etkilerinin ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışma 2016 yılı ilkbahar döneminde Samsun'da tarla koşullarında ve sonbahar döneminde ise Antalya'da örtüaltında olmak üzere iki lokasyonda gerçekleştirilmiştir. Denemeler Samsun lokasyonunda, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama sitesinde yer alan deneme arazisinde ve Antalya lokasyonunda ise Genetika Tohumculuk Tarım Sanayi ve Tic. Ltd. Şti. firmasına ait üretim seralarında yürütülmüştür.

Araştırmada 0832.STZ.2014 no'lu SAN-TEZ (TÜBİTAK TEYDEB 112D039) projesi kapsamında geliştirilmiş olan ve bazı hastalıklar ile (*F. oxysporum* f. sp. *melongenae*, *Verticillium dahlia*) kök ur nematoduna (*Meloidogyne incognita*) dayanıklılık yönünden öne çıkan, hipokotil özellikleri iyi, aşı tutma oranı ve köklenme düzeyi yüksek olan üstün anaç özelliklerine sahip 8 adet türler arası melez (*S. melongena* x *S. aethiopicum*) patlıcan anacı kullanılmıştır (Balkaya ve ark., 2016). Çalışmada anaçların performanslarının karşılaştırılabilmesi için Türkiye'de aşılı patlıcan fidesi üretiminde yaygın olarak kullanılan AGR-703 F₁, Köksal F₁ ve Hawk F₁ ticari patlıcan anaçları yer almıştır. Aşılı fidelerin eldesinde kalem (K) olarak Karabey F₁ çeşidi kullanılmıştır. Ayrıca denemede kontrol uygulaması olarak aşısız Karabey F₁ çeşidine ait bitkiler de yer almıştır.

Samsun İlinde aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerinin tarla koşullarında verim ve meyve kalite performanslarının belirlenmesi

Anaçlara ait tohumların ekimi 08.04.2016 tarihinde, kaleme ait tohumların ekimi ise 15.04. 2016 tarihinde Kayaburnu Fide işletmesinde torf:perlit (2:1, v:v) karışımının bulunduğu viyollere yapılmıştır. Patlıcan anaç adaylarında aşılama işlemi, fidelikte 10.05.2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Aşılı fidelerin eldesinde tüp aşı yöntemi kullanılmıştır (Yetişir ve ark., 2004). Aşılama işleminden sonra patlıcan fideleri, Kayaburnu fidelikte bulunan yoğun bakım ünitesinde (25 °C sıcaklık ve % 85 oransal nem içeren ortamda)

10 gün süre ile bekletilmiştir. Daha sonra aşıllı bitkiler, kademeli olarak alıştırma seralarına alınmıştır. Samsun lokasyonunda; Karabey F₁ patlıcan çeşidi ile aşılanmış olan fideler ile aşısız fideler 24.05.2016 tarihinde tesadüf blokları deneme desenine göre her tekerrürde 8 bitki olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak hazırlanan masuralara çift sıra dikim sistemine göre (60 x 80 x 120 cm) dikilmiştir. Hasat işlemleri, anaç kalem kombinasyonlarının olgunlaşmalarına bağlı olarak kademeli olarak yürütülmüştür. Aşıllı patlıcan bitkilerinde hasat işlemine 12.07.2016 tarihinde başlanmış ve 13 defa hasat işlemi yapılmıştır. Verim denemesi, 27.10.2016 tarihinde sonlandırılmıştır.

Antalya İlinde aşıllı ve aşısız patlıcan bitkilerinin örtüaltı koşullarında verim ve meyve kalite performanslarının belirlenmesi

Anaçlara ait tohumların ekimi 18.07.2016 tarihinde, kaleme ait tohumların ekimi ise 25.07.2016 tarihinde Kayaburnu Fide işletmesinde torf:perlit (2:1, v:v) karışımının bulunduğu viyollere yapılmıştır. Patlıcan anaçlarında aşılama işlemi, 22.08.2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Fideler, 05.09.2016 tarihinde firmanın Antalya'daki üretim serasına tesadüf blokları deneme desenine göre her tekerrürde 8 bitki olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak çift sıra dikim sistemine göre (60 x 100 x 150 cm) dikilmiştir.

Antalya İlinde firma üretim serasında kurulan denemede hasat işlemine 11.11.2016 tarihinde başlanmıştır. Hasat işlemleri, anaç/kalem kombinasyonlarının olgunlaşmalarına bağlı olarak kademeli olarak yapılmıştır. Özellikle, örtüaltında Aralık ve Ocak aylarının çok soğuk geçmesi ve ısıtma yapılmaması meyvelerin olgunlaşmasını yavaşlatmış ve bu durum hasat aralıklarının uzamasına neden olmuştur. Şubat ayından itibaren artan sıcaklıklar ve bitki besleme programıyla yapılan gübrelemeler sonucunda verimlilik değerleri tekrar artmaya başlamıştır. Hasat işlemi kademeli olarak 13 defa yapılmış ve verim denemesi, 28.04.2017 tarihinde sonlandırılmıştır.

Her iki lokasyonda bakım işlemleri Çetinkaya ve ark (2009)'na göre yapılmıştır. Damla sulama sistemi ile sulama yapılmıştır. Bitkilerde herhangi bir hastalık veya zararlı etmeni görülmemiştir.

Patlıcan anaçlarının, kalemin (çeşit) verim ve kalite unsurları üzerine olan etkilerinin saptanması amacıyla incelenen parametreler aşağıda verilmiştir:

Meyve kalite özellikleri

a. Ortalama meyve boyu (cm): Her anaç/kalem kombinasyonunda hasat edilen tüm meyvelerde, cetvel yardımıyla sapsız meyve uzunlukları ölçülüp, ortalamaları alınmıştır.

b. Ortalama meyve eni (cm): Meyve uzunluğu alınan

meyvelerin eni, meyvenin tam orta kısmından dijital kumpas yardımıyla ölçülüp, ortalamaları alınmıştır.

c. Meyve şekil indeksi: Her anaç/kalem kombinasyonunda hasat edilen meyvelerin boy/en değerleri hesaplanarak meyve şekil indeksi katsayıları belirlenmiştir.

d. Meyve et rengi: Minolta CR-410 tristimulus dijital renk ölçer aleti kullanılarak meyve etinin 3 farklı bölgesinde (meyvenin enine kesitinin iki uç noktasında ve ortasında olmak üzere) belirlenmiştir. Renk ölçümü CIE L*a*b* renk sınıflandırma sistemine göre yapılmıştır.

e. Meyve kabuk rengi: Meyve et rengi ölçümlerine benzer şekilde yapılmıştır.

f. Meyve eti sertliği: Meyve eti sertliği, penetrometre ile her bir genotipten 9'ar meyvede, meyve etinde (orta kısım) üç ayrı noktada yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Meyve eti sertliğinin tespit edilmesinde 5.0–50.0 N cm⁻² (1 N cm⁻²=0.102 kg cm⁻²) arası okuma yapılabilen 8.0 mm uca sahip penetrometre kullanılmıştır. Ölçümlerde penetrometre ucunun, meyve eti eksenine dik olarak ve sabit bir hızla girmesine özen gösterilmiştir.

Verim Özellikleri

a. Meyve sayısı (adet/bitki): Hasat döneminde her bitkiden hasat edilen toplam meyve sayısı sayılmıştır.

b. Toplam meyve ağırlığı (kg/bitki): Hasat döneminde her bitkiden hasat edilen tüm meyvelerin toplam ağırlığının ortalaması alınmıştır.

c. Ortalama meyve ağırlığı (g): Hasat döneminde her bitkiden hasat edilen tüm meyvelerin toplam ağırlığının, meyve sayısına oranlanması ile elde edilmiştir.

d. Toplam verim (kg da⁻¹): Her hasatta parsellerden alınan verimler birleştirilerek toplam verim tespit edilmiştir.

e) Toplam verim (kg da⁻¹): Her hasatta parsellerden alınan pazarlanabilir verimler birleştirilerek toplam verim tespit edilmiştir.

Tesadüf blokları deneme desenine göre elde edilen tek faktörlü lokasyon verileri, birbirinden bağımsız ele alınarak JMP 5.01 istatistik programında tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabii tutulmuş ve F testi sonucu önemli bulunarlarda Duncan çoklu karşılaştırma sistemine göre gruplandırılmaları yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Aşıllı ve aşısız patlıcan bitkilerinin tarla yetiştiriciliğinde verim ve kalite performanslarının belirlenmesi

Sebzelerde biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanım, erkencilik, verim ve meyve kalitesi gibi parametreler aşılama kullanılan anacın

özelliklerine göre belirgin farklılıklar göstermektedir (Sabatino ve ark., 2019). Araştırmada aşılı patlıcan bitkilerinde dekara verim değerleri, 4241.8±257.1 kg ile 5624.1±406.8 kg arasında değişmiştir. En yüksek verim değerleri, sırasıyla RS-2 (5624.1±406.8 kg da⁻¹), RS-1 (5500.4±497.8 kg da⁻¹), RS-6 (5403.7±203.3 kg da⁻¹) ve RS-8 (5190.3±139.8 kg da⁻¹) anaçlarıyla aşılı patlıcan bitkilerinden elde edilmiştir. AGR703/Karabey kombinasyonunda dekara verim değeri, 4461.7±305.6 kg ve Köksal/Karabey kombinasyonunda ise 4208.1±91.1 kg olarak bulunmuştur. Çalışmada, aşısız Karabey çeşidinde verim değeri tüm aşılı kombinasyonlara göre daha düşük (3711.1±545.2 kg da⁻¹) olmuştur (Çizelge 1). Ayrıca, araştırma sonuçları patlıcan anaç adaylarının verim performanslarının ticari anaçlardan belirgin düzeyde fazla olduğunu ve dekara yaklaşık 1000 kg'ın üzerinde verim artışı sağlandığını göstermiştir. Khah (2011); aşılı patlıcan fidelerinin sera ve tarla şartlarında aşılı bitkilerin kontrol bitkilerine göre verim ve erkencilik yönünden üstünlük sağladığını bildirmiştir. Belirtilen bulgular bu araştırma sonuçlarını destekler nitelikte olmuştur.

Araştırmada, bitki başına meyve sayısı yönünden aşılı tüm kombinasyonların (RS-4 anacı dışında), aşısız patlıcan uygulamasına göre daha yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. Bu açıdan en düşük değeri 13.9±1.7 ile RS-4 anacı vermiştir. Yine RS-4 anacı hariç patlıcan anaç adaylarının tümünde, ticari anaç adaylarına göre daha fazla meyve sayısı elde edilmiştir (Çizelge 1). Aşısız Karabey çeşidinde ise bitki başına ortalama 16.3±1.4 adet meyve hasat edilmiştir. Gisbert ve ark., (2011); *S. melongena* ile *S. aethiopicum* (SM x SA) türler arası melez anaçlar

üzerine, Black Beauty patlıcan çeşidinin aşılınması sonucunda, aşılı bitkilerde bitki başına meyve sayısını 15.0 adet olarak tespit etmişlerdir. Aşısız patlıcan bitkilerinde ise bu değer, 11.6 adet olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda en yüksek meyve sayısı değerleri, RS-1 (22.3±1.1 adet), RS-8 (21.3±1.8 adet) ve RS-6 (21.2±0.9 adet) anaçları ile aşılı kombinasyonlardan elde edilmiştir. Bu sonuçlar, ümitvar patlıcan anaç adaylarının doğru kalem (çeşit) ile aşılandığında piyasadaki mevcut rakiplerinden daha iyi verim performansı ortaya koyabileceğinin önemli bir göstergesidir.

Ortalama meyve ağırlığı değerleri, patlıcan anaçlarına göre değişkenlik göstermiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek meyve ağırlığı değerleri; RS-4 (203.9±16.7 g), RS-2 (181.4±12.1 g) ve RS-6 (169.9±19.7 g) anaçlarından elde edilmiştir. Bu değerler, aşısız kontrol çeşitlerden daha yüksek olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Yapılan değerlendirme sonucunda, aşısız patlıcan bitkilerine göre aşı uygulamasının ortalama meyve ağırlığını artırdığı saptanmıştır. Talhouni (2016), patlıcangiller ve kabakgiller familyasında aşılamanın genellikle ortalama meyve ağırlığını ve büyüklüğünü olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Moncada ve ark., (2013), *S. torvum* anacı üzerine aşılı dört farklı patlıcan çeşidinde, çeşitlere göre değişmekle birlikte aşılı bitkilerde aşısız kontrol bitkilerine oranla ortalama meyve ağırlığının ve meyve boyutlarının arttığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde Passam ve ark., (2005), patlıcanda aşı uygulamasının meyve büyüklüğünü ve meyve sayısını artırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Samsun lokasyonunda farklı anaçlarla aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerinde verim unsurlarına ait sonuçlar
Table 1. Results of yield components of grafted and non-grafted eggplant plants in Samsun location

Anaç/Kalem Rootstock/Scion	Bitki Başına Toplam Meyve Ağırlığı (kg) Total Fruit Weight per Plant (kg)	Verim (kg da ⁻¹) Yield (kg da ⁻¹)	Bitki Başına Meyve Sayısı Fruit Number per Plant	Ortalama Meyve Ağırlığı (g) Average Fruit Weight (g)
RS-1 /K	3.7±0.5 ab*	5500.4±497.8 a	22.3±1.1 a	164.7±12.2 bc
RS-2/K	3.8±0.2 a	5624.1±406.8 a	20.7±1.1 ab	181.4±12.1 ab
RS-3/K	3.2±0.5 a-c	4819.3±257.0 bc	20.3±0.9 ab	158.5±9.6 bc
RS-4/K	2.8±0.5 bc	4241.8±257.1 cd	13.9±1.7 e	203.9±16.7 a
RS-5/K	3.0±0.4 a-c	4520.2±303.3 c	18.0±0.7 cd	167.4±7.6 bc
RS-6/K	3.6±0.4 ab	5403.7±203.3 a	21.2±0.9 ab	169.9±19.7 bc
RS-7/K	3.1±0.4 a-c	4670.3±258.0 bc	19.1±0.5 bc	162.7±18.2 bc
RS-8/K	3.5±0.3 ab	5190.3±139.8 ab	21.3±1.8 ab	162.7±4.3 bc
Agr-703/K	3.0±0.8 a-c	4461.7±305.6 c	17.5±0.7 cd	170.3±21.0 bc
Köksal/K	2.8±0.5 bc	4208.1±91.1 cd	17.8±0.9 cd	157.6±21.3 bc
Karabey	2.5±0.2 c	3711.1±545.2 d	16.3±1.4 d	151.5±14.1 c
P	<0.05	<0.01	<0.01	<0.05

* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Literatürlerde aşılı patlıcanda meyve kalite özelliklerinin kullanılan anaç x çeşit kombinasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterebileceği bildirilmiştir. Bunlardan bir kısmı sebze yetiştiriciliğinde

kullanılan aşı uygulamalarının meyve kalitesine olumlu yönde etkilediğini (Davis ve ark., 2008; Proietti ve ark., 2008); diğer bazı araştırmacılar ise aşılamanın meyve kalite özellikleri üzerine olumlu

veya olumsuz yönde belirgin bir şekilde etkisinin olmadığını bildirmişlerdir (Lee, 1994; Nisini ve ark., 2002; Sabatino ve ark., 2019; Mozafarian ve Kappel, 2020). Meyve boyu bakımından yapılan incelemelerde anaç kalem kombinasyonları arasında istatistiksel olarak çok önemli düzeyde fark olduğu ortaya konmuştur. En yüksek meyve boyu değeri Köksal/K (19.58±0.72) anaç/kalem kombinasyonundan elde

edildiği ortaya konmuştur. En düşük meyve boyu değeri ise RS-2/K (14.33±0.51) ve RS-8/K (14.67±0.62) anaç kalem kombinasyonlarında saptanmıştır.

Araştırmada anaç kalem kombinasyonları arasında meyve eni ve meyve şekil indeksi değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak bir fark olmadığı ortaya konmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı anaçlarla aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerinde bazı meyve özelliklerine ait sonuçlar
Table 2. Results of some fruit characteristics in grafted and non-grafted eggplant plants

Anaç/Kalem	Meyve Boyu (cm)	Meyve Eni (cm)	Meyve Şekil İndeksi
RS-1/K	15.67±1.01 bc*	5.33±0.53	2.95±0.15
RS-2/K	14.33±0.51 c	5.42±0.17	2.64±0.03
RS-3/K	15.42±0.51 bc	6.15±0.42	2.52±0.23
RS-4/K	15.67±0.59 bc	5.79±0.47	2.73±0.26
RS-5/K	15.42±1.50 bc	5.66±0.66	2.80±0.63
RS-6/K	17.77±0.21 ab	5.75±0.63	3.12±0.29
RS-7/K	16.08±2.20 bc	5.71±0.70	2.85±0.50
RS-8/K	14.67±0.62 c	5.96±0.15	2.46±0.04
Agr-703/K	15.50±0.89 bc	5.30±0.27	2.94±0.33
Köksal/K	19.58±0.72 a	5.40±0.54	3.65±0.27
Karabey	15.58±1.74 bc	5.15±0.45	3.07±0.55
P	<0.01	ÖD	ÖD

* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur. ÖD: Önemli değil

Tüm anaç/kalem kombinasyonuna ait patlıcan meyveleri, kabuk rengi bileşenlerini detaylı olarak ortaya koyan sayısal renk parametreleri yönünden incelendiğinde; patlıcan genotipleri arasında belirgin ton farklılıklarının olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). "L" değerleri bakımından yapılan incelemede RS-1/K, RS-5/K, RS-6/K, RS-8/K ve Köksal/K kombinasyonlarının sırasıyla 29.08±1.26, 28.21±0.94, 28.12±1.04, 28.60±0.89 ve 28.15±0.93 ile diğer kombinasyonlardan daha parlak oldukları saptanmıştır.

Meyve et rengi bileşenlerini detaylı ortaya koyan sayısal renk parametreleri incelendiğinde; "L" değerleri bakımından istatistiksel olarak fark olmadığı ortaya konmuştur. Çalışmada; "a" değeri yönünden incelenen kombinasyonlar arasında, RS-6/K ve RS-3/K kombinasyonu en yüksek (-5.6±0.3), RS-2/K ise en düşük "a" değerine (-4.5±0.3) sahip olmuştur (Çizelge 3).

Meyve eti sertliği bakımından yapılan incelemelerde, farklı anaç/kalem kombinasyonlarına ait meyvelerde aşılamanın etkisinin istatistiksel olarak önemsiz düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Literatürde aşılamanın meyve eti sertliği üzerine etkisinin önemsiz düzeyde olduğu (Huitron ve ark., 2007; Karaca ve ark., 2012; Sabatino ve ark., 2019) ya da bu etkinin kullanılan anaca bağlı olarak değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Yamasaki ve ark., 1994; Yetişir ve ark., 2003; Davis ve Perkins-Veazie, 2005; Bruton ve ark., 2009; Mozafarian ve Kappel, 2020). Araştırma sonuçları, literatürlerle uyum içerisindedir. Bu sonuçların aksine bazı çalışmalar ise

aşılamanın meyve eti sertliğini artırdığını göstermiştir (Roberts ve ark., 2005; Taylor ve ark., 2006; Huitrón-Ramírez ve ark., 2009).

Aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerinin örtüaltı yetiştiriciliğinde verim ve kalite performanslarının belirlenmesi

Aşılı patlıcan kombinasyonlarında dekara verim değerleri, 7161.6±446.4 kg-12956.8±592.1 kg arasında değişmiştir. En yüksek verim değerleri, sırasıyla RS-8/K (12956.8±592.1 kg da⁻¹), RS-7/K (11447.6±1174.2 kg da⁻¹), Köksal/K (11329.7±813.6 kg da⁻¹) ve RS-2/K (11010.2±1154.1 kg da⁻¹) aşılı bitkilerden elde edilmiştir. AGR703/Karabey kombinasyonunda dekara verim değeri, 10412.7±170.5 kg olarak belirlenmiştir. Yarşi ve Rad (2004); Vigomax F1 anacı ile Faselis F1 patlıcan çeşidini aşılı olarak serada aşılı bitkilerde, kontrol bitkilerine göre verimde % 77 oranında artış sağlandığını bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları aşısız Karabey çeşidinde verim değerinin tüm aşılı kombinasyonlardan (RS-5/K hariç) daha düşük (8164.5±317.0 kg da⁻¹) olduğunu göstermiştir (Çizelge 4).

Araştırma sonuçları, türler arası melez patlıcan anaçları üzerine yapılan aşılamanın daha önce yapılmış olan çalışmalarla uyum içerisinde olduğunu ve erkencilik sağlaması, toplam verim miktarını artırması gibi avantajlara sahip olması nedeniyle patlıcan üretiminde olumlu yönde etkiler sağlandığını göstermiştir (Rahman ve ark., 2002; Yarşi ve Rad, 2004; Gisbert ve ark., 2011; Khah 2011; Doltu ve Bogoescu, 2014).

Çizelge 3. Aşılı ve aşısız patlıcan meyvelerinde meyve et ve kabuk rengi ile meyve eti sertliği ($N\ cm^{-2}$) değerleri
Table 3. Fruit flesh and fruit rind color and fruit flesh hardness ($N\ cm^{-2}$) of grafted and non-grafted eggplant fruits

Anaç / Kalem <i>Rootstock / Scion</i>	Meyve Kabuk Rengi <i>Fruit Rind Color</i>			Meyve Et Rengi <i>Fruit Flesh Color</i>			Meyve Eti Sertliği ($N\ cm^{-2}$) <i>Fruit Hardness ($N\ cm^{-2}$)</i>
	L	a	b	L	a	b	
RS-1/K	29.08±1.26 a*	7.38±1.40	-2.75±0.29	87.1±0.5	-5.1±0.4 a-c	15.2±1.5 ab	4.1±0.7
RS-2/K	27.19±1.06 c	6.60±1.13	-2.59±0.49	87.1±0.4	-4.5±0.3 a	12.4±0.6 d	5.0±1.0
RS-3/K	27.51±1.33 c	6.20±0.80	-3.37±0.91	86.5±1.5	-5.6±0.5 c	15.6±0.9 ab	6.5±0.3
RS-4/K	27.11±1.50 c	6.60±1.89	-1.76±3.99	86.8±0.9	-4.9±0.5 ab	12.7±0.9 cd	5.1±1.3
RS-5/K	28.21±0.94 ab	6.75±1.83	-1.83±0.57	87.5±1.0	-5.0±0.2 a-c	15.0±1.3 a-c	4.6±0.8
RS-6/K	28.12±1.04 ab	5.48±1.24	-1.44±1.92	87.3±1.0	-5.6±0.3 c	16.9±1.9 a	4.5±0.3
RS-7/K	27.19±1.06 c	6.60±1.13	-2.59±0.49	87.0±0.6	-5.1±0.2 a-c	14.1±0.5 b-d	5.2±0.3
RS-8/K	28.60±0.89 ab	6.92±1.38	-2.76±0.30	90.0±2.7	-5.2±0.2 bc	14.9±0.5 a-c	5.2±0.3
Agr-703/K	27.29±1.04 c	6.59±1.14	-2.89±0.38	87.2±0.3	-5.0±0.2 ab	14.5±0.2 b-d	5.1±0.5
Köksal/K	28.15±0.93 ab	6.95±2.05	-2.02±0.58	87.6±0.6	-4.8±0.3 ab	13.7±0.8 b-d	4.7±0.3
Karabey	27.33±1.27 c	6.36±1.53	-0.78±2.91	87.8±1.0	-5.1±0.6 a-c	14.8±2.1 a-c	4.5±0.8
P	<0.05	ÖD	ÖD	ÖD	<0.05	<0.01	ÖD

* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur. ÖD: Önemli değil

Çizelge 4. Antalya lokasyonunda farklı anaçlarla aşılı ve aşısız patlıcan kombinasyonlarında verim unsurlarına ait sonuçlar
Table 4. Results of yield components of grafted and non-grafted eggplant plants in Samsun location

Anaç/Kalem <i>Rootstock/Scion</i>	Bitki Başına Toplam Verim Meyve Ağırlığı (kg) <i>Total Fruit Weight Yield</i>		Verim ($kg\ da^{-1}$) <i>Yield</i>	Bitki Başına Meyve Sayısı (adet) <i>Number of Fruits per</i>	Ortalama Ağırlığı (g) <i>Average Fruit</i>
RS-1 /K	3.0±0.1 cd*		8372.4±386.0 d	18.2±0.6 b	165.4±9.3
RS-2/K	4.0±0.5 a-c		11010.2± 1154.1 bc	22.7±2.5 a	174.9±28.6
RS-3/K	3.6±0.8 bc		9961.8±1248.6 c	19.6±1.4 ab	183.4±19.2
RS-4/K	3.7±0.1 a-c		10371.2±655.1 bc	20.9±2.7 ab	178.7±24.5
RS-5/K	2.6±0.5 d		7161.6±446.4 d	14.2±1.0 c	181.3±35.2
RS-6/K	3.7±0.3 a-c		10157.9±357.4 bc	20.9±1.6 ab	175.1±11.9
RS-7/K	4.1±0.3 ab		11447.6±1174.2 b	23.1±1.7 a	178.3±33.0
RS-8/K	4.7±0.6 a		12956.8±592.1 a	21.3±2.7 ab	218.7±28.1
Agr-703/K	3.7±0.2 a-c		10412.7±170.5 bc	21.3±1.1 ab	175.7±23.3
Köksal/K	4.1±0.9 ab		11329.7±813.6 bc	22.7±2.6 a	180.0±17.6
Karabey	2.6±0.4 d		8164.5±317.0 d	19.6±0.9 ab	171.5±11.2
P	<0.01		<0.01	<0.01	ÖD

* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur. ÖD: Önemli değil

Serada bitki başına meyve sayısı yönünden aşılı tüm kombinasyonların (RS-5/K kombinasyonu hariç), aşısız patlıcan uygulamasına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek meyve sayısı, RS-7/K (23.1±1.7 adet), RS-2/K (22.7±2.5 adet) ve Köksal/K (22.7±2.6 adet) kombinasyonlardan en düşük meyve sayısı ise RS-5/K (14.2±1.0 adet) kombinasyonundan elde edilmiştir. Aşısız Karabey çeşidinde ise bitki başına meyve sayısı ortalama 19.6±0.9 adet olarak bulunmuştur (Çizelge 4).

Çalışmada ortalama meyve ağırlığı değerleri incelendiğinde ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4).

Çalışmada, serada elde edilen tüm patlıcan meyveleri, kalite özellikleri yönünden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı anaç/kalem kombinasyonlarına ait ortalama meyve eni değerleri arasında

istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık bulunmamıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda ortalama meyve eni değerleri bakımından anaç kalem kombinasyonları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ortaya konmuştur (Çizelge 5).

Ortalama meyve boyu değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur. Araştırmada, ortalama meyve boyu değerleri 16.39±0.68 cm (RS-8/K) ile 19.39±0.72 cm (RS-2/K) arasında değişim göstermiştir. Ortalama meyve boyu değerlerinin tüm anaç/kalem kombinasyonlarına ait meyvelerde (RS-8/K hariç) aşısız Karabey çeşidinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. En yüksek ortalama meyve boyu değerleri sırasıyla; RS-2/K (19.39±0.72 cm), RS-6/K (18.86±0.87 cm) ve Köksal/K (18.73±0.24 cm) anaç kalem kombinasyonlarına ait meyvelerde ölçülmüştür. En düşük ortalama meyve boyu değerleri ise sırasıyla; RS-8/K (16.39±0.68 cm),

Karabey (17.24±0.61 cm) ve RS-1/K (17.25±0.52 cm) anaç kalem kombinasyonlarından elde edilmiştir (Çizelge 5).

Meyve şekil indeksi değerleri istatistiki açıdan önemsiz düzeyde bulunmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. Farklı anaçlarla aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerinde bazı meyve özelliklerine ait sonuçlar

Table 5. Results of some fruit characteristics in grafted and non-grafted eggplant plants

Anaç/Kalem <i>Rootstock/Scion</i>	Meyve Eni (cm) <i>Fruit Width (cm)</i>	Meyve Boyu (cm) <i>Fruit Length (cm)</i>	Meyve Şekil İndeksi <i>Fruit Shape Index</i>
RS-1/K	4.94±0.22*	17.25±0.52 ab	3.49±0.25
RS-2/K	4.97±0.06	19.39±0.72 a	3.90±0.10
RS-3/K	4.71±0.10	18.56±0.63 ab	3.94±0.05
RS-4/K	4.90±0.17	17.73±0.66 a-c	3.62±0.20
RS-5/K	4.89±0.06	18.73±0.96 ab	3.83±0.23
RS-6/K	4.73±0.16	18.86±0.87 ab	3.99±0.24
RS-7/K	4.72±0.12	18.38±1.41 ab	3.90±0.39
RS-8/K	4.80±0.19	16.39±0.68 c	3.41±0.12
Agr-703/K	4.92±0.17	18.63±0.51 ab	3.79±0.20
Köksal/K	4.57±0.16	18.73±0.24 ab	4.11±0.16
Karabey	4.94±0.08	17.24±0.61 bc	3.49±0.10
P	ÖD	<0.05	ÖD

* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur. ÖD: Önemli değil

Meyve kabuk renkleri bakımından değerlendirme yapıldığında; meyvelerde ölçülen en yüksek "L" değeri RS-1/K (28.85±1.35) kombinasyonuna ait meyvelerde elde edilmiştir. En düşük meyve kabuk rengi ise Köksal/K (27.10±1.67) kombinasyonuna ait meyvelerde belirlenmiştir. Araştırma sonucunda patlıcan meyve et rengi bileşenleri yönünden incelendiğinde; farklı anaç/kalem kombinasyonuna ait meyvelerde ölçülen "L" değerleri, 86.88±1.85 (Karabey) ile 87.98±0.79 (RS-3/K) arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek "L" değerleri sırasıyla RS-3/K (87.98±0.79), AGR-703/K (87.65±0.39) ve Köksal/K (87.41±0.30) anaç kalem kombinasyonundan elde edilmiştir. Bu kombinasyonlara ait meyvelerin diğer kombinasyonlardan daha parlak meyve et rengine sahip oldukları belirlenmiştir. En düşük "L" değeri ise aşısız Karabey (86.88±1.85) çeşidi ile RS-1/K (86.91±0.58) ve RS-7/K (87.21±0.49) anaç kalem kombinasyonuna ait meyvelerde belirlenmiştir (Çizelge 6).

Aşılı bitkilerin performansı anaç/kalem uyumuna, çevre şartlarına ve üretim yöntemine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (Cohen ve ark., 2005). Anaç/kalem kombinasyonuna bağlı olarak aşılı uyumsuzluğu ve meyve kalitesinde (meyve şekli, meyve kabuk rengi, meyve eti rengi, kabuk kalınlığı vb.) azalmalar meydana gelebilir. Ancak bu çalışmada aşılamanın meyve kalitesine olumsuz bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Meyve eti sertliği yönünden yapılan incelemelerde, aşılamanın meyve eti sertliği üzerine etkisinin önemsiz düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuç, yapılan diğer çalışmalarla uyum içerisindedir (Huitron ve ark., 2007; Karaca ve ark., 2012). Mozafarian ve ark. (2020), aşılama ile birlikte meyve eti sertliğinin azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca

domates anacı üzerine aşılama yapılması durumunda, meyve eti sertliğinin aşısız bitkiye göre neredeyse yarı yarıya azaldığını bildirmişlerdir (sırasıyla 2.43 kg cm⁻³ ve 4.93 kg cm⁻³).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Aşılı patlıcan yetiştiriciliğinde verim ve meyve kalite özellikleri bitkinin sahip olduğu genetik yapıya, değişen çevre koşullarına ve kullanılan anaçlara bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (Kandemir ve ark. 2016). Bu nedenle, verim parametreleri bakımından değişen çevre koşullarına göre optimum şartların oluşturulması ve aşılama kullanılan anaçların seçimi oldukça önemlidir. Tarımsal üretimde verimi azaltan dış etkenler, örtüaltı yetiştiriciliğinde kontrol altına alınabilmekte böylece ürünün performansı artmaktadır. Bu çalışmada, patlıcana anaç olarak kullanılacak genotiplerin açık tarla ve örtüaltında verim unsurları ve meyve özellikleri üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak karşılaştırılarak aşılı patlıcan fidesi üretimi için en uygun hibrit anaçların belirlenmesi sağlanmıştır.

Araştırma sonucunda verim potansiyeli değerleri, meyve kalite özellikleri ve anaçlık köklenme özellikleri ile hastalık (*Fusarium* ve *Verticillium* solgunlukları) dayanımları yönünden tüm sonuçlar birlikte değerlendirilmiş ve RS-8 ve RS-6 anaçlarının patlıcan anaçlık performanslarının ticari anaçlardan ve diğer patlıcan anaç adaylarından daha üstün niteliklere sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu iki hibrit çeşit adayının, firma tarafından standart tohumluk kaydı için başvuruları yapılarak tescil işlemleri gerçekleştirilecektir. Bu çalışma ile aşılı patlıcanda ilk yerli hibrit anaçların geliştirilmesi ve tohum üretimlerinin yapılması yönünde önemli ve başarılı bir adım atılmıştır.

Çizelge 6. Aşılı ve aşısız patlıcanlarda meyvelerinde meyve et ve kabuk rengi ile meyve eti sertliği ($N\text{ cm}^{-2}$) değerleri

Table 6. Fruit flesh and fruit rind color and fruit flesh hardness ($N\text{ cm}^{-2}$) of grafted and non-grafted eggplant fruits

Anaç / Kalem Rootstock / Scion	Meyve Kabuk Rengi Fruit Rind Color			Meyve Et Rengi Fruit Flesh Color			Meyve Eti Sertliği ($N\text{ cm}^{-2}$)	
	L	a	b	L	a	b	Fruit Hardness ($N\text{ cm}^{-2}$)	Flesh
RS-1/K	28.85±1.35 a*	6.97±0.82	-3.30±0.58	86.91±0.58	-5.43±0.28	14.94±0.92	7.04±0.29	
RS-2/K	27.88±1.09 a-d	6.89±2.21	-2.46±0.45	87.23±0.58	-5.94±0.29	16.25±0.90	7.03±0.13	
RS-3/K	28.74±0.39 a	6.64±1.39	-1.95±0.71	87.98±0.79	-5.15±0.87	14.65±3.06	8.05±0.38	
RS-4/K	27.70±0.82 a-d	5.86±1.23	-1.75±2.26	87.23±1.33	-5.53±1.05	12.82±6.74	7.55±0.48	
RS-5/K	28.37±1.08 a-c	6.41±1.58	-2.45±1.39	87.40±1.01	-5.41±0.34	14.29±1.04	7.01±0.97	
RS-6/K	27.33±1.06 b-d	6.33±1.64	-2.26±0.76	87.22±0.50	-5.80±0.45	17.04±1.17	7.34±0.46	
RS-7/K	27.40±1.02 b-d	5.93±0.38	-2.78±0.56	87.21±0.49	-5.89±0.69	16.37±2.63	7.45±0.13	
RS-8/K	28.48±0.70 ab	6.40±1.30	-2.73±1.87	87.38±0.47	-5.31±0.12	13.23±0.31	7.60±0.99	
Agr-703/K	27.38±1.44 b-d	5.86±0.91	-2.87±0.57	87.65±0.39	-5.37±0.45	14.90±1.75	7.72±0.11	
Köksal/K	27.10±1.67 cd	6.85±1.80	-3.51±2.40	87.41±0.30	-5.52±0.45	14.67±1.37	7.33±0.19	
Karabey	26.79±0.79 d	5.60±0.86	-0.62±3.14	86.88±1.85	-5.95±0.33	15.83±1.75	7.20±0.36	
P	<0.01	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	

* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur. ÖD: Önemli değil

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, H.Şeyma SARIBAŞ'ın "Aşılı patlıcan üretiminde genetik kaynakların anaç ıslah programında değerlendirilmesi ve yerli hibrit anaçların geliştirilmesi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir. Çalışma, SANTEZ / TEYDEB (Proje No: 0832.STZ.2014) tarafından desteklenen projeden hazırlandığı için tüm yazarlar olarak Sanayi ve Teknoloji Bakanlığına ve TÜBİTAK'a maddi desteklerinden 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

- Anonim 2019. Dünya Patlıcan Üretim Miktarları. www.faostat.org. (Alınma Tarihi: 01.04.2021).
- Anonim 2020. Türkiye Patlıcan Üretim Miktarları. www.tuik.gov.tr. (Alınma Tarihi: 01.04.2021).
- Balkaya A 2014. Aşılı Sebze Üretiminde Kullanılan Anaçlar. TÜRKTOB Türkiye Toh. Bir. Der 3(106): 4-7.
- Balkaya A, Kandemir D, Sarıbaş Ş 2015. Türkiye Sebze Fidesi Üretimindeki Son Gelişmeler. TÜRKTOB Türkiye Toh. Bir. Der 4(13): 4-8.
- Balkaya A, Sarıbaş HŞ, Erper İ, Kandemir D, Seçim A 2018. Aşılı Patlıcan Üretiminde Genetik Kaynakların Anaç Islah Programında

- Değerlendirilmesi ve Yerli Hibrit Anaçların Geliştirilmesi. SAN-TEZ Proje No: 0832.STZ.2014.
- Bruton BD, Fish WW, Roberts W, Popham TW 2009. The Influence of Rootstock Selection on Fruit Quality Attributes of Watermelon. The Open Food Science Journal 3: 15-34.
- Chen G, Gao H, Zhang X 2002. Effect of Calcium on Growth and Chilling Resistance of Grafted Eggplant Seedlings. Acta Hort 618:225-232.
- Cohen R, Burger Y, Horev C, Porat A, Edelstein M 2005. Performance of Galia-type Melons Grafted on to Cucurbita Rootstock in *Monosporascus cannonballus*-Infested and Non-Infested Soils. Annals of Applied Biology 146(3): 381-387.
- Çetinkaya Ş, Yılmaz S, Arı N, Ünlü A, Fırat AF, Tekşam İ, Zengin S, Çelik İ, Öztop A, Devran Z, Kaya N, Sayın B, Çelikyurt MA, Aktaş A 2009. Örtüaltı Patlıcan Yetiştiriciliği. Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü, Antalya, 104 sy.
- Davis AR, Perkins-Veazie P 2005. Rootstock Effects on Plant Vigor and Watermelon Fruit Quality. Cucurbit Genetics Cooperative Report 29: 39-42.
- Davis AR, Perkins-Veazie P, Sakata Y, López-Galarza S, Maroto JV, Lee SG, Hun YC, Sun Z, Miguel A, King RS, Cohen R, Lee MJ 2008. Cucurbit grafting, Critical Reviews in Plant Sciences 27(1): 50-74.
- Doltu M, Bogoescu M 2014. The Grafting Influence on Some Characteristics at a Romanian Eggplants Collection Cultivated in Greenhouse. Scientific Papers Series B Horticulture 58: 257-260.
- Gisbert C, Prohens J, Raigón MD, Stommel JR, Nuez F 2011. Eggplant Relatives as Sources of Variation for Developing New Rootstocks: Effects of Grafting

- on Eggplant Yield and Fruit Apparent Quality and Composition. *Scientia Horticulturae* 128: 14-22.
- Huitrón MV, Diaz M, Diánez F, Camacho F 2007. The Effect of Various Rootstocks on Triploid Watermelon Yield and Quality. *Journal of Food Agriculture and Environment* 5(3): 344-348.
- Huitrón-Ramírez MV, Ricardez-Salinas M., Camacho F 2009. Influence of Grafted Watermelon Plant Density on Yield and Quality in Soil Infested With Melon Necrotic Spot Virüs. *HortScience* 44(7): 1838-1841.
- Kandemir D, Sarıbaş HŞ, Balkaya A 2016. Aşılı Patlıcan Üretiminde Kullanılan Anaçların Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. *Tarım Gündem Dergisi* 6(33): 24-28.
- Karabulut A, Aktaş H, Bekir ŞAN 2018. Sera Kavun Yetiştiriciliğinde Aşılı Fide Kullanımının Verim ve Kaliteye Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 22(3): 1223-1231.
- Karaca F, Yetişir H, Solmaz İ, Çandır E, Kurt Ş, Sarı N, Güler Z 2012. Rootstock Potential of Turkish *Lagenaria siceraria* Germplasm For Watermelon: Plant Growth, Yield, and Quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 36: 166-177.
- Karagiannidis N, Bletsos F, Nikolaos S 2002. Effect of Verticillium Wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and Mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on Root Colonization, Growth and Nutrient Uptake in Tomato and Eggplant Seedlings. *Scientia Horticulturae* 94: 145-156.
- Katı T, Mennan S 2006. Researches on Species and Race Determination of Rootknot Nematodes (*Meloidogyne* Spp.) Found in Greenhouse of Samsun, Turkey. In Proceedings of the 28th International Symposium of the European Society of Nematologists. 5-9.
- Khah EM 2011. Effect of Grafting on Growth, Performance and Yield of Aubergine (*Solanum melongena* L.) in Greenhouse and Open-Field. *International Journal of Plant Production* 5(4): 359-366.
- Kıran S, Kuşvuran Ş, Çağla A, Ellialtıoğlu Ş 2017. Aşılı ve Aşısız Patlıcan Bitkilerinin Su Noksanlığı Koşullarındaki Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Verim Parametrelerine İlişkin İncelemeler. *Toprak Su Dergisi* 6(2): 18-25.
- Koral AÖ, Türkteş M 2018. Patlıcanda Fusarium Solgunluğuna Dayanıklılık ve Mücadele Çalışmaları. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 33(1): 111-124.
- Lee JM 1994. Cultivation of Grafted Vegetables I. Current Status, Grafting Methods, and Benefits. *HortScience* 29: 235-239.
- Lee JM, Oda M 2003. Grafting of Herbaceous Vegetable and Ornamental Crops. *Horticulture Reviews* 28: 61-124.
- Lee JM, Kubota C, Tsao SJ, Bie Z, Hoyos Echevarria P, Morra L, Oda M 2010. Current Status of Vegetable Grafting: Diffusion, Grafting Techniques, Automation. *Scientia Horticulturae* 127: 93-105.
- Moncada A, Miceli A, Vetrano F, Mineo V, Planeta D, D'Anna F 2013. Effect of Grafting on Yield and Quality of Eggplant (*Solanum melongena* L.). *Scientia Horticulturae* 149: 108-114.
- Mozafarian M, Ismail NSB, Kappel N 2020. Rootstock Effects on Yield and Some Consumer Important Fruit Quality Parameters of Eggplant cv. 'Madonna' Under Protected Cultivation. *Agronomy* 10(9): 1442.
- Mozafarian M, Kappel N 2021. Effect of Grafting on The Quality and Appearance of Eggplant Fruit. *Progress in Agricultural Engineering Sciences* 16(2): 153-161.
- Nisini PT, Colla G, Granati E, Temperini O, Crino P., Saccardo F 2002. Rootstock Resistance to Fusarium Wilt and Effect on Fruit Yield and Quality of Two Muskmelon Cultivars. *Scientia Horticulturae* 93 284-288.
- Öğüt E 2008. Şanlıurfa, Mardin, Batman ve Diyarbakır İllerinde Patlıcan Solgunluk Hastalıklarının Etmenleri, Yaygınlıkları ile Bazı Çeşitlerin Bu Hastalıklara Karşı Tepkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 48 sy.
- Passam HC, Stylianou M, Kotsiras A 2005. Performance of Eggplant Grafted on Tomato and Eggplant Rootstocks. *European Journal of Horticultural Science* 70(3): 130-134.
- Proietti S, Roupheal Y, Colla G, Cardarelli M, De Agazio M, Zacchini M, Rea E, Moscatello S, Battistelli A 2008. Fruit Quality of Mini-Watermelon as Affected by Grafting and Irrigation Regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 1107-1114.
- Rahman MA, Rashid MA, Hossain MM, Salam MA, Masum ASM 2002. Grafting Compatibility of Cultivated Eggplant Varieties with Wild *Solanum* Species. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5(7): 755-757.
- Roberts W, Bruton B, Popham T, Fish W 2005. Improving The Quality of Fresh-Cut Watermelon Through Grafting and Rootstock Selection. *HortScience* 40(3): 871.
- Sabatino L, Iapichino G, D'Anna F, Palazzolo E, Mennella G, Rotino GL 2018. Hybrids and Allied Species as Potential Rootstocks for Eggplant: Effect of Grafting on Vigour, Yield and Overall Fruit Quality Traits. *Scientia Horticulturae* 228: 81-90.
- Sabatino L, Iapichino G, Rotino GL, Palazzolo E, Mennella G, D'Anna F 2019. *Solanum aethiopicum* gr. Gilo and Its Interspecific Hybrid with *S. melongena* as Alternative Rootstocks for Eggplant: Effects on Vigor, Yield, and Fruit Physicochemical

- Properties of Cultivar' Scarlatti'. *Agronomy* 9(5): 223.
- Sarıbaş S, Balkaya A, Kandemir D, Karaağaç O 2019. Yerli Patlıcan Anaçlarının (*Solanum melongena* X *Solanum aethiopicum*) Köklenme Potansiyeli ve Fenotipik Kök Mimarisi. *Black Sea Journal of Agriculture* 2(3): 137-145.
- Talhouni M 2016. Patlıcanda Tuzluluk Stresine Dayanımın Artırılmasında Anaçların ve Yerel Gen Kaynaklarının Etkinliği Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 231 sy.
- Taylor M, Bruton B, Fish W, Roberts W 2006. Cost Benefit Analyses of Using Grafted Watermelons For Disease Control and The Fresh-Cut Market. *Proceeding Cucurbitaceae*: 277-285.
- Tüzel Y, Gül A, Öztekin G, Engindeniz S, Boyacı F, Duyar H, Cebeci E, Durdu T 2020. Türkiye'de Örtüaltı Yetiştiriciliği ve Yeni Gelişmeler. TMMOB Ziraat Mühendisliği Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 13-17 Ocak 2020, Ankara, Cilt 1: 725-750.
- Yamasaki A, Yamashita M, Furuya S 1994. Mineral Concentrations and Cytokinin Activity in The Xylem Exudate of Grafted Watermelons as Affected by Rootstocks and Crop Load. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 62(4): 817-826.
- Yarşi G, Rad S 2004. Cam Serada Aşılı Fide Kullanımının Faselis F1 Patlıcan Çeşidinde Verim, Meyve Kalitesi ve Bitki Büyümesine Etkisi. *Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi* 3: 16-22.
- Yetişir H, Sarı N 2004. Effect of Hypocotyl Morphology on Survival Rate and Growth of Watermelon Seedlings Grafted on Rootstocks with Different Emergence Performance at Various Temperatures. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 28: 231-237.
- Yetişir H, Sarı N, Yücel S 2003. Rootstock Resistance to *Fusarium* Wilt and Effect on Watermelon Fruit Yield and Quality. *Phytoparasitica* 31(2): 163-169.

Effects of Melatonin on Tomato Infected with Root-knot Nematode *Meloidogyne incognita*

Zeliha GÖKBAYRAK^{1*}, Çiğdem GÖZEL²

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey, ²Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-0012-9782>, ²<https://orcid.org/0000-0002-0742-7205>

✉: zgokbayrak@comu.edu.tr

ABSTRACT

This study was conducted in 2020 to investigate the influence of melatonin (10, 50 and 100 µM) given in three methods (immersion, irrigation, and foliar spraying) on some physiological aspects of tomato seedlings inoculated with root-knot nematode *Meloidogyne incognita* [(Kofoid and White) Chitwood]. The seedlings were inoculated with 1000 second-stage juveniles of *M. incognita*. Dualex[®] optic sensor was used to in situ measure total chlorophylls, flavonols, anthocyanins contents and nitrogen balance index (NBI). Results indicated that while no significant effects were observed on chlorophyll content, melatonin ameliorated the adverse effects of *M. incognita* on chlorophyll depending on the concentration and mode of application. Flavonols were at the highest in the irrigated plants and the lowest in the immersed ones. NBI was affected by the method the melatonin was applied, and immersing boosted it while irrigation caused a significant decrease. Irrigation resulted in significantly higher anthocyanins compared to the other two methods. One observation was that applying melatonin in the low and medium concentrations to the soil containing nematode increased the anthocyanin content of the plant. Melatonin merits a value in developing a response against the nematode but needs further elucidation.

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 18.05.2021

Accepted : 31.08.2021

Keywords

Anthocyanins

Chlorophyll

Flavonoids

Meloidogyne incognita

NBI

Melatoninin Kök-ur Nematodu *Meloidogyne incognita* ile İnfekteli Domates Üzerindeki Etkileri

ÖZET

Bu çalışma 2020 yılında üç yöntem ile (daldırma, sulama ve spreyleme) verilen melatoninin (10, 50 ve 100 µM) kök-ur nematodu *Meloidogyne incognita* [(Kofoid and White) Chitwood] uygulanan domates fidelerinin bazı fizyolojik yönleri üzerindeki etkisini araştırmak için yürütülmüştür. Fidelere 1000 adet ikinci dönem *M. incognita* larvası inoküle edilmiştir. Toplam klorofil, flavonol ve antosiyanin içerikleri ile azot balans indeksini (NBI) ölçmek için Dualex[®] klorofilmetre kullanılmıştır. Sonuçlar, klorofil içeriği üzerinde önemli bir etki olmadığını, melatoninin konsantrasyona ve yönteme bağlı olarak *M. incognita*'nın klorofil üzerindeki olumsuz etkilerini iyileştirdiğini göstermiştir. Flavonoller, sulama ile verilen bitkilerde en yüksek, daldırma ile verilenlerde ise en düşük olmuştur. NBI, melatoninin uygulanma yönteminden etkilenmiş, daldırma ile artış, sulama ile ciddi bir düşüş göstermiştir. Sulama, diğer iki yönteme kıyasla önemli ölçüde yüksek antosiyaninlere sebep olmuştur. Nematodlu bir toprağa düşük ve orta konsantrasyonlarda melatonin uygulanmasının antosiyaninleri arttırdığı gözlemlenmiştir. Melatonin, nematodlara karşı tepki geliştirmede önemli olup daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 18.05.2021

Kabul Tarihi : 31.08.2021

Anahtar Kelimeler

Antosiyaninler

Klorofil

Flavonoidler

Meloidogyne incognita

NBI

Atf İçin: Gökbayrak Z, Gözel Ç 2022. Melatoninin Kök-ür Nematodu *Meloidogyne incognita* ile İnfekteli Domates Üzerindeki Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 698-705. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogava.938501>.

INTRODUCTION

Pathogen attacks are one of the growth-and quality-limiting factors plants face throughout their lives. Ameliorating or completely evading these stress factors rely on plant's innate resistance capacity as well as the favorable support from environment. Nematodes, especially root-knot nematodes (RKN) are one of the major pests that use hundreds of plants as hosts. Four predominant species of *Meloidogyne* species are *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, and *M. hapla*. Symptoms shown by plants after nematode infection are loss of chlorophyll in leaves, nutrient deficiency leading to growth loss, and plant death if persisted. Due to damage in vascular tissues of root, water and nutrients can fail to move through the plant (Ralmi et al., 2016).

Despite that RKNs could be managed with the use of chemical nematicides, increasing crop production in an ecologically friendly manner is both a necessity and a challenge in a world with increasing awareness in human and environment health (Collange et al., 2011). In the recent years, melatonin, a naturally existing compound in plants, has attracted an interest in sustainable crop production due to its beneficial effect on human health and environment (Reiter et al., 2015; Qiao et al., 2019). Melatonin functions as an antioxidant against reactive oxygen and nitrogen species (Moustafa-Farag et al., 2020).

In recent years, melatonin research have focused on its effects on plant growth and development along with its protective role against abiotic stress factors (Sharif et al., 2018; Yu et al., 2018). However, its effects on helping plants cope with biotic stress factors have not been explored in as much detail. The effects of melatonin against fungal pathogens in apple, banana, potato, strawberry, and tomato were reported (Yin et al., 2013; Wei et al., 2017; Zhang S. et al., 2017; Aghdam et al., 2017; Liu et al., 2019). It was reported that protection comes from increase in defense gene expression, scavenging reactive oxygen species, raise in nitric oxide production and cell wall thickening (Shi et al., 2015; Wei et al., 2018; Zhao et al., 2019). However, to our best knowledge, there is not a study that involves influence of melatonin against root-knot nematode attacks on plants.

Early assessment of stress symptoms is possible with non-destructive monitoring of crops using optical or thermal sensors. *In situ* and *de novo* changes in the physiological aspects of plant development can enable to have the results quickly and periodically with ease (Padilla et al., 2014). Among these sensors is Dualex® (Orsay, France), a leaf-clip chlorophyll-meter which estimates chlorophyll (CHL) and leaf epidermal

flavonoids as well as anthocyanins using CHL fluorescence screening method (Agati et al., 2016). Non-destructive optical tools use spatial and temporal dimensions to assess adaptability levels of plants under stress conditions (Barnes et al., 2015). Dualex® have been used for many abiotic stress related studies for early detection of symptoms, for instance, heat (Zhou et al., 2017), chilling (Oustric et al., 2017) and UV (dos S. Nascimento et al., 2020). In more recent years, it has been also utilized for grapevine leaf stripe disease (Di Gennaro, 2016), root-knot nematodes in eggplant (Silva-Sánchez et al., 2019), reniform nematode in cotton (Singh et al., 2020) and wheat stripe rust (Emebiri et al., 2020).

This study was conducted to assess the effects of melatonin applied by immersion, irrigation, and spraying on some physiological characteristics of tomato plants inoculated with *M. incognita*.

MATERIALS and METHODS

Seedlings of commercially tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cv. H2274 with 3-4 leaves were used as the plant material. Melatonin purchased from Merck (M2250) was prepared in three concentrations (10, 50 and 100 µM).

Designing the Experiment

Seedlings were separated in three groups according to the application method of the melatonin solutions (root-immersion, root-irrigation, and foliar spraying). The trial also had one negative control (distilled water), and one positive control (nematode inoculation only). Details regarding the methods and melatonin applications were given below.

Root-immersion: The roots of the seedlings were washed free of peat under tap water and dried with a paper towel. Then, the roots were immersed in a container with melatonin solution for 10 min. In control groups, distilled water was used instead of melatonin.

Root-irrigation: The seedlings were irrigated with the melatonin solutions at an amount of 10 ml/pot. Second (20 ml/pot) and third (40 ml/pot) applications were done 1 week apart. Control groups were irrigated with distilled water.

Foliar-spraying: After transplanting, the leaves of the seedlings were sprayed with 10 ml melatonin solution. Second (20 ml/pot) and third (40 ml/pot) applications were done 1 week apart. Distilled water was used as control.

The plants in 1.4-liter plastic pots contained sterilized soil and sand mixture (approx. 450 g) and were placed

in a growth chamber under the conditions of $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ and 18/6 h photoperiod for 8 weeks. Plants were irrigated as needed (50 ml per pot).

Nematode Inoculation

Second stage juveniles (J2s) of *M. incognita* were inoculated as 1000 J2s/pot in all applications immediately after melatonin applications in the spray and irrigation methods. Root-immersed plants were inoculated 24 hours after the transplantation.

Optical Measurements

At 56 days after nematode inoculation, optical measurements with the Dualex[®] Scientific+Chlorophyll and Polyphenol-Meter (Force-A, Centre Universitaire Paris-Sud, France) were performed on the third youngest leaf. The portable meter Dualex[®] allowed simultaneous readings from the abaxial and adaxial surface of the leaves and provided a mean value for each reading. Three readings per leaf away from the midrib were made. Features measured were chlorophyll ($\mu\text{g per cm}^2$), relative absorbance units of flavonols (0 to 3) and anthocyanins (0 to 1.5), and the nitrogen balance index, determined by the relationship between chlorophyll and flavonols.

Statistical Analysis

The experiment was arranged in a completely randomized design with three replications. The data of chlorophyll, flavonols, anthocyanins and nitrogen balance index (NBI) were implemented on R statistical package program (version 4.0.2; 2020-06-22) (Pallmann and Hothorn, 2016). In R analyses the differences between the applications are made according to the general mean. The groups that are out of the upper and lower limits are statistically more important than the other groups.

RESULTS and DISCUSSION

Melatonin used in three application modes (i.e., root-immersion, root-irrigation, and foliar-spraying) resulted different responses in chlorophyll, flavanols, anthocyanins and nitrogen balance index in tomato plants inoculated with *M. incognita*.

Although application methods of melatonin were not affected the CHL amounts (Figure 1), the plants that applied root-immersion had more CHL than the irrigated or sprayed ones. The addition of nematodes resulted in 40-50% reduction in positive control plants compared to negative controls.

Plants treated with Melatonin resulted in as much CHL, depending on the concentration, as in the distilled water treated ones. It was observed that Melatonin in the nematode inoculated plants ameliorated the adverse effects on CHL depending on the concentration and mode of application, for

instance immersing in 100 μM Melatonin or spraying with 50 μM Melatonin, provided increased levels of CHL. It is believed that primary site for melatonin production is chloroplasts (Martinez et al., 2018). Weeda et al. (2014) stated that melatonin can act as a protectant of CHL content. Wang et al. (2013) also reported decreased levels of chlorophyll-degrading enzyme, pheide-a-oxygenase with melatonin. Zhang et al. (2014) expressed that melatonin, when applied exogenously, protected CHL in the apple leaves exposed to abiotic stress. Yin et al. (2013) showed that apple plants irrigated with melatonin had comparably close contents of chlorophyll to the control plants when infected with *Marssonina* apple blotch. Sun et al. (2019) indicated that melatonin treated cucumber against downy mildew had increased levels of chlorophyll. Similar activity was observed in this research where tomato plants exposed to nematode damage.

Plants respond to stress factors by synthesizing flavonols (Brunetti et al., 2013). R analysis indicated that the application mode of melatonin had a significant influence on flavonol production in the tomato plants (Figure 2). They were the highest in the irrigated plants, ranging from 0.9 to 1.5 and the lowest in the immersed ones, between 0.6-1.1. Flavonoids are formed when plants are exposed to pests (Brunetti et al., 2013). Bali et al (2018) stated that flavonoid contents rose in the seedlings of tomato plants treated with jasmonic acid against *M. incognita*. Although no significant effects of melatonin were detected in the present study, how it is received by the intact plants showed a clear importance.

The anatomical structure of the leaves (i.e., trichomes and undulations on the surface) might be a possible reason for the lowest amount of flavonols in spraying. The studies have shown that flavonoids are placed in epidermal layers or in the cuticle of leaves which might have been a barrier for the solution to infuse (Tattini et al., 2004).

In the current study, NBI level was affected by the application method of that melatonin, and immersing increased it while irrigation caused a significant decrease (Figure 3 2b). It is considered a general acceptance that plant nitrogen status of a plant can be estimated through chlorophyll and flavonoid contents (Agati et al., 2016). Because nitrogen is incorporated in chlorophyll (Evans et al., 2001), and flavonoids contents act oppositely to N contents in the plant, the ratio of CHL to flavonols is shown to be a more sensitive indication of plant nitrogen status (Longchamps and Khosla, 2014; Padilla et al., 2014). Kautz et al. (2014) indicated that under saline conditions the tomato leaves had elevated levels of NBI. Sun et al. (2019) reported increased levels of enzymes in N metabolism in cucumber seedlings treated with melatonin against *Pseudoperonospora*

cubensis. The plots of both CHL and NBI show that root-immersion and spraying were suppressed the adverse effects of *M. incognita*. Scientific evidence indicates that growth and development in plants are closely regulated by auxin and melatonin sharing a precursor with auxin might aid same processes

(Arnao and Hernandez-Ruiz, 2007). Direct contact with melatonin in the roots through immersion for 10 min. might have induced level of auxin and improved root activity (Chen et al., 2009) and efficiency in nitrogen uptake and metabolism (Zhang et al., 2017).

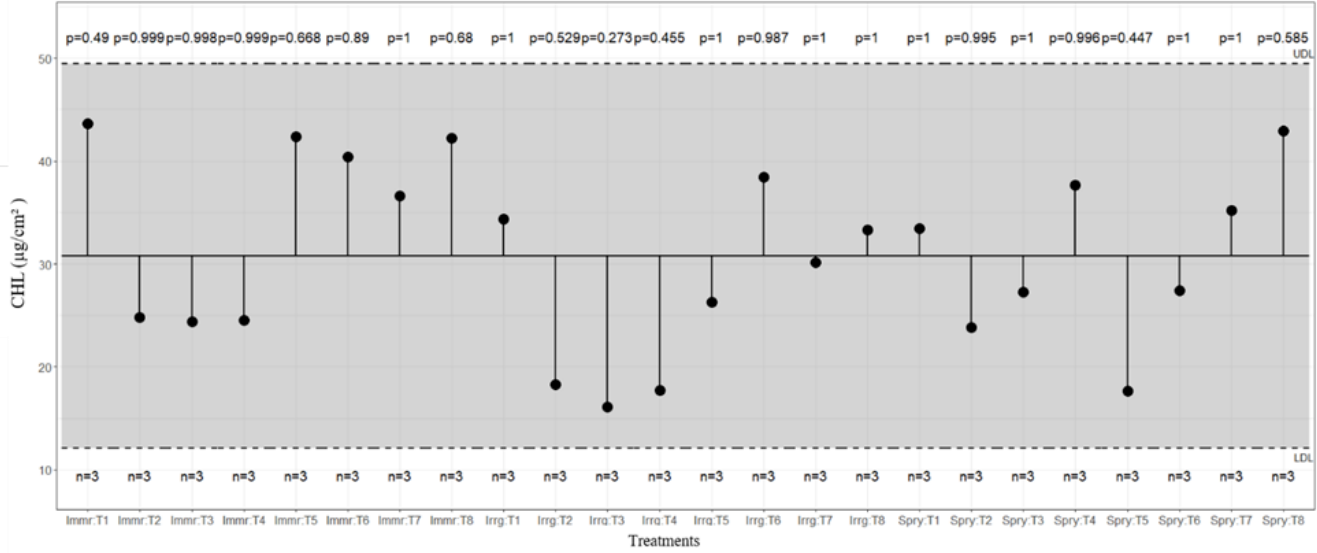


Figure 1. Effects of melatonin concentrations on chlorophyll content (CHL) of tomato plants inoculated with *Meloidogyne incognita* (Immr: immersion, Irrg: irrigation, Spry: foliar spraying, T1: distilled water, T2: distilled water+nematode, T3: 10 µM melatonin+nematode, T4: 50 µM melatonin+nematode, T5: 100 µM melatonin+nematode, T6: 10 µM melatonin, T7: 50 µM melatonin, T8: 100 µM melatonin)

Şekil 1. Melatonin konsantrasyonlarının *Meloidogyne incognita* uygulanan domates bitkilerindeki klorofil içeriğine olan etkileri (Immr: daldırma, Irrg: sulama, Spry: spreyleme, T1: saf su, T2: saf su+nematod, T3: 10 µM melatonin+nematod, T4: 50 µM melatonin+nematod, T5: 100 µM melatonin+nematod, T6: 10 µM melatonin, T7: 50 µM melatonin, T8: 100 µM melatonin)

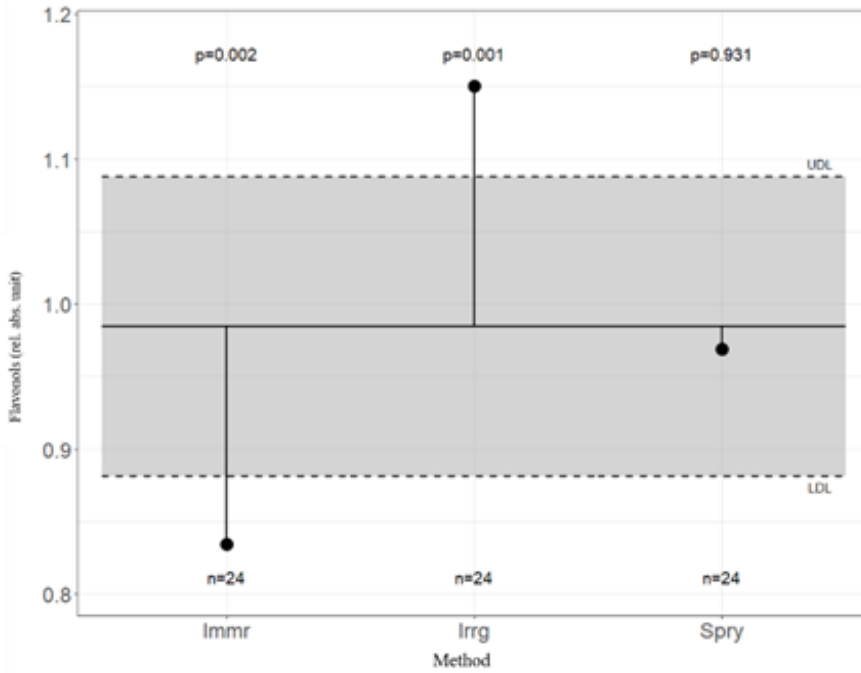


Figure 2. Effects of melatonin application methods on flavonols of tomato plants inoculated with *Meloidogyne incognita* (Immr: immersion, Irrg: irrigation, Spry: foliar spraying)

Şekil 2. Melatoninin veriliş yöntemlerinin *Meloidogyne incognita* uygulanan domates bitkilerindeki flavonoller üzerindeki etkileri (Immr: daldırma, Irrg: sulama, Spry: spreyleme)

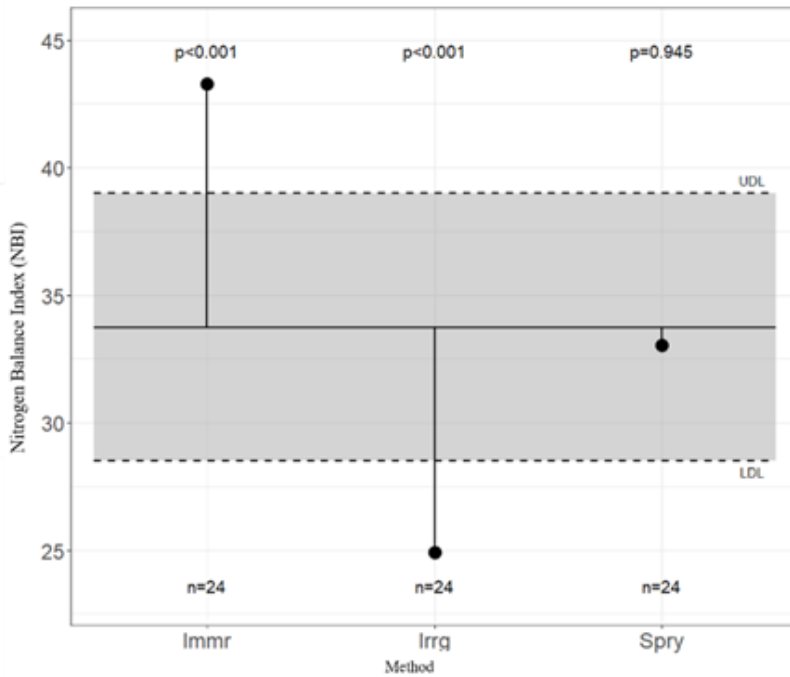


Figure 3. Effects of melatonin application methods on Nitrogen Balance Index (NBI) of tomato plants inoculated with *Meloidogyne incognita* (Immr: immersion, Irrg: irrigation, Spry: foliar spraying)

Şekil 3. Melatoninin veriliş yöntemlerinin *Meloidogyne incognita* uygulanan domates bitkilerindeki Nitrogen Balance İndeksi (NBI) üzerindeki etkileri (Immr: daldırma, Irrg: sulama, Spry: spreyleme)

Anthocyanins were affected both by the concentrations and the application methods (Figure 4, 5). Irrigation resulted in significantly higher anthocyanins compared to the other treatments (Figure 4). Plants having nematode but no melatonin (T2) produced the highest amounts of anthocyanins (Figure 5). The rest of the treatments found in the same group showing similar values. One observation was that applying melatonin in the low and medium concentrations to the nematode-inoculated plants increased the anthocyanins. On the other hand, Melatonin alone seemed not supportive of the anthocyanin production. Although response of anthocyanin accumulation under stress conditions differed in plants, melatonin appeared to have an increasing effect on nematode-inoculated tomato in the current study compared to the uninoculated ones. However, anthocyanin accumulation decreased when its concentration was increased. similar observation was confirmed by Zhang et al. (2016) on cabbage seeds. Bali et al. (2018) reported increased levels of anthocyanins in the tomato plants after jasmonic acid application, indicating that signaling molecules have a stimulating effect on antioxidative defense system.

CONCLUSION

Root-knot nematodes have been a subject of plant survival studies due to their countless number of hosts and above ground symptoms costing a loss in yield and in extreme cases, plant's life. Using

synthetic chemical-based compounds for protection has raised environmental and public health safety, therefore a tendency to utilize more friendly approaches increases. Melatonin, being a safe molecule both present in humans and plants, is becoming a center of studies for its regulatory and supporting roles in plant's growth and development.

Results of this study showed that there was no significant effect on the chlorophyll content, but melatonin ameliorated the adverse effects of *M. incognita* on chlorophyll depending on the concentration and method. Flavonols were highest in plants given melatonin by irrigation and lowest in plants given by immersion. NBI was affected by the application method of melatonin, increased by immersion, and decreased by irrigation. Irrigation resulted in significantly higher anthocyanins compared to the other two methods. It has been observed that the application of low and medium concentrations of melatonin to nematode-infested soil increases anthocyanins.

Briefly, findings of this research indicate that it merits a value in developing a response against the nematode but needs further elucidation. This response might come from protection of chlorophyll content, therefore preserving nitrogen balance in the plant, as well as stimulating defense mechanisms. Different concentrations with varying exposure time are needed to elucidate these responses.

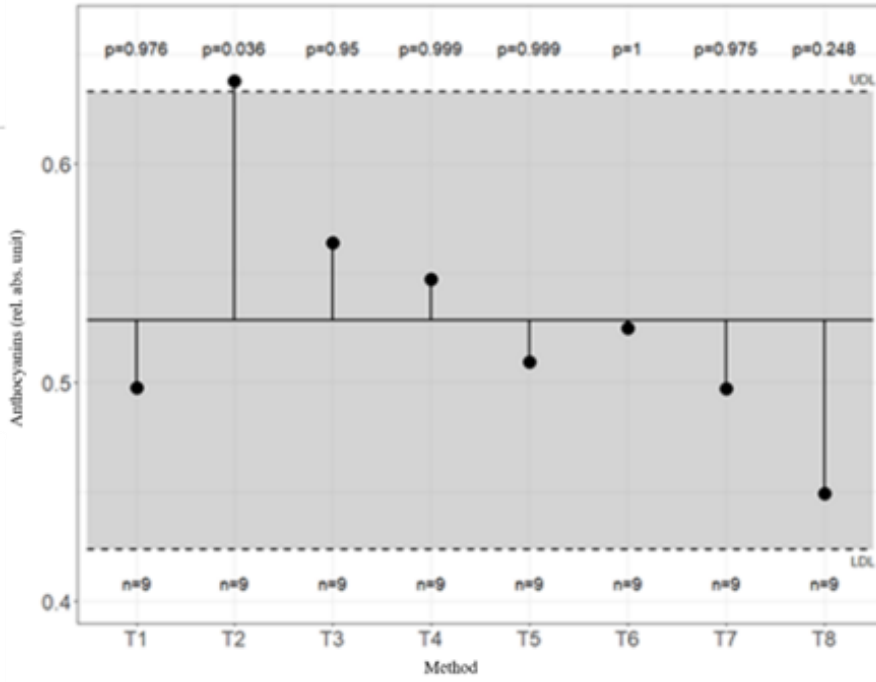


Figure 4. Effects of melatonin concentrations on anthocyanins of tomato plants inoculated with *Meloidogyne incognita* (Immr: immersion, Irrg: irrigation, Spry: foliar spraying, T1: distilled water, T2: distilled water+nematode, T3: 10 μ M melatonin+nematode, T4: 50 μ M melatonin+nematode, T5: 100 μ M melatonin+nematode, T6: 10 μ M melatonin, T7: 50 μ M melatonin, T8: 100 μ M melatonin)

Şekil 4. Melatonin konsantrasyonlarının *Meloidogyne incognita* uygulanan domates bitkilerindeki antosiyaninler üzerindeki etkileri (Immr: daldırma, Irrg: sulama, Spry: spreyleme, T1: saf su, T2: saf su+nematod, T3: 10 μ M melatonin+nematod, T4: 50 μ M melatonin+nematod, T5: 100 μ M melatonin+nematod, T6: 10 μ M melatonin, T7: 50 μ M melatonin, T8: 100 μ M melatonin)

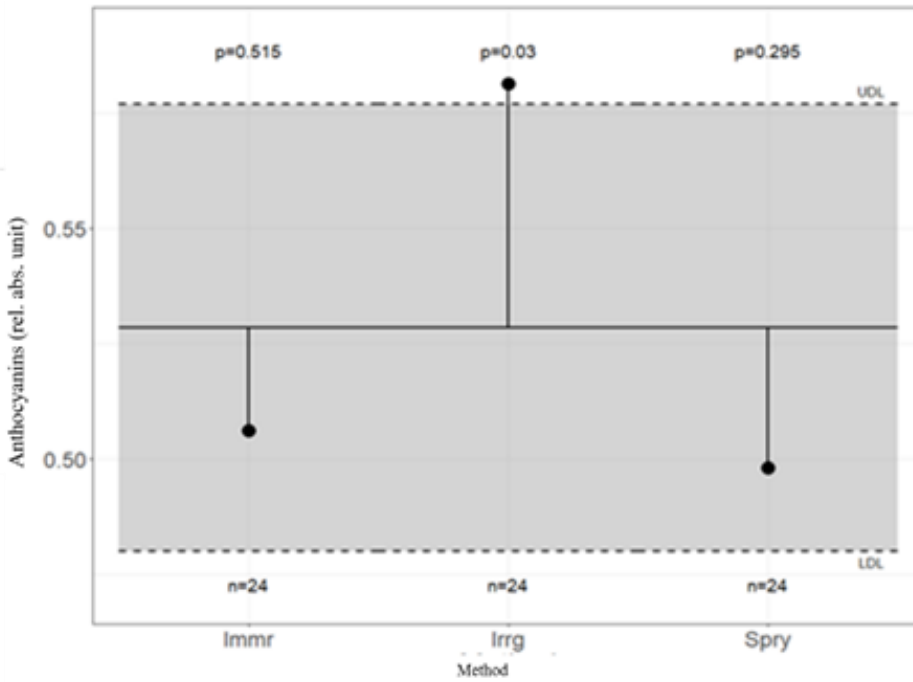


Figure 5. Effects of melatonin application methods on anthocyanins of tomato plants inoculated with *Meloidogyne incognita* (Immr: immersion, Irrg: irrigation, Spry: foliar spraying)

Şekil 5. Melatoninin verilış yöntemlerinin *Meloidogyne incognita* uygulanan domates bitkilerindeki antosiyaninler üzerindeki etkileri (Immr: daldırma, Irrg: sulama, Spry: spreyleme)

ACKNOWLEDGEMENT

This study was funded by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (Project number: 119O660).

Researchers Contribution Rate Declaration Summary

The contribution of the authors is equal.

Conflicts of Interest Statement

Authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Agati G, Tuccio L, Kusznierevicz B, Chmiel T, Bartoszek A, Kowalski A, Grzegorzewska M, Kosson R, Kaniszewski S 2016. Nondestructive Optical Sensing of Flavonols and Chlorophyll in White Head Cabbage Grown under Different Nitrogen Regimens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64: 85-94.
- Aghdam MS, Fard JR 2017. Melatonin Treatment Attenuates Postharvest Decay and Maintains Nutritional Quality of Strawberry Fruits (*Fragaria × anannasa* cv. Selva) by Enhancing GABA Shunt Activity. *Food Chemistry* 221: 1650-1657.
- Arnao MB, Hernandez-Ruiz J 2007. Melatonin Promotes Adventitious and Lateral Root Regeneration in Etiolated Hypocotyls of *Lupinus albus* L. *Journal of Pineal Research* 42: 147-152.
- Bali S, Kaur P, Sharma A, Ohri P, Bhardwaj R, Alyemeni MN, Wijaya L, Ahmad P 2018. Jasmonic Acid-induced Tolerance to Root-knot Nematodes in Tomato Plants Through Altered Photosynthetic and Antioxidative Defense Mechanisms. *Protoplasma* 255: 471-484.
- Barnes PW, Flint SD, Ryel RJ, Tobler MA, Barkley AE, Wargent JJ 2015. Rediscovering Leaf Optical Properties: New Insights into Plant Acclimation to Solar UV Radiation. *Plant Physiology and Biochemistry* 93: 94-100.
- Brunetti C, Di Ferdinando M, Fini A, Pollastri S, Tattini M 2013. Flavonoids as Antioxidants and Developmental Regulators: Relative Significance in Plants and Humans. *International Journal of Molecular Sciences* 14(2): 3540-3555.
- Chen Q, Qi WB, Reiter RJ, Wei W, Wang BM 2009. Exogenously Applied Melatonin Stimulates Root Growth and Raises Endogenous Indoleacetic Acid in Roots of Etiolated Seedlings of *Brassica juncea* L. *Journal of Plant Physiology* 166: 324-328.
- Collange B, Navarrete M, Peyre G, Mateille T, Tchamitchian M 2011. Root-knot Nematode (*Meloidogyne*) Management in Vegetable Crop Production: The Challenge of an Agronomic system analysis. *Crop Protection* 30: 1251-1262.
- Di Gennaro SF, Battiston E, Di Marco S, Facini O, Matese A, Nocentini M, Palliotti A, Mugnai L 2016. Unmanned Aerial Vehicle (UAV)-Based Remote Sensing to Monitor Grapevine Leaf Stripe Disease within a Vineyard Affected by Esca Complex. *Phytopathologia Mediterranea* 55(2): 262-275.
- Evans CA, Miller EK, Friedland AJ 2001. Effect of Nitrogen and Light on Nutrient Concentrations and Associated Physiological Responses in Birch and Fir Seedlings. *Plant Soil* 236: 197-207.
- Kautz B, Hunsche M, Noga G 2014. Salinity-induced Changes for Multiparametric Fluorescence Indices of Tomato leaves. *Agriculture* 4: 132-146.
- Liu C, Chen L, Zhao R, Li R, Zhang S, Yu W, Sheng J, Shen L 2019. Melatonin Induces Disease Resistance to *Botrytis cinerea* in Tomato Fruit by Activating Jasmonic Acid Signaling Pathway. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 67: 6116-6124.
- Longchamps L, Khosla R 2014. Early Detection of Nitrogen Variability in Maize Using Fluorescence. *Agronomy Journal* 106: 511-518.
- Martinez V, Nieves-Cordones M, Lopez-Delacalle M, Rodenas R, Mestre TC, Garcia-Sanchez F, Rubio F, Nortés PA, Mittler R, Rivero RM 2018. Tolerance to Stress Combination in Tomato Plants: New Insights in the Protective Role of Melatonin. *Molecules* 23(3): 535.
- Moustafa-Farag M, Almoneafy A, Mahmoud A, Elkelis, A, Arnao MB, Li L, Ai S 2020. Melatonin and Its Protective Role against Biotic Stress Impacts on Plants. *Biomolecules* 10: 54.
- Nascimento LBS, Brunetti C, Agati G, Iacono CL, Detti C, Giordani E, Ferrini F, Gori A 2020. Short-Term Pre-Harvest UV-B Supplement Enhances the Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of *Ocimum basilicum* Leaves during Storage. *Plants* 9: 797.
- Oustric J, Morillon R, Luro F, Herbette S, Lourkisti R, Giannettini J, Berti L, Santini J 2017. Tetraploid Carrizo Citrange Rootstock (*Citrus sinensis* Osb. × *Poncirus trifoliata* L. Raf.) Enhances Natural Chilling Stress Tolerance of Common Clementine (*Citrus clementina* Hort. ex Tan). *Journal of Plant Physiology* 214: 108-115.
- Qiao Y, Yin L, Wang B, Ke Q, Deng X, Wang S 2019. Melatonin Promotes Plant Growth by Increasing Nitrogen Uptake and Assimilation under Nitrogen Deficient Condition in Winter Wheat. *Plant Physiology and Biochemistry* 139: 342-349.
- Padilla FM, Peña-Fleitas MT, Gallardo M, Thompson RB 2014. Evaluation of Optical Sensor Measurements of Canopy Reflectance and of Leaf Flavonols and Chlorophyll Contents to Assess Crop Nitrogen Status of Muskmelon. *European Journal of Agronomy* 58: 39-52.

- Pallmann P, Hothorn LA 2016. Analysis of Means: A Generalized Approach Using R. *Journal of Applied Statistics* 43(8): 1541-1560.
- Ralmi NHAA, Khandaker MM, Mat N 2016. Occurrence and Control of Root Knot Nematode in Crops: A Review. *Australian Journal of Crop Science* 10: 1649-1654.
- Reiter R J, Tan D, Zhou Z, Cruz MH, Fuentes-Broto L, Galano A 2015. Phytomelatonin: Assisting Plants to Survive and Thrive. *Molecules* 20: 7396-7437.
- Sharif R, Xie C, Zhang H, Arnao MB, Ali M, Ali Q, Muhammad I, Shalmani A, Nawaz MA, Chen P, Li Y. 2018. Melatonin and Its Effects on Plant Systems. *Molecules* 23: 2352.
- Shi H, Chen Y, Tan DX, Reiter RJ, Chan Z, He C 2015. Melatonin Induces Nitric Oxide and the Potential Mechanisms Relate to Innate Immunity against Bacterial Pathogen Infection in *Arabidopsis*. *Journal of Pineal Research* 59: 102-108.
- Silva-Sánchez A, Buil-Salafranca J, Cabral AC, Uriz-Ezcaray N, García-Mendivil HA, Sorribas FJ, José Luis Araus JL, Gracia-Romero A 2019. Comparison of Proximal Remote Sensing Devices for Estimating Physiological Responses of Eggplants to Root-Knot Nematodes. *Proceedings* 18: 9.
- Singh B, Chastain DR, Reddy KR, Snider JL, Krutz LJ, Stetina SR, Sehgal A 2020. Early Season Morphological and Physiological Responses of Resistant and Susceptible Cotton Genotypes to Reniform Nematode and Soil Nitrogen. *Agronomy* 10: 1974.
- Sun Y, Liu Z, Lan G, Jiao C, Sun Y 2019. Effect of Exogenous Melatonin on Resistance of Cucumber to Downy Mildew. *Scientia Horticulturae* 255: 231-241.
- Tattini M, Galardi C, Pinelli P, Massai R, Remorini D, Agati G 2004. Differential Accumulation of Flavonoids and Hydroxycinnamates in Leaves of *Ligustrum vulgare* under Excess Light and Drought Stress. *New Phytologist* 163: 547-561.
- Wang P, Sun X, Li C, Wei Z, Liang D, Ma F 2013. Long-term Exogenous Application of Melatonin Delays Drought-induced Leaf Senescence in Apple. *Journal of Pineal Research* 54: 292-302.
- Weeda S, Zhang N, Zhao X, Ndip G, Guo Y, Buck GA, Fu C, Ren S 2014. *Arabidopsis* Transcriptome Analysis Reveals Key Roles of Melatonin in Plant Defense Systems. *Plos One* 9: e93462.
- Wei Y, Hu W, Wang Q, Zeng H, Li X, Yan Y, Reiter RJ, He C, Shi H 2017. Identification, Transcriptional and Functional Analysis of Heat-shock Protein 90s in Banana (*Musa acuminata* L.) Highlight Their Novel Role in Melatonin-mediated Plant Response to *Fusarium* wilt. *Journal of Pineal Research* 62(1): e12367.
- Wei Y, Chang Y, Zeng H, Liu G, He C, Shi H 2018. RAV Transcription Factors are Essential for Disease Resistance against Cassava Bacterial Blight via Activation of Melatonin Biosynthesis Genes. *Journal of Pineal Research* 64: e12454.
- Yin L, Wang P, Li M, Ke X, Li C, Liang D, Wu S, Ma X, Li C, Zou Y 2013. Exogenous Melatonin Improves *Malus* resistance to Marssonina Apple Blotch. *Journal of Pineal Research* 54: 426-434.
- Yu Y, Lv Y, Shi Y, Li T, Chen Y, Zhao D, Zhao Z 2018. The Role of Phyto-melatonin and Related Metabolites in Response to Stress. *Molecules* 23: 1887.
- Zhang N, Sun Q, Zhang H, Cao Y, Weeda S, Ren S, Guo YD 2014. Roles of Melatonin in Abiotic Stress Resistance in Plants. *Journal of Experimental Botany* 66: 647-656.
- Zhang N, Sun Q, Li H, Li X, Cao Y, Zhang H, Li S, Zhang L, Qi Y, Ren S, Zhao B, Guo YD 2016. Melatonin Improved Anthocyanin Accumulation by Regulating Gene Expressions and Resulted in High Reactive Oxygen Species Scavenging Capacity in Cabbage. *Frontiers in Plant Science* 7: 197.
- Zhang S, Zheng X, Reiter RJ, Feng S, Liu S, Wang Y, Jin L, Li Z, Datla R, Ren M 2017. Melatonin Attenuates Potato Late Blight by Disrupting Cell Growth, Stress Tolerance, Fungicide Susceptibility and Homeostasis of Gene Expression in *Phytophthora infestans*. *Frontiers in Plant Science* 8: 1993.
- Zhang R, Sun Y, Liu Z, Jin W, Sun Y 2017. Effects of Melatonin on Seedling Growth, Mineral Nutrition, and Nitrogen Metabolism in Cucumber under Nitrate Stress. *Journal of Pineal Research* 62: e12403.
- Zhao L, Chen L, Gu P, Zhan X, Zhang Y, Hou C, Wu Z, Wu YF, Wang QC 2019. Exogenous Application of Melatonin Improves Plant Resistance to Virus Infection. *Plant Pathology* 68: 1287-1295.

First report of *Bursaphelenchus leoni* Baujard, 1980 (Nematoda: Parasitaphelenchidae) from Pine Forests of Turkey

Mehmet DAYI^{1*}, Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR², Süleyman AKBULUT³
İbrahim Halil ELEKCİOĞLU⁴

¹Forestry Vocational School, Düzce University, Düzce, Türkiye, ^{2,4}Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Türkiye, ³Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, İzmir Katip Çelebi University, İzmir, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-5367-918X>, ² <https://orcid.org/0000-0003-0936-3759>, ³ <https://orcid.org/0000-0002-1427-7102>

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-1707-7392>

✉: mehmetdayi@duzce.edu.tr

ABSTRACT

Several surveys have been performed in Turkey in order to determine a possible presence of *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Bührer, 1934), Nickle, 1970. As a result, several *Bursaphelenchus* species have been reported. During a study aimed to identify potential insect vectors of these *Bursaphelenchus* species using the trap tree method in the western region of Turkey, one *Bursaphelenchus* species was isolated from a wood chip sample of a *Pinus brutia* trap log located in Bergama town of the city of İzmir. According to morphological and molecular studies, the species was determined as *Bursaphelenchus leoni* Baujard, 1980. Morphological characteristics of the species matched well with the original description made by Baujard in 1980. 18S and 28S rRNA genes of *B. leoni* were sequenced and a phylogenetic tree was constructed that showed *B. leoni* was clustered with *B. leoni* in the NCBI database. This is the first report of *B. leoni* from Turkey. To determine presence of other known *Bursaphelenchus* species in Turkey, new studies should be performed.

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 20.05.2021

Accepted : 09.09.2021

Keywords

Diagnosis

Bursaphelenchus

Pinus

Survey

Vector

Bursaphelenchus leoni Baujard, 1980 (Tylenchina: Aphelenchoididae)'nin Türkiye'nin Çam Ormanlarından İlk Kaydı

ÖZET

Bursaphelenchus xylophilus (Steiner and Bührer, 1934), Nickle, 1970'un tespiti için Türkiye'de bir kaç arazi çalışmaları yapılmıştır. Sonuç olarak, bir kaç *Bursaphelenchus* türü rapor edilmiştir. Rapor edilen bu *Bursaphelenchus* türlerinin Türkiye'nin batı bölgesinde taşıyıcı böceklerinin tuzak ağaçları ile belirlenmesi için yürütülen bir çalışmada, İzmir'in Bergama ilçesinde Kızılcım kütüklerinden bir *Bursaphelenchus* türü izole edilmiştir. Morfolojik ve moleküler çalışmalara göre, bu tür *Bursaphelenchus leoni* Baujard, 1980 olarak belirlenmiştir. Bu türün morfolojik özellikleri 1980 yılında Baujard tarafından yapılan orjinal tanımlamayla eşleşmiştir. 18S and 28S rRNA genlerinin dizileyip filogenetik ağaç oluşturulmuş ve bu ağaç izole edilen *B. leoni*'nin NCBI veribankasındaki *B. leoni* türleri ile kümelendiğini göstermiştir. Bu, *B. leoni*'nin Türkiye'den ilk kayıdır. Bilinen diğer *Bursaphelenchus* türlerinin Türkiye'deki varlıklarının belirlenmesi için yeni çalışmalar yürütülmelidir.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 20.05.2021

Kabul Tarihi : 09.09.2021

Anahtar Kelimeler

Teshiş

Bursaphelenchus

Pinus

Arazi taraması

Vektör

Atıf Şekli: Dayı M, Kasapoğlu Uludamar EB, Akbulut S, Elekcioğlu İH 2022. *Bursaphelenchus leoni* Baujard, 1980 (Tylenchina: Aphelenchoididae)'nin Türkiye'nin Çam Ormanlarından İlk Kaydı. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 706-715. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.942042>

To Cite : Dayı M, Kasapoğlu Uludamar EB, Akbulut S, Elekcioğlu İH 2022. First report of *Bursaphelenchus leoni* Baujard, 1980 (Nematoda: Parasitaphelenchidae) from Pine Forests of Turkey. KSU J. Agric Nat 25 (4): 706-715. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.942042>

INTRODUCTION

The genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 contains

over 125 described species worldwide and most of them are wood or soil inhabiting (Ryss et al., 2005;

Kanzaki and Giblin-Davis, 2018). Transmission of *Bursaphelenchus* species mainly occurs via insect vectors from a wide range of taxonomic insect groups (Ryss et al., 2005) and host trees of *Bursaphelenchus* species described so far range from conifer species to broad leaves (Ryss et al., 2005). Diversity in host tree and insect vectors of *Bursaphelenchus* species reflect adaptation to various environmental conditions and provide insights into evolution in nematodes.

Only two *Bursaphelenchus* species are known to cause sudden death of host plants under natural conditions: *B. cocophilus* (Cobb) Baujard, the pathogen of red ring disease of palm trees (Griffith et al., 2005) and *B. xylophilus* (Steiner and Buhner, 1934) Nickle, 1970 the causal agent of pine wilt disease (Mamiya, 1983; Futai, 2013). *B. xylophilus*, the pinewood nematode (PWN), has been causing extensive damage in susceptible pine forests of Japan since the beginning of the 1900's (Futai 2013). In addition to Japan, it has been distributed in China, Korea, Taiwan, and Portugal (Futai 2013; Mota et al., 1999). In recent years, limited occasions of the PWN have been reported from Spain (Abelleira et al., 2011).

Turkey possesses around 22 million ha forest area, of 27 percentage of the total land area. The majority of forest area is composed of conifer trees, mainly pine species with 30% coverage (Atalay et al. 2014). In addition to a wide range of pine forests, diverse climatic conditions have contributed biological richness of Turkey (Atalay, 1995).

In Turkey, the survey studies of *B. xylophilus* has been ongoing since 2002 (Akbulut et al., 2010). At the end of these surveys, with the exception of *B. xylophilus*, several *Bursaphelenchus* species were reported (Akbulut et al. 2006, 2007, 2008a, 2008b; Dayi et al. 2014). During the last survey to detect insect vectors of *Bursaphelenchus* species in conifer forests of the western region of Turkey in 2012, *Bursaphelenchus* species were isolated from logs of *Pinus brutia* Ten. in the İzmir Regional Forestry Directorate. To identify the isolated *Bursaphelenchus* species morphological and molecular studies were performed.

MATERIAL and METHOD

Collection and isolation of Nematodes

A survey was conducted to investigate the insect vectors of *Bursaphelenchus* species in pine forests of the western regions of Turkey in 2012 (Dayi et al, 2014). During the survey, pine trees cut (wood stocks) by İzmir Regional Forestry Directorate for timber production were investigated for the presence of *Bursaphelenchus* species and possible insect vectors. Approximately 40–80 g wood chip samples were taken from each log with insect activity to check the presence of the nematode. To take wood chip

samples, a wood auger was used and collected samples put into polyethylene bags and brought into the laboratory. We extracted nematodes using a modified Baermann Funnel Technique (Hooper 1986) and handpicked using Olympus SZX-12 microscope and transferred into petri dishes of *Botrytis cinerea* Pers. (1794) grown on malt agar at 25 °C to obtain a laboratory culture. After the culture developed, the nematodes were washed with sterile water, and collected nematodes were used for identification studies.

To prepare permanent slides, nematodes extracted from the log samples were killed at 65 °C and fixed in TAF solution [7 ml formalin (40% formaldehyde), 2 ml triethanolamine and 91 ml pure water] (Hooper, 1986). Then, nematodes were transferred to solution I (1 part glycerol and 79 parts pure water) at 35-40 °C for 12 h and later in solution II (5 parts glycerin and 95 parts 96% ethanol) at 40 °C for 3 h. Nematodes were put in a desiccator for the period of time required for all remaining water to evaporate (Seinhorst, 1959). The nematodes were kept in pure glycerin and mounted on glass slides using the waxing method (Hooper, 1986).

Morphological studies for identification of nematodes

Nematodes were identified by morphological, morphometric characters and molecular methods. Each sample has 10 female and 10 male nematodes on slides. A Leica DM 4000B microscope was used for microscopic observations and pictures (Ryss et al, 2005).

Molecular Identification of *B. leoni*

DNA extraction from nematodes

DNA was extracted from nematodes (1 to 5 individuals of *B. leoni*) and later were rinsed for 5 min in autoclaved Milli-Q water before transferring into a 1.5 ml micro tube containing 50 µL of DNA Extraction Buffer (DEB) included 0.25 mg Proteinase K (Fisher Scientific: BP-1700-500) per 1 mL of 1x PCR buffer (Thermo Fisher Scientific: BP6112). A sterile micro pestle was used to crash nematodes before incubating for 2.5 h in a water bath at 60 °C followed by 15 min incubation at 95 °C for inactivation of the Proteinase K. We cooled the tubes in ice for 5 min and stored at -20 °C to use at PCR (Polymerase Chain Reaction) (Thermo Fisher Scientific: BP6112).

Amplification of 18S and 28S rRNA and Sequencing

We used 2.0 µL DNA as template for PCR reactions, 0.4 µL of each primer (forward and reverse), 1.25 µL dNTPs, 2.5 µL of 10x Buffer, 2.0 µL of Titanium Taq, 18.25 µL of H₂O and 25 µL was the final volume. We used the primers M13-18S-1-2A- (Forward

primer: TG TAAAACGACGGCCAGTTCGATCAGATAC CGCCCTAG) and M13-18S-r2b- (Reverse primer: CAGGAAACAGCTATGACTACAAAGGGCAG GGACGTAAT) to amplify 18S rRNA with the following cycle conditions; 94 °C for 3 min for initial denaturation, 94 °C for 30 sec for denaturation, 57 °C for 30 sec 40 cycles for annealing, 68 °C for 1 min 40 cycles for extension, and 68 °C for 3 min, and 40 cycles for the final extension. To amplify 28S rRNA we used the primers M13 D2A-28S- Forward primer: TG TAAAACGACGGCCAGTACAAGTACCGTGAGGG AAAGT, and M13 D3B-28S- Reverse primer: CAGGAAACAGCTATGACTGCGAAGGAACCAGCTA CTA and applied same PCR conditions used to amplify 28S rRNA. After PCR reactions, we purified PCR and sequenced using the Sanger Sequencing (Sanger et al.1977).

Phylogenetic Analyses

Phylogenetic analyses were performed using 18S sequence data of *B. leoni*. We included other *Bursaphelenchus* and *Aphelenchoides* species 18S sequences downloaded from the NCBI (National Center for Biotechnology Information) to construct phylogenetic trees. Alignments of 18S sequences of species used for phylogenetic analyses were performed using MUSCLE (v3.8.31) (Edgar CR, 2004), and then trimmed using trimAl (1.2rev59) (Capella-Gutierrez S et al. 2009). For choosing the best substitution model, jModelTest v2 (Darriba et al. 2012) was used. Maximum Likelihood Phylogenetic analysis was performed using RAxML v8 (Stamatakis, 2014). with 500 bootstrap and GTRGAMMA model based on jModelTest v2 result. The phylogenetic tree was visualized using TreeView (Page RD, 1996).

Locality

Bursaphelenchus leoni was found in the Bergama location of İzmir city, Forest Enterprise of İzmir Regional Forestry Directorate (N: 39° 14' 08" E: 27° 07' 42" and 650 m asl).

Deposition of Material

A total of 10 slides *Bursaphelenchus leoni* samples used for morphological and morphometric measurements in this manuscript were deposited at the Department of Plant Protection, Çukurova University, Adana, Turkey.

RESULTS and DISCUSSION

Systematics and Differential Diagnosis

B. leoni belongs to the leoni group which are known to have large vulval flap, mostly seven caudal papillae in male nematodes with the exception of *B. silvestris*. Females of this group has long and thin tails.

Described species so far have three incisures in the lateral field (Braasch et al. 2009).

Bursaphelenchus leoni was found in *Pinus brutia* samples in the Bergama location of İzmir. Specimens collected from the Bergama location corresponds matched well with the original description by Baujard (1980) and reports of Philis and Braasch (1996) and Li et al. (2020) (Table 1 and Table 2).

The morphological characteristics and allometric criteria of male and female individuals were given in Figure 1. The body of *B. leoni* had typically slender with a distinct off-set lip region on head and Aphelenchoid median bulb (Figure 1a, b).

Male: Body cylindrical, showing ventrally curved and J-shaped structure when killed by heat and fixed. Lip region hemispheric, offset distinctly from body. Cuticle with invisible, very fine annulation. The stylet is 14,4 µm (12,8-16,0) long with very small basal thickenings (knobs). The excretory pore was located ½ to 1 body diameter behind the median bulb. Males have paired spicules showing same shape as described by Baujard (1980) and indicated by Philis and Braasch (1996) and Li et al. (2020). Spicules curved dorsally with a prominent rostrum without cucullus at the distal end, condylus of the cuticulum distinctly curved dorsally (Figure 1 c,d,e). One single and one pair caudal papillae located at preanal and one pair caudal papillae at postanal located ca. middle of the tail are present (Figure 1 c,d,e). It is known that the bursa shape is variable in some *Bursaphelenchus* species (Braasch et al. 1998). The bursa tightly covered only the anus aperture, bursal flap spade like with posterior margin truncate or irregular as indicated by Li et al. (2020).

Female: Body cylindrical, slightly curved at vulva when killed by heat and fixed. Stylet is 14,8 µm (10,5-20,8) long with very small basal thickenings (knobs). The anterior vulval lip of females developed as a small vulval flap (Figure 1 f,g). Anterior body region and annulation same as male. Single gonad outstretched to anteriorly. The post uterus branch is long and sometimes reached ca. 60% of the vulva-anus distance. Size of female tails is a relatively long ended conoid to finely rounded end with slight ventral curvature. Females of *B. leoni* have conical tail. (Figure 1 h,i).

Bursaphelenchus leoni occurs mainly in warm regions and reported from many Mediterranean countries as well as from South Africa (Philis and Braasch, 1996; Braasch et al., 1998).

Molecular Characterization and Phylogeny

The 18S rRNA sequence length was 868 bp, matched with the *B. leoni* (accession number MN907406) (99.63 % identify, e-value 0.0 and 0% gaps). Besides, and the 28S rRNA length was 649 bp and matched

with the *B. leoni* (accession number MN907407) (99.20 % identity, e-value 0.0 and 0% gaps). Sequences of 18S and 28S of *B. leoni* were deposited into Genbank with the access numbers MW073442 and MW075383, respectively. The phylogenetic tree of

the 18S sequence showed that *B. leoni* is clustered with *B.leoni* (accession number MN907406) in NCBI database (Figure 2) and the phylogenetic tree of 28S clustered *B. leoni* as a sister species to other *B. leoni* isolates from China and Germany (Figure 3).

Table 1. Morphometric data for female *Bursaphelenchus leoni* from Bergama location of İzmir city-Turkey* and comparison with other isolates from Cyprus, France, South Africa and China.

Çizelge 1. Türkiye İzmir Bergama bölgesinden Bursaphelenchus leoni dişi bireylerin Güney Afrika, Fransa, Kıbrıs ve Çin'deki diğer örneklerin morfometrik ölçümleriyle kıyaslanması.

Characteristics	Female (Izmir-Turkey)	Cyprus (Philis and Braasch. 1996)	France (Baujard, 1980)	South Africa (Braasch et al., 1998)	China (Li et al., 2020)
n	10	10	38	15	15
L (µm)	770.6±116.3(672-955)	750 (700-850)	700 (580-860)	799 (740-900)	920±42.6(848-1001)
a	39.3±4.9 (30.5-50.2)	39 (29-45)	39 (33-44)	36 (29-45)	44.0±2.3(40.5-48.1)
b	8.1±0.9 (6.7-9.4)	9 (8-10)	10 (8-13)	6.2 (5.3-7.4)	10.8±0.4 (9.8-11.4)
b'	5.4±0.8 (4.5-7.7)	-	-	-	6.0±0.4 (5.4-6.8)
c	12.7±2.3 (9.6-16.4)	11 (9-13)	12 (10-15)	12 (11-14)	11.9±0.7 (11.0-13.4)
c'	5.8± 1.2 (2.8-7.5)	-	-	-	6.1±0.4 (5.3-6.9)
Tail (µm)	63.3±17.1 (32-83)	-	-	-	77±6.6 (65-90)
V (%)	67.8± 6.6 (51-77)	69 (63-71)	71 (69-74)	70 (62-72)	-
Stylet (µm)	14.8±2.8 (10.5-20.8)	15 (13-17)	13 (12-17)	15 (14-18)	13.8±0.9 (12.2-15.5)
Vulva/anus distance (µm)	165.3±18.4 (140.8-201.6)	-	-	-	180±9.5 (163-196)
Body width at anus (µm)	13.4±4.3(6.4-20.8)	-	-	-	12.8±0.6 (11.5-13.7)
Distance from anterior end to junction of oesophagus and intestine (µm)	95.1±14.3 (70.4-120)	-	-	-	85±3.8 (80-90)
Distance from anterior end to posterior end of oesophageal glands (µm)	140.5±18.9 (115-176)	-	-	-	155±11.9 (135-172)
Distance from anterior end to base of median bulb (µm)	75.7±10.0 (65.6-96.6)	-	-	-	-
Oesophageal glands overlapping intestine length (µm)	44.7±19.5 (19.2-88)	-	-	-	-
Oesophageal glands overlapping intestine length/ Body width to junction of oesophagus and intestine stylet length	2.5±0.9 (1.3-4.5)	-	-	-	-
Distance from anterior end to excretory pore (µm)	96.6±9.1 (83.2-113.6)	-	-	-	112±5.1 (104-122)
Distance from anterior end to hemizonid (µm)	104.2± 8.5 (94.4-120)	-	-	-	114±4.9 (107-123)
Anterior genital branch length (µm)	342.8±51.7(268.8-456)	-	-	-	417±89.0 (297-650)
G1 (%)	46±15.4 (38-86)	-	-	-	-
Post-uterine branch length (µm)	118.3±21.5 (88-158)	-	-	-	79±12.8 (59-97)
G2 (%)	15.4±3 (10.9-21)	-	-	-	-
Post-uterine branch length/ Vulva-anus distance (%)	64.9±5.9 (60-71)	-	-	-	43.7±6.9 (31.6-53.5)
Body diameter at vulva	19.4±2.9(17.6-27.2)	-	-	-	20.9±1.2 (18.5-22.4)
Post-uterine branch length / Body diameter at vulva	6.5±1.7(4-9.6)	-	-	-	-

* All measurements were calculated as µm and mean± Standart Deviation.

The genus *Bursaphelenchus* has gained importance since *Bursaphelenchus xylophilus* was reported as the causative agent of pine wilt disease in susceptible conifer forests of the world. *Bursaphelenchus* species

are mostly known as minor or nonpathogenic organisms associated with living trees and feed on fungus in wood.

Table 2. Morphometric data for male *Bursaphelenchus leoni* from Bergama location of İzmir city-Turkey* and comparison with other isolates from Cyprus, French, South Africa and China.

Çizelge 2. Türkiye İzmir Bergama bölgesinden Bursaphelenchus leoni erkek bireylerin Güney Afrika, Fransa, Kıbrıs ve Çin'deki diğer örneklerin morfometrik ölçüleriyle kıyaslanması.

Characteristics	Female (Izmir-Turkey)	Cyprus (Philis and Braasch, 1996)	France (Baujard, 1980)	South Africa (Braasch et al., 1998)	China (Li et al., 2020)
n	10	10	29	15	15
L (µm)	709.4±37.6 (654.4-771.2)	670 (610- 720)	640(510-1060)	699 (620-699)	799±62.7(695-893)
a	39.3±4.5 (34.6-51.1)	34 (26-43)	42 (36-56)	36 (30-45)	42.7±2.7(38.1-47.5)
b	7.0±0.4(6.3-7.5)	7 (7-8)	9 (7-15)	6.5 (4.6-8.3)	9.8 ± 0.8(8.5-11.2)
b'	4.7±0.2(4.3-5.1)				5.1 ± 0.7(3.3-6.1)
c	20.1±1.7 (16.3-21.9)	28 (26-30)	20 (16-26)	27 (24-30)	21.9 ± 1.7(19.4-25.2)
c'	2.5±0.2 (2.2-3)				2.6 ± 0.2(2.2-2.9)
Tail (µm)	35.5±3.5 (30.4-43.2)				37 ± 3.0 (32-43)
Stylet (µm)	14.4±0.8(12.8-16)	14 (12-14)	13.5 (13-17)	14 (13-15)	14.0± 0.8 (12.4-15.4)
Spicule (µm) (curved median line)	18.0±1.0(16-19.2)	18 (15-20)	15(10-20)	19 (18-21)	14.5 ± 0.9(13.4-16.9)
Spicule (chord)	-	-	-	-	16.8 ± 1.0(15.2-18.9)
Anterior end to pharyngo- intestinal junction (µm)	101.6±5 (96-113.6)	-	-	-	81 ± 2.6 (77-86)
Anterior end to pharyngeal gland end (µm)	151.2±5 (144-160)	-	-	-	158 ± 27.6(136-248)
Distance from anterior end to base of median bulb (µm)	71.8±0.5 (68.8-73.6)	-	-	-	-
Oesophageal glands overlapping intestine length (µm)	49.0±5.3 (38.4-57.6)	-	-	-	-
Oesophageal glands overlapping intestine length/ Body with to junction of oesophagus and intestine stylet length	3.0±0.4 (2.4-3.8)	-	-	-	-
Anterior end to excretory pore (µm)	96.0±5.0 (84.8-104)	-	-	-	106 ± 6.8 (97-122)
Anterior end to hemizonid (µm)	105.8±3.3 (100.8-112)	-	-	-	108 ± 6.7 (94-123)
Testis length (T)	407.2±77.2 (310.1-467)	-	-	-	479 ± 62.8 (375-604)
Anal or cloacal body diam.(µm)	14.6±1.3 (12.8-16.8)	-	-	-	14.3± 1.3 (12.3-16.5)
Lip diam.	-	-	-	-	6.5± 0.3(6.2-7.1)
Lip height	-	-	-	-	3.2± 0.3(2.7-3.6)
Median bulb diam.	-	-	-	-	11.1 ± 0.7(10.1-12.3)
Median bulb length	-	-	-	-	16.6 ± 0.7(15.2-18.1)
Median bulb length: diam.	-	-	-	-	1.5 ± 0.1

* All measurements were calculated as µm and mean± Standart Deviation.

The original description of *B. leoni* was given by Baujard (1980). It was isolated from the wood of *Pinus pinaster* subsp. *atlantica* in France and characterized by the presence of a vulval flap, the form of the female tail, morphology of spicules and bursa in the male (Baujard, 1980). Recently it was suggested that *B. leoni* and *B. borealis* are conspecific based on essential morphological features such as long slender bodies, lip region and stylet structure and position of excretory pore and these two species belong to the leoni-group (Li et al. 2020).

Philis and Braasch (1999) suggested that *B. leoni* is a typical species of warm climate regions. *B. leoni* occurs mainly in warm regions and reported from many Mediterranean countries as well as from South Africa (Philis and Braasch, 1996; Braasch et al., 1998). So far, it was reported from France (Baujard,

1980), Italy (Palmisano and Ambrogioni, 1994), Cyprus (Philis and Braasch, 1996), Greece (Skarmoutsos and Skarmoutsos, 1999), and less frequently in Southern Germany and Austria (Braasch et al., 1999, Tomiczek, 2000, Braasch and Philis, 2002). In addition to Europe and Mediterranean regions, this species was also reported from South Africa (Braasch et al., 1998) and China (Li et al., 2020). Braasch et al. (1998) isolated *B. leoni* from a *P. radiata* D. Don tree in South Africa for the first in the southern hemisphere. They suggested that *B. leoni* is distributed widely in Southern Europe and an indigenous species for the Mediterranean region. They suggested that the presence of *B. leoni* in South Africa was due to similarities in climatic conditions between the Western Cape Province, South Africa and the Mediterranean Region (Braasch et al.,

1998). In the current study, *B. leoni* was found in the İzmir Regional Forestry Directorate located in the western part of Turkey. The city of İzmir has similar climatic conditions with both Southern Europe and

the Mediterranean region. This supports the idea of *B. leoni* being a species of warm climate regions (Philis and Braasch, 1996).

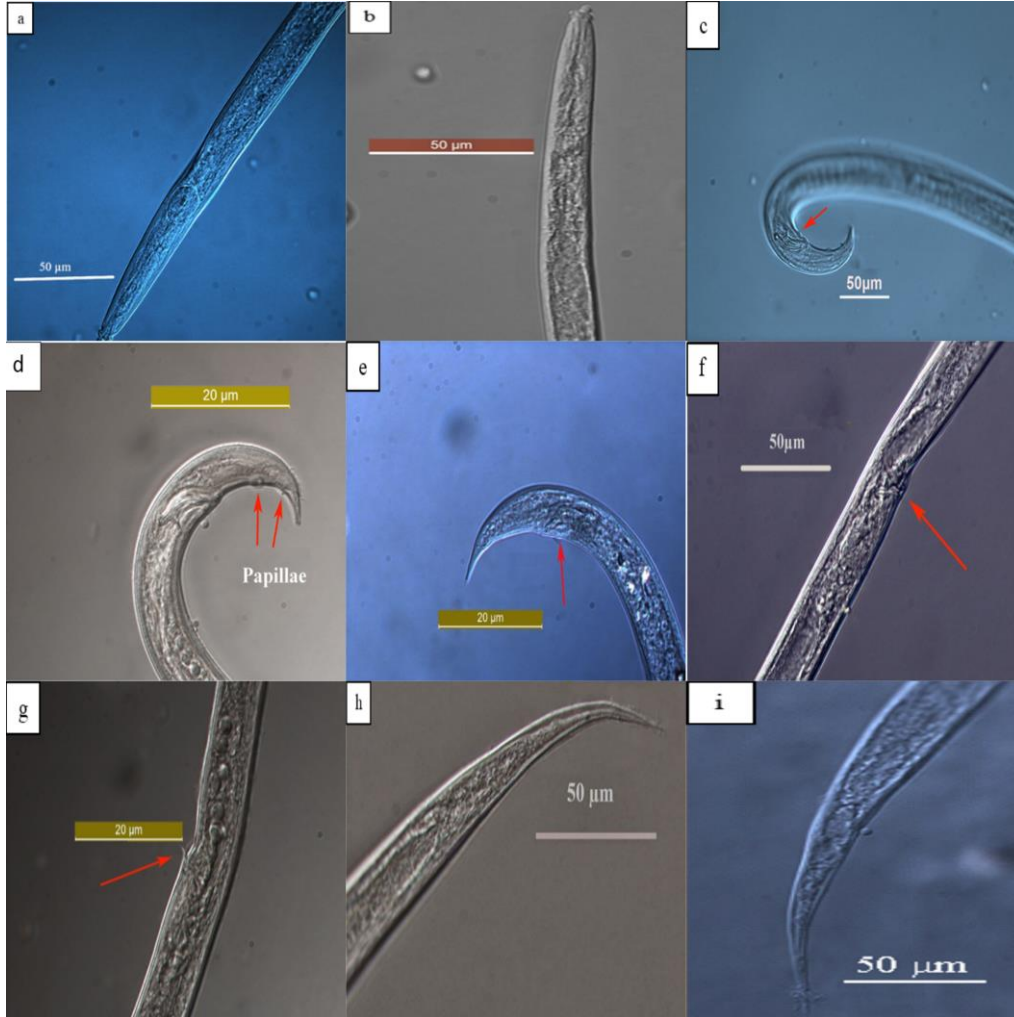


Figure 1. The body parts of *Bursaphelenchus leoni* a) Male-Head b) Female-Head c-d-e) Spicule and Male Tail in lateral view, d) Papillae f-g) Vulva h-i) Female Tail in lateral view

Şekil 1. *Bursaphelenchus leoni* vücut kısımları a) Erkek-Baş b) Dişi-Baş c-d-e) Spikul ve Erkek Kuyruğunun lateral görünümü, d) Papillalar f-g) Vulva h-i) Dişi kuyruğunun lateral görünümü

CONCLUSIONS

In this study, *B. leoni* was extracted from wood chips of *P. brutia*. According to other reports from different countries, the host species of *B. leoni* are *Pinus* species i.e. *P. pinaster* in France (Baujard, 1980), *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis*, and *P. sylvestris* in Italy (Ambrogioni et al., 1994; Caroppo et al., 1998; Ambrogioni and Caroppo 1998), *P. brutia*, *P. pinea*, and *P. nigra* in Cyprus (Philis, 1996; Philis and Braasch, 1996; Braasch and Philis, 2002), *P. brutia*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. radiata* and *P. halepensis* in Greece (Skarmoutsos and Skarmoutsou, 1999; Michalopoulos Skarmoutsos et al., 2004), *P. halepensis* and *P. pinea* in Spain (Escuer et al., 2002; Escuer et al., 2004) and *P. radiata* in South Africa

(Braasch et al., 1998). In general, *B. leoni* has been isolated from dead or dying trees, but there is no certain proof that *B. leoni* may cause tree death as *B. xylophilus* does (Braasch et al., 1998), and no connection was found in wilting cases in Cyprus (Philis, 1996). Skarmoutsos and Michalopoulos-Skarmoutsos (2000) studied the pathogenicity of several *Bursaphelenchus* species on 3-year-old pine seedlings. It was reported that 55% of *B. leoni* inoculated *P. halepensis* seedlings wilted with low numbers of re-isolated nematodes. In the current study, the nematode was isolated from a wilted *P. brutia* tree, but no connection was found between the presence of *B. leoni* and wilting incidence of pine trees. So far, there is no record about the insect vectors of *B. leoni* (d'Errico et al., 2015). In Cyprus,

most of the *B. leoni* infested trees were attacked by bark beetles (Philis and Braasch, 1996). In Turkey, new studies are required to find out distribution

areas, host tree species (addition to *P. brutia*), insect vectors and pathogenic potential of *B. leoni*.

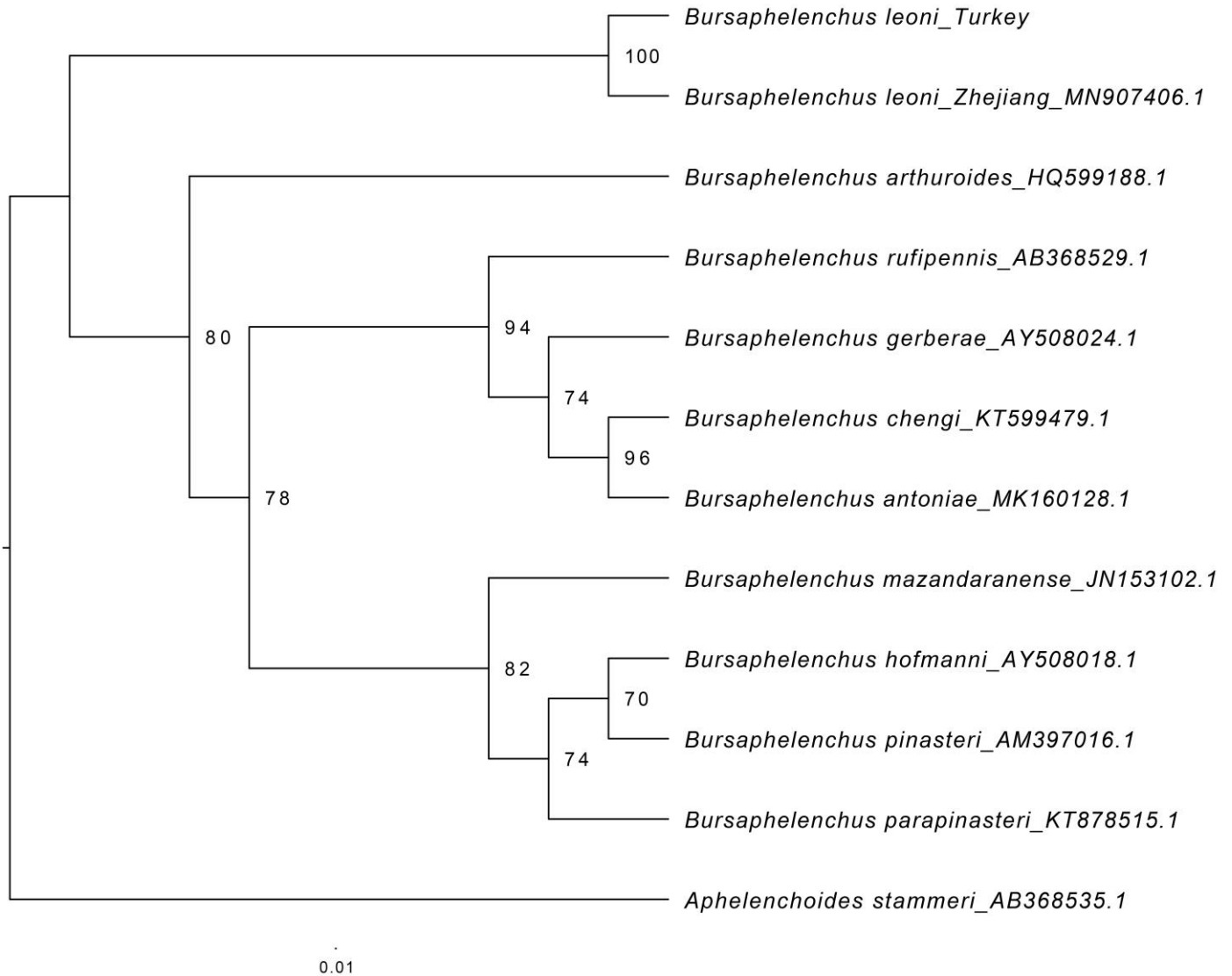


Figure 2. Maximum Likelihood tree inferred from 18S rRNA gene under GTRGAMMA model by RAxML. Bootstrap values exceeding 50% are shown on appropriate clades. *Aphelenchoides stammeri* was used as outgroup species.

Şekil 2. RAxML tarafından GTRGAMMA model altında 18S rRNA geninden oluşturulan Maximum Likelihood ağacı. %50'yi geçen destek değerleri ilgili grup için gösterilmektedir.

ACKNOWLEDGEMENT

This manuscript was supported by Düzce University Research fund (BAP) (project number 2011.02.02.076). The authors kindly thank to Dr. Helen Braasch for morphological identification and confirmation and to Dr. Qing Yu for isolation of DNA and sequencing and Dr. Terrel W. Stamps for reading and editing the manuscript

Researchers Contribution Rate Declaration Summary

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Conflicts of Interest Statement

None of the authors had any financial or personal relationships with other individuals or organizations that might inappropriately influence their work during the submission process.

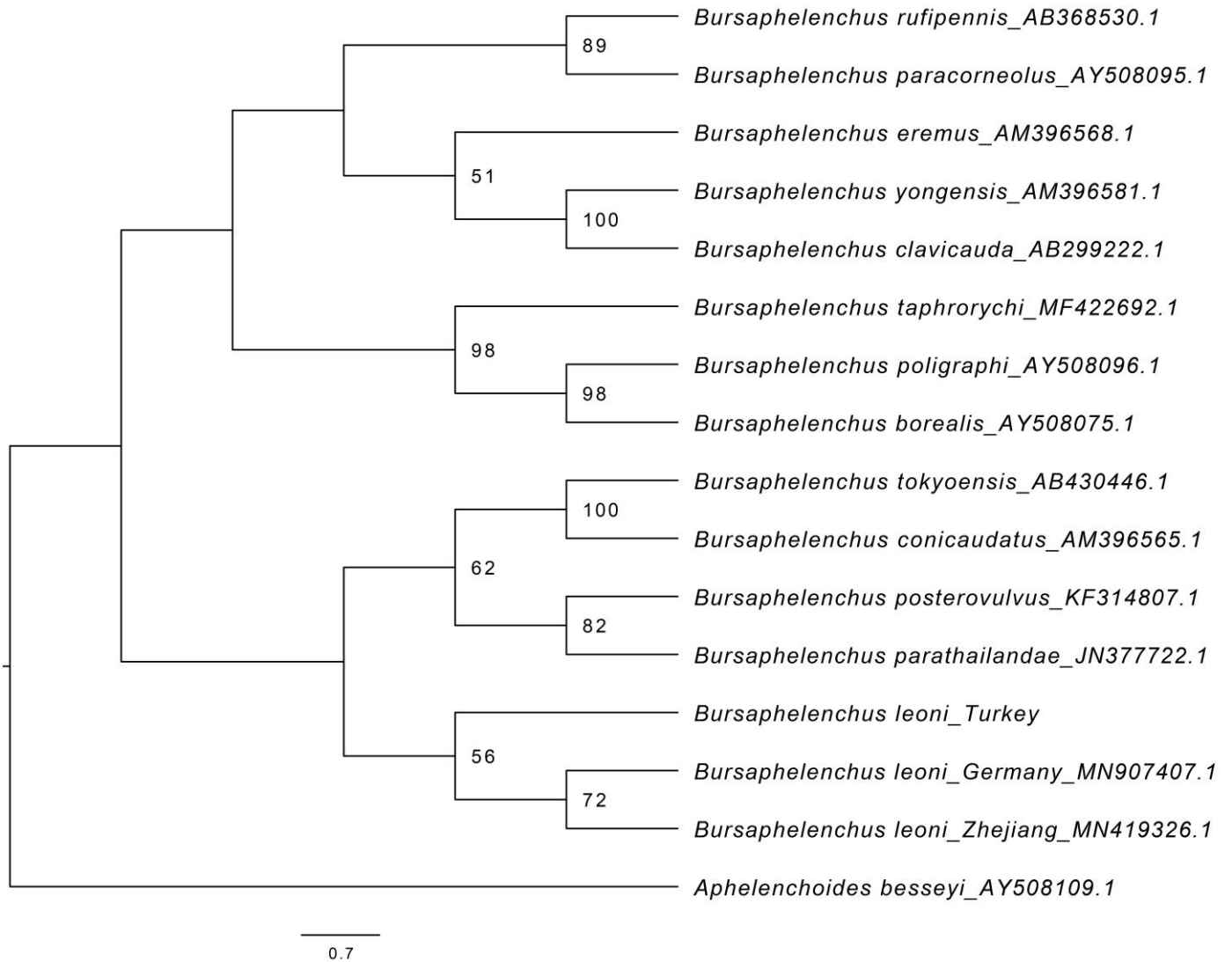


Figure 3. Maximum Likelihood tree inferred from 28S rRNA gene under GTRGAMMA model by RAxML. Bootstrap values exceeding 50% are shown on appropriate clades. *Aphelenchoides besseyi* was used as outgroup species.

Şekil 3. RAxML tarafından GTRGAMMA model altında 28S rRNA geninden oluşturulan Maximum Likelihood ağacı. %50'yi geçen destek değerleri ilgili grup için gösterilmektedir.

REFERENCES

- Abelleira A, Picoaga A, Mansilla JP, Aguin O 2011. Detection of *Bursaphelenchus xylophilus*, causal agent of pine wilt disease on *Pinus pinaster* in northwestern Spain. *Plant Disease*, 95: 776-776.
- Akbulut S, Yuksel B, Cebeci HH, Baysal I, Serin M, Erdem M 2010. Investigation of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Parasitaphelenchidae) and other *Bursaphelenchus* species with their vector insects in pine forests of Turkey and their pathogenicities. Project Report, the Scientific and Technological Council of Turkey, Project no, 107O088, Ankara, pp. 113.
- Akbulut S, Vieira P, Ryss A, Valadas V, Keten A, Mota M 2008a. *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Nematoda: Parasitaphelenchidae) species associated with *Pinus* species in northern Turkey. *Helminthologia*, 45: 89-95.
- Akbulut S, Elekcioğlu IH, Keten A 2008b. First record of *Bursaphelenchus vallesianus* Braasch, Schönfeld, Polomski, and Burgermeister in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32: 273-279.
- Akbulut S, Vieira P, Ryss R, Yuksel B, Keten A, Mota M, Valadas A 2006. Preliminary survey of the pinewood nematode in Turkey. *EPPO Bulletin*, 36: 538-542.
- Akbulut S, Braasch H, Baysal I, Brandstetter M, Burgermeister W 2007. Description of *Bursaphelenchus anamurius* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae) from *Pinus brutia* in

- Turkey. *Nematology*, 9: 859–867.
- Ambrogioni L, Caroppo S 1998. Morphology and morphometrics of Italian populations of *Bursaphelenchus* species. *Nematologia Mediterranea*, 26: 97-116.
- Ambrogioni L, Cerchiarini G, Irdani T, Tossani N 1994. Indagine preliminare sulla diffusione di *Bursaphelenchus* spp. (Nematoda) in pinete italiane. *Redia*, 77: 273-278.
- Atalay I 1995. Effects of climatic changes on the vegetation in the Near East. *Bulletin de la Sciete de Geographie Degypte*, 68: 157-177.
- Atalay I, Efe R, Oztur M 2014. Ecology and classification of forests in Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 120: 788-805.
- Baujard P 1980. Trois nouvelles especes de *Bursaphelenchus* (Nematoda: Tylenchida) et remarques sur le genre. *Revue de Nematologie*, 3: 167-177.
- Braasch H, Philis J 2002. New records of *Bursaphelenchus* spp. in Cyprus. *Nematologia Mediterranea*, 30: 55-57.
- Braasch H, Swart A, Tribe G, Burgermeister W 1998. First record of *Bursaphelenchus leoni* in South Africa and comparison with some other *Bursaphelenchus* spp. *EPPO bulletin*, 28: 211-216.
- Braasch H, Metge K, Burgermeister W 1999. *Bursaphelenchus* species (Nematoda: Parasitaphelenchidae) found in coniferous trees in Germany and their ITS-RFLP patterns. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 51: 312-320.
- Braasch H, Burgermeister W, Gu J 2009. Revised intra-generic grouping of *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Nematoda:Aphelenchoididae). *J. Nematode Morphol. Sys.* 12: 65-88.
- Capella-Gutierrez S, Silla-Martinez JM, Gabaldon T 2009. TrimAl: a tool for automated alignment trimming in large-scale phylogenetic analyses. *Bioinformatics*, 25: 1972-1973.
- Caroppo S, Ambrogioni L, Cavalli M, Coniglio, D 1998. Occurrence of pinewood nematodes *Bursaphelenchus* and their possible vectors in Italy. *Nematologia Mediterranea*, 26: 87-92.
- Darriba DL, Taboada G, Doallo R, Posada D 2012. JModelTet 2: more models, new heuristics and high-performance computing. *Nature Methods*, 9: 772.
- Dayi M, Calin M, Akbulut S, Gu J, Schröder T, Vieira P, Braasch H 2014. Morphological and molecular characterisation of *Bursaphelenchus andrassyi* sp. n. (Nematoda: Aphelenchoididae) from Romania and Turkey. *Nematology*, 6: 207-218.
- D'Errico G, Carletti B, Schröder T, Mota M, Vieira P, Roversi PF 2015. An update on the occurrence of nematodes belonging to the genus *Bursaphelenchus* in the Mediterranean area. *Forestry*, 88: 509–520.
- Edgar CR 2004. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Research*, 32: 1792-1797.
- Escuer M, Arias M, Bello A 2002. Nematodes associated with coniferous woods in Spain. *Nematology*, 4: 265-265.
- Escuer M, Arias M, Bello A 2004. Occurrence of the genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Nematoda: Aphelenchida) in Spanish conifer forests. *Nematology*, 6: 155-156.
- Futai K 2013. Pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Annual Review Phytopatology*, 51: 61-83.
- Griffith R, Giblin-Davis RM, Koshy P, Sosamma VK 2005. Nematode parasites of coconut and other palms. (Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture, CABI Publishing, UK: Ed. Luc M, Sikora R, Bridge J) 493-527.
- Hooper DJ 1986. Extraction of Free Living Stages from Soil, 5-30. in J. F. Southey ed. *Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes*. London, UK: Her Majesty's Stationery Office.
- Kanzaki N, Giblin-Davis RM 2018. Diversity and Plant Pathogenicity of *Bursaphelenchus* and Related Nematodes in Relation to Their Vector Bionomics. *Current Forestry*, 4: 85-100.
- Li H, Gu J, Fang Y, Guo K, Schonfeld U, Braasch H 2020. Supplementary characterisation of *Bursaphelenchus leoni* Baujard, 1980 (Tylenchida:Aphelenchoididae) found in *Pinus massoniana* from Zhejiang Province, China, with proposal of *B. borealis* Krentchenko, 1980 as a junior synonym. *Nematology*, 22: 1061-1078.
- Mamiya Y, 1983. Pathology of the pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Annual Review of Phytopathology*, 21: 201-220.
- Michalopoulos-Skarmoutsos H, Skarmoutsos G, Kalapanida M, Karageorgos A 2004. Surveying and recording of nematodes of the genus *Bursaphelenchus* in conifer forests in Greece and pathogenicity of the most important species. *Proceedings of an International Workshop 20-22 August 2001, Portugal*.
- Mota M, Braasch H, Bravo MA, Penas A C, Burgermeister W, Metge K, Sousa E 1999. First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. *Nematology* 1: 727-734.
- Page RD 1996. TreeView: an application to display phylogenetic trees on personal computers. *Computer Applications in the Bioscience*, 12: 357-358.
- Palmisano AM, Ambrogioni L 1994. Nematodi Aphelenchoidoidea associati con *Pinus* spp. in Italia. *Redia*, 77: 225-240.
- Philis J 1996. An outlook on the association of *Bursaphelenchus leoni* with wilting pines in Cyprus. *Nematologia Mediterranea*, 24: 221-225.
- Philis J, Braasch H 1996. Occurrence of

- Bursaphelenchus leoni* (Nematoda, Aphelenchoididae) in Cyprus and its extraction from pine wood. *Nematologia Mediterranea*, 24: 119-123.
- Ryss A, Vieira P, Mota M, Kulinich O 2005. A synopsis of the genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Aphelenchida: Parasitaphelenchidae) with keys to species. *Nematology*, 7: 393-458.
- Sanger F, Nicklen S, Coulson AR 1977. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U S A* 74: 5463-7.
- Seinhorst JW 1959. A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin. *Nematologica*, 4: 67-69.
- Skarmoutsos G, Michalopoulos-Skarmoutsos H, 2000. Pathogenicity of *Bursaphelenchus sexdentati*, *Bursaphelenchus leoni* and *Bursaphelenchus hellenicus* on European pine seedlings. *Forest Pathology*, 30: 149-156.
- Skarmoutsos G, Skarmoutsos H 1999. First record of *Bursaphelenchus* nematodes from pine forests in Greece. *Plant Diseases*, 83: 879.4-879.4.
- Stamatakis A 2014. RAxML Version 8: A tool for Phylogenetic Analysis and Post-Analysis of Large Phylogenies. *Bioinformatics*, 30: 1312-1313.
- Tomiczek C 2000. A survey for *Bursaphelenchus* spp. in conifers in Austria and implications to Austria forests. 399. XXI IUFRO World Congress 2000 7-12 August 2000, Kuala Lumpur, Malaysia.

Kırşehir'in (Türkiye) Auchenorrhyncha (Hemiptera) Faunasına Katkılar

Ersin DEMİREL¹, Mahmut ERBEY²

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Tayfur Sökmen Yerleşkesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü 31060 Antakya/Hatay/TÜRKİYE, ²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü 40100 Kırşehir/ TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0001-7699-3166>, ²<https://orcid.org/0000-0003-0917-8684>

✉: auchenorrhyncha@mku.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada 2018–2019 yıllarında Kırşehir İl'inden toplanan yirmi beş adet Auchenorrhyncha (Hemiptera) örneği değerlendirilmiştir. Teşhisler sonucu *Selenocephalus pallidus* Kirschbaum, 1868 (Cicadellidae Latreille, 1825), *Cicadatra platyptera* Fieber, 1876 (Cicadidae Latreille, 1802), *Callodictya krueperi* (Fieber, 1876) (Dictyopharidae Spinola, 1839) ve *Stictocephala bisonia* Kopp & Yonke, 1977 (Membracidae Rafinesque, 1815) türleri tespit edilmiştir. Teşhis edilen tüm türler ve Cicadidae Latreille, 1802 ile Membracidae Rafinesque, 1815 familyaları Kırşehir İli için ilk kez kaydedilmiştir. Türlerin habitus fotoğraflarının yanı sıra güncel yayılış bilgilerine göre hazırlanan Palearktik ve Türkiye yayılış haritaları verilmiştir. Kırşehir İli için bu çalışma kapsamında belirlenen türlerin de dahil edildiği bir Auchenorrhyncha kontrol listesi oluşturulmuştur.

Entomoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 24.06.2021

Kabul Tarihi : 09.09.2021

Anahtar Kelimeler

Cicadellidae

Cicadidae

Dictyopharidae

Membracidae

Biyçeşitlilik

Contributions to the Auchenorrhyncha (Hemiptera) Fauna of Kırşehir (Turkey)

ABSTRACT

In this study, twenty-five Auchenorrhyncha (Hemiptera) specimens collected from Kırşehir Province in 2018–2019 were evaluated. As a result of the diagnosis *Selenocephalus pallidus* Kirschbaum, 1868 (Cicadellidae Latreille, 1825), *Cicadatra platyptera* Fieber, 1876 (Cicadidae Latreille, 1802), *Callodictya krueperi* (Fieber, 1876) (Dictyopharidae Spinola, 1839) and *Stictocephala bisonia* Kopp & Yonke, 1977 (Membracidae Rafinesque, 1815) species have been identified. All these species and Cicadidae Latreille, 1802 and Membracidae Rafinesque, 1815 families were recorded for the first time for Kırşehir Province. In addition to the habitus photographs of the species, Palearctic and Turkey distribution maps prepared according to the current distribution information are given. An Auchenorrhyncha checklist was created for Kırşehir Province, including the species determined within the scope of this study.

Entomology

Research Article

Article History

Received : 24.06.2021

Accepted : 09.09.2021

Keywords

Cicadellidae

Cicadidae

Dictyopharidae

Membracidae

Biodiversity

Atıf Şekli: Demirel E, Erbey M 2022. Kırşehir'in (Türkiye) Auchenorrhyncha (Hemiptera) Faunasına Katkılar. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 716-722. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.957209>

To Cite : Demirel E, Erbey M 2022. Contributions to the Auchenorrhyncha (Hemiptera) Fauna of Kırşehir (Turkey). KSU J. Agric Nat 25 (4): 716-722. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.957209>

GİRİŞ

Önemli bitki zararlılarından biri olan Auchenorrhyncha (Hemiptera) Faunasına ait ilk Türkiye kayıtları, Oshanin (1912), Fahringer (1922) ve Haupt (1930) tarafından verilmiştir. Bu kayıtları sonraki yıllarda yabancı ve yerli araştırmacıların diğer kayıtları izlemiştir. Geline son noktada Auchenorrhyncha taksonu Türkiye'de Achilidae Stål, 1866, Caliscelidae Amyot & Audinet-Serville, 1843, Cixiidae Spinola, 1839, Delphacidae Leach, 1815, Derbidae Spinola, 1839, Dictyopharidae Spinola, 1839, Flatidae Spinola, 1839, Issidae Spinola, 1839, Meenoplidae Fieber,

1872, Ricaniidae Amyot & Audinet-Serville, 1843, Tettigometridae Germar, 1821, Tropiduchidae Stål, 1866, Aphrophoridae Amyot & Serville, 1843, Cercopidae Leach, 1815, Cicadellidae Latreille, 1825, Cicadidae Latreille, 1802 ve Membracidae Rafinesque, 1815 olmak üzere 17 familya ve bu familyalara ait yaklaşık 700 tür ile temsil edilmektedir (Lodos ve Kalkandelen, 1988; Önder ve ark., 2011; Bourgoïn, 2021; Hoch, 2021; Dmitriev, 2021). Yapılan literatür incelemesinden bu çalışmanın esasını oluşturan Kırşehir İl'inden ise bu taksona ait sadece 4 familya ve 17 türün kaydının

verilebildiği anlaşılmaktadır (Dlabola, 1957; Lodos ve Kalkandelen, 1980; 1981a; 1981d; 1982; 1983; 1984; 1986a; 1986b; 1987a; 1987b; Kalkandelen, 1994; 2000; Demir, 2006a; Önder ve ark., 2011; Demirel, 2015).

Mevcut sayısal verilerin ülke geneliyle kıyaslandığında oldukça düşük kaldığı görülmektedir. Bu çalışmada Kırşehir İl'inden toplanan ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü'nün Zooloji Müzesi'nde depolanmakta olan Auchenorrhyncha örnekleri değerlendirilerek bölge faunasına katkıda bulunulması amaçlanmaktadır.

MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada 2018–2019 yıllarında Kırşehir İl'i'nin farklı noktalarından toplanıp Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü'nün Zooloji Müzesi'nde muhafaza edilmekte olan Cicadellidae Latreille, 1825, Cicadidae Latreille, 1802, Dictyopharidae Spinola, 1839 ve Membracidae Rafinesque, 1815 familyalarına ait 25 örnek değerlendirilmiştir. Cicadellid örneklerinin teşhisinde Signoret (1880), Kirschbaum (1868); Cicadid'lerde Schumacher (1923), Schedl (1999), Demirel (2019); Dictyopharid'lerde Fieber (1876), Melichar (1912), Emeljanov ve ark. (2017) ve Membracid'lerde Kopp ve Yonke (1977), Schedl (1991) ve Holzinger ve ark. (2003) kullanılmıştır. Teşhiste erkek örneklerin genitaleri Ossiannilsson ve ark. (1970)'e göre çıkarılıp nihai karar verilmiştir. Teşhisleri tamamlanan örneklerin dorsal, ventral ve lateral habituslarına ait fotoğraflar AF-S VR Micro-NIKKOR 105 mm f/2.8G IF-ED lensli Nikon D750 DSLR ile çekilmiştir. Türlerin yayılış bilgileri Arcview 3.3 yazılımında derlenerek güncel yayılış haritaları oluşturulmuştur. Teşhisli örnekler Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Zooloji Müzesi'nde muhafaza edilmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Cicadellidae Latreille, 1825

Selenocephalus pallidus Kirschbaum, 1868 (Şekil 1d)

İncelenen Materyal: 3♀♀, Kırşehir, Mucur, Yeşilyurt, 39°06'22"N, 34°18'53"E, 1246m, 20.vii.2019, M. ERBEY.

Palearktik yayılışı: Arnavutluk, Avusturya, Batı Sahra, Bulgaristan, Cezayir, Fas, Hırvatistan, İsrail, İtalya, Kıbrıs, Libya, Macaristan, Mısır, Rusya, Sudan, Tunus, Türkiye, Ukrayna, Yugoslavya ve Yunanistan (Nast, 1972; 1987; Dmitriev, 2021) (Şekil 2b).

Türkiye yayılışı: Adana, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Isparta, İzmir, Kayseri, Karaman, Konya, Kütahya, Manisa, Sinop, Tokat, Trabzon ve Yozgat (Linnavuori, 1965; Kalkandelen, 1974; Lodos

ve Kalkandelen, 1986b; Kartal ve Zeybekoğlu, 1992; Çevik, 1996; Demir, 2006b; Önder ve ark., 2011) (Şekil 2a).

Açıklama: Kırşehir İli için ilk kayıttır.

Cicadidae Latreille, 1802

Cicadatra platyptera Fieber, 1876 (Şekil 1e–g)

İncelenen Materyal: 2♂♂, 1♀, Kırşehir, Akçakent, Yeniyapan, 39°39'12"N, 34°05'33"E, 1293m, 06.vii.2018, M. ERBEY.

Palearktik yayılışı: Filistin, İran, İsrail, İtalya, Lübnan, Makedonya, SSCB, Suriye, Türkiye, Ürdün ve Yunanistan (Nast, 1972; Gogala ve ark., 2005; Mozaffarian ve Sanborn, 2010; Sanborn, 2013; Dmitriev, 2021) (Şekil 2c).

Türkiye yayılışı: Çorum, Giresun, Gümüşhane, Hatay, İzmir, Konya, Muğla ve Sivas (Lodos ve Kalkandelen, 1981b; Kemal ve Koçak, 2010; Önder ve ark., 2011; Mol ve ark., 2013; Demirel, 2019) (Şekil 2a).

Açıklama: Kırşehir İli için ilk kayıttır.

Dictyopharidae Spinola, 1839

Calodictya krueperi (Fieber, 1876) (Şekil 1h–i)

İncelenen Materyal: 1♂ Kırşehir, Kaman, Kargınyenice, 39°21'13"N, 33°29'59"E, 987m, 04.viii.2018, M. ERBEY.

Palearktik yayılışı: Bulgaristan, Hırvatistan, Türkiye, Yugoslavya ve Yunanistan (Nast, 1972; 1987; Emeljanov ve ark., 2002; Bourgoin, 2021; Dmitriev, 2021; Hoch, 2021) (Şekil 2d).

Türkiye yayılışı: Antalya, Hatay, İzmir, Konya ve Tunceli (Lodos ve Kalkandelen, 1980; Önder ve ark., 2011; Demir, 2018) (Şekil 2a).

Açıklama: Kırşehir İli için ilk kayıttır.

Membracidae Rafinesque, 1815

Stictocephala bisonia Kopp & Yonke, 1977 (Şekil 1a–c)

İncelenen Materyal: 9♂♂, 9♀♀ Kırşehir, Çiçekdağı, Armutlu, 39°36'13"N, 34°16'24"E, 1441m, 09.viii.2019, M. ERBEY.

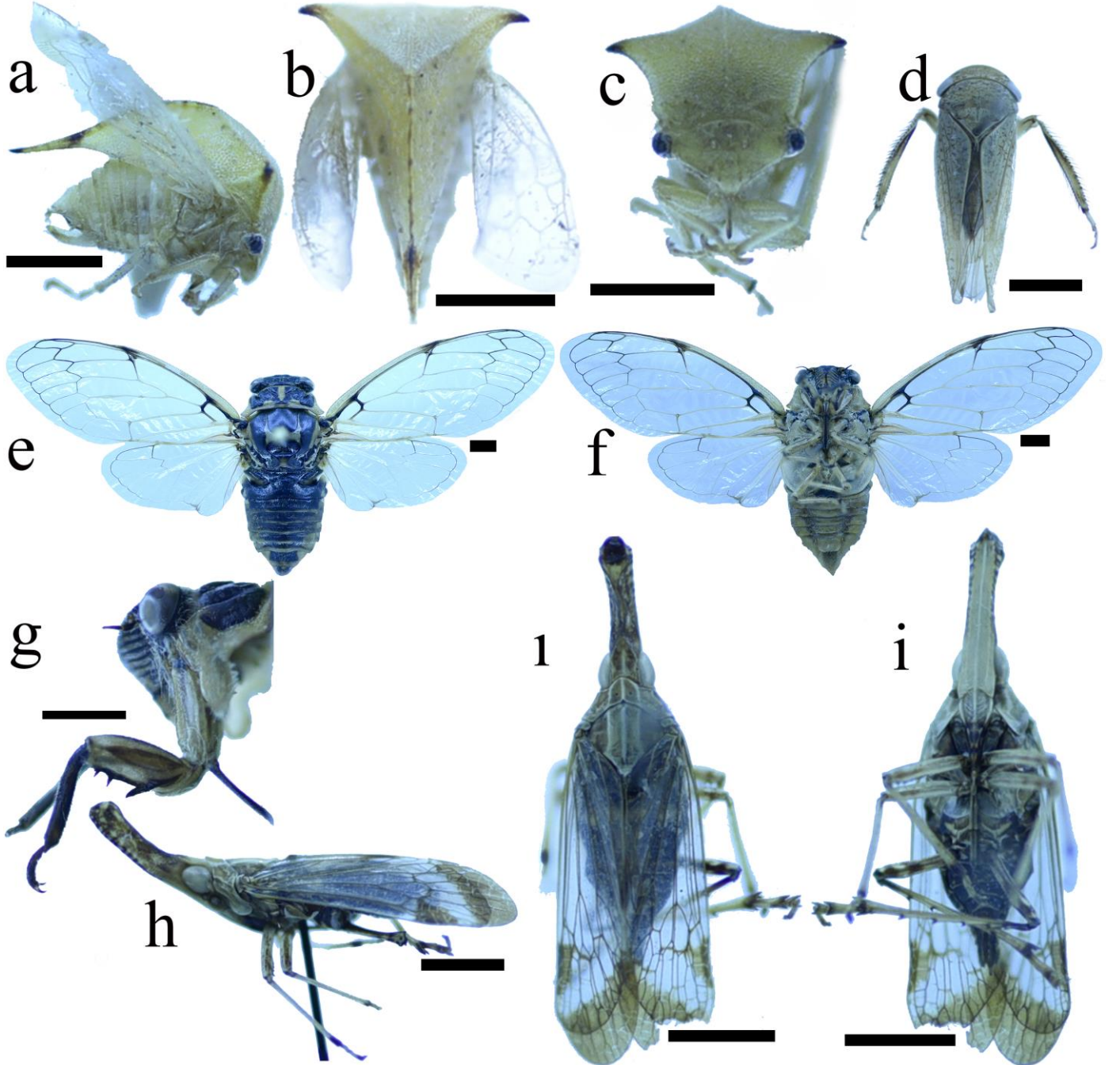
Palearktik yayılışı: Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Azerbaycan, Belçika, Bosna Hersek, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Ermenistan, Fransa, Gürcistan, Hırvatistan, İspanya, İsviçre, İtalya, Kırgızistan (Issyk-Kul' obl.), Kuzey Afrika, Macaristan Makedonya, Moldova, Nearktik Bölge, Polonya, Romanya, Slovakya, Slovenya, Türkiye, Ukrayna, Yakın Doğu, Yugoslavya ve Yunanistan (Nast, 1972; 1987; Dmitriev, 2021; Hoch, 2021) (Şekil 2e).

Türkiye yayılışı: Ankara, Artvin, Balıkesir, Edirne, Erzincan, Erzurum, Kırklareli ve Rize (Lodos ve Kalkandelen, 1981c; 1988; Güçlü ve ark., 1995; Önder

ve ark., 2011) (Şekil 2a).

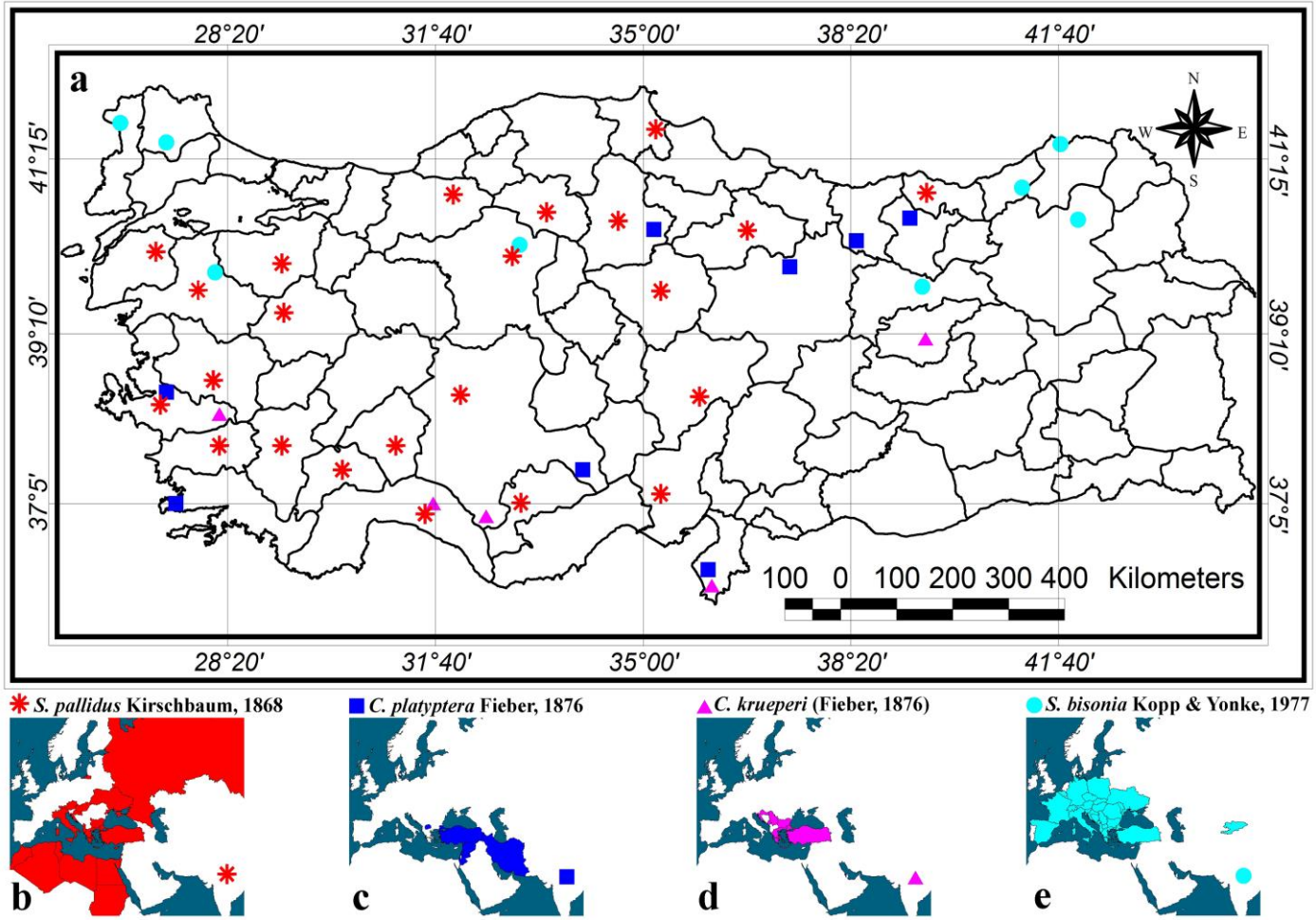
Açıklama: Kırşehir İli için ilk kayıtır.

Bu çalışma ile Cicadellidae Latreille, 1825, Cicadidae Latreille, 1802, Dictyopharidae Spinola, 1839 ve Membracidae Rafinesque, 1815 familyalarına ait dört tür tespit edilmiştir. Türler, familyaların alfabetik sırasına göre verilmişlerdir.



Şekil 1. Teşhis edilen türlerin habitusları: a–c. *Stictocephala bisonia* Kopp & Yonke, 1977; d. *Selenocephalus pallidus* Kirschbaum, 1868; e–g. *Cicadatra platyptera* Fieber, 1876; h–i. *Callodictya krueperi* (Fieber, 1876) Ölçek 3mm.

Figure1. Habitus of the identified species: a–c. *Stictocephala bisonia* Kopp & Yonke, 1977; d. *Selenocephalus pallidus* Kirschbaum, 1868; e–g. *Cicadatra platyptera* Fieber, 1876; h–i. *Callodictya krueperi* (Fieber, 1876) Scale 3 mm.



Şekil 2. Kırşehir İl'inden tespit edilen türlerin yayılışları: a. Türkiye; b–e. Palearttik.

Figure 2. Distribution of the identified species from Kırşehir Province: a. Turkey; b–e. Palearctic.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü'nün Zooloji Müzesi koleksiyonunda bulunan 25 Auchenorrhyncha örneğinin değerlendirilmesi ile Kırşehir Auchenorrhyncha Faunası için iki familya (Cicadidae Latreille, 1802 ve Membracidae Rafinesque, 1815) ve dört türün (*Callodictya krueperi* (Fieber, 1876), *Cicadatra platyptera* Fieber, 1876, *Selenocephalus pallidus* Kirschbaum, 1868 ve *Stictocephala bisonia* Kopp & Yonke, 1977) ilk kez kaydı verilmiştir. Bu türlerden *S. bisonia* Kopp & Yonke, 1977 istilacı bir tür olup aynı zamanda koleksiyonda bulunan en fazla örnek sayısına sahip olan türdür.

S. pallidus Kirschbaum, 1868'ün önceki çalışmalarda, başta türün ilk kaydına atfen verilen hatalı Kırşehir kaydı olmak üzere Türkiye kayıtlarında görülen eksiklikler tamamlanmıştır (Karaman ve Trabzon kayıtları eklenmiştir).

Önceki çalışmalarda *Laburrus (Laburrus) handlirschi* (Matsumura, 1908) ve *Platymetopius (Quernus) quercinus* Dlabola, 1974 türleri için verilen Kırşehir

kayıtlarının hatalı olmaları nedeniyle bu türler Kırşehir faunasından çıkarılmıştır.

Çalışmada kaydı verilen tüm türlerin güncel Palearktik ve Türkiye yayılış haritaları ile türlerin dorsal ventral ve lateral habituslarının fotoğraflarına yer verilmiştir.

Bundan sonra bölgede yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere, yeni keşfedilen türlerin de dahil edildiği, Kırşehir İli Auchenorrhyncha faunasını gösteren bir kontrol listesi oluşturulmuştur (Çizelge 1). Çizelgeden anlaşılacağı üzere bölgede en fazla yayılış gösteren familya Cicadellidlerdir. Bu veri, Auchenorrhyncha taksonunun Türkiye'deki genel durumuyla benzerlik göstermektedir.

Bu çalışma ile Kırşehir İl'inden bilinen Auchenorrhyncha familyalarının sayısı altıya, tür sayısı ise 21'e çıkarılmıştır. Auchenorrhyncha'ların Türkiye'de yayılış gösteren yaklaşık 700 türü olduğu dikkate alındığında, Kırşehir İl'indeki tür sayısının gerçekçi olmanın çok uzağında olduğu açıktır. Bölgede yapılacak yeni çalışmalarla bu sayının artırılması kuvvetle muhtemeldir.

Çizelge 1. Kırşehir İli Auchenorrhyncha kontrol listesi
Table 1 Auchenorrhyncha checklist of Kırşehir Province

	Familyalar	Türler
Fulgoromorpha	Issidae Spinola, 1839	<i>Tshurtshurnella despecta</i> (Linnavuori, 1965)
	Dictyopharidae Spinola, 1839	<i>Callodictya krueperi</i> (Fieber, 1876)* <i>Dictyophara (Chanithus) pannonica</i> (Germar, 1830)
	Cixiidae Spinola, 1839	<i>Cixius (Ceratocixius) pallipes</i> Fieber, 1876
		<i>Hyalesthes philesakis</i> Hoch & Remane, 1985
<i>Pentastira torossica</i> (Dlabola, 1957)		
<i>Reptalus (Reptalus) quinquecostatus</i> (Dufour, 1833)		
Cicadomorpha	Cicadidae Latreille, 1802*	<i>Cicadatra platyptera</i> Fieber, 1876*
	Membracidae Rafinesque, 1815*	<i>Stictocephala bisonia</i> Kopp & Yonke, 1977*
	Cicadellidae Latreille, 1825	<i>Allygidius (Allygidius) commutatus</i> (Fieber, 1872)
		<i>Arboridia (Arboridia) adanae</i> (Dlabola, 1957)
		<i>Austroagallia sinuata</i> (Mulsant & Rey, 1855)
		<i>Conosanus obsoletus</i> (Kirschbaum, 1858)
		<i>Euscelis (Euscelis) lineolata</i> Brullé, 1832
		<i>Hardya (Hardya) anatolica</i> Zachvatkin, 1946
		<i>Idiocerus (Idiocerus) herrichii</i> Kirschbaum, 1868
		<i>Kybos virgator</i> (Ribaut, 1933)
<i>Kybos candelabricus</i> Dlabola, 1958		
<i>Macropsis (Macropsis) marginata</i> (Herrich-Schäffer, 1836)		
<i>Phlepsius intricatus</i> (Herrich-Schäffer, 1838)		
<i>Selenocephalus pallidus</i> Kirschbaum, 1868*		

* Taxa recorded for the first time with this study from Kırşehir Province.

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

- Bourgoin T 2021. FLOW (Fulgoromorpha Lists on The Web): a world knowledge base dedicated to Fulgoromorpha. Retrieved in June, 13, 2021 from <http://www.hemiptera-databases.org/flow/>
- Çevik T 1996. Orta Anadolu Bölgesi ceviz ağaçlarında zararlı ve faydalı faunanın tespiti üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 36(1-2): 55-72.
- Demir E 2006a. Contributions to the knowledge of Turkish Auchenorrhyncha (Homoptera) with a new record, *Pentastiridius nanus* (Ivanoff, 1885). Munis Entomology & Zoology 1(1): 97-122.
- Demir E 2006b. Preliminary report on the Auchenorrhyncha (Hemiptera) fauna of Kazdağı National Park with two new records for Turkey. Acta entomologica Slovenica, 14(1): 89-102.
- Demir E 2018. Fulgoromorpha (Hemiptera) records from Southwestern Turkey. Entomologia Hellenica, 26(2): 17-28. doi:<https://doi.org/10.12681/eh.16516>
- Demirel E, Hasbenli A 2015. Contributions to the Bolkar Mountains Cixiidae Fauna with a new record and an identification key for Turkey's *Tachycixius* (Hemiptera: Auchenorrhyncha). Pakistan Journal of Zoology 47(5): 1341-1346.
- Demirel E 2019. Cicadidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha) from Mt. Musa, Turkey. Monographs of the Upper Silesian Museum, 10: 29-45.
- Dlabola J 1957. Results of the zoological expedition of

- the national museum in Prague to Turkey 20. Homoptera Auchenorrhyncha. Acta Entomologica Musei Nationalis, 31(469): 19–68.
- Dmitriev DA 2021. 3I Interactive Keys and Taxonomic Databases. Retrieved in June, 13, 2021 from <http://dmitriev.speciesfile.org/index.asp>
- Emeljanov AF, Gnezdilov VM, Gjonov IV 2002. Addenda to the fauna of Cicadina (Hemiptera) of Bulgaria. Acta Entomologica Slovenica, 10(1): 83–90.
- Emeljanov AF, Özgen İ, Gnezdilov VM 2017. The first record of *Callodictya kazeruna* Dlabola (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Fulgoroidea: Dictyopharidae) from Turkey. Entomological Review, 97(8): 1085–1088.
- Fahringer J 1922. Eine Rhynchotenausbeute aus der Türkei, Kleinasien und den benachbarten Gebieten. Zeitschrift für systematische Insektenkunde (mit Ausschluss von Coleopterologie und Lepidopterologie) unter Mitwirkung führender Entomologen, 1: 296–307.
- Fieber FX 1876. Les Cicadines d'Europe d'après les originaux et les publications les plus récentes. Deuxième partie: Descriptions des espèces. Revue et Magasin de Zoologie pure et appliquée, 4: 11–268.
- Gogala M, Trilar T, Krpach VT 2005. Fauna of singing cicadas (Auchenorrhyncha: Cicadoidea) of Macedonia – a bioacoustic survey. Acta entomologica slovenica, 13(2): 103–126.
- Güçlü Ş, Hayat R, Özbek H 1995. Erzurum ve çevre illerdeki ceviz (*Junglans regia* L.)'de bulunan fitofag böcek türlerinin tespiti üzerinde araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 19(2): 137–145.
- Haupt H 1930. Ein neuer *Paralimnus* Mats. Aus Kleinasien (Homopt. Cicad.). Deutsche Entomologische Zeitschrift, 1:207–208.
- Hoch H 2021. Fauna Europaea: Acariformes, Tarsonemoidea. Retrieved in June, 13, 2021 from <https://fauna-eu.org>
- Holzinger WE, Kammerlander I, Nickel H 2003. The Auchenorrhyncha of Central Europe – Die Zikaden Mitteleuropas. Vol. 1: Fulgoromorpha, Cicadomorpha excl. Cicadellidae. Brill, Leiden, 673 pp.
- Kalkandelen A 1974. Orta Anadolu'da Homoptera: Cicadellidae familyası türlerinin taksonomileri üzerinde araştırmalar. Ziraî Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü, Ankara, 220 sy.
- Kalkandelen A 1994. Türkiye Cixiidae (Homoptera) türleri üzerinde taksonomik çalışmalar. VII. Pentastirini: *Reptalus* Emelyanov. Bitki Koruma Bülteni, 34(1–2): 1–21.
- Kalkandelen A 2000. Türkiye Cixiidae (Homoptera) türleri üzerinde taksonomik çalışmalar – VII. Pentastirini: *Hyalesthes* Signoret. Bitki Koruma Bülteni, 40(3–4): 91–123.
- Kartal V, Zeybekoğlu Ü 1992. Türkiye Cicadellidae (Hom., Auchenorrhyncha) Faunası İçin Yeni Türler. Turkish Journal of Zoology, 16: 349–352.
- Kemal M, Koçak AÖ 2010. Cicadidae of Turkey and some ecological notes on *Tibicina serhadensis* Koçak & Kemal from Van Province (East Turkey) (Homoptera). Cesa News, 55: 1–19.
- Kirschbaum CL 1868. Die Cicadinen der gegend von Wiesbaden und Frankfurt A. M. nebst einer anzahl neuer oder Schwer zu unterscheidender Arten aus anderen Gegenden Europa's Tabellarisch Beschrieben. Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, 21–22: 1–202.
- Kopp DD, Yonke TR 1977. Taxonomic status of the buffalo treehopper and the name *Ceresa bubalus*. Annals of the Entomological Society of America, 70(6): 901–905.
- Linnavuori R 1965. Studies on the South and East–Mediterranean Hemipterous fauna. Acta Entomologica Fennica, 21: 1–70.
- Lodos N, Kalkandelen A 1980. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey III. Families Meenoplidae, Derbidae, Achilidae, Dictyopharidae and Tettigometridae. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 4(3): 161–176.
- Lodos N, Kalkandelen A 1981a. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey IV. Family Issidae Spinola. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 5(1): 5–21.
- Lodos N, Kalkandelen A 1981b. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey V. Families Flatidae, Ricaniidae and Cicadidae. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 5(2): 67–82.
- Lodos N, Kalkandelen A 1981c. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey VI. Families Cercopidae and Membracidae. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 5(3): 133–149.
- Lodos N, Kalkandelen A 1981d. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey VII. Family Cicadellidae: Ulopinae, Megophthalminae, Ledrinae, Macropsinae and Agallinae. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 5(4): 215–230.
- Lodos N, Kalkandelen A 1982. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey VIII. Family Cicadellidae: Idiocerinae. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 6(1): 15–28.
- Lodos N, Kalkandelen A 1983. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey XII. Family Cicadellidae: Typhlocybinae: Empoascini. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 7(1): 153–165.
- Lodos N, Kalkandelen A 1984. Preliminary list of

- Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey XV. Family Cicadellidae: Typhlocybinae: Erythroneurini (Part I). Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 8(1): 159–168.
- Lodos N, Kalkandelen A 1986a. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey XXI. Family: Cicadellidae: Deltocephalinae: Athysanini (Part I). Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 10(3): 131–139.
- Lodos N, Kalkandelen A 1986b. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey XXII. Family: Cicadellidae: Deltocephalinae: Athysanini (Part II). Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 10(4): 203–211.
- Lodos N, Kalkandelen A 1987a. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey XXIII. Family: Cicadellidae: Deltocephalinae: Athysanini (Part III). Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 11(1): 29–40.
- Lodos N, Kalkandelen A 1987b. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey XXIV. Family: Cicadellidae: Deltocephalinae: Athysanini (Part IV). Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 11(2): 97–109.
- Lodos N, Kalkandelen A 1988. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of Turkey XXVII. (Addenda and Corrigenda). Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 12(1): 11–22.
- Melichar L 1912. Monographie der Dictyophorinen (Homoptera). Abhandlungen des Kaiserlich- und Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, 7(1): 1–221.
- Mol A, Zeybekoğlu Ü, Akyürek B 2013. Morphological and acoustic characters of *Cicadatra platyptera* Fieber, 1876. Zoo Keys, 296: 1–23. <https://doi.org/10.3897/zookeys.296.4855>
- Mozaffarian F, Sanborn AF 2010. The cicadas of Iran with the description of two new species (Hemiptera, Cicadidae). Deutsche Entomologische Zeitschrift, 57: 69–84.
- Nast J 1972. Palaeartic Auchenorrhyncha (Homoptera). An annotated check list. Polish Scientific Publishers, Warszawa, 550 pp.
- Nast J 1987. The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Europe. Annales Zoologici Warszawa, 40: 535–661.
- Oshanin VT 1912. Katalog der paläarktischen Hemipteren (Heteroptera, Homoptera Auchenorrhyncha und Psylloidea). Verlag von R. Friedländer und Sohn, Berlin, 203 pp.
- Ossiannilsson F, Russel LM, Weber H 1970. Homoptera. , In: Tuxen S.L. (Ed.), Taxonomists Glossary of Genitalia in Insects (2nd ed.), Munksgaard, Copenhagen, pp. 179–190.
- Önder F, Tezcan S, Karsavuran Y, Zeybekoğlu Ü 2011. Türkiye Cicadomorpha, Fulgoromorpha ve Sternorrhyncha (Insecta: Hemiptera) Kataloğu. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 168 sy.
- Sanborn AF 2013. Catalogue of the Cicadoidea (Hemiptera: Cicadoidea). With contributions to the bibliography by Martin H. Villet. Elsevier/Academic Press, San Diego, 1002 pp. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-416647-9.00001-2>
- Schedl W 1991. Invasion der Amerikanischen Büffelzikade (*Stictocephala bisonia* Kopp und Yonke, 1977) nach Österreich (Homoptera, Auchenorrhyncha, Membracidae). Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, 64: 9–13.
- Schedl W 1999. Contribution to the singing cicadas of Israel and adjacent countries (Homoptera, Auchenorrhyncha, Cicadidae et Tibicinidae). Linzer biologische Beiträge, 31(2): 823–837.
- Signoret V 1880. Essai sur les Jassides Stål, Fieb. et plus particulièrement sur les Acocéphalides Puton. Annales de la Société Entomologique de France, 10(5): 41–70.

Fruit fly (Diptera: Tephritidae) Fauna of Amasya and Samsun Provinces, with Two New Records for Turkey

Vedat GÖRMEZ^{1*}, Murat KÜTÜK²

¹Gaziantep University, İslahiye Vocational School, Plant and Animal Breeding Department, Gaziantep, Türkiye, ²Gaziantep University, Science and Art Faculty, Department of Biology, Gaziantep, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-8136-8226>, ²<https://orcid.org/0000-0003-1567-1002>

✉: vgormezy@gantep.edu.tr

ABSTRACT

In this study, the fruit fly (Diptera: Tephritidae) fauna of Amasya and Samsun Provinces were determined by adult fruit fly specimens collected from host plants in spring and summer between 2015 and 2018. The specimens were collected from host plants with sweeping nets, and killed in ethyl acetate jars. The collected materials were examined as morphological and the species were diagnosed under a stereo microscope. Fifty-six species and 21 genera belonging to five subfamilies were determined for the fruit fly fauna of Amasya and Samsun Provinces. The genera *Anomoia* Walker and *Philophylla* Rondani as well as the species *Anomoia purmunda* (Harris) and *Philophylla caesio* (Harris) are recorded for the first time for the fauna of Turkey. Material examined and wing photographs belonging to all the species determined in research region are given. In addition to adult body and aculeus figures, their host plants and zoogeographic distribution of the new record species are presented for the fauna of Turkey.

Zoology

Research Article

Article History

Received : 13.04.2021

Accepted : 15.9.2021

Keywords

Fruit flies
Fauna
Amasya
Samsun
Türkiye

Türkiye İçin İki Yeni Kayıt İle Birlikte Amasya ve Samsun İllerinin Meyve Sineği (Diptera: Tephritidae) Faunası

ÖZET

Bu çalışmada, Amasya ve Samsun illerinin meyve sineği (Diptera: Tephritidae) faunası, 2015 ile 2018 yılları arasında ilkbahar ve yaz aylarında konukçu bitkilerden toplanan ergin meyve sineği örnekleri ile belirlenmiştir. Örnekler konukçu bitkiler üzerinden atrap ile toplanmış ve etil asetatlı şişelerde öldürülmüştür. Toplanan materyaller morfolojik olarak incelenmiş ve türler stereo mikroskop altında teşhis edilmiştir. Amasya ve Samsun illerinin meyve sineği faunası için beş alt familyaya ait 56 tür ve 21 cins belirlenmiştir. *Anomoia* Walker ve *Philophylla* Rondani cinslerinin yanı sıra *Anomoia purmunda* (Harris) ve *Philophylla caesio* (Harris) türleri Türkiye faunası için ilk kez kaydedilmiştir. Araştırma bölgesinde tespit edilen tüm türlere ait incelenen materyal bilgileri ve kanat fotoğrafları verilmiştir. Türkiye faunası için yeni kayıt türlerinin ergin vücut ve aculeus fotoğraflarının yanında konukçu bitkileri ve zoocoğrafik dağılımları da sunulmuştur.

Zooloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 13.04.2021

Kabul Tarihi : 15.09.2021

Anahtar Kelimeler

Meyve sinekleri,
Fauna,
Amasya,
Samsun,
Türkiye

To Cite : Görmez V, Kütük M 2022. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) fauna of Amasya and Samsun Provinces, with two new records for Turkey. KSU J. Agric Nat 25 (4): 723-734. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.915417>

Atf İçin : Görmez V, Kütük M 2022. Türkiye İçin İki Yeni Kayıt İle Birlikte Amasya ve Samsun İllerinin Meyve Sineği (Diptera: Tephritidae) Faunası. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 723-734. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.915417>

INTRODUCTION

Tephritidae (fruit flies) is one of the largest families of order Diptera which has 492 genera and 4716 species worldwide (Pape et al., 2011). Today, 1500 fruit fly species are related with fruits, and 250 of these

species found to be economically harmful (Li et al., 2013). Many species feed on plants belonging to the Asteraceae family (Freidberg and Kugler, 1989).

Researches are carried out in Turkey since 1927 about fruit flies. In particular, important findings

have been obtained in studies conducted in recent years. In the last decade alone, 9 new species (*Terellia askaleensis* Kütük et al., 2011; *Tephritis ozaslani* Kütük et al., 2012; *Terellia freidbergi* Korneyev et al., 2013; *Urophora turkeyensis* Yaran and Kütük, 2014; *Heringina arezoana* Namin and Korneyev, 2015; *Carpomya liat* (Freidberg, 2016); *Terellia akguli* Yaran et al., 2018; *Tephritis turkeri* Kütük and Yaran, 2020; *Tephritis kutuki* Yaran and Görmez, 2020) were identified, 6 genera (*Acidia* Robineau-Desvoidy, *Acinia* Loew, *Chetostoma* Rondani, *Dacus* Fabricius, *Hemilea* Loew, *Ictericoides* Hering) and 16 species (*Acidia cognata* (Wiedemann), *Acinia biflexa* (Loew), *Campiglossa sororcula* (Wiedemann), *Carpomya wiedemanni* (Meigen), *Chetostoma curvinerve* Rondani, *Dacus ciliatus* Loew, *Goniurellia tridens* (Hendel, 1910), *Hemilea dimidiata* (Costa), *Ictericoides zelleri* (Loew), *Tephritis zernyi* Hendel, *Terellia armeniaca* Korneyev, *Terellia ivannikovi* Korneyev et al., *Terellia nigronata* (Korneyev), *Terellia plagiata* (Dahlbom), *Urophora tenuis* Becker, *Urophora trinervii* Korneyev and White) were also reported as new records in Turkey (Görmez, 2011; Bayrak, 2011; Kütük et al., 2011, 2012; Kütük et al., 2013; Korneyev et al., 2013; Yaran and Kütük, 2014, 2015, 2016; Korneyev and Kolcsar, 2015; Namin and Korneyev, 2015; Freidberg, 2016; Yaran et al., 2018a, 2018b; Çalışkan Keçe et al., 2019; Görmez and Kütük, 2020; Kütük and Yaran, 2020; Yaran et al., 2021). With these contributions, the number of fruit fly species increased to 173 species and 38 genera belonging to five subfamilies in Turkey.

In this paper, fifty-six fruit flies species determined and recorded for the first time in Amasya and Samsun provinces. In addition, the genera *Anomoia* Walker and *Philophylla* Rondani as well as species *Anomoia purmunda* (Wiedemann, 1817) and *Philophylla caesio* (Meigen, 1826) are given for the fruit fly fauna of Turkey as new records.

MATERIAL and METHOD

In Amasya and Samsun Provinces, extensive field studies has been carried out and adult fruit fly specimens were collected in spring and summer between 2015 and 2018. The specimens were collected with sweeping nets and killed with ethyl acetate. All specimens are deposited in Entomology Museum of Gaziantep University. The collected materials were examined and diagnosed under a stereo microscope. Identification of the specimens was made by examining the morphological characters in the head, thorax and abdomen. Besides wing patterns, aculeus sizes and morphologies (especially for *Chaetorellia* and *Oxya* species) were compared. Sources used to diagnose species: Hendel (1927), White (1988), Freidberg and Kugler (1989), White and Marquardt (1989), Korneyev and White (1993, 1999), Merz

(1994), Kütük (2003a, 2003b), Korneyev (2003, 2006), Kütük and Yaran (2011), Korneyev (2013), Korneyev and Evstigneev (2013), Korneyev et al. (2013, 2017) and Namin and Nozari (2015).

RESULT

As a result, fifty-six species and 21 genera belonging to five subfamilies (Aciurinae, Myopitinae, Tephritinae, Terellinae, Trypetinae) were determined for the fruit fly fauna of Amasya and Samsun Provinces. The genera *Anomoia* Walker and *Philophylla* Rondani as well as the species *A. purmunda* (Harris) and *P. caesio* (Harris) are new records from Turkey.

The faunistic information of obtained species presented alphabetically in the below.

Acanthiophilus helianthi (Rossi, 1794) (Figure 1)

Material examined: Amasya, Duruca, 40°44'N, 35°47'E, 510m, 29.06.2015, 1♂; Merzifon, Yaylacık, 40°38'N, 35°23'E, 1125m, 27.07.2015, 1♂; Suluova, Küpeli, 40°52'N, 35°27'E, 485m, 29.07.2015, 1♀; Taşova, Dudluk, 40°44'N, 36°17'E, 255m, 01.07.2017, 2♀♀, 2♂♂; Göynücek, Gözlek, 40°32'N, 35°40'E, 827m, 01.07.2017, 2♀♀, 3♂♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 2♀♀, 2♂♂; Taşova, Destek, 40°51'N, 36°07'E, 800m, 30.07.2017, 1♀, 7♂♂; Samsun, Havza, Yenice, 40°59'N, 35°45'E, 680m, 29.06.2015, 1♀; Atakum, Çakıryalı, 41°23'N, 36°11'E, 30m, 30.06.2015, 2♀♀; Alaçam, Zeytin, 41°36'N, 35°41'E, 60m, 30.06.2015, 4♀♀, 2♂♂; Çarşamba, Esençay, 41°06'N, 36°35'E, 115m, 30.05.2016, 1♀, 1♂; Tekkeköy, Hamzalı, 41°20'N, 36°53'E, 18m, 29.06.2016, 1♀, 3♂♂; Terme, Evcı, 41°09'N, 37°03'E, 5m, 18.06.2017, 3♀♀, 3♂♂; Alaçam, Kapaklı, 41°30'N, 35°35'E, 801m, 28.07.2017, 4♀♀, 6♂♂; Bafra, Esençay, 41°20'N, 35°50'E, 115m, 29.07.2017, 4♀♀, 3♂♂; Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 15♀♀, 6♂♂; Ladik, İbi, 40°58'N, 35°54'E, 779m, 30.07.2017, 10♀♀, 7♂♂; Kavak, Akbelen, 41°09'N, 35°53'E, 910m, 18.08.2017, 1♀; Tekkeköy, Ovabaşı, 41°12'N, 36°30'E, 3m, 18.08.2017, 1♀; Ayvacık, Çamlıkale, 40°55'N, 36°29'E, 1005m, 18.08.2017, 1♂.

Aciura coryli (Rossi, 1794) (Figure 2)

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Kırca, 40°56'N, 35°08'E, 897m, 22.06.2018, 1♀, 2♂♂.

Campiglossa absinthii (Fabricius, 1805) (Figure 3)

Material examined: Amasya, Gözlek, 40°32'N, 35°40'E, 590m, 27.07.2015, 1♀, 1♂.

Campiglossa bidentis (Robineau – Desvoidy, 1830) (Figure 4)

Material examined: Samsun, Bafra, Doğanca,

41°39'N, 36°00'E, 10m, 02.05.2016, 1♂; Alaçam, İncirli, 41°35'N, 35°36'E, 202m, 31.05.2016, 1♀, 2♂♂.

***Campiglossa producta* (Loew, 1844) (Figure 5)**

Material examined: Amasya, Merzifon, Sarıbuğday, 40°44'N, 35°27'E, 650m, 28.07.2015, 2♀♀; Taşova, Destek, 40°51'N, 36°07'E, 800m, 30.07.2017, 2♂♂; Samsun, Havza, Yenice, 40°59'N, 35°45'E, 680m, 29.06.2015, 1♀; Kavak, Çakallı, 41°09'N, 36°06'E, 710m, 29.07.2015, 2♀♀, 3♂♂; Vezirköprü, Bakla, 41°08'N, 35°14'E, 576m, 15.06.2017, 2♂♂; Bafra, Esençay, 41°20'N, 35°50'E, 115m, 29.07.2017, 3♂♂; Kavak, Akbelen, 41°09'N, 35°53'E, 910m, 18.08.2017, 1♂.

***Carpomya schineri* (Loew, 1856) (Figure 6)**

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 2♂♂.

***Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Figure 7)**

Material examined: Samsun, Atakum, Çakıryalı, 41°23'N, 36°11'E, 30m, 30.06.2015, 2♀♀, 3♂♂.

***Chaetorellia acrolophi* White and Marquardt, 1989 (Figure 8)**

Material examined: Amasya, Merzifon, Sazlıca, 40°50'N, 35°27'E, 613m, 19.05.2017, 3♀♀, 1♂.

***Chaetorellia carthami* Stackelberg, 1929 (Figure 9)**

Material examined: Amasya, Suluova, Küpeli, 40°52'N, 35°27'E, 485m, 29.07.2015, 1♂; Merzifon, Sazlıca, 40°50'N, 35°27'E, 613m, 19.05.2017, 2♀♀, 3♂♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 2♀♀, 2♂♂; Samsun, Havza, Taşkaracaören, 40°54'N, 35°38'E, 682m, 02.05.2016, 1♀, 1♂.

***Chaetorellia conjuncta* (Becker, 1913) (Figure 10)**

Material examined: Amasya, Suluova, Küpeli, 40°52'N, 35°27'E, 485m, 29.07.2015, 1♀; Taşova, Mercimekköy, 40°47'N, 36°13'E, 585m, 17.06.2017, 6♀♀, 13♂♂; Göynücek, Gözlek, 40°32'N, 35°40'E, 827m, 01.07.2017, 2♂♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 1♀, 6♂♂; Samsun, Vezirköprü, Bakla, 41°08'N, 35°14'E, 576m, 15.06.2017, 8♀♀, 11♂♂; Kavak, Ahırlı, 41°04'N, 35°58'E, 630m, 17.06.2017, 5♂♂; Tekkeköy, Taşdemir, 41°12'N, 36°34'E, 9m, 17.06.2017, 2♀♀, 9♂♂; Bafra, Esençay, 41°18'N, 35°50'E, 223m, 29.07.2017, 3♀♀, 26♂♂; Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 17♀♀, 25♂♂; Ladik, İbi, 40°58'N, 35°54'E, 779m, 30.07.2017, 6♀♀, 17♂♂.

***Chaetorellia jaceae* (Robineau – Desvoidy, 1830) (Figure 11)**

Material examined: Amasya, Gözlek, 40°32'N, 35°40'E, 590m, 27.07.2015, 2♂♂; Samsun, Vezirköprü, Yağınözü, 41°10'N, 35°23'E, 591m, 31.07.2015, 1♀; Havza, Bekdiğin, 40°59'N, 35°46'E, 675m, 02.05.2016, 2♀♀, 1♂; Bafra, Esençay, 41°20'N, 35°50'E, 115m, 29.07.2017, 1♀.

***Chaetorellia loricata* (Rondani, 1870) (Figure 12)**

Material examined: Samsun, Ladik, Sarıgazel, 40°53'N, 35°46'E, 985m, 29.07.2015, 1♀, 2♂♂.

***Chaetorellia succinea* (Costa, 1844) (Figure 13)**

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 1♀; Samsun, Havza, Yenice, 40°59'N, 35°45'E, 680m, 29.06.2015, 4♀♀, 1♂; Vezirköprü, Yağınözü, 41°10'N, 35°23'E, 591m, 31.07.2015, 3♀♀; Çarşamba, Esençay, 41°06'N, 36°35'E, 115m, 30.05.2016, 5♀♀, 11♂♂; Alaçam, İncirli, 41°35'N, 35°36'E, 202m, 31.05.2016, 7♀♀, 8♂♂.

***Chaetostomella cylindrica* (Robineau – Desvoidy, 1830) (Figure 14)**

Material examined: Amasya, Merzifon, Sazlıca, 40°50'N, 35°27'E, 613m, 19.05.2017, 1♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 2♀♀, 3♂♂.

***Ensina sonchi* (Linnaeus, 1767) (Figure 15)**

Material examined: Samsun, Bafra, Esençay, 41°20'N, 35°50'E, 115m, 29.07.2017, 1♀; Bafra, Esençay, 41°18'N, 35°50'E, 223m, 29.07.2017, 2♀♀, 2♂♂.

***Euaresta bullans* (Wiedemann, 1830) (Figure 16)**

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sarıköy, 40°51'N, 35°23'E, 720m, 15.06.2017, 4♀♀, 5♂♂; Taşova, Dudluk, 40°44'N, 36°17'E, 255m, 01.07.2017, 38♀♀, 26♂♂; Göynücek, Kertme, 40°27'N, 35°27'E, 855m, 01.07.2017, 16♀♀, 24♂♂; Samsun, Çarşamba, Esençay, 41°06'N, 36°35'E, 115m, 30.05.2016, 2♀♀, 4♂♂; Tekkeköy, Hamzalı, 41°20'N, 36°53'E, 18m, 29.06.2016, 1♀; Bafra, Kabaçukur, 41°19'N, 35°50'E, 123m, 18.08.2017, 15♀♀, 16♂♂.

***Myopites apicatus* Freidberg, 1980 (Figure 17)**

Material examined: Amasya, Taşova, Sarıkız, 40°29'N, 35°59'E, 510m, 19.08.2017, 2♀♀, 3♂♂.

***Myopites cypriacus* Hering, 1938 (Figure 18)**

Material examined: Amasya, Taşova, Karabük, 40°43'N, 36°09'E, 267m, 19.08.2017, 1♀, 5♂♂.

***Orellia stictica* (Gmelin, 1790) (Figure 19)**

Material examined: Samsun, Havza, Çayırözü, 40°58'N, 35°36'E, 727m, 17.06.2017, 3♀♀, 1♂.

***Oxyna flavipennis* (Loew, 1844) (Figure 20)**

Material examined: Amasya, Merzifon, Karacaören, 40°51'N, 35°21'E, 751m, 22.06.2018, 2♀♀, 2♂♂.

***Sphenella marginata* (Fallen, 1814) (Figure 21)**

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sarıköy, 40°51'N, 35°23'E, 720m, 15.06.2017, 1♂; Merzifon, Karatepe, 40°49'N, 35°21'E, 618m, 20.08.2017, 2♀♀, 6♂♂; Samsun, Atakum, Değirmendüzü, 41°15'N, 36°10'E, 190m, 30.06.2015, 2♂♂; Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 1♀, 2♂♂; Ladik, İbi, 40°58'N, 35°54'E, 779m, 30.07.2017, 2♀♀, 1♂.

***Anomoia purmunda* (Harris, 1780) (Figures 22-25)**

Material examined: Samsun, Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 3♂♂.

Host plant: *Cotonoaster* spp., *Crataegus* spp. and *Malus* spp. (Merz, 1994).

Distribution: Austria, Belgium, Britain Island, Bulgaria, Central European Russia, Channel Island, Corsica, Czech Republic, Danish mainland, East Palaearctic, Estonia, Finland, French mainland, Germany, Hungary, Ireland, Italian mainland, Lithuania, Near East, Northern Ireland, Netherlands, Norwegian mainland, Poland, Slovakia, Spanish mainland, Sweden, Switzerland, Ukraine (Fauna Europaea, 2020).

This genus and species are new records for the fauna of Turkey.

***Philophylla caesio* (Harris, 1780) (Figures 26-29)**

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 1♀, 1♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 22.06.2018, 2♂♂; Samsun, Bafra, Esençay, 41°20'N, 35°50'E, 115m, 29.07.2017, 1♀.

Host plant: *Urtica dioica* (Merz, 1994).

Distribution: Andorra, Austria, Belgium, Britain Island, Bulgaria, Central European Russia, Channel Island, Corsica, Czech Republic, Danish mainland, East European Russia, Finland, French mainland, Germany, Hungary, Ireland, Italian mainland, Lithuania, Near East, Netherlands, Northern Ireland, Norwegian mainland, Poland, Slovakia, Spanish mainland, Sweden, Switzerland, Ukraine, Yugoslavia (Fauna Europaea, 2020).

This genus and species are new records for the fauna of Turkey.

***Tephritis acanthiophilopsis* (Hering, 1938) (Figure 30)**

Material examined: Amasya, Göynücek, Gözlek, 40°32'N, 35°40'E, 827m, 01.07.2017, 2♀♀, 2♂♂.

***Tephritis bardanae* (Schrank, 1803) (Figure 31)**

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sarıköy, 40°51'N, 35°23'E, 720m, 15.06.2017, 2♀♀, 1♂.

***Tephritis dioscurea* (Loew, 1856) (Figure 32)**

Material examined: Amasya, Taşova, Mercimekköy, 40°47'N, 36°13'E, 585m, 17.06.2017, 1♀; Göynücek, Çulpura, 40°39'N, 35°32'E, 1000m, 01.07.2017, 1♂; Samsun, Bafra, Kolay, 41°22'N, 35°48'E, 59m, 30.05.2016, 1♂; Çarşamba, Arım Köseli, 41°21'N, 36°79'E, 29m, 29.06.2016, 1♂; Terme, 41°12'N, 36°51'E, 12m, 19.05.2017, 1♂; Vezirköprü, Kocakaya, 41°18'N, 35°08'E, 275m, 14.06.2017, 1♂, 1♀; Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 2♀♀, 9♂♂.

***Tephritis divisa* Rondani, 1871 (Figure 33)**

Material examined: Amasya, Göynücek, Gözlek, 40°32'N, 35°40'E, 827m, 01.07.2017, 3♀♀, 4♂♂; Taşova, Destek, 40°51'N, 36°07'E, 800m, 30.07.2017, 1♀, 1♂; Samsun, Çarşamba, Esençay, 41°06'N, 36°35'E, 115m, 30.05.2016, 1♂; Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 6♀♀, 8♂♂; Ayvacık, Çamlıkale, 40°55'N, 36°29'E, 1005m, 18.08.2017, 1♀.

***Tephritis erdemlii* Kütük, 2008 (Figure 34)**

Material examined: Samsun, Alaçam, Kapaklı, 41°30'N, 35°35'E, 801m, 28.07.2017, 3♀♀, 1♂.

***Tephritis formosa* (Loew, 1844) (Figure 35)**

Material examined: Amasya, Merzifon, Sarıbuğday, 40°44'N, 35°27'E, 650m, 28.07.2015, 2♀♀, 2♂♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 8♀♀, 12♂♂; Samsun, Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 1♀.

***Tephritis hyoscyami* (Linnaeus, 1758) (Figure 36)**

Material examined: Amasya, Merzifon, Sazlıca, 40°50'N, 35°27'E, 613m, 19.05.2017, 6♀♀, 14♂♂; Göynücek, Gözlek, 40°32'N, 35°40'E, 827m, 01.07.2017, 1♀, 1♂; Taşova, Destek, 40°51'N, 36°07'E, 800m, 30.07.2017, 2♀♀, 1♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 30.07.2017, 2♀♀, 1♂; Samsun, Kavak, 41°03'N, 35°58'E, 640m, 30.06.2015, 2♀♀, 9♂♂; Ladik, Sarıgazel, 40°53'N, 35°46'E, 985m, 29.07.2015, 13♀♀, 10♂♂; Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 9♀♀, 16♂♂; Ayvacık, Çamlıkale, 40°55'N, 36°29'E, 1005m, 18.08.2017, 1♀, 1♂.

***Tephritis matricariae* (Loew, 1844) (Figure 37)**

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 30.07.2017, 1♀; Samsun, Canik, Avluca, 41°10'N, 36°16'E, 415m, 29.07.2015, 1♂; Kavak, Kuzalan, 41°03'N, 35°58'E, 747m, 29.05.2016, 1♀; Bafra, Kolay, 41°22'N, 35°48'E, 59m, 30.05.2016, 1♂.

***Tephritis nigricauda* (Loew, 1856) (Figure 38)**

Material examined: Amasya, Sarımeşe, 40°34'N, 36°04'E, 664m, 29.05.2016, 1♂; Samsun, Ladik, Sarıgazel, 40°53'N, 35°46'E, 985m, 29.07.2015, 1♀.

***Tephritis postica* (Loew, 1844) (Figure 39)**

Material examined: Amasya, Merzifon, Sazlıca, 40°50'N, 35°27'E, 613m, 19.05.2017, 6♀♀, 14♂♂; Gümüşhacıköy, Sarıköy, 40°51'N, 35°23'E, 720m, 15.06.2017, 5♀♀, 7♂♂; Taşova, Destek, 40°51'N, 36°07'E, 800m, 30.07.2017, 1♀; Samsun, Kavak, 41°03'N, 35°58'E, 640m, 30.06.2015, 1♀; Ladik, 40°54'N, 35°54'E, 896m, 17.06.2017, 2♀♀, 7♂♂.

***Tephritis praecox* (Loew, 1844) (Figure 40)**

Material examined: Amasya, Taşova, Türkmendamı, 40°44'N, 36°13'E, 355m, 02.05.2016, 1♀; Samsun, Kavak, 41°03'N, 35°58'E, 640m, 30.06.2015, 1♀.

***Tephritis sauterina* Merz, 1994) (Figure 41)**

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 1♂; Samsun, Bafra, Kolay, 41°22'N, 35°48'E, 59m, 30.05.2016, 1♂; Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 1♂.

***Tephritis separata* Rondani, 1871 (Figure 42)**

Material examined: Amasya, Göynücek, Gözlek, 40°32'N, 35°40'E, 827m, 01.07.2017, 1♀, 1♂; Samsun, Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 2♀♀, 3♂♂.

***Tephritomyia lauta* (Loew, 1869) (Figure 43)**

Material examined: Amasya, Merzifon, Yaylacık, 40°38'N, 35°23'E, 1125m, 27.07.2015, 1♂; Taşova, Destek, 40°51'N, 36°07'E, 800m, 30.07.2017, 1♀, 1♂; Samsun, Bafra, Kolay, 41°22'N, 35°48'E, 59m, 30.05.2016, 2♀♀, 5♂♂; Ladik, 40°54'N, 35°54'E, 894m, 30.07.2017, 2♀♀, 2♂♂.

***Terellia gynaecochroma* (Hering, 1937) (Figure 44)**

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 20♀♀, 24♂♂; Samsun, Havza, Çelikalın, 41°12'N, 35°51'E, 639m, 29.07.2017, 9♀♀, 11♂♂.

***Terellia luteola* (Wiedemann, 1830) (Figure 45)**

Material examined: Amasya, Göynücek, Çulpura, 40°39'N, 35°32'E, 1000m, 01.07.2017, 4♀♀, 2♂♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 30.07.2017, 1♂; Samsun, Vezirköprü, Türkmen, 41°13'N, 35°26'E, 275m, 28.07.2017, 6♀♀.

***Terellia nigripalpis* Hendel, 1927 (Figure 46)**

Material examined: Samsun, Canik, Avluca, 41°10'N, 36°16'E, 415m, 29.07.2015, 2♀♀, 1♂.

***Terellia serratulae* (Linnaeus, 1758) (Figure 47)**

Material examined: Amasya, Merzifon, Sazlıca, 40°50'N, 35°27'E, 613m, 19.05.2017, 35♀♀, 42♂♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 5♀♀, 11♂♂; Taşova, Yuvaköy, 40°39'N, 36°09'E, 927m, 19.08.2017, 12♀♀, 6♂♂; Samsun, Tekkeköy, Taşdemir, 41°12'N, 36°34'E, 9m, 17.06.2017, 1♀, 4♂♂; Bafra, Esençay, 41°20'N, 35°50'E, 115m, 29.07.2017, 14♀♀, 18♂♂; Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 41♀♀, 45♂♂; Ayvacık, Çamlıkale, 40°55'N, 36°29'E, 1005m, 18.08.2017, 2♀♀, 5♂♂.

***Terellia virens* (Loew, 1846) (Figure 48)**

Material examined: Amasya, Merzifon, Sazlıca, 40°50'N, 35°27'E, 613m, 19.05.2017, 9♀♀, 8♂♂; Samsun, Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 9♀♀, 13♂♂; Kavak, Akbelen, 41°09'N, 35°53'E, 910m, 18.08.2017, 9♀♀, 11♂♂.

***Trupanea amoena* (Frauenfeld, 1857) (Figure 49)**

Material examined: Amasya, Taşova, Mercimekköy, 40°47'N, 36°13'E, 585m, 17.06.2017, 1♀; Samsun, Kavak, Akbelen, 41°09'N, 35°53'E, 910m, 18.08.2017, 1♂.

***Trupanea stellata* (Fuesslin, 1775) (Figure 50)**

Material examined: Amasya, Taşova, Dudluk, 40°44'N, 36°17'E, 255m, 01.07.2017, 2♀♀, 2♂♂.

***Urophora affinis* (Frauenfeld, 1857) (Figure 51)**

Material examined: Amasya, Suluova, 40°49'N, 35°37'E, 465m, 29.05.2016, 4♀♀, 14♂♂; Göynücek, Gözlek, 40°32'N, 35°40'E, 827m, 01.07.2017, 4♀♀, 18♂♂; Samsun, Çarşamba, Esençay, 41°06'N, 36°35'E, 115m, 30.05.2016, 6♀♀, 8♂♂; Havza, Çayırözü, 40°58'N, 35°36'E, 727m, 17.06.2017, 23♀♀, 45♂♂; Tekkeköy, Taşdemir, 41°12'N, 36°34'E, 9m, 17.06.2017, 1♀; Terme, Evcı, 41°09'N, 37°03'E, 5m, 18.06.2017, 1♀, 3♂♂.

***Urophora aprica* (Fallen, 1814) (Figure 52)**

Material examined: Amasya, Taşova, Dudluk, 40°44'N, 36°17'E, 255m, 01.07.2017, 1♂, 1♀; Samsun,

Vezirköprü, Yağınözü, 41°10'N, 35°23'E, 591m, 31.07.2015, 3♀♀, 5♂♂.

Urophora congrua Loew, 1862 (Figure 53)

Material examined: Samsun, Kavak, Çakallı, 41°09'N, 36°06'E, 710m, 29.07.2015, 1♀, 3♂♂.

Urophora cuspidata (Meigen, 1826) (Figure 54)

Material examined: Amasya, Merzifon, Yaylacık, 40°38'N, 35°23'E, 1125m, 27.07.2015, 2♀♀; Musaköy, 40°28'N, 35°44'E, 787m, 30.06.2016, 6♂♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 2♂♂; Samsun, Alaçam, İncirli, 41°35'N, 35°36'E, 202m, 31.05.2016, 1♂; Vezirköprü, Bakla, 41°08'N, 35°14'E, 576m, 15.06.2017, 3♀♀, 6♂♂; Kavak, Ahırlı, 41°04'N, 35°58'E, 630m, 17.06.2017, 1♀, 3♂♂; Bafra, Esençay, 41°20'N, 35°50'E, 115m, 29.07.2017, 1♀.

Urophora jaceana (Hering, 1935) (Figure 55)

Material examined: Amasya, Suluova, Küpeli, 40°52'N, 35°27'E, 485m, 29.07.2015, 2♀♀; Merzifon, Sazlıca, 40°50'N, 35°27'E, 613m, 19.05.2017, 3♀♀, 2♂♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 1♀, 1♂; Samsun, Vezirköprü, Yağınözü, 41°10'N, 35°23'E, 591m, 31.07.2015, 3♀♀, 2♂♂; Bafra, Esençay, 41°20'N, 35°50'E, 115m, 29.07.2017, 5♀♀, 12♂♂.

Urophora mauritanica Macquart 1851 (Figure 56)

Material examined: Amasya, Musaköy, 40°28'N, 35°44'E, 787m, 30.06.2016, 1♀; Samsun, Vezirköprü, Yağınözü, 41°10'N, 35°23'E, 591m, 31.07.2015, 1♀, 3♂♂.

Urophora phalolepidis Merz & White, 1991 (Figure 57)

Material examined: Amasya, Merzifon, Sazlıca, 40°50'N, 35°27'E, 613m, 19.05.2017, 1♀, 2♂♂; Samsun, Vezirköprü, Yağınözü, 41°10'N, 35°23'E, 591m, 31.07.2015, 1♀, 3♂♂; Çarşamba, Dikbiyık, 41°13'N, 36°36'E, 10m, 30.05.2016, 2♀♀, 1♂.

Urophora quadrifasciata (Meigen, 1826) (Figure 58)

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 2♀♀, 5♂♂; Samsun, Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 2♂♂.

Urophora solstitialis (Linnaeus, 1758) (Figure 59)

Material examined: Amasya, Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 4♂♂; Samsun, Vezirköprü, Türkmen, 41°13'N, 35°26'E, 275m, 28.07.2017, 7♂♂.

Urophora stylata (Fabricius, 1775) (Figure 60)

Material examined: Amasya, Duruca, 40°44'N, 35°47'E, 510m, 29.06.2015, 8♀♀, 11♂♂; Göynücek, Gözlek, 40°32'N, 35°40'E, 827m, 01.07.2017, 1♀, 1♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 27.07.2017, 2♀♀, 9♂♂; Taşova, Destek, 40°51'N, 36°07'E, 800m, 30.07.2017, 12♀♀, 18♂♂; Samsun, Bafra, Dedeli, 41°32'N, 35°51'E, 50m, 30.06.2015, 1♀, 2♂♂; Canik, Avluca, 41°10'N, 36°16'E, 415m, 29.07.2015, 6♀♀, 11♂♂; Çarşamba, Esençay, 41°06'N, 36°35'E, 115m, 30.05.2016, 1♂; Havza, Dereköy, 41°06'N, 35°42'E, 564m, 29.07.2017, 9♀♀, 23♂♂.

Urophora terebrans (Loew, 1850) (Figure 61)

Material examined: Samsun, Ondokuzmayıs, Karakavuk, 41°22'N, 36°08'E, 149m, 30.05.2016, 1♀, 2♂♂.

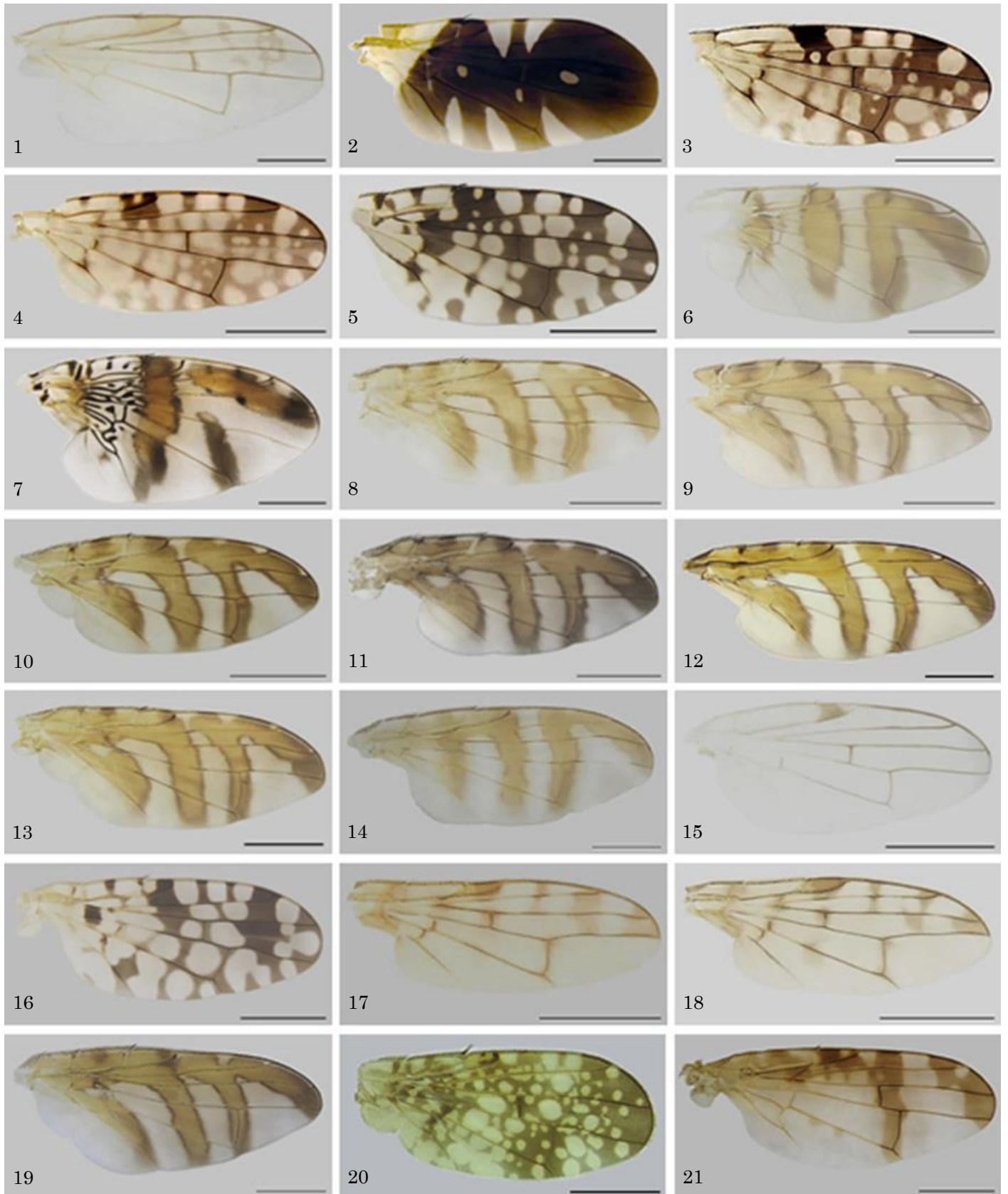
Xyphosia miliaria (Schrank, 1781) (Figure 62)

Material examined: Amasya, Musaköy, 40°28'N, 35°44'E, 787m, 30.06.2016, 5♀♀, 7♂♂; Gümüşhacıköy, Sekü, 40°57'N, 36°06'E, 809m, 30.07.2017, 2♀♀; Taşova, Yuvaköy, 40°39'N, 36°09'E, 927m, 19.08.2017, 4♂♂; Samsun, Vezirköprü, Güldere, 41°17'N, 35°55'E, 630m, 29.07.2017, 3♂♂; Havza, Boyalı, 41°13'N, 35°52'E, 770m, 29.07.2017, 11♀♀, 23♂♂.

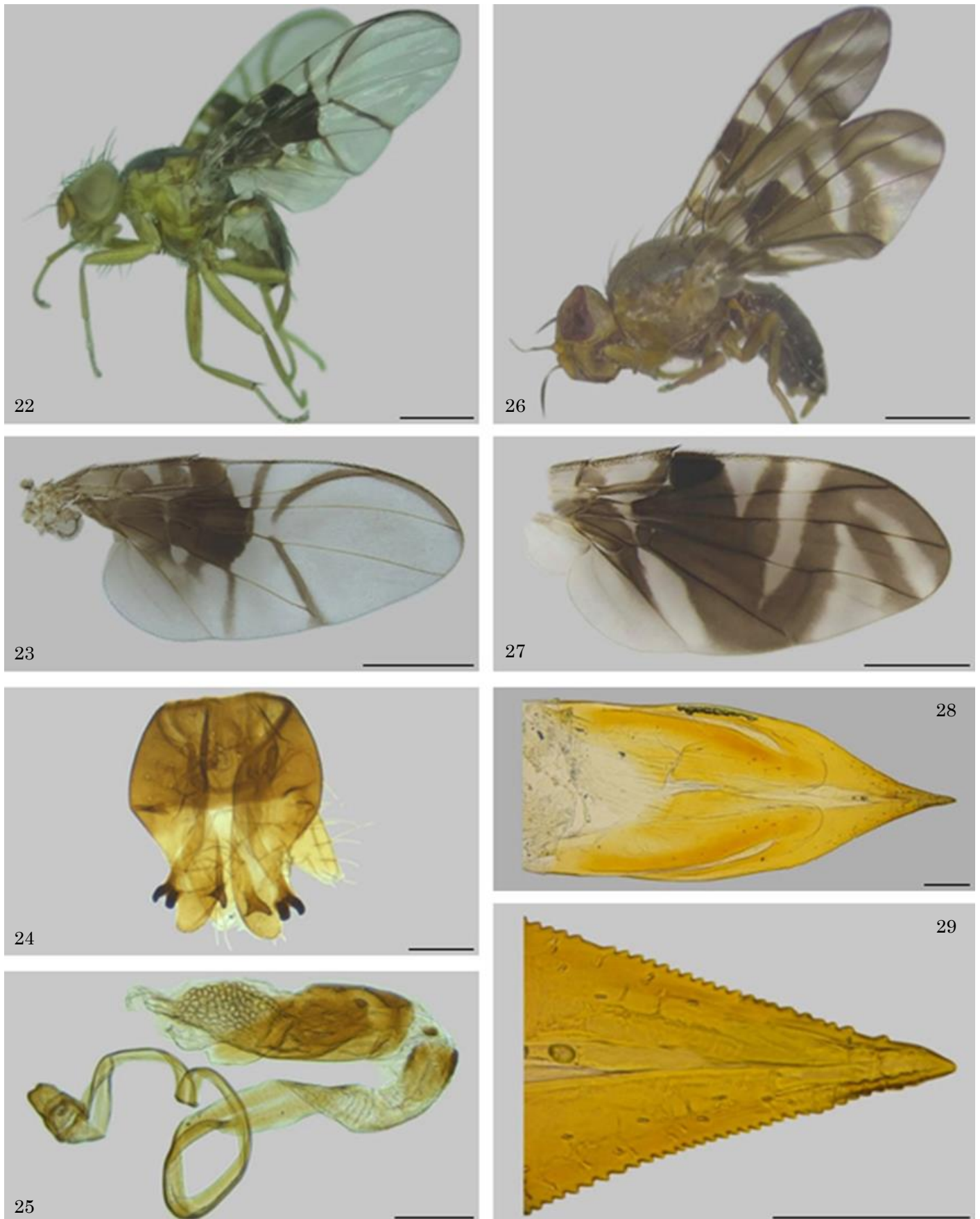
DISCUSSION

We determined the fruit fly fauna of Amasya and Samsun by identifying the species collected from the region between 2015 – 2018 years. As a result, fifty-six species and 21 genera belonging to five subfamilies of Tephritidae were determined. The genera *Anomoia* Walker and *Philophylla* Rondani as well as the species *Anomoia purmunda* (Harris) and *Philophylla caesio* (Harris) were recorded for the first time from Turkey. With these contributions, fruit fly fauna of Turkey has reached to 40 genera and 175 species.

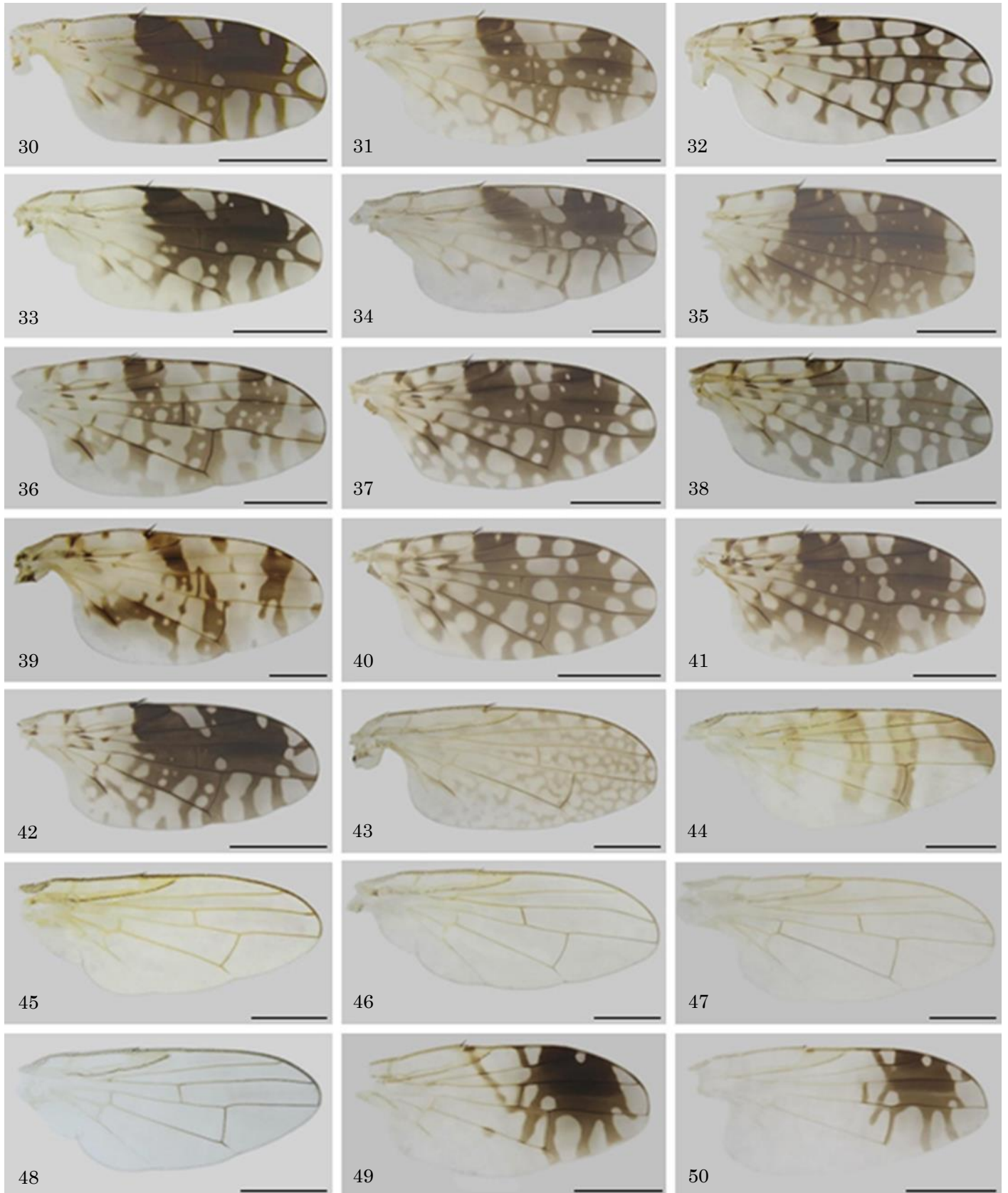
Amasya and Samsun are neighbour provinces in the north of Turkey. Central Anatolian climate observed in the south of the region, while Black Sea climate is dominant in general. Forty-six fruit fly species were identified from Amasya Province and 45 from Samsun Province. The number of species detected in both Amasya and Samsun Provinces indicates that the research region has a rich biodiversity. This could be explained by the fact that these provinces are under the influence of both Central Anatolia and Black Sea climate and have different ecosystems. On the other hand, according to previous faunistic studies, the fact that 28 species have been identified in Gaziantep Province (Yaran & Kütük, 2012), 38 species in Yozgat Province (Kütük et al., 2019) and 33 species in Ordu Province (Katranç, 2019) can be attributed to the



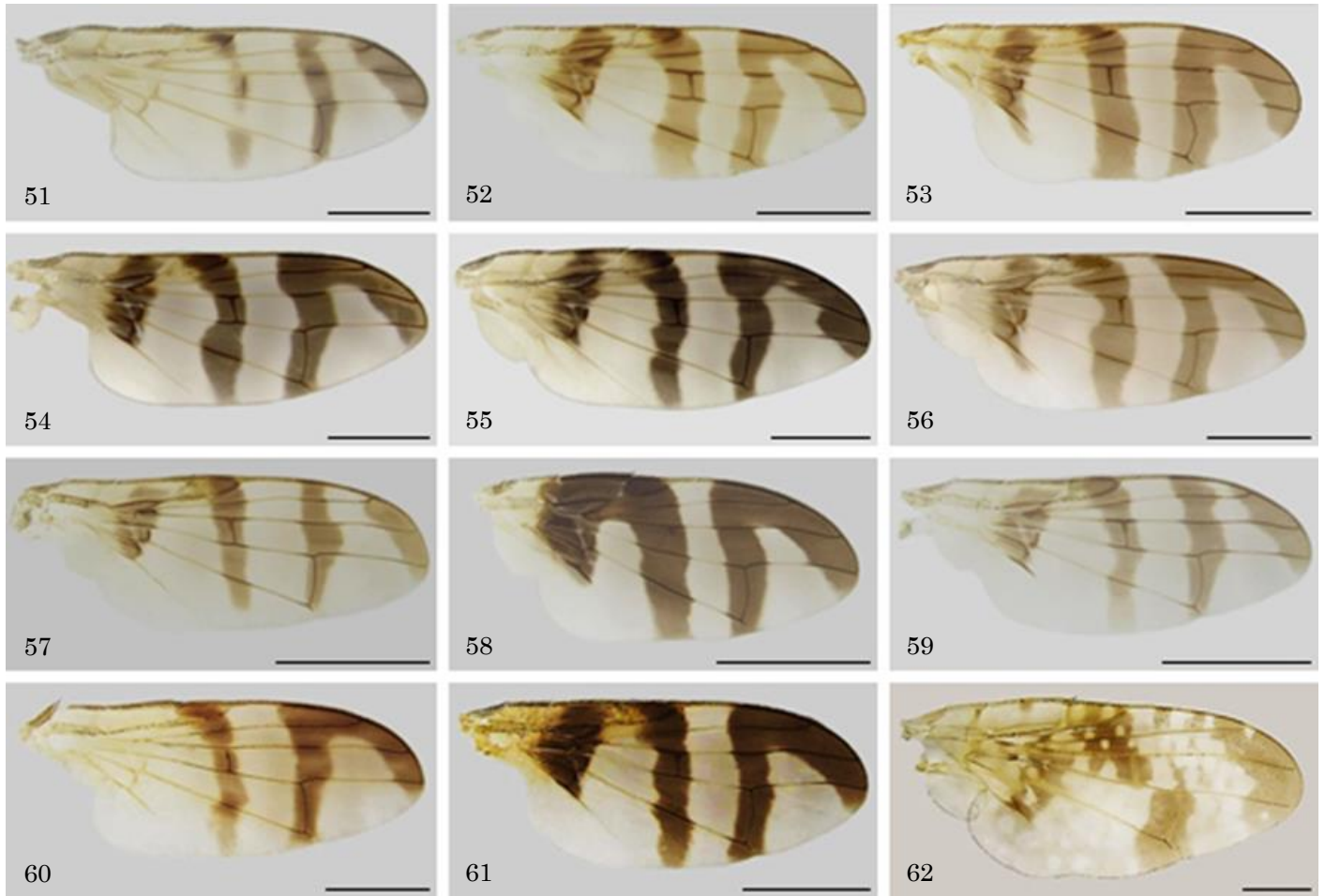
Figures 1-21. Wings of fruit fly species; 1. *Acanthiophilus helianthi*, 2. *Aciura coryli*, 3. *Campiglossa absinthii*, 4. *Cam. bidentis*, 5. *Cam. producta*, 6. *Carpomya schineri*, 7. *Ceratitis capitata*, 8. *Chaetorellia acrolophi*, 9. *Cha. carthami*, 10. *Cha. conjuncta*, 11. *Cha. jaceae*, 12. *Cha. loricata*, 13. *Cha. succinae*, 14. *Chaetostomella cylindrica*, 15. *Ensina sonchi*, 16. *Euaresta bullans*, 17. *Myopites apicatus*, 18. *Myo. cypriacus*, 19. *Orellia stictica*, 20. *Oxyna flavipennis*, 21. *Sphenella marginata*. (Scale bar: 1 mm).



Figures 22–29. *Anomoia purmunda*; 22. adult, 23. wing, 24. epandrium, 25. glans; *Philophylla caesio*; 26. adult, 27. wing, 28. aculeus 29. apex of aculeus, (Scale bars; 22, 23, 26, 27: 1 mm; 24, 25, 28, 29: 0,1 mm).



Figures 30-50. Wings of fruit fly; 30. *Tephritis acanthiophilopsis*, 31. *Tep. bardanae*, 32. *Tep. dioscurea*, 33. *Tep. divisa*, 34. *Tep. erdemlii*, 35. *Tep. formosa*, 36. *Tep. hyoscyami*, 37. *Tep. matricariae*, 38. *Tep. nigricauda*, 39. *Tep. postica*, 40. *Tep. praecox*, 41. *Tep. sauterina*, 42. *Tep. separata*, 43. *Tephritomyia lauta*, 44. *Terellia gynaeochroma*, 45. *Ter. luteola*, 46. *Ter. nigripalpis*, 47. *Ter. serratulae*, 48. *Ter. virens*, 49. *Trupanea amoena*, 50. *Tru. stellata*. (Scale bar: 1 mm).



Figures 51-62. Wings of fruit fly species; 51. *Urophora affinis*, 52. *U. aprica*, 53. *U. congrua*, 54. *U. cuspidata*, 55. *U. jaceana*, 56. *U. macrura*, 57. *U. phalolepidis*, 58. *U. quadrifasciata*, 59. *U. solstitialis*, 60. *U. stylata*, 61. *U. terebrans*, 62. *Xyphosia miliaria*, (Scale bar: 1 mm).

influence of a single climate dominance in the given regions. The high biodiversity is directly related to the climate, ecosystem and habitat diversity in the region.

TEŞEKKÜR [Century10 bold]

This study was produced from a part of the first author's PhD thesis. We thank to Gaziantep Scientific Research Projects Department (BAP) for providing financial support with PhD thesis project (project number: FEF.15.08) in our study.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal

REFERENCES

Bayrak N 2011. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi Tephritinae ve Terellinae (Diptera: Tephritidae) Türleri Üzerinde Faunistik ve Sistematik Çalışmalar. Atatürk University, PhD thesis, 289p.

Çalışkan Keçe AF, Çatal BÖ, Ulusoy MR 2019. A new invasive species in Turkey: *Dacus ciliatus* Loew, 1862 (Diptera: Tephritidae). Turkish Journal of Entomology 43(1): 25-30.

Fauna Europaea [online]. Website <https://fauna-eu.org> [accessed 31 March 2020].

Freidberg A 2016. New taxa of Carpomyini, with special emphasis on *Goniglossum* (Diptera: Tephritidae: Trypetinae). Zootaxa 4144(1): 54-70.

Freidberg A, Kugler J 1989. Fauna Palaestina Insecta IV. Diptera: Tephritidae. Israel at Keterpress Enterprises, Jerusalem.

Görmez V 2011. Kahramanmaraş İlinde Meyve Sinekleri (Diptera: Tephritidae) Faunası ve Sistematığı Üzerine Araştırmalar. Gaziantep University, Institute of Sciences, Department of Biology, MSc Thesis, 199p.

Görmez V, Kütük M 2020. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) fauna of Çorum and Sinop Provinces with two new records for Turkey. Turkish Journal of Entomology 44(1): 23-38.

Hendel F 1927. 49. Trypetidae die Fliegen der Palaarktischen Region, Stuttgartard.

- Katrançlı Ü 2019. Ordu İlinde Meyve Sinekleri (Diptera: Tephritidae) Faunası ve Sistematiği Üzerine Araştırmalar. Gaziantep University, Institute of Sciences, Department of Biology, MSc Thesis, 128p.
- Korneyev SV 2013. Revision of species of the genus *Tephritis* Latreille, 1804 (Diptera: Tephritidae) with entire apical spot. *Zootaxa* 3620(1): 67-88.
- Korneyev VA 2003. New and little - known Tephritidae (Diptera, Cyclorrhapha) from Europe. *Vestnik Zoologii* 37(3): 3-12.
- Korneyev VA 2006. A revision of the quadratula group of the genus *Terellia* Robineau - Desvoidy (Diptera: Tephritidae). *Israel Journal of Entomology* 35-36: 341-366.
- Korneyev VA, Evstigneev DA 2013. Key to European species of the genus *Oxya* Robineau-Desvoidy, 1830 (Diptera: Tephritidae), with new records from Russia. *Ukrainska Entomofaunistyka* 4(1): 1-23.
- Korneyev VA, Evstigneev DA, Karimpour Y, Kütük M, Namin SM, Koyuncu MÖ, Yaran M 2013. Revision of the *Terellia virens* group (Diptera, Tephritidae) with description of three new species. *Vestnik Zoologii* 47(1): 3-25.
- Korneyev VA, Kolcsar LP 2015. First records of Trypetini (Diptera: Tephritidae: Trypetinae) from Europe. *Ukrainska Entomofaunistyka* 6(3): 34.
- Korneyev VA, Mishustin RI, Korneyev SV 2017. The Carpomyini fruit flies (Diptera: Tephritidae) of Europe, Caucasus and Middle East: new records of pest species, with improved keys. *Vestnik Zoologii* 51(6): 453-470.
- Korneyev VA, White IM 1993. Fruit flies of the Eastern Palaearctic species of *Urophora* R.-D. (Diptera: Tephritidae). II. review of species of the subgenus *Urophora* s. str. (communication 2). *Entomologicheskoe obozrenie* 72(1): 232-247.
- Korneyev VA, White IM 1999. Fruit flies of genus *Urophora* R.-D. (Diptera: Tephritidae) of East Palaerctic. III. key to species. *Entomologicheskoe Obozrenie* 78(2): 464-482.
- Kütük M 2003a. Güneybatı Anadolu Bölgesi Tephritidae Faunası ve Sistematiği Üzerine Araştırmalar. Çukurova University, Institute of Sciences, Department of Biology, PhD Thesis, 217p.
- Kütük M 2003b. Doğu Akdeniz Bölgesi *Urophora* Robineau-Desvoidy (Diptera: Tephritidae) faunası ve sistematiği üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Entomology* 27(2): 149-160.
- Kütük M, Bayrak N, Hayat R 2011. A new species of *Terellia* (Diptera: Tephritidae) from Turkey with a key to Turkish species of the subgenus Cerajocera. *Turkish Journal of Entomology* 35 (2): 207-213.
- Kütük M, Bayrak N, Hayat R 2012. A new species of *Tephritis* Latreille (Diptera: Tephritidae) from Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 36(4): 475-480.
- Kütük M, Yaran M 2011. The fauna and systematic of the genus *Terellia* R - D., 1830 (Diptera: Tephritidae) with a key to the species of *Terellia* in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 35(4): 509-517.
- Kütük M, Yaran M 2020. A new species and a new record of *Tephritis* Latreille, 1804 (Diptera: Tephritidae) from Turkey. *Turkish Journal of Entomology* 22(2): 215-222.
- Kütük M, Yaran M, Hayat R, Koyuncu MÖ, Görmez V, Aytakin HU 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: 38-49.
- Kütük M, Yaran M, Torbalı M, Görmez V 2019. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) fauna of Yozgat province, Turkey. *KSU Journal of Agriculture and Nature* 22(2): 238-247.
- Li Z, Jiang F, Ma X, Fang Y, Sun Z, Qin Y, Wang Q 2013. Review on prevention and control techniques of Tephritidae invasion. *Plant Quarantine* 27: 1-10.
- Merz B 1994. *Insecta Helvetica Fauna 10*, Diptera: Tephritidae. Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF), Neuchâtel, Switzerland.
- Namin SM, Korneyev SV 2015. Revision of *Heringina* Aczél, 1940 (Diptera: Tephritidae), with description of a new species from Iran and Turkey. *Zootaxa* 3949(1): 111-122.
- Namin SM, Nowzari J 2015. Fruit flies of the genus *Campiglossa* (Diptera, Tephritidae) in Iran, with the key to species. *Vestnik Zoologii* 49(3): 251-260.
- Pape T, Vladimir B, Mikhail BM 2011. Order Diptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z. - Q. (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher - level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa* 3148: 222-229.
- White IM 1988. *Tephritid flies (Diptera: Tephritidae)*. Handbook for the identification of British insects. Royal Entomological Society, London.
- White IM, Marquardt K 1989. A revision of the genus *Chaetorellia* Hendel (Diptera, Tephritidae) including a new species associated with spotted knapweed, *Centaurea maculosa* (Asteraceae). *Bulletin of Entomological Research* 79: 453-487.
- Yaran M, Görmez V 2020. A new species of *Tephritis* Latreille, 1804 (Diptera: Tephritidae) from Turkey. *Zootaxa* 4838(2): 283-288.
- Yaran M, Görmez V, Koyuncu MÖ 2021. A New Record of Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) From Turkey and Contributions to Fauna of Gaziantep Province. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(12): 2233-2237.
- Yaran M, Kütük M 2012. The fruit flies (Diptera: Tephritidae) fauna of Gaziantep province, Turkey. *Munis Entomology Zoology* 7(2): 957-969.
- Yaran M, Kütük M 2014. A new species of *Urophora* Robineau - Desvoidy, 1830 (Diptera: Tephritidae)

- from Turkey with a key to the *dzieduszyckii* group. Turkish Journal of Entomology 38: 149-155.
- Yaran M, Kütük M 2015. Two new records of fruit flies (Diptera: Tephritidae) with fauna of Aksaray and Mersin provinces. Turkish Journal of Zoology 39: 1056-1070.
- Yaran M, Kütük M 2016. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) fauna in Nevşehir and Niğde provinces with a new record from Turkey. Turkish Journal of Zoology 40(5): 785-800.
- Yaran M, Kütük M, Görmez V, Koyuncu MÖ 2018a. A new species and additional record of *Terellia* Robineau - Desvoidy (Diptera: Tephritidae) from Turkey with a key for the Cerajocera group. Turkish Journal of Zoology 42: 661-665.
- Yaran M, Kütük M, Görmez V, Koyuncu MÖ 2018b. Some additional notes on fruit fly (Diptera: Tephritidae) fauna and a new genera and species record from Turkey. Biological Diversity and Conservation 11(3): 141-144.

Van Gölü Havzası'ndan Toplanan Bazı Kavun Genotiplerinde Virüse Karşı Dayanıklılığın Mekanik İnokulasyon ve Moleküler Yöntemlerle Belirlenmesi

Sibel TURAN¹, Çeknas ERDİNÇ²

¹Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 38280 Kayseri, Türkiye, ²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 65040, Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-1233-0077>, ²<https://orcid.org/0000-0003-1208-032X>

✉: ceknaserdinc@yyu.edu.tr

ÖZET

Kavun (*Cucumis melo* L.) Türkiye'nin farklı coğrafik bölgelerinde yetiştirilen önemli bir sebze türüdür. Zucchini yellow mosaic virüs (ZYMV) başta olmak üzere cucumber mosaic virüs (CMV) ve watermelon mosaic virüs (WMV) kavunda oluşturduğu yıkıcı hasarlardan dolayı büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu çalışmada, Van Gölü Havzası'ndan toplanmış olan 22 farklı kavun genotipi ile birlikte 3 dayanıklı genotip ve 2 ticari çeşit bu üç virüse karşı mekanik inokulasyon ve moleküler yöntemlerle taranmıştır. Çalışmada ilk etapta ZYMV virüsü kullanılarak kavun genotiplerine virüs inokulasyonu gerçekleştirilmiş ve genotiplerde morfolojik gözlemler yapılarak 0-5 skalasına göre hastalık şiddeti belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında bu genotiplerde 3 adet SCAR ve 4 adet CAPS olmak üzere 7 adet primer ile tarama yapılarak ZYMV, CMV ve WMV'ye karşı dayanıklılık ile ilgili belirteçlerin varlığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Şiddetli ZYMV izolatına karşı mekanik olarak test edilen genotiplerin hiçbirinin virüse tolerant, dayanıklı ya da immun olmadığı saptanmıştır. Kavun genotiplerinde görülen hastalık şiddetinin %8.80-95.00 arasında değiştiği belirlenmiştir. SCOPE14541 primerinde 21 genotipte bant tespit edilirken, Creb-2 dayanıklılık genine bağlı olarak geliştirilen SCAPB051046 primerinde 25 genotipten yalnızca U6, U13 ve YYU6 genotiplerinde bant varlığı belirlenmiştir. ZYMV ve WMV'ye karşı dayanıklılık genlerine bağlı olarak geliştirilmiş olan VirSq-F19 primeri YYU47 genotipi dışında tüm genotiplerde bant vermiştir. Zym dayanıklılık geni ile ilişkili 4 CAPS primerinden sadece ikisinden sonuç elde edilmiştir.

Tarımsal Biyoteknoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 16.11.2020

Kabul Tarihi : 20.09.2021

Anahtar Kelimeler

CAPS

Kavun

Mekanik inokulasyon

SCAR

Virüse dayanıklılık

Determination of Virus Resistance in Some Melon Accession Collected from Van Lake Basin by Mechanic Inoculation and Molecular Methods

ABSTRACT

Melon (*Cucumis melo* L.) is an important vegetable crop grown in different geographical regions of Turkey. Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), cucumber mosaic virus (CMV) and watermelon mosaic virus (WMV) cause major economic losses because of their destructive effects on melon. In this study, 22 different melon genotypes collected from the Lake Van Basin, three resistant genotypes and two commercial varieties were screened against these three viruses by mechanical inoculation and molecular methods. In the first step, virus inoculation was performed on melon genotypes using ZYMV virus, and disease severity was determined according to 0-5 scale by performing morphological observations in the genotypes. In second stage of the study the presence of markers related to resistance genes against to ZYMV, CMV and WMV were determined by screening with 7 primers including 3 SCAR primers and 4 CAPS primers in these genotypes. None of the genotypes tested mechanically against the severe ZYMV isolate were found to be tolerant, resistant or immune to the virus. It was determined that

Agricultural Biotechnology

Research Article

Article History

Received : 16.11.2020

Accepted : 20.09.2021

Keywords

CAPS

Melon

Mechanic inoculation

SCAR

Resistance to virus

the disease severity was ranged between 8.80-95.00% in melon genotypes. While bands were obtained from SCOPE14541 primer in 21 genotypes, only U6, U13 and YYU6 genotypes from 25 genotypes gave bands with SCAPB051046 primer that was developed based on the Creb-2 resistance gene. VirSq-F19 primer that was developed based on the resistance genes to ZYMV and WMV gave bands in all genotypes excluding YYU47. Only two of the 4 CAPS primers associated with the Zym resistance gene produced band.

Atf Şekli: Turan S, Erdinç Ç 2022. Van Gölü Havzası'ndan Toplanan Bazı Kavun Genotiplerinde Virüse Karşı Dayanıklılığın Mekanik İnokulasyon ve Moleküler Yöntemlerle Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 735-744. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.826692>

To Cite : Turan S, Erdinç Ç 2022. Determination of Virus Resistance in Some Melon Accession Collected from Van Lake Basin by Mechanic Inoculation and Molecular Methods. KSU J. Agric Nat 25 (4): 735-744. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.826692>

GİRİŞ

Cucurbitaceae familyasına ait olan kavun (*Cucumis melo* L., $2x=2n=24$), gerek ülkemizde, gerekse dünyada ekonomik olarak çok önemli bir sebze türüdür. Dünyanın ikinci büyük kavun üretici ülkesi olan Türkiye aynı zamanda kavunun ikincil gen merkezleri arasında yer almaktadır. Yerel kavun populasyonları, doğal mutasyonlar ve kavunun döllenme yapısından kaynaklanan özelliklerinden dolayı, zengin bir çeşitlilik göstermektedir (Yıldız ve ark., 2014). Özellikle Türkiye Van Gölü Havzası, kavunun ikincil gen merkezi olarak önemli bir genetik çeşitliliğe sahiptir (Erdinç ve ark., 2013). Bu zengin genetik çeşitliliğinden dolayı Van Gölü Havzası'nda abiyotik ve biyotik stres ile ilgili birçok çalışma yürütülmüştür (Şensoy ve ark., 2005; Türkmen ve ark., 2008; Şensoy ve ark., 2012; Erdinç, 2018; Ekincialp, 2019). Bu zengin çeşitliliğin kaybolmasını önlemek ve seçilecek materyallerin ıslah çalışmalarında kullanılmasını sağlamak için gen kaynaklarının korunması ve seleksiyon çalışmalarının devam etmesi gerekmektedir.

Çok sayıda virüs hastalığı kavun yetiştirilen alanlarda etkili olmakla birlikte, ZYMV, CMV ve WMV Türkiye'de en yaygın bulunanlar arasındadır (Yılmaz ve ark., 1992). Zucchini yellow mosaic virus, (ZYMV) Potyviridae familyası içerisindeki Potyvirus genusunda yer alan ekonomik bakımdan oldukça önemli bir virüs hastalığıdır. Sipahioğlu ve ark., (2015) Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen bazı kavun çeşitleri ile yaptığı tarama çalışmalarında, tüm çeşitlerin ZYMV'ye karşı hassas olduğunu belirlerken, özellikle Yuva ve Hasanbey çeşitlerinde önemli verim kayıplarının yaşandığını rapor etmişlerdir. Aynı şekilde cucumber mosaic virus (CMV), pek çok konukçu bitkide sistemik enfeksiyonlara neden olmakta, fakat bazı bitkilerde hastalık semptomsuz bulunabilmektedir. Semptomlar infekte edilen bitkiye ve enfeksiyon zamanında bitkilerin yaşına bağlı olarak büyük oranda değişiklik gösterebilmektedir (Gallitelli, 2000). CMV, infekteli bitkilerin yapraklarında mozaik oluşumuna, meyve

ve yapraklarda deformasyon oluşumuna ve ve bitkilerin ölümüne neden olabilmektedir. İlk olarak 1965 yılında karpuzda tespit edilen watermelon mosaic virus (WMV), tüm dünyada, özellikle de ılıman iklimlerde ve Akdeniz Bölgesi'nde hemen hemen tüm kabakgillerde oldukça yaygın bir etmendir (Sharifi ve ark., 2008).

Günümüzde kavunun da dahil olduğu ve geniş alanlarda yetiştirilen kabakgillerde çok sayıda F₁ hibrit çeşitler kullanılmakta ve geliştirilmektedir (Kurtar ve ark., 2020). Bu ihtiyacı karşılamak için gen havuzlarının olumsuz çevre koşullarına karşı taranması ve ebeveyn olma özelliği taşıyan elit hatların seçimi, yeni çeşitlerin geliştirilmesi bakımından oldukça önemlidir. Ülkemizin kavun üretiminin yapıldığı değişik bölgelerinde yürütülen survey çalışmalarında virüs hastalıklarının yoğun olarak bulunduğu ve ciddi ekonomik zararlara yol açtığı tespit edilmiştir. Yerel ve eski çeşitler, virüs hastalıklarından dolayı yok olma tehdidi ile karşı karşıya bulunmaktadır (Şensoy ve Şahin, 2012; Sipahioğlu ve ark., 2015). Bu nedenle, yerel ve eski çeşitlerde olup mevcut çeşitlerde bulunmayan genlerin korunması ve hastalığa karşı dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi için moleküler ıslah çalışmaları hayati önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Van Gölü Havzası'ndan toplanmış olan bazı yerel kavun genotiplerinin ZYMV'ye karşı dayanıklılık durumları mekanik inokulasyon yöntemi ile belirlenmiştir. Aynı zamanda ZYMV, CMV ve WMV için geliştirilmiş olan bazı SCAR (Sequence Characterized Amplified Region) ve CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequence) primerleri kullanılarak söz konusu kavun genotiplerinde bu üç virüse karşı dayanıklılık genlerinin varlığının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu şekilde özellikle yaygın bir virüs olan ZYMV'ye dayanıklılığın mekanik inokulasyon ve moleküler yöntemler ile birlikte test edilmesinin yanı sıra CMV ve WMV virüslerine dayanıklılık açısından da genotiplerin moleküler yöntemlerle taranması sağlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Çalışmanın ana materyalini Van Gölü Havzası'ndan toplanmış 22 adet kavun genotipi ile kontrol amaçlı 2 adet ticari çeşit ve Ekbiç ve ark., (2010) tarafından Çukurova Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışmada

ZYMV'ye dayanıklı olduğu belirlenen 3 adet çeşit oluşturmuştur (Çizelge 1). Virüs kaynağı olarak Doç. Dr. Mustafa USTA'dan temin edilen, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü virüs koleksiyonunda yer alan oldukça şiddetli yerli ZYMV virüs izolatu kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan kavun genotipleri

Table 1. The melon genotypes used in the study

Genotip	Orijin	Temin Edildiği Yer	Genotip	Orijin	Temin Edildiği Yer
U6	Van	Van-Sihke-Kıratlı	YYU24	Van	Van-Edremit-Köprüler
U7	Van	Van-Sihke	YYU39	Van	Van-Erçek-Aktaş
U10	Van	Van-Sihke	YYU40	Van	Van-Edremit-Köprüler
U11	Van	Van-Sihke-Kıratlı	YYU41	Van	Van-Muradiye
U13	Van	Van-Sihke-Kıratlı	YYU42	Van	Van-Sihke
U19	Van	Van-Ünseli	YYU45	Van	Van-Edremit-Köprüler
U22	Van	Van-Erciş	YYU46	Van	Van-Muradiye
U25	Van	Van-Erçek-Irgatlı	YYU47	Van	Van-Edremit-Köprüler
U28	Van	Van-Erçek-Irgatlı	Kırkağaç	Ticari çeşit	Arzuman
U30	Van	Van-Erçek-Irgatlı	Lokum	Ticari çeşit	Arzuman
YYU1	Van	Van-Erciş-Ünseli	CU-305	Adana	Çukurova Üniv.
YYU6	Van	Van-Erciş-Kozluca	CU-100	Türkmenistan	Çukurova Üniv.
YYU9	Van	Van-Erciş-Çelebibağı	CU-328	Ankara/Ayaş	Çukurova Üniv.
YYU15	Van	Van-Erçek-Irgatlı			

Metod

Kavun genotip ve çeşitlerinin iklim odasında yetiştirilmesi

Çalışmada kullanılacak kavun genotip/çeşitlerine ait tohumlar iklim odasında 2:1 oranında torf: perlit içeren 250 mL hacmindeki kaplara tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrür ve her tekerrürde 4 bitki olacak şekilde ekilmiştir. Çimlenmeden sonra iklim odası koşullarında gelişen 10 günlük bitkilerin kotiledon yapraklarına şiddetli ZYMV izolatu mekanik inokulasyon yöntemi ile bulaştırılmıştır.

ZYMV İnokulasyonu

İklim odasında virüs kültürünün oluşturulduğu kabak bitkilerine ait simptom gösteren yapraklar 0.01 M fosfat tamponu (pH:7.2) içinde buz üzerinde ekstrakte edilerek, aday bitkilerin kotiledon yapraklarına mekanik olarak inokule edilmiştir. Virüs partiküllerinin kavunlara bulaşmasını kolaylaştırmak amacıyla ekstrakt içerisine karborandum tozu ilave edilmiştir. İnokule edilen bitkiler daha sonra fosfat tamponu yakmalarına karşı çeşme suyu ile yıkanmıştır. Virüs bulaştırılan bitkiler simptom gelişimi için 22-24 °C sıcaklık, %70 nem, 16/8 saat (ışık/karanlık) ve 10000 lüks ışık aydınlatma koşullarına sahip iklim odasında tutulmuş ve simptom çıkışı için üçer gün arayla gözlemlenmiştir (Simmons ve ark., 2011).

Belirtilerin Gözlemlenmesi, Skalanın Oluşturulması ve Değerlendirmesi

Fideler ZYMV ile inokule edildikten sonra 1 hafta simptom gelişimi için beklenmiş ve üçer gün arayla toplam 3 gözlem yapılmıştır. Bu süre sonrasında 0-5 skalasına (0 = belirti yok, 1 = yaprak beneklenmesi yaprağın %50'sinden az, 2 = yaprak beneklenmesi yaprağın %50'sinden fazla, 3 = beneklenme ve mozaik, 4 = beneklenme, mozaik ve yaprak deformasyonu, 5 = ayakkabı bağı simptomu dahil ağır hastalık tablosu) göre bitkilerdeki hastalık şiddeti değerlendirilmiştir (Şekil 1). Elde edilen skala değerleri Eşitlik 1'e göre Towsend-Heuberger* formülü (Towsend ve Heuberger,1943) yardımı ile hastalık şiddeti (%) değerlerine dönüştürülmüştür (Sipahioğlu ve ark., 2015).

$$\% \text{Hastalık Şiddeti} = \frac{\sum(SD \times SDS)}{(TYS \times ESD)} \times 100 \quad (1)$$

SD: Skala değeri, SDS: Skalada değerlendirilen yaprak sayısı, TYS: Toplam yaprak sayısı, ESD: En yüksek skala değeri

DNA İzolasyonu

İnokulasyon sonrası 0-5 skalasına göre değerlendirmeler yapıldıktan sonra her genotipten yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan yaprak örnekleri Doyle ve Doyle (1987) ile Doyle ve Dickson (1987)'in bildirmiş olduğu yöntemler ve Cullings (1992)'nin

yaptığı minör modifikasyona göre yapılmıştır. İzolasyon sonrası DNA miktarları Nanodrop cihazı ile ölçülerek seyreltilmiştir.

SCAR analizi

Çalışmada kavunda CMV-B2 direnç geni *Creb-2* ile ilişkili belirteci belirlemek için 2 SCAR primeri (Daryono ve ark., 2009) ve bal kabağında ZYMV ve

WMV' e karşı geliştirilen 1 SCAR primeri (Kim ve ark., 2016) kullanılmıştır (Çizelge 2). Toplam 25 µl PCR reaksiyonu için; 25-50 ng DNA, 1X DreamTaq PCR buffer, 0.4 µM primer (her bir primer için), 0.3 mM dNTPs, 1.5 mM MgCl₂, 0.2 unit Taq DNA polimeraz kullanılmıştır. Her primer için farklı PCR döngüleri kullanılmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan primerler

Table 2. The primers used in the study

Primer	Baz Dizilimi	Baz Büyüklüğü	Bağlı Bulunduğu Gen
SCAPB05	AAC GCG CAA CTT GAT ACA AAT ATAG (F) AAC GCG CAA CAA TAG AAG AAC ATC (R)	1046 bp	CMV-B2
SCOPE14	TGC GGC TGA GGA CGG TTG GAG GTC (F) TGC GGC TGA GCA TTC TCG AGC AG (R)	541 bp	CMV-B2
VirSq-F19	CCT CTA GAC CAA GTA TAA ATT AGA TAG (F) CCT CTA GAC CCA CAG TAG GTT (R)	444 bp	WMV\ ZYMV
CAPS-T86C <i>Mnl I (Enzim)</i>	AGC AGG CGG TAC ATG AAG AT (F) CCT GTT CTG GAT CCT CTC CA (R)	288 (236\52) bp	<i>zym</i>
dCAPS-G99A <i>Dra I (Enzim)</i>	ACG CAA AAG CCT CTC CGC TGT ATT T (F) GCT CTC CAA TCC AGC AAC AT (R)	338 (313\25) bp	<i>zym</i>
CAPS-1 <i>MseI (Enzim)</i>	TTT GGT TCG ATA ACC CAT CC (F) CCA ACA GCA AGA ACC GAA AG (R)	368-349 bp 203-222 bp	<i>zym</i>
CAPS-2 <i>PasI (Enzim)</i>	AAA GCT ACA TCC ACG GAA GA (F) CTC CAA AAC TCC TCA ACA GTA G (R)	22-41 bp 299-278 bp	<i>zym</i>

Çizelge 3. Primerler için kullanılan PCR döngüleri

Table 3. PCR cycles used for the primers

PRİMER	PCR DÖNGÜSÜ
SCAPB05\ SCOPE14	95 °C'de 5 dakika 95 °C'de 1 dakika 60 °C'de 1 dakika 72 °C'de 2 dakika (Daryono ve ark.,2009) } 30 döngü
VirSq-F19	95 °C'de 5 dakika 95 °C'de 30 saniye 54 °C'de 30 saniye 72 °C'de 30 saniye 72 °C'de 7 dakika (Kim ve ark.,2016) } 35 döngü
CAPS-1 / CAPS-2	94 °C'de 3 dakika 94 °C'de 30 saniye 55 °C'de 1 dakika 72 °C'de 1 dakika 72 °C'de 10 dakika (Ling ve ark., 2009). } 35 döngü
CAPS-T86C / dCAPS- G99A	94 °C'de 1 dakika 95 °C'de 30 saniye 54 °C'de 30 saniye 72 °C'de 30 saniye 72 °C'de 7 dakika (Amano ve ark., 2013). } 35 döngü

CAPS analizi

Çalışmada ZYMV 'ye karşı *zym* direnç geni ile ilişkili belirteci belirlemek için kullanılan 4 CAPS primer (Çizelge 2) kullanılmıştır (Amano ve ark., 2013, Ling ve ark., 2009). Toplam 25 µl PCR reaksiyonu için; 25-50 ng DNA, 1X DreamTaq PCR buffer, 0.4 uM primer

(her bir primer için), 0.3 mM dNTPs, 1.5 mM MgCl₂, 0.2 unit Taq DNA polimeraz kullanılmıştır. Her primer için farklı PCR döngüleri kullanılmıştır (Çizelge 3). Ayrıca CAPS primerlerinde PCR ürünlerinin kesimi için, üreticinin prosedürüne göre 5 µl PCR ürününe 10X buffer ve MnII, Mse I, Dra I ve

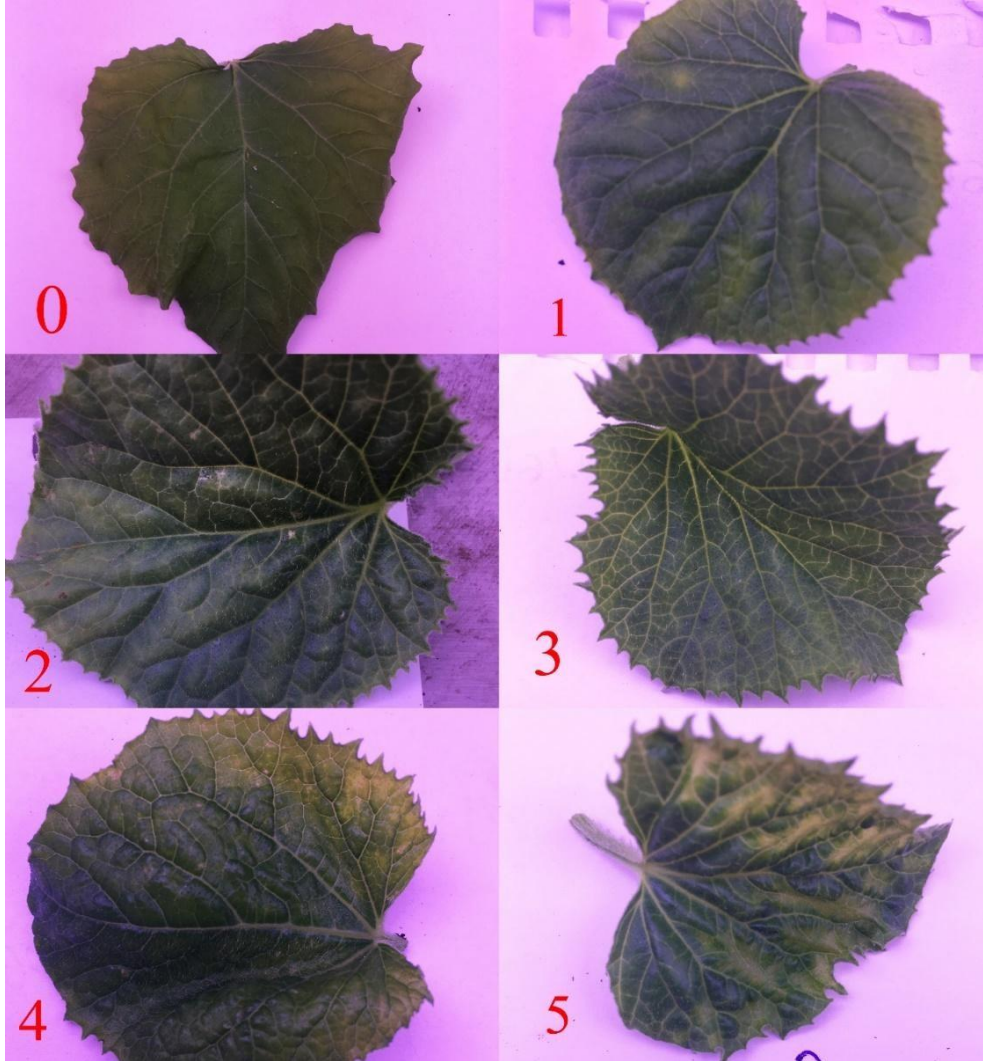
Pas I kesim enzimleri (Thermo Scientific) eklenmiş ve her kesim enzimi için önerilen sıcaklıkta 3 saat inkübasyona bırakılmıştır.

Elde edilen PCR ürünleri %1,5'lik agaroz jelde 90 Voltta 2 saat süreyle koşturulduktan sonra UV altında bant görüntüsü alınmıştır ve her primer için belirtilen bant boyutuna göre genotiplerde dayanıklılık genleri ile ilişkili belirteçlerin varlığı/yokluğu belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Mekanik İnokülasyon

Kavun bitkilerine ZYMV bulaştırıldıktan sonra 0-5 skalasına göre değerlendirilen genotiplerin tamamının yüksek hastalık şiddeti gösterdiği tespit edilmiştir. Bu genotiplerde görülen hastalık şiddeti oranının %8.80-95.00 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Mekanik olarak inoküle edilen kavun bitkilerinin yapraklarında mozaik, sararma, kabarcıklanma, kıvrılmalar, iplikleşme ve beneklenme simptomları ortaya çıkmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. ZYMV'nin oluşturduğu hastalık şiddetini değerlendirmede kullanılan 0-5 skalasının değerleri ve yapraktaki görünümü

Figure 1. Values of the 0-5 scale used in evaluating the disease severity caused by ZYMV and its appearance on the leaf.

Skala değerlerinin dağılım oranlarına göre birinci gözlemde genotiplerin 4.00-4.99 skala değer aralıklarında %25 ile en yüksek orana ulaştıkları görülmüştür. İkinci gözlemde genotiplerin %41.67'si 3.00-3.99 skala değerlerine sahip olmuş, üçüncü gözlemde ise aynı skala değerinde bu oran %33.33 olmuştur. Birinci ve ikinci gözlemlerde en yüksek

skala değerine rastlanmazken üçüncü gözlemde simptom göstermeyen genotipin olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 2).

Birinci gözlem sonucu elde edilen hastalık şiddetine göre genotiplerin oransal dağılımı incelendiğinde, genotiplerin %37.50 'si %0-25 hastalık şiddeti

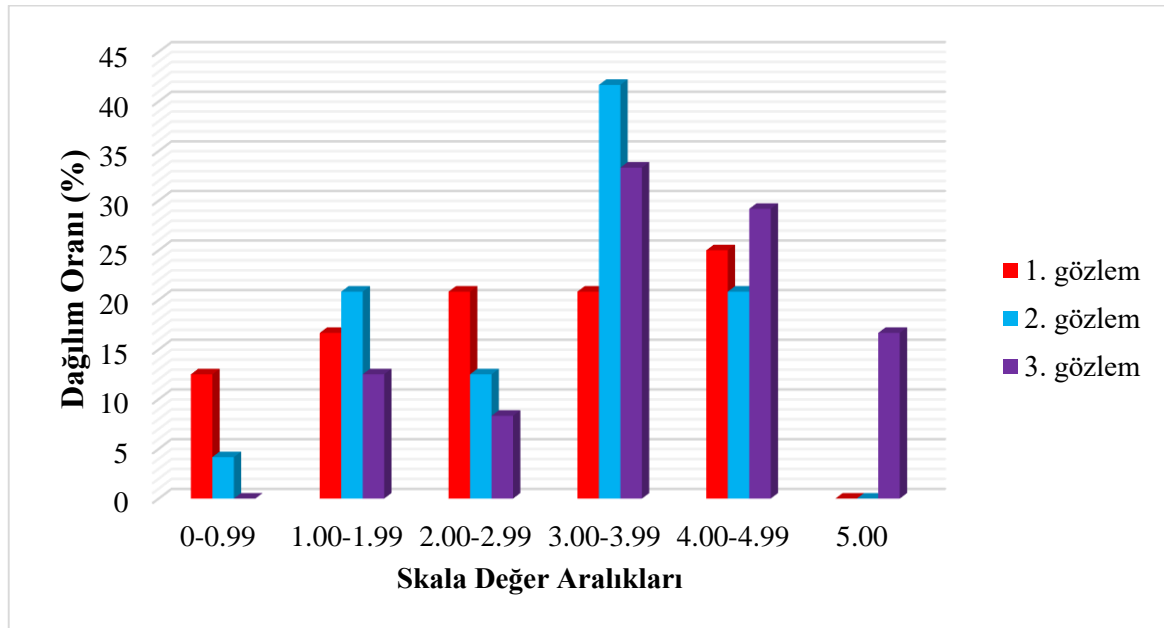
aralığında yer almıştır. İkinci gözlemden hastalık şiddetinin biraz daha arttığı ve genotiplerin %41.67'si %51-75 aralığında hastalık şiddetini göstermiştir. Bu iki gözlemden %76 hastalık şiddetinin üstüne çıkan hiçbir genotip tespit edilememiştir. Üçüncü gözlemden

en fazla sayıda genotipin %26-50 ve %51-75 arasında hastalık şiddetine sahip olduğu (sırasıyla %33.33 ve %37.50) %12.50'sinin ise hastalık şiddetinin %76'nın üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).

Çizelge 4. Kavun genotiplerine ait hastalık şiddeti değerleri

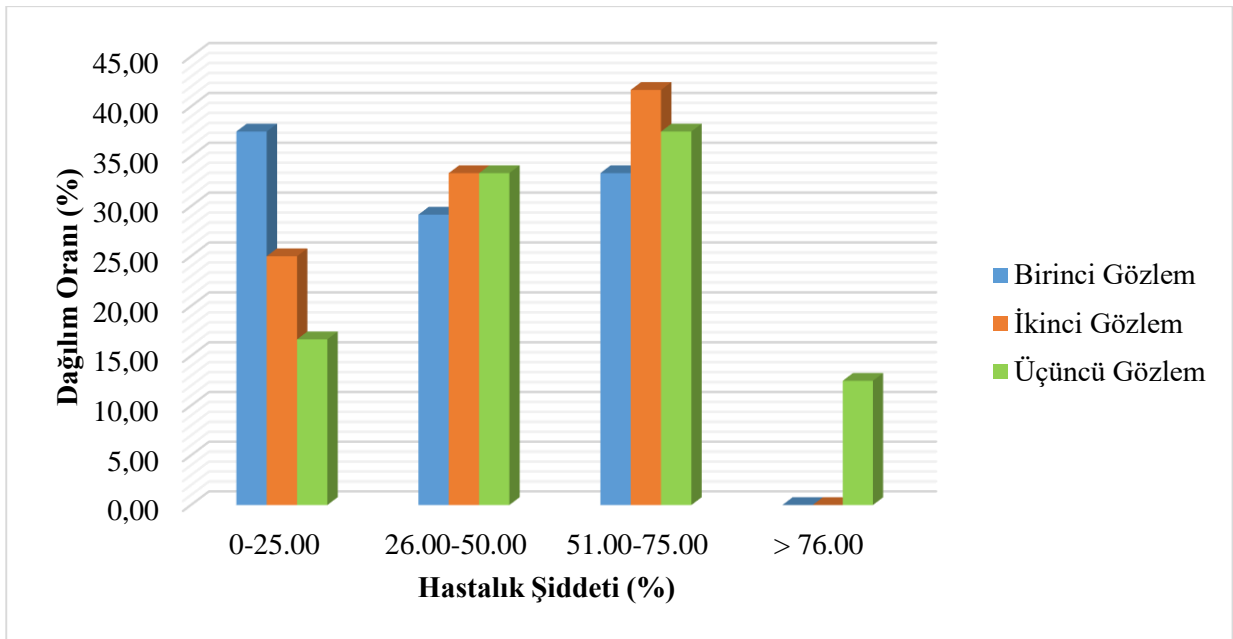
Table 4. Disease severity values of melon genotypes

Genotip	1.gözlem ort.	2.gözlem ort.	3. gözlem ort.
U6	39.50	55.50	61.60
U7	0.00	50.60	94.10
U10	50.00	51.60	72.80
U11	75.00	54.20	57.40
U13	60.42	62.40	23.60
U19	68.00	66.40	86.18
U22	56.90	63.40	67.00
U25	51.40	50.60	42.50
U28	55.50	64.20	64.50
U30	16.60	47.20	58.30
YYU1	23.00	14.50	41.60
YYU6	48.60	49.30	88.70
YYU9	37.50	34.70	54.10
YYU24	33.30	40.60	49.80
YYU39	56.25	55.00	57.30
YYU40	33.30	32.40	40.70
YYU42	25.00	18.00	35.40
YYU46	0.00	16.90	28.90
YYU47	28.60	36.00	38.40
Kırkağaç	58.30	30.50	42.90
Lokum	25.00	47.80	64.50
CU-305	0.00	0.00	11.10
CU-100	12.50	15.60	22.60
CU-328	11.60	8.80	10.10



Şekil 2. Kavun genotiplerinin ZYMV'ye karşı gösterdikleri reaksiyona bağlı olarak skala değerlerine göre dağılım oranları (%)

Figure 2. Distribution rates according to the scale values of the melon genotypes depending on their reaction against ZYMV



Şekil 3. Kavun genotiplerinde ZYMV inokulasyonu sonucunda gözlenen hastalık şiddeti değerlerinin oransal dağılımı

Figure 3. Proportional distribution of disease severity values observed as a result of ZYMV inoculation in the melon genotypes

ZYMV'ye karşı tolerant, dayanıklı veya immün genotipleri belirlemek için yapılan bu çalışma sonucunda toplam 27 genotipin 24'ünde gözlem yapılmış ve tamamının ZYMV enfeksiyonuna oldukça duyarlı olması ve hiçbirinin tolerant ya da dayanıklı olmadığı görülmüştür. Ekbiç ve ark.,(2010) çalışmada ZYMV'ye karşı test edilen 46 kavun genotipinden sadece yabancı akraba (*C. melo var. agrestis*) türlerde ZYMV'ye karşı dayanıklılık olduğunu tespit etmişlerdir. Pitrat ve Lecoq (1984) yürüttükleri çalışmada kabakgillerde ZYMV'ye karşı olan dayanıklılığın "Zym" ismini verdikleri tek bir dominant gen tarafından idare edildiğini belirtmişlerdir. Kabelka ve Grumet (1997) henüz tanınan Fas WMV'ne dayanıklılıkla ilgili kalıtım mekanizmasını TMG-1 hıyar çeşidinde çalışmışlar ve bu mekanizmanın ZYMV ile ilişkisini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar söz konusu hıyar çeşidinin; ZYMV, zucchini yellow fleck virus, WMV ve watermelon strain of papaya ringspot virüs hastalıklarına karşı dayanıklılık gösterdiğini rapor etmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada aynı ZYMV'ye dayanıklılıkta olduğu gibi Fas karpuz mozaik virüsüne (MWMV) dayanıklılıkta çekinik bir allelin söz konusu olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca her iki virüse dayanıklılığın da aynı lokus veya birbiri ile çok yakın iki lokus tarafından kontrol edildiğini ortaya koymuşlardır.

Moleküler çalışmalar

Kavunda ZYMV, CMV ve WMV hastalıklarına karşı dayanıklılığı belirlemede özellikle kavunda bulunan

dayanıklılık genlerine bağlanan CAPS ve SCAR primerlerinin kullanıldığı bilinmektedir. Dayanıklılık genlerinin tespiti için kullanılan *Creb-2* genine bağlı olarak geliştirilen SCAPB05₁₀₄₆ primerinin 25 genotipte yapılan taramasında yalnızca U6, U13 ve YYU6 genotiplerinde bant verdiği görülmüştür. SCOPE14₅₄₁ için yapılan taramada 21 genotipte bant tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre Daryono ve ark., (2009)'nın 125 genotipte CMV'ye karşı dayanıklılığı tespit etmek için yaptıkları çalışmadan elde edilen dayanıklılık geni ile ilişkili bant profillerinin sonuçlarımızla uyum sağladığı belirlenmiştir.

ZYMV ve WMV'ye karşı dayanıklılık genlerine bağlı olarak geliştirilmiş olan VirSq-F19 primeri YYU47 genotipi dışında tüm genotiplerde bant vermiştir. Eldeki bulgulara göre, U22/U25/U28/U30 genotipleri sadece ZYMV/WMV genleri ile ilişkili belirteçleri taşıırken YYU47 genotipinin yalnızca CMV-B2 geni ile ilişkili olan belirteci taşıdığı tespit edilmiştir. Geriye kalan genotiplerde ZYMV/WMV/CMV-B2 genleri ile ilişkili tüm belirteçlerin mevcut olduğu dikkat çekmiştir (Çizelge 5).

Amano ve ark., (2013) tarafından hıyarda ZYMV'e karşı direnç sağlayan geni (*zym*) belirlemek için geliştirilen 2 CAPS (CAPS-T86C ve dCAPS – G99A) primeri ve yine *zym* geni için Ling ve ark., (2009)'nın geliştirdikleri 2 CAPS (CAPS-1 ve CAPS-2) primeri bu çalışmada 25 kavun genotipinde denenmiştir. Yapılan taramada sadece CAPS-T86C ve dCAPS – G99A primerleri için *MnI I* ve *Dra I* restriksiyon enzimlerinde kesme görülmeyip sadece beklenen bant aralıklarında (288bp/ 338 bp) görüntü elde edilmiştir.

Literatür bilgilerinden anlaşıldığı kadarıyla ZYMV'ye dayanıklılık mekanizması kalitatif nitelikte ve tek gen tarafından kontrol edildiğinden dolayı çalışması en kolay olanlarından birisidir. Bu virüse dayanıklılıkla ilgili erken seleksiyona izin vermesi için geliştirilen CAPS primerlerinin ZYMV lokusuna 5 cM'dan fazla

mesafede yapışma bölgesinde olduğu belirtilmiştir (Ling ve ark., 2009; Amano ve ark., 2013). Ancak bu primerlerin mevcut çalışmada kullanılan kavun genotipleri için dayanıklı ve hassas tipleri ayıramadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Kavun genotiplerine göre SCAR belirteçlerinin mevcudiyeti
Table 5. Presence of SCAR markers according to melon genotypes

Genotip	Primer	Gen
U6	SCOPE14/SCAPB05/VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
U7	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
U10	SCOPE14/ VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
U11	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
U13	SCOPE14/ SCAPB05/ VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
U19	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
U22	VirSq-F19	ZYMV/WMV
U25	VirSq-F19	ZYMV/WMV
U28	VirSq-F19	ZYMV/WMV
U30	VirSq-F19	ZYMV/WMV
YYU1	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
YYU6	SCOPE14/ SCAPB05/ VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
YYU9	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
YYU24	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
YYU39	SCOPE14/ VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
YYU40	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
YYU42	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
YYU45	SCOPE14/ VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
YYU46	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
YYU47	SCOPE14	CMV-B2
Kırkağaç	SCOPE14/ VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
Lokum	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
CU-305	SCOPE14/ VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
CU-100	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV
CU-328	SCOPE14 /VirSq-F19	CMV-B2/ZYMV/WMV

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kavun yetiştiriciliğini sınırlayan ve etkin mücadelesi bulunmayan ZYMV, CMV ve WMV'nin kavun genotipleri arasında saptanması için yapılan bu çalışmada kullanılan genotip ve çeşitlerin hiçbirinde mekanik inokülasyon sonucunda ZYMV'ye potansiyel genetik dayanıklılık kaynağı tespit edilememiştir. Moleküler yöntem ile ZYMV, CMV ve WMV dayanıklılık geni ile ilişkili belirteçlere ait

sonuçlar incelendiğinde büyük oranda genotiplerin birden fazla belirteci içerdikleri görülmüştür. Mekanik inokulasyonda kullanılan ZYMV ile ilişkili belirteci sadece bir genotipin taşımadığı ve bu gen ile ilişkili VirSq-F19 markırının genotiplerin %96'sında mevcut olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda CMV-B2 dayanıklılık geni ile ilişkili olan primerlerden SCOPE14 genotiplerin %84'ünde bant vermiştir. Bu bağlamda SCOPE14 primerinin SCAPB05'e göre genotiplerde daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

Ancak bu belirteçlerin söz konusu genlere yakınlığı dayanıklılığın var olmasında önemli bir faktördür. Mekanik inokulasyonda kullanılan ZYMV'ye karşı dayanıklı genotip olmamasına rağmen moleküler yöntemde VirSq-F19 primerinin 24 genotipte bant verdiği görülmüştür. Sadece mekanik inokulasyon yöntemi veya moleküler markır sistemleri kullanılarak yapılan tarama çalışmalarının tek başına yeterli olmadığı görülmektedir. Bu nedenle farklı DNA belirteçleri ve virüs inokulum kaynakları kullanılarak değişik gen havuzlarının taranması ile farklı sonuçların elde edilmesi mümkün olabilir. Bu bölgenin kavunun gen merkezleri arasında yer aldığı dikkate alınırsa bölgenin gen kaynaklarında bu tür taramaların devam ettirilmesi, ülkemizin çeşit geliştirme ve tohum sektöründe dünya pazarında öne çıkması için elzem görünmektedir. Aynı zamanda havzada yoğun olarak yetiştirilen kavun için de hastalığın yayılmasını önlemek ve dolaylı olarak verimi artırmak için dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi önemli bir husustur. Bu bağlamda dayanıklı hatların araştırılmaya devam edilmesi ve virüsten ari üretim materyalinin elde edilmesi kavun ıslahı için önemli bir adım olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimi tarafından FYL-2017-5899 no'lu yüksek lisans tez projesi ve Öğretim Üyesi Yerleştirme Programı (ÖYP) kapsamında desteklenmiştir. Virüs kültürünün elde edilmesinde yardımlarından dolayı Doç. Dr. Mustafa USTA'ya, genotiplerin tohumlarının temini için Prof.Dr. Suat ŞENDOY ve Doç. Dr. Mehtap YILDIZ'a teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Amano M, Mochizuki A, Kawagoe Y, Iwahori K, Niwa K, Svoboda J, Maeda T, Imura Y 2013. High-resolution mapping of *zym*, a recessive gene for Zucchini yellow mosaic virus resistance in cucumber. *Theoretical and Applied Genetics*, 126: 2983–2993.

Cullings KW 1992. Design and testing of a plant-specific PCR primer for ecological and evolutionary studies. *Molecular Ecology*, 1: 233-240.

Daryono BS, Wakui K, Natsuaki KT 2009. Development of random amplified polymorphism DNA markers linked to CMV-B2 resistance gene

in melon. *Hayati Journal of Biosciences*, 35: 142-146.

Doyle JJ, Dickson EE 1987. Preservation of plant samples for DNA restriction endonuclease analysis. *Taxon*, 36: 715-722.

Doyle JJ, Doyle JL 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemistry Bulletin*, 19: 11-15.

Ekbiç E, Fidan H, Yıldız M, Abak K 2010. Screening of Turkish melon accessions for resistance to ZYMV, WMV and CMV. *Notulae Scientia Biologicae*, 2 (1): 55-57.

Ekincialp A 2019. The differences among melon genotypes and varieties under salt stress based on certain morphological and physiological properties-mixture modeling and principal component analysis (PCA). *Applied Ecology and Environmental Research*, 17: 2965-2981.

Erdoğan Ç 2018. Changes in ion (K, Ca and Na) regulation, antioxidant enzyme activity and photosynthetic pigment content in melon genotypes subjected to salt stress - A mixture modeling analysis. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 17: 165-183.

Erdoğan Ç Ekincialp A, Yıldız M, Kabay T, Türkmen Ö, Şensoy S. 2013. Molecular genetic diversity in Lake Van Basin melons (*Cucumis melo L.*) based on RAPD and ISSR markers. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science*, 23(3): 264- 270.

Gallitelli D 2000. The ecology of Cucumber mosaic virus and sustainable agriculture. *Virus Research*, 71:9-21.

Kabelka E, Grumet R 1997. Inheritance of resistance to the Moroccan watermelon mosaic virus in the cucumber line TMG-1 and co-segregation with zucchini yellow mosaic virus resistance. *Euphytica*, 95: 237–242.

Kim DK, Seo S, Kwon SB, Park Y 2016. Development of RAPD and SCAR markers related to watermelon mosaic virus and zucchini yellow mosaic virus resistance in *Cucurbita moschata*. *Hortic. Environ. Biotechnol.*, 57(1): 61-68. Doi: 10.1007/s13580-016 0090-0.

Kurtar ES, Seymen M, Kal Ü 2020. An overview of doubled haploid plant production in *Cucurbita* species. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science*, 30 (3): 510-520.

Ling K, Harris KR, Meyer JDF, Levi A, Güner N, Wehner TC, Bendahmane A, Havey MJ. 2009. Non-synonymous single nucleotide polymorphisms in the watermelon eIF4E gene are closely associated with resistance to zucchini yellow mosaic virus. *Theor. Appl. Genet.*, 120(1): 191-200. doi: 10.1007/s00122-009-1169-0.

Pitrat M, Lecoq H 1984. Inheritance of zucchini yellow mosaic virus resistance in *Cucumis melo L.* *Euphytica*, 33: 57-61.

- Sensoy S, Demir S, Turkmen O, Erdinc C, Durak Demirer E 2012. Variation in the reaction of Lake Van Basin melon genotypes to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. Int. J. Agric. Biol., 14: 1024–1026.
- Sensoy S, Sahin U 2012. Genetic Relationships Among Various Sihke Melon Landraces. Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science, 22(3): 147-154.
- Şensoy S, Turkmen O, Kabay T, Erdinc C, Turan M, Yıldız M 2005. Determination of salinity tolerance of melon genotypes collected from Lake Van Basin. J. Bio-Sci., 5: 637–642.
- Sharifi M, Massumi H, Heydarnejad J, Pour AH, Shaabani M, Rahimian H 2008. Analysis of the biological and molecular variability of watermelon mosaic virus isolates from Iran. Virus Genes, 37: 304-313.
- Simmons HE, Holmes EC, Gildow FE, Bothe-Goralczyk MA, Stephenson AG 2011. Experimental verification of seed transmission of Zucchini yellow mosaic virus. Plant Diseases, 95(6): 751-754.
- Sipahioğlu HM, Türkmen Ö, Usta M, Güller A, Seymen M, Paksoy M, Fidan S 2015. Bazı yerli çerezlik kabak çeşit adaylarının zucchini yellow mosaic virusüne karşı dayanıklılığının araştırılması. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 2 (2): 136-143.
- Townsend GK, Heuberger JW 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experimentsç. Plant Disease Report, 27: 340-343.
- Türkmen Ö, Şensoy S, Erdinç Ç 2008. Van Gölü Havzası'ndan toplanan bazı kavun genotiplerinin verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(44): 64-70.
- Yıldız M, Akgül N, Şensoy S 2014. Morphological and molecular characterization of Turkish landraces of *Cucumis melo* L. Not. Bot. Horti. Agrobi, 42(1): 51-58.
- Yılmaz MA, Lecoq H, Abak K, Baloğlu S, Sarı N 1992. Türkiye'de kabakgil sebze türlerinde zarar yapan virüsler. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt:II. E.Ü.Ziraat Fakültesi Bornova, İzmir, 13-16 Ekim 1992, 439-442.

İğdır Koşullarında Ot Verim ve Kalite Özellikleri Açısından Uygun Yem Bezelyesi Çeşitleri ve Kışlık Ekim Zamanlarının Belirlenmesi

Süleyman TEMEL¹, Bilal KESKİN², Selma ÇAKMAKÇI³, Ramazan TOSUN⁴

^{1,2,3}İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İğdır, ⁴İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, İğdır

¹<https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>, ²<https://orcid.org/0000-0001-9334-8601>, ³<https://orcid.org/0000-0001-8147-0378>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-8209-6362>

✉: stemel33@hotmail.com

ÖZET

Çalışmanın amacı ot verim performansı açısından İğdır bölge ekolojisine uygun yem bezelyesi çeşidi ve kışlık ekim zamanlarını belirlemektir. Bu doğrultuda 2018-2019 ve 2019-2020 yetiştirme sezonunda dört yem bezelyesi çeşidi (GAP pembesi, Kirazlı, Taşkent ve Özkaynak) ile bunların 3 farklı kışlık ekim zamanı (Ekim sonu, Kasım başı ve Kasım sonu)'nu içeren bir çalışma planlanmıştır. Araştırma İğdır Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğü araştırma sahasında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırma sonucunda incelenen parametreler üzerine çeşitlerin (asit deterjan lif oranı hariç, diğer özelliklerde), yılların (çiçeklenmeye başlama zamanı, dal sayısı, kuru madde oranı, ham protein oranı, asit deterjan lif, nötr deterjan lif ve nispi yem değeri) ve ekim dönemlerinin (sadece çiçeklenmeye başlama zamanı) etkisi önemli bulunmuştur. Sonuç olarak incelenen parametreler göz önüne alındığında, yüksek verim ve kaliteye sahip ot üretimi için Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinin bölge ekolojisi için uygun olduğuna karar verilmiştir. Ayrıca ekim zamanlarının etkisi her ne kadar önemli bulunmasa da Kasım ayı başında yapılan ekimlerin daha iyi sonuçlar verdiği kanısına varılmıştır.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 28.01.2021

Kabul Tarihi : 02.09.2021

Anahtar Kelimeler

Besin değeri

Ot verimi

Kışlık ekim zamanları

Yem bezelyesi çeşitleri

Determination of Suitable Forage Pea Varieties and Winter Sowing Dates in Terms of Herbage Yield and Quality Characteristics in İğdır Conditions

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the suitable forage pea variety and falling sowing times for the regional ecology of İğdır, Turkey in terms of herbage yield performance. For this purpose, during 2018-2019 and 2019-2020, a study including four forage pea varieties (GAP Pink, Kirazlı, Taşkent and Özkaynak) and 3 different falling sowing times (late October, early November and late November) were conducted. The study was established according to a complete randomized blocks design in split plots in experimental fields of İğdır University Agricultural Application and Research Center. As a result of the research, the effect of years (the time to start blooming, number of branches, dry matter ratio, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and relative feed value), varieties (all the parameters except for acid detergent fiber) and sowing times (only the time to start blooming) on the examined parameters was found to be significant. As a result, considering all the parameters examined, it was concluded that the Taşkent and Özkaynak varieties were suitable for herbage production with high yield and quality. In addition, although the effect of sowing times is not considered as significant, it was of the opinion that the sowing made in early November is more appropriate compared to the others.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 28.01.2021

Accepted : 02.09.2021

Keywords

Nutritive value

Herbage yield

Winter sowing times

Forage pea varieties

Atıf Şekli:	Temel S, Keskin B, Çakmakçı S, Tosun B 2022. Iğdır Koşullarında Ot Verim ve Kalite Özellikleri Açısından Uygun Yem Bezelyesi Çeşitleri ve Kışlık Ekim Zamanlarının Belirlenmesi . KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 745-756. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.870379 .
To Cite :	Temel S, Keskin B, Çakmakçı S, Tosun B 2022. Determination of Suitable Forage Pea Varieties and Winter Sowing Dates in Terms of Herbage Yield and Quality Characteristics in Iğdır Conditions. KSU J. Agric Nat 25 (4): 745-756. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.870379 .

GİRİŞ

Sanayi ve turizm gibi sektörlerin yeteri kadar gelişmediği Iğdır coğrafyasında, halkın en önemli geçim kaynaklarından bir tanesi hayvancılıktır. Dolayısıyla hayvancılığın bölgede karlı bir sektör olabilmesi için önemli bir girdi olan kaba yem ucuz mal edilmesi gerekmektedir. Bu da çayır-mera ve tarla ziraatı içerisinde yetişen yem bitkisi türleri ile sağlanabilmektedir. Ancak Türkiye'nin 2018 yılı verilerine göre hayvancılık için gerekli olan kaliteli kaba yem ihtiyacı 86 milyon ton, bu alanlardan üretilen kaba yem miktarı ise 31 milyon tondur (Acar ve ark., 2020). Bu veriler Türkiye'de olduğu gibi Iğdır İlinde de özellikle kış döneminde hayvanların yeterli ve dengeli bir şekilde beslenemediğini göstermektedir (Temel ve Şahin, 2011; Özkan ve Demirbağ, 2016). Bu nedenle, tarla tarımı içerisinde yem bitkileri yetiştiriciliğinin çeşitliliği ve ekim alanlarının artırılması önemlilik arz etmektedir. Bu anlamda düşük sıcaklıklara dayanabilen, nötr veya hafif alkali yapıdaki topraklarda farklı amaçlar (tane, silo, yaş, kuru ot) için yetişebilen, özellikle yüksek ot kalitesine sahip yem bezelyesi türü (Açıkgöz, 2001; Tekeli ve Ateş, 2007; Sheaffer ve Moncada, 2012) bölgede yem bitkisi üretimi için bir alternatif olarak değerlendirilmelidir.

Diğer taraftan yetiştiricilikte yüksek ot verim ve kalite performanslarının alınabilmesi için öncelikle bölge ekolojisine uygun tür ve çeşitlerin belirlenmesi ve bu amaçla da adaptasyon çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir. Hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı Iğdır coğrafyasında yonca, korunga, silajlık mısır ve fiğ türleri kaliteli kaba yem kaynağı olarak yaygın bir şekilde yetiştirilmektedir. Ancak, yem bezelyesi ile ilgili olarak istatistiklere yansımış bir ekim alanı bulunmamakta ve üreticiler bu bitkiyi tanımamaktadırlar (Anonim, 2021). Oysa ki, Türkiye'nin farklı bölgelerinde bu bitki ile ilgili çok sayıda adaptasyon çalışması yürütülmüş ve bölge için uygun çeşit önerilerinde bulunulmuştur (Timurağaoğlu ve ark., 2004; Açıkgöz ve ark., 2007; Tamkoç, 2007; Sayar, 2007; Çil ve ark., 2007; Geren ve Alan, 2012; Uzun ve ark., 2012; Tan ve ark., 2013; Kadioğlu ve Tan, 2018). Ayrıca araştırmacılar, çalışmalarını yürüttükleri bölgelerin ekolojik özelliklerinden kaynaklanan farklılıklardan dolayı ot üretim amacıyla yetiştirilen çeşitler arasında verim ve kalite açısından önemli değişimlerin olduğunu ortaya koymuşlardır.

İkinci olarak ekilen yem bezelyesi çeşitlerinden yüksek verim ve kalite performanslarının elde

edilebilmesi için bölgenin ekolojik koşulları göz önünde bulundurularak uygun ekim zamanlarının ortaya konulması da gerekmektedir. Bu amaçla gerek Türkiye'nin gerekse Dünyanın farklı ekolojik koşullarında yürütülmüş çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Shaukat ve ark. 2012; Mukherjee ve ark. 2013; Ton, 2013; Gündoğdu, 2016; Kadioğlu ve Tan, 2018; Konuk ve Tamkoç, 2018; Temel ve Yazıcı, 2021). Ancak Iğdır'da bu amaçla yürütülmüş bir bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Iğdır her ne kadar karasal iklim özelliği gösteren Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinde yer alsada, etrafının yüksek dağlarla çevrili olması nedeniyle mikroklima özelliği sahip bir ildir. Bu da bölgede yem bezelyesinin kışlık olarak ekimlerin yapılabileceğini göstermektedir. Nitekim yem bezelyesi serin mevsim bitkisi olması ve yetiştirme süresinin kısa olmasından dolayı iklimi sert geçen bölgelerde yazlık, iklimi ılıman olan bölgelerde ise kışlık ekimlere uygun bir bitkidir (Açıkgöz, 2001). Ayrıca pek çok yem bitkisi türüne göre soğuğa dayanımının yüksek olması, bu türün kışlık ekilebilmesine olanak tanımaktadır (Tekeli ve Ateş, 2003; Tan ve ark. 2013; Konuk ve Tamkoç, 2018).

Mevcut çalışma ile iki yıl süreyle 3 farklı ekim zamanı (KEZ₁: 22 Ekim, KEZ₂: 5-12 Kasım ve KEZ₃: 19-22 Kasım) ve 4 yem bezelyesi çeşidi (Özkaynak, Taşkent, Kirazlı ve GAP bembesi) incelemeye alınmış ve incelenen özellikler (bazı verim ve kalite parametreleri) açısından bölge için uygun yem bezelyesi çeşitleri ve ekim zamanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışma, 876 m yükseklikte yer alan ve mikroklima özelliği sahip Iğdır ilinde yürütülmüştür. Araştırma bölgesinin iklim verileri incelendiğinde; uzun yıllar iklim verilerine göre denemenin yürütüldüğü ayların toplam yağış, ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri sırasıyla 231.6 mm, 8.5 °C ve % 57.6 olarak kaydedilmiştir (Anonim, 2020). Araştırmanın yürütüldüğü 2018-2019 ve 2019-2020 dönemlerine ait toplam yağış miktarı sırasıyla 200.6 mm ve 235.6 mm, ortalama sıcaklık sırasıyla 10.5 °C ve 10.2 °C ve ortalama nispi nem değerleri ise sırasıyla % 63.5 ve % 62.1 olarak ölçülmüştür (Çizelge 1). Mevcut bu verilere göre ekimlerin yapıldığı dönemler uzun yıllara göre ve ayrıca 2018-2019 yetiştirme sezonunda 2019-2020 yetiştirme sezonuna göre daha kurak olmuştur. Toprak özellikleri açısından değerlendirildiğinde, denemenin yürütüldüğü her iki yılda da toprağın tekstür sınıfı killi-tınlı yapıda,

organik madde içeriği düşük, orta alkali, az tuzlu, kireç içeriği yüksek, yarayışlı fosfor az, potasyum

içeriği ise düşük seviyede olduğu görülmüştür (Kacar, 2012).

Çizelge 1 Araştırma sahasına ait bazı iklim değerleri
Table 1. Some climatic values of the research area

Aylar (Months)	Sıcaklık (Temperature) (°C)			Yağış (Rainfall) (mm)			Nispi nem (Relative humidity) (%)		
	UYO*	2018-2019	2019-2020	UYO	2018-2019	2019-2020	UYO	2018-2019	2019-2020
Ekim	13.3	15.0	15.8	28.1	20.8	4.5	62.3	63.9	58.0
Kasım	5.9	7.0	4.3	19.8	29.4	8.0	65.7	80.9	70.1
Aralık	-0.4	3.9	4.7	13.0	30.9	8.2	68.4	81.6	80.0
Ocak	-3.1	0.6	0.0	13.1	12.3	7.3	66.5	69.3	65.2
Şubat	0.3	3.7	1.9	15.5	19.1	14.1	59.8	61.9	64.5
Mart	6.9	6.8	10.6	22.0	23.5	18.1	49.9	59.7	56.5
Nisan	13.4	12.1	11.7	37.9	25.1	83.6	49.0	56.9	64.8
Mayıs	17.6	19.9	18.6	48.9	25.9	76.1	51.1	51.2	55.0
Haziran	22.3	25.6	23.9	33.2	13.6	15.7	45.7	45.8	44.7
Ort./Top.	8.5	10.5	10.2	231.6	200.6	235.6	57.6	63.5	62.1

* Uzun yıllar ortalaması. * Long-term average

Araştırma kapsamında Türkiye’de tescil edilen dört farklı yem bezelyesi çeşidi (Taşkent, Özkaynak, Kirazlı ve GAP Pembesi) ile bu çeşitlere ait 3 (üç) farklı ekim zamanı faktör olarak incelenmiştir. Ekim zamanları arasında iki haftalık zaman diliminin olmasına özen gösterilmiştir. Buna göre 2018-2019 yılı kışlık ekimler 22 Ekim, 5 Kasım ve 19 Kasım’da, 2019-2020 yılı ekimleri ise 22 Ekim, 12 Kasım ve 22 Kasım tarihlerinde yapılmıştır. Çalışmada gübre materyali olarak, bölge topraklarının bazik ve tuzlu yapıda olmasından dolayı % 21’lik Amonyum Sülfat ve % 39 - 41’lik Triple Süper fosfat cinsi gübreler tercih edilmiştir.

Çalışma, 2018-2019 ve 2019-2020 yıllarında Iğdır Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğü sulu deneme alanında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Planlanan deneme desenine göre daha düşük hassasiyet seviyesinde incelenecek olan ekim zamanları ana parsellere, daha yüksek hassasiyet seviyesinde etkisi incelenecek olan çeşitler ise alt parsellere yerleştirilmiştir. Her bir alt parselin alanı 5.25 m² (3.0 m boy x 1.75 m en) olarak ayarlanmıştır. Tohum yatağı hazırlığı sırasında her parsele dekara saf 5 kg azot ve 12 kg fosfor gelecek şekilde gübre uygulaması yapılmıştır (Ateş ve Tekeli, 2017). Her bir ekim döneminde tohumlar 10.0 cm sıra üzeri, 35.0 cm sıra aralığında 5 sıra halinde toprağın tavadaki olduğu dönemde markörle açılan çizilere 4.0 cm derinliğinde elle ekilmişlerdir. Homojen çıkışları sağlamak için ekim esnasında her 10 cm sıra üzerine 2 adet tohum bırakılmış ve daha sonra toprak yüzeyine çıkan fidelerden (bitkilerden) bir tanesi bağ makası ile kesilip atılmıştır (Geren ve Alan, 2012). Tohumlar tavlı toprağa ekildiğinden kış öncesi hiç bir sulama yapılmamış, ilkbahar döneminde ise hasat olgunluğuna gelinceye kadar bitkiler bir kez yağmurlama sulama yöntemi ile sulama sulanmıştır.

Yine biçim olgunluğuna gelinceye kadar iki kez parsel içlerindeki yabancı otlar elle ve çapalama yöntemi ile kontrol altına alınmıştır. Hasat döneminde parsel kenarlarından birer sıra ve başlardan da 0.5 m’lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmış ve geri kalan kısımda ölçüm işlemleri yapılmıştır. Hasatlar bitkilerdeki alt baklaların tam şeklini aldığı ancak tane doldurmaya henüz başladığı dönemde orak vasıtasıyla toprak seviyesinden biçilerek yapılmıştır (Açıkgöz ve ark., 2007). Tarla koşullarında incelenen çiçeklenmeye başlama zamanı (gün), bitki boyu (cm), ana sap kalınlığı (mm), dal sayısı (adet), kuru madde oranı (%), yaş ot ve kuru ot verimleri (kg da⁻¹)’ne ait özellikler Açıkgöz ve ark. (2007) ve Timurağaoğlu ve ark., (2004) tarafından belirtilen yöntemler takip edilerek yapılmıştır.

Elde edilen yem örneklerin ham protein oranları Mikro Kjeldahl metoduna göre belirlenen toplam % azot oranları 6.25 katsayısı ile çarpılarak (AOAC, 1997), nötr çözücülerde çözünemeyen lif (NDF) ve asit çözücülerde çözünemeyen lif (ADF) oranları ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından geliştirilen metot kullanılarak belirlenmiştir. Yemin ADF ve NDF değerleri kullanılarak hesaplanan ve yemin kalitesini rakamsal olarak gösteren nispi yem değeri, Sheaffer ve ark. (1995) tarafından geliştirilen 1.’deki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. Bu eşitlikte yer alan ve yemin kalitesini ortaya koyan kuru madde sindirilebilirliği ve kuru madde tüketimleri ise sırasıyla 2. ve 3.’de yer alan formülle hesaplanmıştır. Ham protein verimleri (kg da⁻¹) ise dekara kuru ot verimleri ile ham protein oranlarının çarpılması ile belirlenmiştir.

$$NYD = (KMS \times KMT) / 1.29 \quad (1)$$

$$KMS = ((88.9 - (0.779 * \%ADF)) \quad (2)$$

$$KMT = (120 / \%NDF) \quad (3)$$

Sonuçlar tesadüf bloklarında yıl tekrarlamalı şansa bağlı bloklarda bölünmüş parseller deneme desenine

göre JMP (5.0.1) İstatistik Paket programında analize tabii tutulmuş ve önemli çıkan ortalamalar TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır. Ayrıca ortalamalarla birlikte standart hatalar da verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı yem bezelyesi çeşitlerinin uygun ekim dönemlerini belirlemek amacıyla iki yıl süre ile yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar istatistiki analize tabii tutulmuş ve analiz sonucu incelenen parametrelere ait önemlilik düzeyleri ve TUKEY çoklu karşılaştırma testi değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çiçeklenmeye başlama zamanı ve ana sap kalınlığı

Farklı dönemlerde ekimi yapılan yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çiçeklenmeye başlama zamanları ve ana sap kalınlıkları Çizelge 3'de verilmiştir. Çiçeklenmeye başlama zamanları açısından incelendiğinde 2018-2019 yılına göre 2019-

2020 yılında ekilen bitkilerin daha geç bir dönemde çiçeklenmeye başladıkları görülmüştür. Bu, bitkilerin aktif gelişme gösterdikleri Nisan ve Mayıs aylarında düşen yağış miktarının 2019-2020 yılında 2018-2019 yılına göre en az 3 kat daha fazla olmasından (Çizelge 1) kaynaklanmış olabilir. Çünkü nem (sulama veya yağış) bitkilerde vejetatif gelişmeyi teşvik eden önemli çevre faktörlerindedir (Gençtan, 2012). Ekim zamanları açısından değerlendirildiğinde, ekim zamanı geciktikçe bitkilerin çiçeklenmeye başlama zamanları daha erken bir sürede gerçekleşmiştir. Benzer bulgular farklı araştırmacılar tarafından da rapor edilmiş ve bu çalışmadan elde edilen bulgularla uyum içerisinde olduğu izlenmiştir (Sayar, 2007, Geren ve Alan, 2012). Geç dönemde yapılan ekimlerde kış öncesi yeterli oranda çimlenme ve fide gelişimi gösteremeyen bitkilerin ilkbaharda artan hava sıcaklıkları ve artan gün uzunluğuna maruz kalarak yeterli bir fide gelişimi göstermeden generatif aşamaya geçmiş olması buna neden olmuş olabilir.

Çizelge 2 İncelenen parametrelere ait TUKEY değerleri ve önemlilik düzeyleri
Table 2. TUKEY values and significance levels of the examined parameters

V. kaynakları	SD	ÇBZ	ASK	BB	DS	YOY	KMO	KOV	HPV	HPO	ADF	NDF	NYD
Yıl (Y)	1	1.4**	ö.d.	ö.d.	0.3*	ö.d.	0.9**	ö.d.	ö.d.	0.7**	0.8**	1.1*	5.9**
Blok	4	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
Ekim Zamanı (EZ)	2	2.2**	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
EZ x Y	2	4.0*	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	2.0*	2.2*	ö.d.	ö.d.
Çeşit (Ç)	3	1.3**	0.2**	10.1**	0.2**	232**	1.3**	34.3**	6.2**	1.4**	ö.d.	2.4**	11.4**
Ç x Y	3	2.2*	0.3*	ö.d.	0.4**	ö.d.	ö.d.	57.9**	10.5**	2.3**	2.7**	4.1**	19.3**
Ç x EZ	6	2.9**	0.4*	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	3.1*	ö.d.	ö.d.	ö.d.
Ç x EZ x Y	6	4.7**	0.7*	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	4.9*	ö.d.	ö.d.	ö.d.

* ve **, sırasıyla %5 ve %1 seviyesinde önemli, ö.d. ise önemsizdir. SD: Serbestlik derecesi, ÇBZ: Çiçeklenmeye başlama zamanı, BB: Bitki boyu, ASK: Ana sap kalınlığı, DS: Dal sayısı, YOY: Yaş ot verimi, KOV: Kuru ot verimi, KMO: Kuru madde oranı, HP: ham protein oranı, HPV: Ham protein verimi, NDF: Nötr deterjant fibre, ADF: Asit deterjant fibre, NYD: Nispi yem değeri.

Çünkü toplam sıcaklık gereksinimlerini daha kısa zaman diliminde karşılayan bitkiler daha erken bir dönemde generatif aşamaya gelebilmektedirler (Pulvento ve ark., 2010). Ayrıca kışlık olarak geç dönemden yapılan ekimlerin soğuklara rastlaması nedeniyle çiçeklenmeye kadar geçen süre diğer ekim zamanlarına göre daha kısa olmuş olabilir. Nitekim Alan ve Geren (2012) ve Ton (2013), geç dönemde yapılan ekimlerin soğuklara rastlaması nedeniyle çiçeklenme süresinin kısılacığını bildirmişlerdir. Çeşitler açısından incelendiğinde Özkaynak en geç, aynı istatistiki grupta yer alan Kirazlı ve GAP Pembesi ise en erken çiçeklenmeye başlayan çeşitler olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Çeşitlerin genetik yapılarına bağlı olarak geçi ve erkenci olmaları bu farklılığın oluşmasına neden olmuş olabilir. Nitekim Kadioğlu ve Tan (2018) Erzurum koşullarında yürüttükleri bir çalışmada, çiçeklenmeye başlama süresi bakımından çeşitler arasında önemli bir farklılık bulmamalarına rağmen Özkaynak çeşidinin

234 gün ile Kirazlı (228 gün) ve Taşkent (226 gün) çeşidine göre daha geç bir dönemde çiçeklenmeye ulaştıklarını rapor etmişlerdir. Ayrıca Türkiye'nin farklı bölgelerinde yürütülen çalışmalarda da çiçeklenmeye başlama zamanlarının yem bezelyesi çeşitleri arasında farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur (Seydeşoğlu, 2013; Tan ve ark., 2013; Temel ve Yazıcı, 2021). Çeşit x ekim zamanı x yıl interaksyonunun önemli bulunduğu çiçeklenmeye başlama zamanı açısından, 2019-2020 yılında erken dönemde (KEZ₁) ekimi yapılan Özkaynak (212.3 gün) ve Taşkent (210.7 gün) en geç çiçeklenmeye başlayan çeşitler olurken, 2018-2019 yılında son dönemde (KEZ₃) ekimi yapılan GAP Pembesi ise 167.0 gün ile en erken çiçeklenen çeşit olmuştur (Çizelge 3). Çeşitlerin yıllara ve ekim zamanlarına bağlı olarak değişen iklim koşullarına farklı tepki göstermesi buna neden olmuş olabilir.

Ana sap kalınlıkları açısından değerlendirildiğinde,

aynı istatistiki grupta yer alan Özkaynak, Taşkent ve Gap Pembesi en yüksek sap kalınlığına sahip çeşitler olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu çeşitlerin genetik yapısından kaynaklanmış olabilir. Konu ile ilgili olarak Sayar (2007) 18 yem bezelyesi genotipi ile yaptıkları bir çalışmada da genotipler arasında ana sap kalınlıklarının istatistiki olarak önemli farklılık

gösterdiğini ve genotiplerin sap kalınlıklarınının 1.87 - 3.18 mm arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Üçlü interaksiyon açısından incelendiğinde, en yüksek sap kalınlığı 2019-2020 yılında ikinci (KEZ₂) dönemde ekilen Özkaynak (3.3 mm) çeşidinde, en düşük değer ise yine 2019-2020 yılında son (KEZ₃) dönem ekimi yapılan Kirazlı (2.2 mm) çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3 Farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin çiçeklenmeye başlama zamanı ve ana sap kalınlığı
Table 3. Flowering time and main stem thickness of forage pea varieties sown at different times

Yıllar	Çeşitler	Çiçeklenme zamanı (gün)			Yıl ortalama	Ana sap kalınlığı (mm)			Yıl ortalama
		KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃		KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃	
2018	GAP Pembesi	189.3±0.3 ^{d-f}	175.7±0.7 ^j	167.0±0.0 ^l	182.3 ± 1.8 ^b	3.1±0.10 ^{ab}	2.8±0.10 ^{a-d}	2.7±0.10 ^{a-d}	2.8 ± 0.04
	Kirazlı	188.7±0.3 ^{ef}	177.7±0.7 ^{hi}	169.7±0.7 ^{kl}		2.5±0.15 ^{b-d}	2.9±0.20 ^{a-c}	2.5±0.00 ^{b-d}	
2019	Taşkent	200.7±0.7 ^{bc}	182.0±0.0 ^{gh}	172.0±0.0 ^{ik}	197.3 ± 1.7 ^a	2.6±0.10 ^{a-d}	2.7±0.35 ^{a-d}	2.9±0.20 ^{a-c}	2.7 ± 0.06
	Özkaynak	202.0±0.0 ^{bc}	186.0±0.0 ^{fg}	177.3±0.3 ⁱ		2.7±0.10 ^{a-d}	3.0±0.12 ^{a-c}	2.7±0.21 ^{a-d}	
2019	GAP Pembesi	204.7±1.3 ^b	193.7±1.7 ^d	182.0±0.0 ^{gh}	197.3 ± 1.7 ^a	2.6±0.18 ^{a-d}	2.6±0.15 ^{a-d}	2.7±0.13 ^{a-d}	2.7 ± 0.06
	Kirazlı	205.0±1.2 ^b	193.3±2.3 ^d	185.3±1.2 ^{fg}		2.6±0.09 ^{a-d}	2.4±0.08 ^{cd}	2.2±0.20 ^d	
2020	Taşkent	210.7±0.3 ^a	199.7±0.7 ^c	185.7±0.7 ^{fg}	197.3 ± 1.7 ^a	2.8±0.32 ^{a-d}	2.9±0.30 ^{a-c}	2.7±0.31 ^{a-d}	2.7 ± 0.06
	Özkaynak	212.3±3.8 ^a	205.0±1.0 ^b	190.7±0.9 ^{de}		2.6±0.27 ^{a-d}	3.3±0.28 ^a	3.1±0.57 ^{ab}	
KEZ ortalaması		201.7 ± 1.8 ^a	189.1 ± 2.1 ^b	178.7 ± 1.7 ^c		2.7 ± 0.05	2.8 ± 0.06	2.7 ± 0.07	
Çeşit ortalaması	GAP Pembesi			185.4 ± 3.0 ^c		GAP Pembesi		2.8 ± 0.05 ^a	
	Kirazlı			186.6 ± 2.8 ^c		Kirazlı		2.5 ± 0.06 ^b	
	Taşkent			191.8 ± 3.2 ^b		Taşkent		2.8 ± 0.06 ^a	
	Özkaynak			195.6 ± 3.0 ^a		Özkaynak		2.9 ± 0.08 ^a	

a,b,c aynı harflerle sunulan değerler istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir. KEZ: Kışlık ekim zamanı

a,b,c Values represented by the same letters do not differ statistically. WST: Winter sowing time

Bitki boyu ve dal sayısı

Farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama bitki boyu ve dal sayıları Çizelge 4'de yer almaktadır. Çizelge 4 incelendiğinde en yüksek bitki boyu Özkaynak ve Taşkent çeşitlerinde, en düşük boylanma ise GAP Pembesi çeşidinde belirlenmiştir. Konu ile ilgili olarak Kadioğlu ve Tan (2018), bu çalışmadan elde edilen verilere benzer şekilde, 5 yem

bezelyesi çeşidi arasında Özkaynak çeşidinin en yüksek bitki boyuna sahip olduğunu belirtmişlerdir. Çeşitler arasında oluşan bu farklılıklar genetik yapıdan kaynaklanmış olabilir. Öncesinde yapılan araştırma sonuçlarında da boylanma yönünden bezelyede çeşitler arasında önemli farklar olduğu ortaya konulmuştur (Okuyucu ve ark., 1994; Kavut ve ark., 2016).

Çizelge 4 Farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin bitki boyu ve dal sayısı

Table 4. Plant height and number of branches of forage pea varieties sown at different times

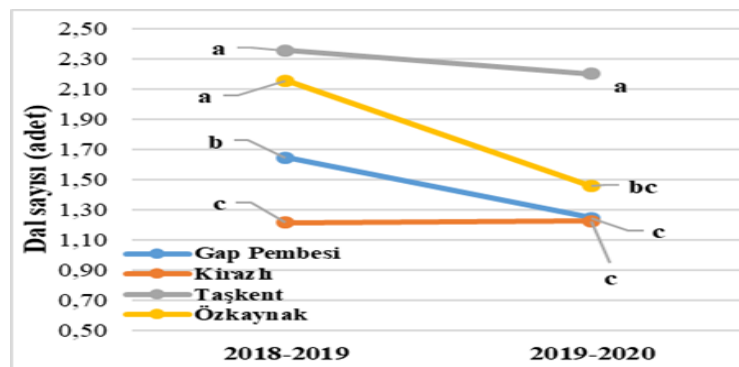
Yıllar	Çeşitler	Bitki boyu (cm)			Yıl ortalama	Dal sayısı (adet)			Yıl ortalama
		KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃		KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃	
2018	GAP Pembesi	73.4±2.3	78.2±2.7	72.3±3.5	85.5 ± 2.2	1.90±0.23	1.50±0.25	1.53±0.03	1.84 ± 0.10 ^a
	Kirazlı	79.3±2.5	89.2±4.5	78.8±6.5		1.03±0.03	1.50±0.12	1.10±0.00	
2019	Taşkent	84.1±5.2	89.3±6.4	91.9±1.0	85.3 ± 2.1	2.23±0.22	2.47±0.33	2.37±0.26	1.53 ± 0.08 ^b
	Özkaynak	88.1±5.4	100.3±1.0	100.8±1.3		2.47±0.22	2.10±0.30	1.90±0.17	
2019	GAP Pembesi	83.4±5.4	88.0±3.4	77.9±3.2	85.3 ± 2.1	1.07±0.07	1.47±0.07	1.20±0.12	1.53 ± 0.08 ^b
	Kirazlı	79.7±6.8	86.3±7.2	77.7±3.0		1.13±0.13	1.40±0.20	1.13±0.07	
2020	Taşkent	93.3±6.6	101.1±5.7	78.7±6.2	85.3 ± 2.1	2.13±0.07	2.53±0.13	1.93±0.37	1.53 ± 0.08 ^b
	Özkaynak	75.2±5.6	94.2±1.9	87.6±4.2		1.20±0.12	1.73±0.24	1.43±0.09	
KEZ ortalaması		82.1±2.7	90.8±2.4	83.2±2.6		1.65±0.12	1.84±0.11	1.57±0.10	
Çeşit ortalaması	GAP Pembesi			78.9 ± 1.8 ^b		GAP Pembesi		1.4 ± 0.08 ^c	
	Kirazlı			81.8 ± 2.1 ^{ab}		Kirazlı		1.2 ± 0.06 ^c	
	Taşkent			89.8 ± 4.0 ^a		Taşkent		2.3 ± 0.10 ^a	
	Özkaynak			91.0 ± 3.1 ^a		Özkaynak		1.8 ± 0.12 ^b	

a,b,c aynı harflerle sunulan değerler istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir. KEZ: Kışlık ekim zamanı

a,b,c Values represented by the same letters do not differ statistically. WST: Winter sowing time

Dal sayısı açısından değerlendirildiğinde bitki başına en yüksek dal sayısının 1.84 adet ile 2018-2019 yılı yetiştirme sezonunda tespit edildiği görülmüştür. Bu durum, 2018-2019 yılının 2019-2020 yılına göre daha az yağış düşmesi ve daha yüksek sıcaklığa sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü su (yağış) azlığı bitkilerde boylanmayı azaltmakta, dallanmayı ise teşvik edebilmektedir (Sağlam, 2004; Gençtan, 2012). Çeşitler açısından değerlendirildiğinde, bitki başına dal sayısı 1.2 adet ile 2.3 adet arasında değişim göstermiş ve en yüksek dal sayısı Taşkent çeşidinde, en düşük dal sayıları ise aynı istatistik grupta yer alan Kirazlı ve GAP Pembesi çeşitlerinde belirlenmiştir (Çizelge 4). Nitekim Aslan (2017), 25 yem bezelyesi genotipi arasında ana dal sayısının 1.1-

2.4 arasında değişim gösterdiğini ve Taşkent çeşidinin (2.1) Kirazlı çeşidinden (1.2) daha yüksek dal sayısına sahip olduğunu rapor etmiştir. Bu sonuçlar, mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Çeşit x yıl interaksyonu açısından önemli bulunan bitki başına dal sayısında, en yüksek dal sayısı 2018-2019 yılında ekimi yapılan Taşkent ve Özkaynak çeşidi ile 2019-2020 yılında ekilen Taşkent çeşidinde tespit edilmiştir (Şekil 1). Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinin yıllara göre bitki başına dal sayıları değişmezken, GAP Pembesi ve Kirazlı çeşitlerinin dal sayıları 2019-2020 yılına göre 2018-2019 yılında artış göstermiştir. Bu da çeşit x yıl interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuş olabilir.



Şekil 1. Dal sayısı üzerine çeşit x yıl interaksyonunun etkisi
Figure 1. Effect of the variety × year interaction on the number of branches

Yaş ot verimi ve kuru madde oranı

Farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama yaş ot verimleri ve kuru madde oranları Çizelge 5'de yer almaktadır. Çeşitler arasında yaş ot verimleri 654.5-1451.9 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiş ve en yüksek verimler Taşkent ve

Özkaynak çeşidinde, en düşük verim ise Kirazlı çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 5). Çeşitlerin ekolojik koşullarına farklı tepki vermesi buna neden olmuş olabilir. Nitekim Türkiye'nin farklı ekolojilerinde yürütülen çalışmalarda da yem bezelye çeşitleri

Çizelge 5 Farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaş ot verimi ve kuru madde oranı
Table 5. Fresh herbage yield and dry matter ratio of forage pea varieties sown at different times

Yıllar Çeşitler	Yaş ot verimi (kg da ⁻¹)			Yıl ortalama	Kuru madde oranı (%)			Yıl ortalama	
	KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃		KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃		
2018	GAP Pembesi	1026.7±63.9	1064.6±75.8	973.9±71.5	1161.9±75.4	18.0±0.2	17.7±0.9	16.1±0.4	17.2±0.3 ^b
-	Kirazlı	682.4±61.6	888.6±17.2	682.9±92.8		18.5±0.6	18.9±0.2	19.9±1.0	
2019	Taşkent	1047.8±55.1	1628.8±97.1	1302.8±48.7		15.6±0.3	16.3±1.9	16.1±0.6	
-	Özkaynak	1371.5±68.4	1685.9±69.9	1587.4±83.5		17.2±2.0	14.9±0.3	16.4±0.3	
2019	GAP Pembesi	703.4±35.3	840.4±66.4	814.6±111.8	1050.1±72.3	16.9±0.9	19.2±0.8	17.8±1.4	18.9±0.3 ^a
-	Kirazlı	497.6±33.1	635.0±22.0	540.4±53.1		22.2±0.3	19.7±0.1	21.1±1.6	
2020	Taşkent	1502.9±75.4	1753.5±87.5	1247.5±70.1		18.0±0.8	17.4±0.5	18.9±0.9	
-	Özkaynak	1145.6±76.0	1508.3±14.9	1412.5±10.8		19.7±0.4	18.3±1.2	17.2±1.0	
KEZ ortalaması		997.2±76.5	1250.6±106.6	1070.3±81.3		18.3±0.5	17.8±0.4	17.9±0.5	
Çeşit ortalaması						GAP Pembesi		17.6 ± 0.4 ^b	
						Kirazlı		20.1 ± 0.4 ^a	
						Taşkent		17.1 ± 0.4 ^b	
						Özkaynak		17.3 ± 0.5 ^b	

^{a,b,c} aynı harflerle sunulan değerler istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir. KEZ: Kışlık ekim zamanı
^{a,b,c} Values represented by the same letters do not differ statistically. WST: Winter sowing time

arasında yaş ot verimi yönünden önemli farklılıklar bulunduğu rapor edilmiştir (Timurağaoğlu ve ark., 2004; Açıkgoz ve ark., 2007, Bilgili ve ark., 2007; Sayar, 2007; Geren ve Alan, 2012).

Kuru madde oranı açısından değerlendirildiğinde, en fazla kuru madde oranı %18.9 ile 2019-2020 yılı yetiştirme sezonunda, en düşük oran ise %17.2 ile 2018-2019 yılında ölçülmüştür (Çizelge 5). Bitkilerde vejetatif gelişimin yoğun olarak gerçekleştiği Nisan-Mayıs ayları arasında düşen yağış miktarının ilk yıla göre ikinci yıl daha fazla olması buna neden olmuş olabilir. Nitekim su (yağış) bitkilerde vejetatif gelişmeyi (ağırlık artışı v.b.) teşvik eden önemli bir çevre faktörüdür (Sağlam, 2004; Gençtan, 2012). Çeşitler arasında kuru madde oranı ise %17.1-20.1 arasında değişim göstermiş ve Kirazlı çeşidinin aynı istatistiksel grupta yer alan diğer çeşitlerden daha yüksek oranda kuru madde oranına sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 5). Öncesinde yapılan araştırmalarda da yem bezelyesi çeşitleri arasında kuru madde oranlarının farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur (Açıkgoz ve ark., 2007; Bilgili ve ark.,

2007; Geren ve Alan, 2012; Temel ve Yazıcı, 2021).

Kuru ot verimi ve ham protein verimi

İki yıl süreyle farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama kuru ot ve ham protein verimleri Çizelge 6'da sunulmuştur. Çeşitlerin kuru ot verimleri 129.8-247.1 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiş ve en yüksek verimler aynı istatistiksel grupta yer alan Özkaynak ve Taşkent çeşitlerinde, en düşük ise Kirazlı ve Gap Pembesi çeşitlerinde belirlenmiştir (Çizelge 6). Çeşitlerin çevre koşullarına gösterdikleri uyumların ve tepkilerin farklı olması buna neden olmuş olabilir. Nitekim Kavut ve ark. (2016) İzmir şartlarında Taşkent çeşidinin, Uzun ve ark. (2012) ise Bursa şartlarında Kirazlı çeşidinin yüksek kuru ot verimine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca öncesinde yürütülen farklı çalışmalarda da yem bezelyesi çeşitleri arasında kuru ot verimlerinin 189.59-553.1 kg da⁻¹ arasında değişim gösterdiği ortaya konmuştur (Sayar, 2007; Seydoşoğlu, 2013).

Çizelge 6 Farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin kuru ot ve ham protein verimi

Table 6. Dry herbage and crude protein yield of forage pea varieties sown at different times

Yıllar Çeşitler	Kuru ot verimi (kg da ⁻¹)			Yıl ortalama	Ham protein verimi (kg da ⁻¹)			Yıl ortalama
	KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃		KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃	
2018 GAP Pembesi	184.9±20.4	187.0±8.0	157.2±15.2	193.3±10.1	31.04±2.9	32.02±2.2	26.45±3.1	34.85±2.0
- Kirazlı	126.3±13.5	168.2±1.8	133.8±17.5		24.70±3.4	28.17±2.0	22.39±2.9	
2019 Taşkent	162.7±18.1	249.7±29.4	209.7±3.2		29.62±7.4	44.62±5.7	39.09±0.8	
- Özkaynak	231.1±4.8	250.0±19.5	258.7±22.2		40.90±1.4	51.31±7.0	47.95±7.9	
2019 GAP Pembesi	119.5±12.3	161.8±18.3	146.8±18.4	194.2±12.3	19.86±2.1	28.01±3.2	31.59±4.4	39.14±3.1
- Kirazlı	110.2±6.0	124.7±4.2	115.4±17.5		16.15±1.0	19.95±1.3	18.54±2.8	
2020 Taşkent	271.2±25.9	303.1±14.5	234.9±12.9		53.96±4.5	67.22±5.3	55.25±3.3	
- Özkaynak	224.7±11.2	276.0±10.8	242.3±12.8		50.70±2.0	58.93±3.8	49.56±3.5	
KEZ ortalaması	178.8±12.9	215.1±15.0	187.4±12.6		33.36±2.9	41.27±3.6	36.35±2.9	
Çeşit ortalaması	GAP Pembesi		159.6 ± 8.4 ^b		GAP Pembesi		28.16 ± 1.47 ^b	
	Kirazlı		129.8 ± 6.1 ^b		Kirazlı		21.65 ± 1.27 ^c	
	Taşkent		238.5 ± 16.4 ^a		Taşkent		48.29 ± 3.63 ^a	
	Özkaynak		247.1 ± 8.6 ^a		Özkaynak		49.89 ± 2.12 ^a	

^{a,b,c} aynı harflerle sunulan değerler istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir. KEZ: Kışlık ekim zamanı

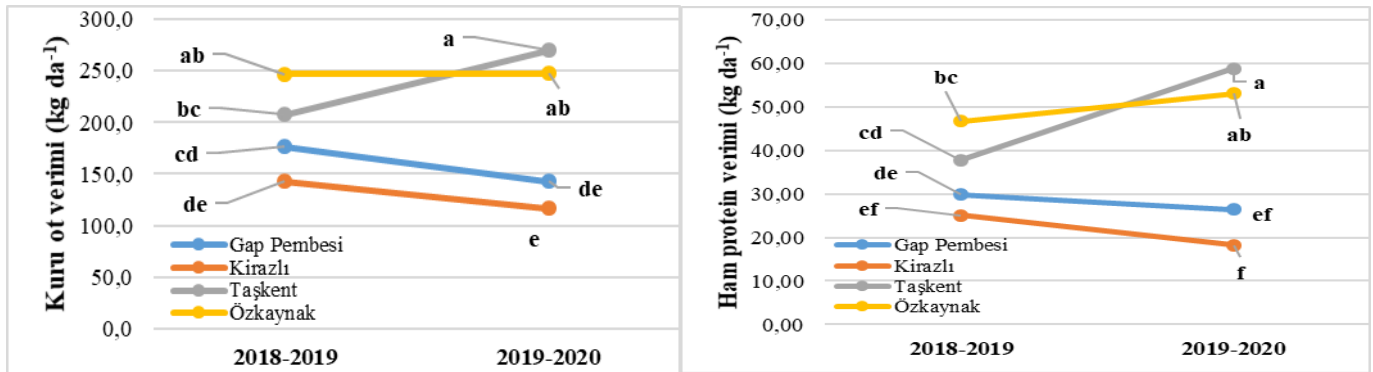
^{a,b,c} Values represented by the same letters do not differ statistically. WST: Winter sowing time

Bu çalışmada çeşitlerin ham protein verimleri 21.65-49.89 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiş ve aynı istatistiksel grupta yer alan Özkaynak ve Taşkent çeşitleri en yüksek ham protein verimine, Kirazlı ise en düşük ham protein verimine sahip olmuştur. Bunun, çeşitlerin sahip oldukları ham protein oranları ve birim alanda ürettikleri kuru ot verimleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü ham protein verimi, ham protein oranı ile kuru madde veriminin çarpılması sonucu elde edilen bir değerdir. Nitekim mevcut çalışmada da Özkaynak ve Taşkent çeşitlerinin yüksek kuru ot verimine ve ham protein içeriğine, Kirazlı çeşidinin ise düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 6; Çizelge 7). Çeşit x yıl

interaksiyonu açısından kuru ot verimi incelendiğinde, yıllara göre Özkaynak çeşidinin kuru ot verimi değişmezken, 2018-2019 yılına göre 2019-2020 yılında Taşkent çeşidinin kuru ot verimi artmış, GAP Pembesi ve Kirazlı çeşitlerinin verimleri ise azalmıştır (Şekil 2). Bu da ikili interaksiyonu önemli çıkmasına neden olmuş olabilir. Ham protein verimi açısından çeşit x yıl interaksiyonu değerlendirildiğinde, 2018-2019 yılına göre 2019-2020 yılında GAP Pembesi ve Kirazlı'nın ham protein verimi azalırken, Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinin ham protein verimi artış göstermiş, Kirazlı çeşidinin ham protein verimi ise azalış göstermiştir. Bu da çeşit x yıl interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuş

olabilir. Buna göre en yüksek ve en düşük ham protein verimi sırasıyla 2019-2020 yılında ekilen

Taşkent ve Kirazlı çeşitlerinde belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Kuru ot ve ham protein verimi üzerine çeşit x yıl interaksiyonunun etkisi
Figure 2. Effect of the variety x year interaction on the dry herbage and crude protein yield

Ham protein ve ADF oranı

Farklı zamanlarda ekimi yapılan yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama ham protein ve ADF (asit deterjan lif veya asit çözücülerde çözünemeyen lif) oranları Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde yıllar arasında ham protein oranı en yüksek (%19.41) 2019-2020 yılında, ADF içeriği ise 2018-2019 yılında belirlenmiştir. Bu, 2018-2019 yılında dal sayısı ve ana sap kalınlığının 2019-2020

yılına göre fazla olmasından kaynaklanmış olabilir (Çizelge3; Çizelge 4). Nitekim bitkilerde sap kalınlığı ve dal sayısı arttıkça ham protein içeriği azalmakta, ADF oranı ise artmaktadır (Sarıkaya, 2019). Çeşitler açısından incelendiğinde, en yüksek ham protein oranı Özkaynak (%20.18) ve Taşkent (%20.13) çeşitlerinde, en düşük ham protein içeriği ise Kirazlı (%16.61) ve Gap Pembesi (%17.81) çeşitlerinde ölçülmüştür (Çizelge 7).

Table 7 Farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin ham protein ve asit deterjan lif (ADF) oranı
Table 7. Crude protein and acid detergent fibre (ADF) ratio of forage pea varieties sown at different times

Yıllar Çeşitler	Ham protein oranı (%)			Yıl ortalama	Asit deterjan lif (%)			Yıl ortalama
	KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃		KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃	
2018 si								
- Kirazlı	16.90±0.95 ^e g	17.12±0.97 ^d g	16.79±1.09 ^e g	17.96±0.29 ^b	25.24±0.7	27.20±0.7	26.29±1.1	28.33±0.4 ^a
2019 Taşkent	19.45±0.79 ^a g	16.73±1.10 ^e g	16.78±0.75 ^e g	17.96±0.29 ^b	26.93±0.1	29.26±0.1	26.46±1.1	28.33±0.4 ^a
Özkaynak	18.15±0.67 ^b g	18.25±0.70 ^b g	18.65±0.40 ^a g	18.15±0.67 ^b g	30.11±0.3	29.42±1.4	30.76±0.3	30.76±0.3
2019 si								
- Kirazlı	17.69±0.36 ^c g	20.41±1.58 ^a f	18.58±0.85 ^b g	18.15±0.67 ^b g	28.66±1.3	31.62±0.8	28.04±1.0	28.04±1.0
2020 Taşkent	16.62±0.06 ^e g	17.43±1.27 ^c g	21.98±1.36 ^a d	16.62±0.06 ^e g	27.16±0.1	26.54±0.3	26.01±0.2	26.01±0.2
Özkaynak	14.65±0.46 ^g	16.00±1.01 ^f g	16.07±0.07 ^f g	14.65±0.46 ^g	28.61±0.3	29.37±1.3	27.18±0.4	25.84±0.4 ^b
KEZ ortalaması	20.07±1.77 ^a f	22.18±0.10 ^a c	23.51±0.13 ^a	20.07±1.77 ^a f	24.09±0.5	24.19±0.1	23.91±0.0	23.91±0.0
	22.60±0.52 ^{ab}	21.38±0.23 ^a e	20.42±0.40 ^a f	22.60±0.52 ^{ab}	25.72±0.2	21.96±0.8	25.40±0.3	25.40±0.3
Çeşit ortalaması	18.27±0.54	18.69±0.54	19.10±0.57	18.27±0.54	27.07±0.4	27.44±0.7	26.76±0.5	26.76±0.5
	GAP Pembesi		17.81 ± 0.58 ^b	GAP Pembesi			26.41 ± 0.4	26.41 ± 0.4
	Kirazlı		16.61 ± 0.44 ^b	Kirazlı			27.97 ± 0.4	27.97 ± 0.4
	Taşkent		20.13 ± 0.58 ^a	Taşkent			27.08 ± 0.8	27.08 ± 0.8
	Özkaynak		20.18 ± 0.48 ^a	Özkaynak			26.90 ± 0.8	26.90 ± 0.8

^{a,b,c} aynı harflerle sunulan değerler istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir. KEZ: Kışlık ekim zamanı
^{a,b,c} Values represented by the same letters do not differ statistically. WST: Winter sowing time

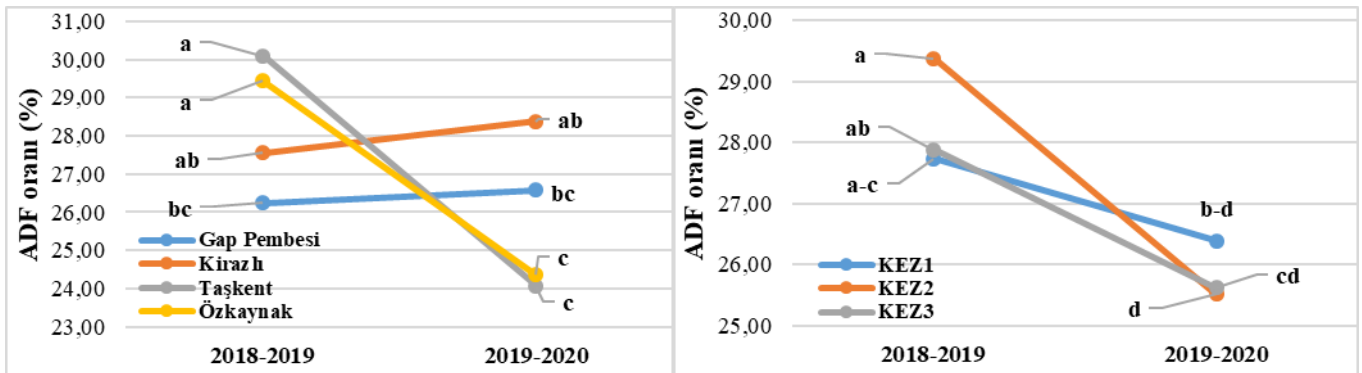
Konu ile ilgili olarak Temel ve Yazıcı (2021) çeşitlerin ham protein içeriklerinin %18.73 ile %21.32 arasında değişim gösterdiğini, en yüksek ve en düşük ham protein içeriklerinin ise sırasıyla Özkaynak ve Kirazlı çeşidinden elde edildiğini ortaya koymuştur. Bu bulguların mevcut çalışma sonuçları ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yürütülen çalışmalarda da çeşitlerin

protein içeriklerinin farklı olduğu ortaya konmuştur (Açıkgöz ve Çakmakçı, 1986; Tekeli ve Ateş, 2007; Uzun ve ark., 2012). Çeşit x ekim zamanı x yıl interaksiyonu açısından önemli bulunan ham protein oranında, en yüksek ham protein içeriği 2019-2020 yılında üçüncü dönemde (KEZ₃) ekimi yapılan Taşkent (%23.51)'te, en düşük oran ise 2019-2020 yılında ilk dönemde (KEZ₁) ekimi yapılan Kirazlı

(%14.65) çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 7). Farklı genetik yapıya sahip çeşitlerin yıllara ve ekim zamanlarına göre değişen iklim koşullarına farklı tepki vermesi buna neden olmuş olabilir.

Asit deterjan lif (ADF) oranı yönünden önemli bulunan çeşit x yıl interaksyonu değerlendirildiğinde, en yüksek ADF içeriği 2018-2019 yılında ekimi yapılan Taşkent (%30.1) ve Özkaynak (%29.44)'ta, en düşük oran ise 2019-2020 yılında ekilen Taşkent (%24.1) ve Özkaynak (%24.4) çeşitlerinde belirlenmiştir (Şekil 3). Yıllara göre GAP Pembesi ve Kirazlı çeşitlerinin ADF oranı değişmezken, Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinin ADF içeriği 2018-2019 yılına göre 2019-2020 yılında önemli

oranda düşüş göstermiş, bu da çeşit x yıl interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. Ekim zamanı x yıl interaksyonu açısından incelendiğinde, en yüksek ADF içeriği (%29.37) 2018-2019 yılında ikinci dönemde (KEZ₂) yapılan ekimde, en düşük oran ise %25.51 ile 2019-2020 yılındaki ikinci (KEZ₂) ve üçüncü (KEZ₃) dönemde yapılan ekimlerde tespit edilmiştir (Şekil 3). 2018-2019 yılına göre 2019-2020 yılında ikinci dönemde yapılan ekimlerin ADF içeriğindeki düşüş çok yüksek iken, ilk dönemde yapılan ekimlerde ise ADF içeriğindeki düşüş daha az olmuştur. Bu da ekim zamanı x yıl interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuş olabilir.



Şekil 3. Asit deterjan lif oranı üzerine çeşit x yıl ve ekim zamanı x yıl interaksyonunun etkisi
Figure 3. Effect of the variety x year and sowing time x year interaction on the acid detergent fiber

Nötr deterjan lif (NDF) oranı ve nispi yem değeri

Farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama nötr deterjan lif veya doğal çözücülerde çözünemeyen lif oranı (NDF) ve nispi yem değeri (NYD) Çizelge 8'de verilmiştir. Çizelge 8 incelendiğinde, yem örneklerinin NDF oranı 2019-2020 yılına göre 2018-2019 yılında daha yüksek bulunmuştur. Bu, 2018-2019 yılında dal sayısı ve ana sap kalınlığının 2019-2020 yılına göre fazla olmasından kaynaklanmış olabilir (Çizelge3; Çizelge 4). Nitekim bitkilerde sap kalınlığı ve dal sayısı arttıkça NDF oranı artmaktadır (Sarıkaya, 2019). Çeşitler açısından bakıldığında çeşitlerin NDF içerikleri %37.50-41.60 arasında değişim göstermiş ve Kirazlı çeşidi %41.60 ile diğer çeşitlerden daha yüksek bir NDF içeriğine sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 8). Benzer olarak Tan ve ark. (2013), incelemeye alınan yem bezelyesi genotiplerinin sahip oldukları NDF oranların %32.33-40.28 arasında varyasyon gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Nispi yem değeri açısından yılların etkisine bakıldığında, 2019-2020 yılında üretilen yemin nispi yem değeri 2018-2019 yılına göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 8). Çeşitler açısından incelendiğinde, aynı istatistiki grupta yer alan Taşkent (171.7), GAP Pembesi (167.2) ve Özkaynak (164.9) en yüksek nispi yem değerine sahip çeşitler olarak belirlenmiştir (Çizelge 8). Yıl ve çeşitler

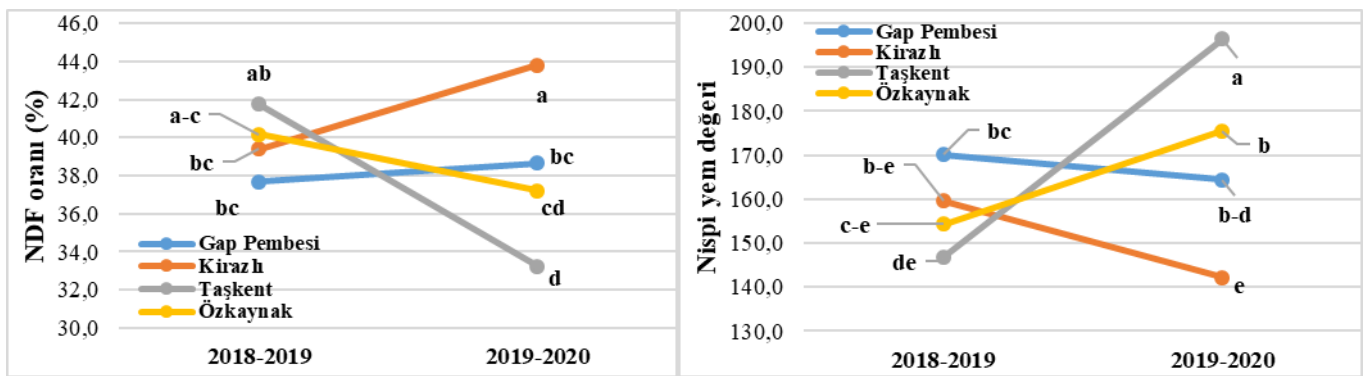
arasında oluşan bu farklılık yemin NDF ve ADF oranları ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Nitekim NYD, NDF ve ADF değerleri kullanılarak hesaplanmakta (Moore ve Underander, 2002) ve NYD'nin yüksek çıkması için bu iki değer düşük olması istenmektedir. Bu çalışmada da nispi yem değeri yüksek çıkan yıl ve çeşitlerin NDF ve ADF değerleri düşük bulunmuştur. NDF oranı açısından çeşit x yıl interaksyonu incelendiğinde, 2018-2019 yılına göre 2019-2020 yılında GAP Pembesi'nin NDF içeriği değişmezken, Kirazlı çeşidinin NDF oranı artmış, Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinin NDF yüzdesi ise azalış göstermiştir (Şekil 4). Bu da ikili interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuş olabilir. Buna göre en yüksek NDF içeriği 2019-2020 yılında ekilen Kirazlı (%43.8) çeşidinde, en düşük oran ise yine aynı yılda ekilen Taşkent (%33.3) çeşidinde belirlenmiştir (Şekil 4). Nispi yem değeri açısından çeşit x yıl interaksyonu değerlendirildiğinde, en yüksek NYD 2019-2020 yılında ekilen Taşkent (196.5) çeşidinde, en düşük değer ise yine aynı yıl ekilen Kirazlı (142.2) çeşidinde tespit edilmiştir (Şekil 4). İlk yıla göre ikinci yılda nispi yem değerinin Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinde artış göstermesi, diğer çeşitlerde ise azalış göstermesi, çeşit x yıl interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuş olabilir.

Çizelge 8 Farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin nötr deterjan lif (NDF) oranı ve nispi yem değeri
Table 8. Relative feed value and neutral detergent fibre (NDF) ratio of forage pea varieties sown at different times

Yıllar Çeşitler	Nötr deterjan lif (%)			Yıl ortalama	Nispi yem değeri			Yıl ortalama	
	KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃		KEZ ₁	KEZ ₂	KEZ ₃		
2018	GAP Pembesi	35.73±1.08	37.87±1.85	39.46±1.16	39.75±0.56 ^a	180.6±6.7	167.2±9.0	162.5±6.5	157.7 ± 2.8 ^b
	Kirazlı	38.93±1.10	40.48±0.12	38.82±1.66		162.6±4.8	151.9±0.5	164.3±8.1	
2019	Taşkent	40.70±0.16	41.58±1.40	42.94±2.05	38.22±0.71 ^b	149.6±0.4	149.2±8.2	142.1±5.0	169.7 ± 36 ^a
	Özkaynak	42.21±1.48	40.44±1.48	37.86±1.78		148.1±6.4	149.2±5.6	165.8±6.3	
2019	GAP Pembesi	39.23±0.50	39.55±0.37	37.14±0.25	38.22±0.71 ^b	160.7±1.9	160.5±1.4	171.9±1.4	169.7 ± 36 ^a
	Kirazlı	45.60±1.14	41.02±0.61	44.76±0.78		136.0±2.9	149.8±3.7	140.9±3.1	
2020	Taşkent	32.67±1.06	32.99±0.04	34.10±0.29	38.22±0.71 ^b	200.1±5.8	197.6±0.2	191.7±1.6	169.7 ± 36 ^a
	Özkaynak	39.29±0.39	37.45±0.54	34.87±0.68		163.1±1.9	178.4±2.8	185.2±8.3	
KEZ ortalaması		39.30±0.84	38.92±0.69	38.75±0.88		162.6±4.2	163.0±4.0	165.5±4.2	
Çeşit ortalaması		GAP Pembesi		38.17 ± 0.55 ^b		GAP Pembesi		167.2 ± 2.9 ^a	
		Kirazlı		41.60 ± 0.73 ^a		Kirazlı		150.9 ± 2.9 ^b	
		Taşkent		37.50 ± 1.19 ^b		Taşkent		171.7 ± 6.5 ^a	
		Özkaynak		38.69 ± 0.83 ^b		Özkaynak		164.9 ± 4.5 ^a	

^{a,b,c} aynı harflerle sunulan değerler istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir. KEZ: Kışlık ekim zamanı

^{a,b,c} Values represented by the same letters do not differ statistically. WST: Winter sowing time



Şekil 4 Nötr deterjan lif ve nispi yem değeri üzerine çeşit x yıl interaksyonunun etkisi
Figure 4. Effect of the variety × year interaction on the neutral detergent fiber and relative feed value

SONUÇ ve ÖNERİLER

İki yıl süreyle farklı yem bezelyesi çeşitleri ve ekim zamanlarının test edildiği bu çalışmada; bazı parametreler üzerine yılların önemli bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Bunda da yıllara göre değişen iklim özellikleri (özellikle de bitkilerin aktif vejetatif gelişme gösterdiği Nisan-Haziran aylarında düşen yağış miktarı) önemli rol oynamıştır. Araştırma kapsamından incelenen ot verim ve kalite özellikleri çeşitler arasında farklılık gösterse en yüksek değerler Özkaynak ve Taşkent çeşitlerinde, en düşük verim ve kalite performansı ise Kirazlı'da belirlenmiştir. Oysa verim ve kalite özellikleri üzerine ekim zamanlarının bir etkisi bulunmamıştır. Mevcut bu sonuçlar mikroklima özelliğe sahip Iğdır'da kışlık ekimlerin yapılabileceğini ve kaba yem üretimi amacıyla da Özkaynak ve Taşkent'in bölge için uygun çeşitler olduğunu göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Makale yazarları BAP Birimine finansman desteklerinden dolayı teşekkür ederiz. Proje Numarası: 2017-FBE-A07.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Acar Z, Tan M, Ayan İ, Önal Aşçı Ö, Mut H, Başaran U, Gülümser E, Can M, Kaymak G 2020. Türkiye'de Yem Bitkileri Tarımının Durumu ve

- Geliştirme Olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi, 13-17 Ocak 2020, Ankara.
- Açıkgöz E 2001. Yem Bitkileri. III. Baskı, U.Ü. Güçlendirme Vakfı Yay. No: 182, Bursa, 584 sy.
- Açıkgöz E, Çakmakçı S, 1986. Bursa Koşullarında Adi Fiğ ve Tahıl Karışımlarının Ot Verimi ve Kalitesi Üzerinde Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 5: 67-73.
- Açıkgöz E, Üstün A, Gül İ, Anlarsal E, Tekeli AS, Nizam İ, Avcioğlu R, Geren H, Çakmakçı S, Aydınoglu B, Yücel C, Avcı M, Acar Z, Ayan İ, Uzun A, Bilgili U, Sincik M, Yavuz M 2007. Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* L.)'nde Genotip x Çevre İlişkileri ve Kuru Madde ile Tohum Veriminde Stabilite Analizleri. 7.Tarla Bitkileri Kongresi 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Anonim 2020. Başbakanlık DMİ Genel Müdürlüğü Meteoroloji Bültenleri, Ankara.
- Anonim 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (Alınma Tarihi: 21.01.2021).
- AOAC 1997. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 16. ed. 3. revision. Arlington, VA, USA. 125 p.
- Ateş E, Tekeli AS 2017. Farklı Taban Gübresi Uygulamalarının Yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)'nin Ot Verimi ve Kalitesine Etkisi. KSÜ Doğa Bil Derg 20(Özel Sayı): 13-16.
- Bilgili U, Uzun A, Sincik M, Yavuz M, Açıkgöz E, Üstün A, Gül İ, Anlarsal E, Tekeli AS, Nizam İ, Avcioğlu R, Geren H, Çakmakçı S, Aydınoglu B, Yücel C, Avcı M, Acar Z, Ayan İ 2007. Farklı Yaprak Tiplerindeki Yemlik Bezelye Hatlarının Verim ve Bazı Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. 7.Tarla Bitkileri Kongresi 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Çil AN, Çil A, Yücel C, Açıkgöz E 2007. Harran Ovası Koşullarında Bazı Bezelye (*Pisum sativum* L.) Hatlarının Verim ve Verim Özellikleri. 7. Tarla Bitkileri Kongresi 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Gençtan T 2012. Tarımsal Ekoloji. Namık Kemal Üniversitesi Ders Kitabı. Genel Yayın: 6 Yayın No:3, Tekirdağ, 264 sy.
- Geren H, Alan Ö 2012. Farklı Ekim Zamanlarının İki Bezelye (*Pisum sativum* L.) Çeşidinde Ot Verimi ve Diğer Bazı Özellikler Üzerine Etkileri. Anadolu Dergisi 22(2): 37-47.
- Gündoğdu Y 2006. Farklı Ekim Zamanı Uygulamaların Bezelye (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.)'de Verim ve Verim Ögelerin Etkisi. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 52 sy.
- Kacar B 2012. Toprak Analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 484, Ankara.
- Kadioğlu S, Tan M 2018. Erzurum Şartlarında Bazı Yem Bezelyesi Hat ve Çeşitlerinin Tohum Verimleri ile Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 49(2): 143-149.
- Kavut YT, Çelen AE, Çıbık ŞE, Urtekin MA 2016. Ege Bölgesi Koşullarında Farklı Sıra Arası Mesafelerinde Yetiştirilen Bazı Yem Bezelyesi (*Pisum arvense* L.) Çeşitlerinin Verim ve Diğer Bazı Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 25(Özel sayı-2): 225-229.
- Konuk A, Tamkoç A 2018. Yem Bezelyesinde Kışlık ve Yazlık Ekimin Bazı Tarımsal Özellikler Üzerine Etkisi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 7(1): 39-50.
- Moore JE, Undersander DJ 2002. Relative Forage Quality: A Proposal for Replacement for Relative Feed Value. 2002 Proceedings National Forage Testing Association.
- Mukherjee D, Sharma BR, Mani JK 2013. Influence of Different Sowing Dates and Cultivars on Growth, Yield and Disease Incidence in Garden Pea (*Pisum sativum*) under Mid Hill Stuation. Indian Journal of Agricultural Sciences 83: 918-923.
- Okuyucu F, Okuyucu BR, Baltacıöz T 1994. Bornova Koşullarında Beş Farklı Yem Bezelyesinin Verim ve Diğer Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. 1. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994, İzmir.
- Özkan U, Demirbağ NŞ, 2016. Türkiye'de Kaliteli Kaba Yem Kaynaklarını Mevcut Durumu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 9(1): 23-27.
- Pulvento C, Riccardi M, Lavini A, D'Andria R, Lafelice G, Marconi E 2010. Field Trial Evaluation of Two Chenopodium Quinoa Genotypes Grown under Rain-Fed Conditions in a Typical Mediterranean Environment in South Italy. Journal of Agronomy and Crop Science 196: 407-411.
- Sağlam A 2004. Ağır Kuraklık Stresi Geçirmiş *Ctenanthe setosa* Bitkisinin Yeni Kuraklık Koşullarına Adaptasyon Yeteneğinin Araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53 sy.
- Sarıkaya MF 2019. Eskişehir Ovasında Ekim Zamanı ve Bitki Sıklığının Yem Bezelyesinin Ot Verimi Üzerine Bir Araştırma. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59 sy.
- Sayar MS 2007. Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Bazı Yem Bezelyesi (*Pisum arvense* L.) Hat ve Çeşitlerinin Verim ve Verim Ögelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 63 sy.

- Seydoşoğlu S 2013. Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Bazı Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* L.) Genotiplerinin Verim ve Verim Unsurları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13: 121-131.
- Shaukat SA, Ahmad Z, Chodry YA, Shaukat SK 2012. Effect of Different Sowing Dates and Row Spacing on Then Growth, Seed Yield and Quality of Off-Season Pea (*Pisum sativum* L. cv. *Climax*) under Temperate Conditions of Rawalakot Azad Jammu and Kashmir. Scientific Journal of Agricultural 1: 117-125.
- Sheaffer CC, Moncada KM 2012. Introduction to Agronomy-Food, Crops and Environment. 2nd ed. 704 p. Delmar, Clifton Park, NY.
- Sheaffer CC, Peterson MA, Mccalin M, Volene JJ, Cherney JH, Johnson KD, Woodward WT, Viands DR 1995. Acide Detergent Fiber. Neutral Detergent Fiber Concentration and Relative Feed Value. North American Alfalfa Improvemnt Conference. Minneapolis.
- Tamkoç A 2007. Kışlık Olarak Ekilen Yem Bezelyesi Hatlarının Verim ve bazı Bitkisel Özellikleri. 7. Tarla Bitkileri Kongresi 25-27 Haziran, Erzurum.
- Tan M, Koç A, Dumlu Gül Z, Elkoca E, Gül I 2013. Determination of Dry Matter Yield and Yield Component of Local Forage Pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) Ecotypes. Tarım Bilimleri Dergisi 19: 289-296.
- Tekeli AS, Ateş E 2003. Yield and Its Components in Field Pea (*Pisum arvense* L.) Lines. Journal of Central European Agriculture 4(4): 313-317.
- Tekeli AS, Ateş E, 2007. Farklı Biçim Dönemlerinin Yem Bezelyesi (*Pisum arvense* L.)-Buğday (*Triticum aestivum* L.) Karışımının Yem Verimi ve Kalitesi ile Tetani Oranına Etkileri. 7. Tarla Bitkileri Kongresi 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Temel S, Şahin K 2011. Iğdır İlinde Yem Bitkilerinin Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 21(1): 64-72.
- Temel S, Yazıcı E 2021. Ağrı-Eleşkirt Koşullarında Yazlık Olarak Farklı Zamanlarda Ekilen Yem Bezelyesi Çeşitlerinin Bazı Ot Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 7(2): 306-314.
- Timurağaoğlu KA, Genç A, Altınok S 2004. Ankara Koşullarında Yem Bezelyesi Hatlarında Yem ve Tane Verimleri. Tarım Bilimleri Dergisi 10(4): 457-461.
- Ton A 2013. Çukurova Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Bazı Bezelye (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Öğelerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 69 sy.
- Uzun A, Gün H, Açıkgöz E 2012. Farklı Gelişme Dönemlerinde Biçilen Bazı Yem Bezelyesi Çeşitlerinin Ot, Tohum ve Ham Protein Verimlerinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 26(1): 27-38.
- Van Soest PJ, Robertson JD, Lewis BA, 1991. Methods for Diatery Fibre, Neutral Detergent Fibre and Non-Starch Polysaccharides in Relation to Animals Nutrition. J Dairy Sci 74: 3583-3597.

Şanlıurfa'da Yağışa Dayalı Buğday ve Arpa Tarımının Yapısının Çiftçi Sörveyleri Yoluyla İncelenmesi

İrfan ÖZBERK^{1*}, Fethiye ÖZBERK², Cengiz KAYA³, İ.Halil BATMAZ⁴, A. Ayşe SOLMAZ⁵, Zeki CENGİZER⁶
Meral YILDIRIM⁷, Merve GÖK⁸

^{1,7}Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, ²Harran Üniversitesi Akçakale Meslek Yüksek Okulu, Organik Tarım Programı, Şanlıurfa, ³Akdiyar mah 59 .sok DGS Şehrihayat evleri A 6 No 4 Karaköprü, Şanlıurfa, ⁴Kamberiye Mah. Harran Üniv. Cad. No 7, Şanlıurfa, ⁵Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü, Ceylanpınar, Şanlıurfa, ⁶Özlüce Mah. Özlüce sok 20, Suruç, Şanlıurfa
¹<https://orcid.org/0000-0001-5139-3076>, ²<https://orcid.org/0000-0002-9943-9245>, ³<https://orcid.org/0000-0002-2832-9946>
⁴<https://orcid.org/0000-0002-8161-3188>, ⁵<https://orcid.org/0000-0003-3854-6685>, ⁶<https://orcid.org/0000-0003-2610-3031>
⁷<https://orcid.org/0000-0003-2782-0685>, ⁸<https://orcid.org/0000-0003-2572-3224>
✉: ozberki@harran.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma ile Şanlıurfa'da gayeli örnekleme ile seçilen birbirine komşu köylerde belirli yıllarda tesadüfi seçilen 50 çiftçi üzerinde yapılan sörveylerle yağışa dayalı hububat tarımının yapısının incelenmesi amaçlanmıştır. Sörveyler 2002, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında il merkezine yaklaşık 25-30 km. uzaklıkta, kuzeydoğu yönünde yer alan Akçahisar, Çakmak, Gelibolu, Çömlekçi, Akpınar, Gölpınar, Akziyaret, Bahçeli, Gölgen, Kızlar, Külafı, Sakça, Karataş ve Aşık köylerinde her çiftçiye 23 soru sorularak yürütülmüştür. Elde edilen bulgulardan ekim nöbetinde ilk yıl buğday+arpa ve 2. yıl mercimekten sadece 1. Yıl arpa+ 2. Yıl mercimek tarımına yönelik olduğu, çiftçilerin yüksek verimli yeni çeşitleri takip ettikleri, ekim zamanının Kasımdan Aralık'a kaydığı, toprak işleme ve ekimde sıkıntı olmadığı, alet-ekipman varlığının yeterli olduğu, önerilen dozlara yakın dozlarda ekim normu, gübre ve yabancı ot mücadelesinin yerleşmiş olduğu, sarı pas (*Puccinia striiformis*), sürme (*Tilletia spp.*), külleme (*Eyryciphe graminis*) ve rastık (*Ustilago spp.*) hastalıklarının, tarla faresi ve süne (*Eurigaster integriceps*) zararlısının öncelik aldığı, hasadın biçerdöverle yapıldığı, veri alınan yıl sayısı ortalama arpa veriminin (243.7 ±11.91kg/da) buğday veriminden (225.35±9.81 kg/da) yüksek olduğu, ortalama buğday satış fiyatının (0.84±0.18TL/kg) arpa satış fiyatından (0.75±0.16 TL/kg) yüksek olduğu, iklim (%26.83), yüksek gübre fiyatları (%21.57) ile düşük pazarlama fiyatlarının (%15.16) buğday ve arpa tarımındaki başlıca güçlükler olduğu anlaşılmıştır. Bölgede yağışa dayalı hububat tarımının yıldan yıla yağışlardaki büyük dalgalanmaya bağlı olarak ciddi risk altında olduğu önümüzdeki yıllarda arpa ekiminin artacağı, sıcak ve kurakla mücadelede erkenci arpa çeşitlerinin daha da tercih edileceği öngörülmektedir

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 05.07.2021

Kabul Tarihi : 02.09.2021

Anahtar Kelimeler

Şanlıurfa
Kuru tarım
Buğday-arpa
Sörvey
Tarımsal özellikler

An Assessment on Wheat and Barley Cultivation through Farmer Surveys under Rain-Fed Conditions in Sanliurfa

ABSTRACT

This study aimed to assess the characteristics of temperate cereals cultivation through surveys on randomly selected 50 farmers residing in neighboring villages under dryland conditions of Sanliurfa. Surveys were carried out in Akçahisar, Çakmak, Gelibolu, Çömlekçi, Akpınar, Gölpınar, Akziyaret, Bahçeli, Gölgen, Kızlar, Külafı, Sakça, Karataş and Aşık villages located about 25 km away from city centre on north-east direction in 2002, 2015, 2017, 2018, 2019 and 2020 years. Villages were selected through purposive sampling method. Farmers in such villages were selected randomly. Each farmer was asked a 23- questions. The results revealed that

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 05.07.2021

Accepted : 02.09.2021

Keywords

Sanliurfa
Rain-fed agriculture
Wheat-barley

crop rotation of wheat or barley in first year and the lentil in the following year tend to turn to be barley in first year and the lentil in second year. Farmers adopted newly released varieties with high yielding ability rapidly. Sowing time shifted from mid-November to mid-December. There was no constrains for tillage and sowing. Farmers were found to be sufficient for agricultural machinery. Seeding, fertilizer and weed management practices were adopted by farmers with the near ratios of recommended rates. Yellow rust (*Puccinia striiformis*), smut, (*Ustilago spp.*)powdery mildew (*Erysiphe graminis*) and bund (*Tilletia spp.*)diseases were given priority. Rodents and sunn pest (*Eurigaster integriceps*)were found to be most important pests. Harvest was performed by combine harvester totally. Average barley yield for all survey years (243.7 kg/da) was higher than that of wheat (225.35 kg/da). Average sale price for wheat for all survey years was 0.84±0.18 Kr/kg and that of barley was 0.75±0.16 Kr/kg. Climatological factors (26, 83%), high fertilizer input prices (21.57%) and low marketing prices (15.16%) were found to be major constrains for cereal cultivation. It was predicted that temperate cereal cultivation for incoming years will seriously be under risk due to huge fluctuations in annual rainfall and barley acreage will increase in future due to early maturing ability and the ability to escape from terminal drought.

Survey
Agronomical traits

Atıf İçin: Özberk İ, Özberk F, Kaya C, Batmaz İH, Solmaz AA, cengizer Z, Yıldırım M, Gök M 2022. Şanlıurfa'da Yağışa Dayalı Buğday ve Arpa Tarımının Yapısının Çiftçi Sörveyleri Yoluyla İncelenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 757-765. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.962723>.

To Cite : Özberk İ, Özberk F, Kaya C, Batmaz İH, Solmaz AA, cengizer Z, Yıldırım M, Gök M 2022. An Assessment on Wheat and Barley Cultivation through Farmer Surveys under Rain-Fed Conditions in Sanliurfa. KSU J. Agric Nat 25 (4): 757-765. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.962723>.

GİRİŞ

Türkiye toplam tahıl ekim alanının (11 108 032 ha) 7 668 878 ha'lık bölümünde buğday ve 2 424 737 ha lık kısmında ise arpa ekilmektedir (TUİK,2017). Güneydoğu Anadolu bölgesinde buğday ekim alanı 792.502 ha, üretimi 2.640.674 ton olup verimi ise 312 kg/da olmuştur (TUİK, 2018). Şanlıurfa ilinde buğday ekim alanı 186.799 ha, üretimi 632.257 ton, verimi ise 338 kg/da olarak tespit edilmiştir. Buna göre bölge serin iklim tahıl ekim alanının %42.1'ini ve üretimin % 36.6'sını karşılamaktadır (TUİK, 2017). 2016 yılı itibarıyla Şanlıurfa'da arpa ekim alanının 211 556 ha, üretimin 243 290 ton ve verimin 115 kg/da olduğu tespit edilmiştir (TUİK, 2017). GAP ile birlikte ilde sulamaya açılan alan 2019 itibarıyla 265 700 ha (Şanlıurfa Valiliği, 2020) olurken bunun çok az bir kısmında suluda buğday ve arpa tarımı yapılmaktadır. Toplam tahıl ekim alanının 724 640 ha olduğu düşünüldüğünde büyük ölçüde halen yağışa dayalı buğday ve arpa tarımı yapıldığı anlaşılmaktadır (TUİK, 2019). Şanlıurfa ilinde son yıllarda tüm Güneydoğu Anadolu'da hissedildiği gibi sonbahar ilk yağmurlarında yaklaşık bir aylık gecikmeler yaşanmaktadır. Bu da ekim nöbetinde yer alan ürünleri etkilemektedir. Yağışta genel olarak bir azalma ve erken kuraklık sık yaşanır olmuştur. Buna karşın Mayıs ortası itibarıyla sona eren bahar yağışları Haziran ayına kaymıştır. Bu da buğday ve arpa çeşitlerinde orta erkenci tiplerden ziyade orta

geç olgunlaşan tiplere yönelmesi gerektiğini işaret etmektedir. Bazı yıllar aşırı yağış alınırken (2018-19 gibi) bazı yıllar erken kuraklıklar (2007-08, 2013-14 ve 2020-21) söz konusu olmuştur (Şekil 1).

Ayrıca özellikle ekmeçlik buğdayda mevcut hastalık ve zararlılar ve kuraklık, sıcaklık stresi ve yatma gibi abiyotik stres faktörleri için öğütme sanayinin de tasvip ettiği çeşit karışımlarının ekilmesini benimseyip benimsemeyecekleri (Özberk ve ark.,2019), çiftçilerin çeşit tercihinde karlılık mı yoksa yüksek verimi mi tercih ettikleri, yeni çeşitlerin çabuk benimsenmesi gibi hususlar önem arz etmektedir. Toprak işleme, ekilen tohum miktarı, sulama, gübreleme, yabancı ot mücadelesi, sertifikalı tohumluk kullanımı gibi yetiştirme tekniği ile ilgili hususlarda nasıl değişimlerin olduğu, çiftçilerin alet ekipman varlığındaki ve arazi tasarrufundaki değişimler tarımın yapısının ortaya çıkarılmasında önem arz etmektedir. Sulanan koşullara kıyasla yağışa dayalı koşullarda buğday ve arpa tarımının yapısındaki değişimlerin daha yavaş olacağı öngörülmesine karşın periyodik sörveyler ile izlenmesinin üretim ve verim tahminleri, orta ve uzun vadeli tarımsal politikaların belirlenmesinde önem arz etmektedir.

Günümüzde sık kullanılan bir araştırma yöntemi olan sörvey, belirli kesimden olan deneklere yüz yüze sorular sorulup cevapların yerinde teyit edilerek alınan cevapların istatistiki metotlarla

değerlendirilip genellemeye gidilen bir araştırma biçimidir (Düzgüneş, 1963). Sörveyin düzenlenmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi olmak üzere üç aşaması bulunmaktadır. Doğru sonuçlara ulaşmak için her bölüm doğru planlanmalıdır. Eğer konu sadece çiftçileri ilgilendiriyorsa sorular ve denekler ona göre seçilmelidir. Sörveyin amacının ne olduğu, sonuçların hangi paydaşları ilgilendireceği önceden iyi planlanmalıdır. Toplanan verilerin doğruluğu, güvenilirliği doğrudan planlamada gösterilen dikkate bağlıdır (Arıkan, 2018). Sörveyde örnekleme yapılması özel bir dikkat gerektirmektedir. Örnekleme sayısı hedef alanda tamamen tesadüfen seçilebileceği gibi tabakalı örnekleme ile hedef alan daha homojen tabakalara ayrılıp (Güneş ve Arıkan, 1988) her homojen tabakadan alınacak örnek sayısı Neyman (Yamane, 1967) metoduna göre belirlenebilir. Bu ilkeler gözetilerek tesadüf örnekleme ile bölgede yağışa dayalı buğday ve arpa tarımı ile ilgili ilk sörveylerden biri 1989 yılında Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından (Anonim, 1989) yapılmıştır. Diyarbakır, Şanlıurfa, Gaziantep, Adıyaman, Elazığ ve Malatya illerinde 336 çiftçi, 103 değirmenci, 94 fırıncı ve 4

makarna fabrikası sörveye konu olmuştur. Çiftçilerin buğdayda % 40, arpada % 70 yerel çeşit ettikleri, %60'ının elle, %40'ının mibzer ile ekim yaptıkları tespit edilmiştir. Taban gübre olarak önerilen normlara yakın DAP, 20-20-0 gübre kullandıkları, üst gübre olarak önerilen norma yakın AN'yi tercih ettikleri, % 69'unun yağışa dayalı olarak ürün yetiştirdiği, hiç yabancı ot ilacı kullanmadıkları anlaşılmıştır. Hububat tarımında karşılaşılan güçlükler olarak iklim yapısından doğan güçlükler % 16 ile ilk sırada yer almış, bunu %14 ile tohumluk temini, %13 ile uygun çeşit, % 12 ile alet ekipman yetersizliği, %9 ile gübre temin sorunları, %8 ile toprak işleme sorunları takip etmiştir. Şanlıurfa'da Harran ovasında mülkiyet dağılımının belirlenmesi konulu sörvey çalışmalarında (Karlı, 1991; Paksoy, 1998) mülk sahibi işletmeciliğin yıllar içinde % 90 dan %81'e düştüğü, buna karşın kiracılığın % 2.39 dan % 5.9'a yükseldiği, ortaklığı %7.82 den % 21.72 ye yükseldiği anlaşılmıştır. İzleyen bir başka çalışmada (Karlı, 2001) Harran ovasında mülk sahibi işletmeciliğin %68.06'ya gerilediği, kiracılığın %15.25'e ve ortaklığın % 16.69'a yükseldiği görülmüştür.



Şekil 1. Güneydoğu Anadolu bölgesi uzun yıllar yağışlarındaki sapmalar (Anonim, 2019)

Figure 1. Long term year base deviations for annual rainfall in SE Anatolia

Bu çalışma ile Şanlıurfa ilinin yağışa dayalı tarımın yapıldığı bazı köylerinde tesadüfen seçilen çiftçiler üzerinde bitirme tezi yürüten öğrencilerle yapılan sörveylerle hububat tarımının yapısının ortaya çıkarılması ve değişimlerin izlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Sörvey çalışması bitirme tezi yürüten öğrenci sayısına bağlı olarak 2002, 2015, 2017, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında Şanlıurfa il merkezine yaklaşık 25 km uzaklıkta bulunan ve gayeli örnekleme (yağışa dayalı buğday ve arpa tarımı yapılan) ile seçilen birbirine komşu Akçahisar, Çakmak, Gelibolu, Çömlekçi,

Akpınar, Gölpınar, Akziyaret, Bahçeli, Gölgen, (Şekil 2) yürütülmüştür.
Kızlar, Külaflı, Sakça, Karataş ve Aşık köylerinde



Şekil 2. Şanlıurfa'da sörveye konu olan köylerden bazıları
Figure 2. Some of the villages targetted for surveys in Sanliurfa

Belirtilen sörvey yıllarında anılan köylerden tesadüfen seçilen 50 çiftçi sörveye konu olmuştur. Her yıl farklı 50 çiftçi üzerinde sörvey yapılmıştır. Çiftçilerin seçiminde herhangi bir tabakalandırma veya gruplama yapılmamıştır. Belirtilen köylerin toplam hububat ekim alanı yaklaşık 10 000 da dır. Sörveyler genellikle bitirme ödevi olarak ziraat fakültesi 4. Sınıf öğrencileri ile birlikte Kasım, Aralık, Ocak veya Şubat aylarında gerçekleştirilmiştir. Çiftçilere 23 sörvey sorusu sorulmuş ve içinde bulunulan yıl ve bir önceki yıl yaşadığı deneyimler değerlendirilmiştir. Alınan cevaplar yıllık değerlendirmelerde basit tanımlayıcı istatistikler (ortalama, varyans, standart sapma, ortalamanın standart sapması) veya şekillerle ifade edilmiştir. Veri alınan 6 sörvey yılının genel değerlendirmesinde ortalama hesaplamalarında sörvey sorusuna bağlı olarak genel aritmetik ortalama ve genel ağırlıklı (veya tartılı) ortalama tercih edilmiştir. Aritmetik ortalama sörvey sorusuna alınan cevabın bu cevabın alındığı sörvey yıl sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir.

Aritmetik ortalama, $A = (\sum xi)/n$, burada xi: sörvey sayısal verisi, n: bu verinin alındığı yıl sayısı

Ağırlıklı ortalama, $B = (A) \times (n/N) \times 100$

Burada; N: toplam sörvey yılı sayısı =6

Yüzde (%) ile ifade edilen bazı değerlendirmelerde tüm sıkların toplamının %100 den fazla olmasının mümkün olmadığı durumlarda soru içi sıkların ağırlıklı ortalamalarının % değerlerin toplamı yeniden düzenlenerek düzeltilmiş ve böylece tüm sıkların % toplamının % 100 den fazla olması önlenmiştir.

Düzeltilmiş ağırlıklı ortalama:(C) = $(B = ağırlıklı ortalama / \sum B = toplam ağırlıklı ortalama) \times 100$

[Örnek: 5 sık içinde a) Sık'ı % payı = 50, tüm sıkların % payları toplamı (Σ)= 650 ise, düzeltilmiş a) Sık'ı payı= $(50/650) \times 100 = \%7,69$]

Verilere uygulanan işlemler Çizelgeler üzerinde de belirtilmiştir. İstatistiksel değerlendirmelerde SPSS 20, JMP-5 ve Excel istatistik programları kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

2002, 2015, 2017, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında yürütülen ve 23 soru sorulan sörveylerden 15 soru değerlendirmeye konu olmuş, soruların sırasına göre alınan cevaplar her çizelgede 5 adet olmak üzere Çizelge 1 ve 2 de sırasıyla verilmiştir.

Sörveye konu olan çiftçilerin sulanan koşullarda da tercih edilen (Köse, 2018; Şahap,2020; Toprak,2021), ekmeklik Dariel (%32.16) ve makarnalık Burgos (%32.16) çeşitlerini tercih ettikleri arpada ise büyük ölçüde yerli siyah (%61.6) ve yerli beyaz (%33) arpayı tercih ettikleri anlaşılmıştır. Çeşitlerin tercih nedeni olarak yüksek verim (%40.2) ve iyi satış fiyatının (%26.4) belirleyici olduğu anlaşılmıştır. Çiftçilerin %63.66 sının küçük çiftçi (<200 da), %28.66 sının orta (200<x<500da) ve %7.68'inin büyük çiftçi (>500 da) olduğu, 6 sörvey yılı ortalamasına göre Çiftçilerin %84.66 sının mülk sahibi, %8.66 sının kiracı ve % 6.66 sının ise ortakçı oldukları tespit edilmiştir. Sörveye konu olan çiftçilerin 6 yıllık ağırlıklı ortalamalar dikkate alındığında %51.53 nün taban araziye sahip olduğu, %24.33 ünün kırtaban, % 18'inin de taşlı araziye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ekim zamanı olarak çiftçilerin % 81.33'ünün 15 Ekim-15 Kasım arası ekim yaptığı, bu tarihlerden daha önce veya daha sonra ekim yapanların % 10 dolayında olduğu tespit edilmiştir. Sörveye konu olan çiftçilerin buğday ekim normu ortalamasının

25.034±3.11kg/da olduğu, arpa ise bu değer 22.70±1.72 kg/da olduğu (Çizelge 2) anlaşılmıştır. Alet ve ekipman varlığı yönünden çiftçilerin hayli mekanize olduğu, yıllar içinde patos dışında diğer ekipmanlarda artış olduğu görülmüştür. Çiftçilerin ekimde %99 oranında mibzerle ekim tercih etmiştir. Çiftçilerin %38'i taban gübresi olarak 20-20-0 tercih etmişler, bu oran DAP için %54.25 olmuştur. Çiftçilerin %50.3'ü baharda üre gübresini tercih ederken, %31'i AN (%26) tercih etmiştir. Taban gübresi olarak çiftçiler 20-20-0 (20.59±1.91 kg/da) ve DAP (18.51±2.73 kg/da) kullandıkları bahar gübresi olarak üre (17,90±1.44 kg/da), AN(%26) (20.34±2.615 kg/da) tercih ettikleri tespit edilmiştir. Sörveye konu olan çiftçilerin 6 yıllık ortalamaya göre % 56'sı geniş yapraklı, %13.5'u dar yapraklı yabancı ot ilacı kullanmış, % 13.5'u hem dar hem geniş yapraklı yabancı ot ilacı kullanmış, % 17'si ise hiç bir ilaç kullanmamıştır. Sistematik veri alınmamasına karşın geniş yapraklı yabancı otlar için Tribenuron methyl (1.2 g/da) ve 2.4 Acid dimethylamin (90-250 cc/da) kullandıkları, dar yapraklı yabancı otlar için Fenoxiprop-p-ethyl (50cc/da) ve Pinoxaden (1 g/da) kullandıkları anlaşılmıştır.

Çiftçilerin veri alınan sörvey yılları itibarıyla buğday verimlerinin aritmetik ortalaması 225,35±9,81 kg/da ve arpa verimi 243.70±11.91 kg/da olarak tespit edilmiştir. Çiftçilerin şikayetçi oldukları hububat hastalıkları olarak çeşitli sörvey yıllarında veri

alınmıştır. Bazı hastalıklardan 6 yıl veri alınırken bazılarında 1 yıl veri alınmıştır. Buna göre 6 sörvey yılı üzerinden hesaplanan ağırlıklı ortalamaya göre sarı pas hastalıklarından şikayetçi çiftçi sayısı % 31.66 olmuş bu değer külleme için %15.16, rastık için % 11.83, sürme için % 9 olarak bulunmuştur. Pas hastalıklarıyla mücadelede kimyasal kullanımı artma eğilimindedir. Çiftçilerin hububat tarımında maruz kaldıkları zararlıların 6 yıllık sörvey ağırlıklı ortalaması tarla fareleri için % 35,16 ve süne için % 28.5 olarak gerçekleşmiştir. Ürün satış fiyatları olarak hesaplanan tüm veri alınan yılların aritmetik ortalamaya değerleri buğday için 0.84± 0.18 TL/kg olurken arpada bu değer 0.75±0.16 TL/Kg olmuştur. Hububat tarımında karşılaşılan güçlükler için 6 sörvey yılının tamamında veri alınan seçenekler olduğu gibi bazı seçenekler için 5 ,bazı seçenekler için 3 sörvey yılında veri alınmıştır. Bunların 6 yıl üzerinden ağırlıklı ortalamaları hesaplanmış ve hesaplanan değerlerle de yetinilmemiş ve bu seçeneklerin % toplamalarının %100'ü aşmaması için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar hesaplanmıştır. Buna göre çiftçilerin % 26.83 'ü iklim faktörlerinden yakınırken, % 21.57'si yüksek gübre fiyatlarından, % 15.15 sı pazarlama fiyatlarının düşüklüğünden, % 11.1 'i toprak işlemedeki güçlüklerden, %9.66'sı hastalıklar ve alet ekipman yetersizliğinden yakınmışlardır. % 5 dolayında çiftçi uygun çeşit olmadığından yakınmıştır.

Çizelge 1. Ekilen çeşitler, tercih nedenleri, çiftçi grupları/mülkiyet, arazi toprak yapısı ve ekim zamanı
Table 1. Preferred varieties (%), reasons for preference (%), Farm size/ownership, soil structure, sowing time

Sörvey konusu	Arit.Ort. (%)	Veri alınan yıl sayısı/yıl	Ağırlıklı Ort.(%) B	Sörvey konusu	Arit. Ort (%)	Veri alınan yıl sayısı	Ağırlıklı Ort.(%) B
Ekilen çeşitler	A	n	B=Ax(n/N) x 100	Çiftçi grubu	A	n	B=Ax(n/N) x100
1.Buğday				Mülkiyet			
1.1.Dyb-81	80	1(2002)	13.33	Küçük	63.66	6(2002-2020)	63.66
1.2.Duraking	20	1(2002)	3.3	Orta	28.66	6(2002-2020)	28.66
1.3.Daniel	48.25	4(2015,2017, 2018,2019)	32.16	Büyük	9.2	5(2002, 2015, 2018, 2019, 2020)	7.66
1.4.Burgos	48.25	4(2015,2017, 2018,2019)	32.16	Mülkiyet			
1.5.Ceyhan-99	14	1(2019)	2.33	Mal sahibi	84.66	3(2002, 2018, 2020)	84.66
1.6.Diğer	-	-	16.72	Kiracı	8.66	3(2002, 2018, 2020)	8.66
2.Arpa				Ortakçı	10	2(2018-2020)	6.66
2.1.Efes	32	1(2002)	5.33	Arazi yapısı			
2.2.Yerli.Siyah	61.6	6(2002, 2015, 2017 2018, 2019, 2020)	61.6	Taban	51.33	6(2002-2020)	51.33
2.3.. Yerli Beyaz	39,6	5(2015, 2017, 2018, 2019, 2020)	33	Kırtaban	36.5	4(2002, 2015, 2019, 2020)	24.3
2.4. Diğer	-	-	0.07	Taşlı	21.6	5(2002, 2015, 2017, 2018, 2019)	17,99
Tercih nedeni				Diğer	6.34		6.38
Yüksek verim	40.2	5(2015, 2017, 2018, 2019, 2020)	40.2	Ekim zamanı			
Fiyatı iyi	26.4	5(2015, 2017, 2018, 2019, 2020)	26.4	15 Ey-15 Ek	64	1(2002)	10.66
Kalite	16.5	4(2017, 2018, 2019, 2020)	13.2	15 Ek-15 Kas	81.33	6(2002-2020)	81.33
Dekara gelir	20.5	2(2019, 2020)	8.2	15Kas-15 Ar	24	2(2019, 2020)	8
Diğer			12				

Çizelge 2.Dekara atılan tohum miktarı (kg/da), alt –ekipman varlığı, ekim metodu, gübre çeşit ve miktarı(kg/da), yabancı ot mücadelesi, verim (kg/da), hastalıklar (%), zararlılar (%), ürün satış fiyatı (TL/kg), hububat tarımında karşılaşılan güçlükler (%)
Table 2. Sowing norm (kg/da), agricultural mechanization, sowing method, fertilizer name and ratio (kg/da), weed management, grain yield (kg/da), diseases (%), pests (%), purchasing prices (Kr/kg), constrains in cereal cultivation (%)

Sörvey sorusu	Arit. ort	Veri alınan yıl sayısı /yıl	Ağır. Ort B.	Sörvey sorusu	Arit. ort.	Veri Alınan Yıl sayısı / Yıl	Ağır. Ort. B	Düzeltilmiş Ağır. Ort.
Dekara atılan tohum Kg/da	A	n	$B=Ax(n/N)x100$	Verim Kg/da	A	n	$B=Ax(n/N)x100$	
Buğday	25,034±3.11	5(2002-2019)	20.86	Buğday	225,35	5(2002-2019)		
Arpa	22,70±1.72	6(2002-2020)	22,70	Arpa	243.7	6 (2002-2020)		
Alet ekipman varlığı	A	n	$B=Ax(n/N)x100$	Hastalıklar	A	n	$B=Ax(n/N)x100$	
Traktör	77	6(2002-2020)	77	Paslar	31.66	6(2002-2020)	31.66	
Patos	25.33	6(2002-2020)	25.33	Sürme	27	2(2017, 2018)	9	
Pülverizatör	53.16	6(2002-2020)	53.16	Rastık	17,75	4(2015, 2017, 2018, 2020)	11.83	
Mibzer	65	6(2002-2020)	65	Külleleme	18.20	5(2015, 2017, 2018, 2019, 2020)	15.16	
Pulluk	72.5	6(2002-2020)	72.5	Septorya Hastalık yok	14	1(2019)	2.33	
Kültüvatör	76.8	6(2002-2020)	76.8	Diğer	66	1(2019)	11	
Tapan	50.33	6(2002-2020)	50.33	Zararlılar	19,02	-	19.02	
Tırmık	28	6(2002-2020)	28	Tarla faresi	35,16	6(2002-2020)	35.16	
Diskaro	24.66	6(2002-2020)	24.66	Süne	28.5	6(2002-2020)	28.5	
Biçerdöver	3	2(2019, 2020)	1	Sap arısı	5	1(2015)	0.83	
Ekim metodu	A	n	$B=Ax(n/N)x100$	Zabrus	10	1(2017)	1.66	
Mibzerle	99.33	6(2002, 2020)	99.33	Zararlı yok	52	2(2018, 2019)	17.3	
Fırfırla	4	1(2002)	0.66	Diğer	-		16.55	
Gübre çeşit / çiftçi%	kg/da A	n	$B=Ax(n/N)x100$	Ürün satış fiyatı (TL/kg)	A	n	$B=Ax(n/N)x100$	
Taban				Buğday	0.84±0.18	5 (2002-2019)		
20-20-0(%38)	20.59±1.91	5(2002, 2018, 2019, 2020)		Arpa	0.75±0.163	6(2002-2020)		
DAP(%54.25)	18.09±2.73	6(2002-2020)		Hububat tarımında güçlükler	A	n	$B=Ax(n/N)x100$	Düz. ağır. Ort. % $C=(B/\Sigma B)x100$
Üst gübre				Pazarlama	48.6	5(2002, 2017, 2018, 2019, 2020)	40.5	15.16
Üre (%50.33)	17.90±1.44	6(2002-2020)		Gübre fiyat.	57.6	6(2002-2020)	57.6	21.57
AN%26 (%31)	20.34±2.615	4(2002, 2015, 2019, 2020)		Alet Ekip.	31.0	5(2002, 2015, 2017, 2018, 2020)	25.8	9.66
G.Atmayan	18.67	4(2002, 2018, 2019, 2020)		Çeşit/tohum	32.0	3(2002, 2017, 2018)	16.0	5.99
Yabancı ot ilacı	Arit.Ort.% çiftçi A	N	Ağır. Ort B.	İklim faktör.	71.66	6(2002, 2020)	71.66	26.83
Geniş yapraklı	56	2(2018, 2019)	56	Hastalık ve Zararlılar	31.0	5(2002, 2015, 2017, 2018, 2020)	25.8	9.66
Dar yapraklı	13.5	2(2018, 2019)	13.5	Toprak işleme	35.6	5(2002, 2015, 2017, 2018, 2019)	29.66	11.10
Dar+geniş yap.	13.5	2(2018, 2019)	13.5					
Mücadele etmeyen	17	2(2019, 2020)	17					

Çiftçilerin 2002-2020 yılları arasında tercih ettikleri çeşitlerin Diyarbakır-81 'den (Kaya,2002) Burgos ve

Dariel gibi (Yalçınkaya,2016; Kayaoğlu,2017; Sarıdal,2018; Şimşek,2019, Şahap,2020; Toprak,2021)

sulanan koşullarda da tercih edilen çeşitlere yönelmesi çiftçilerin yeni çeşitleri takip ettiği ancak kuruya uygunluğunu dikkate almadan tercih ettiklerini göstermektedir. Çeşitlerin tercih nedeni olarak başta yüksek verim ve iyi pazarlama fiyatının yer alması çiftçilerin yüksek dekara geliri temel olarak çeşit seçimi yaptıklarını göstermektedir (Cengizer, 2018; Yıldırım,2019, Gök, 2020). Sörveye konu olan çiftçilerin çoğunluğu sulanan arazide hububat tarımı yapan çiftçiler gibi (Koyuncu, 2016;Yalçınkaya,2016; Kayaoğlu, 2017; Ogan,2017; Sarıdal,2018; Şimşek,2019; Şahap,2020; Toprak, 2021) küçük çiftçi (<200 da) oldukları anlaşılmıştır. Arazi yapısı olarak yıllar içinde taşlı tarladan taban ve kırtaban araziye dönüşmesi arazilerde taş temizliği yapıldığını ve tarla açıldığını göstermektedir. Çiftçilerin ekim zamanı olarak yıllar içinde Kasım'dan Aralık'a doğru bir tercihte bulunmaları sonbahar yağmurlarının geç gelmesine bağlanabilir. Çiftçilerin buğday ve arpada tercih ettikleri ekim normu genellikle önerilen normlara uygundur (Özberk ve ark., 2000) Çiftçilerin alet ekipman varlığı bakımından yıllar içinde çok geliştikleri, yakıt ekonomisinden dolayı daha güçlü traktörlere yöneldikleri, son yıllarda ise düşük oranda da olsa bazı çiftçilerin biçerdöver edindikleri anlaşılmıştır (Yıldırım, 2019). Ekim ve hasat % 100'e yakın makineleşmiştir. Bu değer 1989 yılı sörveyinde (Anonim, 1989) % 50 seviyesinde tespit edilmiştir. Çiftçilerin kullandığı taban, üst gübre çeşitleri ve normları önerilen normlara yakın bulunmuştur (Özer ve Dağdeviren,1983; Özer,1991; Çölkesen ve ark.,1993; Çetin ve ark.,1999; Kılıç,2004; Kılıç,2006).

Ancak hızlı artan gübre fiyatları en büyük yakınma kaynağıdır.1989 yılı sörveyinde (Anonim,1989) yaklaşık % 50 olan yabancı ot ilacı kullanan çiftçi sayısı sörvey yapılan 2002-2020 arası % 17 'e düşmüştür. Kullanılan yabancı ot ilaçları ve normları önerilen seviyelere yakın bulunmuştur (Anonim,2017; Torun, 2020). Yağışa dayalı buğday ve arpa tarımında sörvey alanında arpa veriminin buğday veriminden daha yüksek olduğu teyit edilmiştir. Ancak bu durum yarı kurak 300-350 mm yıllık yağış alan bölgeler için geçerlidir. Daha yüksek yağış koşullarında buğday verimleri daha yüksek bulunmuştur (Özberk ve Özberk 1993; Özberk ve ark.,2020). Ancak pazarlama fiyatları dikkate alındığında dekara gelir bakımından buğday arpadan daha karlı bulunmuştur (Özberk ve ark.,2020). Çiftçiler deneyimlerine dayanarak kurak yıllarda daha çok arpayı tercih etmektedirler. Çiftçilerin doğrudan gelir desteği nedeniyle son yıllarda daha çok sertifikalı tohumluk kullanımını tercih ettikleri ve bu yolla tohum kaynaklı sürme (*Tilletia spp.*) ve rastık (*Ustilago spp.*) gibi hastalıklardan sakındıkları anlaşılmıştır. Yaygın görülen sarı pas (*Puccinia striiformis*) hastalığı ile kimyasal mücadele son yıllarda artış eğilimindedir. Tarla faresi ve süne (*Eurigaster integriceps*) zararında yıllar içinde pek azalma olmamıştır. Bu iki pest ile etkin mücadele gerekliliği teyit edilmiştir. Buğday ve arpa tarımında yaşanan güçlükler olarak başta iklim faktörleri, yüksek girdi fiyatları ve düşük pazarlama fiyatları olarak belirlenmesi bu sıkıntıların 1989'dan beri (Anonim, 1989) çok değişmediği şeklinde yorumlanabilir.

Çizelge 3. GAP tarımsal araştırma enstitüsü koruklu Talat Demirören araştırma istasyonu 2008-2021yılları arası aylık toplam yağış değerleri

Table 3 Montly base rainfall from 2008 to 2021 for Talat Demirooren research station of GAP Agricultural Reserch Institute

SUYILI	A Y L A R												TOPLAM mm
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2008	7.1	20.4	28.4	39.8	23.0	11.3	0.5	41.9	.	.	.	12.3	184.7
2009	7.1	21.6	30.6	18.0	40.4	45.8	14.7	2.0	.	.	.	31.0	211.2
2010	24.0	22.2	77.9	45.6	35.5	13.3	13.3	2.0	0.3	.	.	.	234.1
2011	3.2	.	34.4	47.3	34.1	7.2	78.6	18.7	.	.	.	5.8	229.3
2012	21.2	57.6	38.2	101.3	63.3	7.3	10.1	13.8	.	.	.	.	312.8
2013	47.4	96.4	77.4	49.3	47.4	13.4	11.8	49.2	.	.	.	.	392.3
2014	.	12.9	53.7	20.2	14.0	75.0	21.1	.	6.4	.	.	16.4	219.7
2015	40.2	49.1	56.7	29.0	50.8	87.4	17.5	7.4	2.0	.	.	.	340.1
2016	22.4	10.4	6.5	75.8	24.2	16.6	28.7	16.4	.	.	.	1.0	202.0
2017	15.8	26.4	63.8	17.2	0.1	47.9	28.5	4.6	.	.	.	.	204.3
2018	6.2	14.0	7.9	83.1	69.5	.	25.1	51.8	24.4	.	.	2.7	284.7
2019	20.5	143.6	117.5	68.5	89.4	160.7	64.1	6.5	.	.	.	.	670.8
2020	45.8	.	158.2	37.6	28.7	77.3	23.5	5.1	6.0	.	.	.	382.2
2021	.	78.0	10.0	65.0	3.0	28.0	2.0	.	.	.	.	.	186.0

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yağışa dayalı buğday ve arpa tarımı ürün mevsiminde alınan yağışlardaki büyük dalgalanmaya

(Çizelge 3) ve tane doldurmada yaşanan yüksek sıcaklıklara bağlı olarak ciddi risk altında olduğu, önümüzdeki yıllarda kuraktan kaçan erkenci arpa

çeşitlerine yönelişin daha da artacağı tahmin edilmektedir.

Türkiye uzun yıllar ortalama sıcaklıklara bakıldığında 1970-1978 yılları ortalaması 12.7 °C iken, 1997-2006 yılları arası periyotta 13.4°C, 2007-2016 yetiştirme döneminde ise 13.9 °C ye çıktığı bildirilmiştir, (MGM, 2020). Maksimum ortalama sıcaklıklar bakımından 1970 2018 yılları arası değerlendirildiğinde pozitif lineer bir ilişki ($y=0.0411x+18,023$) tespit edilmiştir. Buradan ısınmanın gelecekte de artışla devam edeceği izlenimini vermekte olup, Şen ve ark (2017) tarafından 2010-2100 periyoduna ilişkin yapılan bir değerlendirmede yıllık sıcaklık artışının Doğu ve Güneydoğu bölgelerinde diğer bölgelere (sahil) nazaran daha fazla olacağını tahmin edildiği belirtilmiştir.

Ayrıca ekmeçlik buğdayda kuraklık ve diğer abiyotik stres faktörlerine karşı ateşkes sağlayacak, üretimde istikrarı sağlayacak çeşit karışımları üzerinde durulabilir (Özberk ve ark.,2019). Başta gübre ve akaryakıt olmak üzere girdi fiyatlarındaki hızlı yükseliş karlılığı düşük olan buğday ve arpa üretiminde önümüzdeki yıllarda daha da büyük sıkıntılara yol açacağı öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada sörveye konu olan yukarıda adı geçen köylerdeki çiftçilere 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

- Anonim 1989. Yıllık Gelişme Raporları. Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, PK:72, Diyarbakır
- Anonim, 2019. 2018-19 Alansal Yağış Değerlendirmesi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genele Müdürlüğü, Kasım 2019, Ankara
- Anonim 2017 a. Ziraî Mücadele Bülteni 2017 -1: Buğday ve Arpa Tarlalarında yabancı Ot Mücadelesi. Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, 12 s, Ankara
- Arıkan R 2018. Anket Yöntemi Üzerinde Bir Değerlendirme Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 2018(1): 97-159
- Batmaz İH 2015. Çömlekçi, Akçahisar, Çakmak, Gelibolu ve Akpınar Köyleri Çiftçi Sörveyi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri

- Bölümü, Mezuniyet Tezi, Şanlıurfa, 21s
- Cengizer Z 2018. Akziyaret, Akçahisar, Çakmak, Gelibolu, Çömlekçi Köyleri Çiftçi Sörveyi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Mezuniyet Tezi, Şanlıurfa, 28 s.
- Çetin Ö, Urgan D, Boyacı H, Öğretir K 1999. Kışık Buğdayda Sulama Azot ve Bazı Önemli İklim Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi 15-18 Kasım 1999, Cilt 1, Genel ve Tahıllar: 151-156
- Düzgüneş O 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipler ve Metotları. Ege Üniversitesi Matbaası, 1963 İzmir
- Gök M 2020. Akpınar, Gölpınar, Akziyaret, Kızlar Köyleri Çiftçi Sörveyi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Mezuniyet Tezi, Şanlıurfa, 31 s.
- Güneş T, Arıkan R 1988. Tarım Ekonomisi İstatistiği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1049, Ankara, 293s.
- Karlı B 2001. Harran ovasında Önder Çiftçi Projesi Modelinin Uygulanabilirliği Üzerine Araştırma. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayını, Ankara
- Karlı B 1991. GAP Alanında Tarımsal Kredi Kullanımı ve Gelecekteki Kredi İhtiyacının Saptanması Üzerine Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana , 151 s,
- Kaya C 2002. Akçahisar, Çakmak, Gelibolu, Çömlekçi Köyleri Hububat Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, 22 s.
- Kayaoğlu MM 2017. Kılıçlı, Buldum, Balkat, Buğdaytepe, Serince ve Kökenli Köyleri Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, 22 s.
- Kılıç H 2006. Diyarbakır Yağışa Dayalı Şartlarında Şahin-91 Arpa Çeşidinin Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10 (1-2):781-786
- Kılıç, H., 2004. Diyarbakır Yağışa Dayalı Şartlarında Sur-93 Arpa Çeşidinin Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre (11-13 Ekim 2004 Tokat), : 399-406.
- Koyuncu A 2016. Buğdaytepe, Buldum, Balkat, Kılıçlı Köyleri Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, 34 s.
- Köse, K., 2018. Kap, Gelincik, Köpürlük, Uğurlu, Hancıağaz, Büyükhan, Sultantepe, Külünçe köyleri çiftçi sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bölümü, 22 s.
- MGM, 2020. Ortalama sıcaklık verisinin Mayıs ayı istatistiksel analizi. Türkiye Mayıs ayı ortalama sıcaklık verisinin 1979-2016 yılları arasında

- dağılımı T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/Turkiye-OrtalamaSicaklik.pdf> ve <https://www.mgm.gov.tr/files/resmiistatistikler/parametreeanalizi/turkiye-maximum-sicaklik-ortalaması.pdf>,26.03. 2020.
- Öğün R 2017. Kaynaklı, Çamlıdere, Balkatan Köyleri Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa,19 s.
- Özberk I, Özberk F, Kılıç H 2000. Diyarbakır Şartlarında Şahin-91 ve Sur-93 Arpa Çeşitlerinde Uygun Ekim Sıklığının Belirlenmesi. Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayını, 46 s, Diyarbakır
- Özberk İ, Özberk F 1993. GAP Bölgesi Buğday ve Arpa Çeşit Geliştirme Projesi Sonuç Raporu. Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, PK:72, Diyarbakır
- Özberk İ,Özberk F,İpeksever F,Karaman A 2020. Serin İklim Tahıllarında Maliyet ve Karlılık (2014-19). 7. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 13 – 14 Mart 2020 Ankara: 191-208
- Özberk,İ., Dinç, M., Özberk, F., 2019. Bazı ekmeklik buğday yalın çeşit ve tarla paçallarının tarımsal özellikler, kalite ve karlılık bakımından incelenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg. 23(2): 196-205
- Özer MS, 1991. Harran Ovası Kuru ve Sulanır Koşullarında Buğday İçin Ekonomik Optimum Gübre Miktarının Saptanması. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayını, Şanlıurfa
- Özer MS, Dağdeviren İ 1983. Harran ovası Kuru ve Sulu Koşullarında Buğday İçin Buğdayı Azotlu Gübre İsteği. Şanlıurfa Toprak-Su Araştırma Enstitüsü Yayın No: 12, Şanlıurfa.
- Paksoy S 1998. Harran ovasında GAP Kapsamında Sulamaya Açılan Arazilerde Pamuk Yetiştiren İşletmelerin Ekonomik Analizi ve Yörede Pamuğa Dayalı Sanayideki Gelişmeler. Doktora Tezi. Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 147 s. Ankara
- Sarıdal Ş 2018. Buğdaytepe, Balkat, Buldum, Kılıçlı, Yardımcı, Bozyazı, Varlıhan, Öztaş, Altılı, Şükürali, Uzunyol, Yolgider, Arın, Çavlu, İmambakır, Kuruyer, Huzurlu Köyleri Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, 28 s.
- Solmaz A A 2017.Akpınar, Gölpınar ve Akziyaret Köyleri Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, 20 s.
- Şahap İ 2020. Açmalı, Büyükhan, Sultantepe, Külünçe Köyleri Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, 34 s.
- Şanlıurfa Valiliği 2020. Şanlıurfa'da 2020 Yılı Sulama Sezonu Açıldı <http://www.sanlıurfa.gov.tr/sanlıurfada-2020-yılı-sulama-sezonu-acildi>
- Şen, Ö.L., Bozkurt, D., Göktürk, O.M., Dündar, B., Altürk, B., 2017. Türkiye'de iklim değişikliği ve olası etkileri. Conference: 3. Taşkın Sempozyumu
- Şimşek O 2019. Tunalı, Üçdirek, Gerdek, Kabacık ve Dutluk Köyleri Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, 27 s.
- Toprak R 2021. Açmalı, Büyükhan, Sultantepe, Külünçe Köyleri Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, 26 s.
- Torun H 2020. Buğday Alanlarında Sorun Olan Kısır Yabani Yulaf (*Avena sterilis* L.) Popülasyonlarının Bitki Boyu ve Yaş Ağırlıklarına Bazı ALS ve ACCase İnhibitörü Herbisitlerin Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (2): 357-365.
- TÜİK 2018. Tahıllar 1998-2018, Ekim Alanı, Üretim ve Verim İstatistikleri <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2018-27635>
- TÜİK 2019. Genel Arazi Dağılımı ve Sulama Durumu <https://www.investsanliurfa.com/sectorler/genel-arazi-dagilimi-ve-sulama-durumu-71>
- TÜİK 2017. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri, Bitkisel Veri Tabanı. <http://tuik.gov.tr> (29.12.2017)
- Yalçınkaya H 2016. Sultantepe, Kabköy, Külünçe Köyleri Buğday Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, 24 s.
- Yamane T., 1967. Elementary Sampling Sheory, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 405p
- Yıldırım M 2019. Bahçeli, Gölgen, Kızlar, Akçahisar, Gelibolu, Akziyaret, Külaflı, Sakça, Karataş ve Aşık Köyleri Buğday ve Arpa Çiftçi Sörveyi. Mezuniyet Tezi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, 32 s.

Yurtdışı ve Türkiye Kaynaklı Yerel Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinin Hastalıklara Dayanıklılık ve Kalite Yönünden Fonksiyonel Markörler İle Karakterizasyonu

Ayşenur UYSAL¹, Ziya DUMLUPINAR^{2*}

^{1,2}KSU Agricultural Biotechnology Department, Kahramanmaraş, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-2021-0748>, ²<https://orcid.org/0000-0003-3119-6926>

✉: zdumlupinar@ksu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada 59 buğday (55 ekmeklik ve 4 makarnalık) genotipi sarı pas, kahverengi pas, kara pas, külleme ve fusarium başak yanıklığı hastalıklarına dayanıklılık genleri ile yüksek protein, gluten mukavemeti ve bin tane ağırlığı gibi kalite özellikleri ile ilgili allele özel 14 basit dizi tekrarları (SSR) primeri ile taranmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yüksek protein *Gpc-B19* alleli (UHW89 primeri) 59 genotipte, kahverengi pas *Lr34* alleli (XGWM130 primeri) 16 genotipte, fusarium başak yanıklığına dayanıklılık alleli (XGWM129 primeri) dört genotipte, sarı pasa dayanıklılık alleli *Yr15* (XGWM18 primeri) 17 genotipte, *Yr45* alleli (XGWM47 primeri) 17 genotipte, kara pasa dayanıklılık alleli *Sr49* (Sun479 ve Sun209 primeri) sırasıyla 19 ve 33 genotipte istenilen bant uzunluğunu vermiştir. Araştırmada, 14 SSR markörü buğday genotiplerinde toplam 68 adet allel üretmiştir. Ortalama allel sayısı 4.78, ortalama polimorfizm bilgi içeriği (PIC) 0.57 olarak hesaplanmıştır. Moleküler veriler kullanılarak elde edilen dendrograma göre iki ana grup oluşmuştur. Birinci grup sadece üç genotipten (B27, B35 ve B37) meydana gelirken, geri kalan 56 genotip diğer ana grupta yer almıştır. Buğday genotiplerindeki genetik mesafe % 33 ile % 94 arasında değişirken, B15 ile B33 genotipleri arasındaki genetik benzerlik % 94 olarak tespit edilmiştir.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 23.03.2021

Kabul Tarihi : 03.09.2021

Anahtar Kelimeler

Buğday

SSR markörleri

Hastalık

Kalite

Characterization of Foreign and Turkish Originated Bread and Durum Wheat Landraces by Disease Resistance and Quality Using Functional Markers

ABSTRACT

In the study, 59 wheat genotypes (55 bread and 4 durum wheat) were screened for stripe rust, leaf rust, stem rust, powdery mildew, fusarium head blight, high protein content, gluten strength and thousand kernel weight traits by 14 simple sequence repeats (SSR) markers. According to the results, high protein content allele *Gpc-B19* (UHW89 primer) was identified in all genotypes, while leaf rust resistance allele *Lr34* (XGWM130 primer) detected in 16 genotypes and the XGWM129 primer related with fusarium head blight resistance determined in four genotypes. The yellow rust resistance alleles *Yr15* (XGWM18 primer) was detected in 17 genotypes and *Yr45* (XGWM47 primer) identified in 17 genotypes, while stem rust resistance allele *Sr49* (Sun479 and Sun 209 primers) detected in 19 and 33 genotypes respectively. In the research, 14 SSR markers produced 68 alleles across the wheat genotypes. The average allele number per marker was determined as 4.78 and the average polymorphism information content (PIC) value was calculated as 0.57. Two main groups were obtained according to the dendrogram created using molecular data. The first group consisted of only three genotypes (B27, B35 and B37), while the second group had the remaining 56 genotypes. The genetic distance of wheat genotypes was changed from 33% to 94% and B15 and B33 genotypes were the most similar genotypes with 94% similarity.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 23.03.2021

Accepted : 03.09.2021

Keywords

Wheat

SSR markers

Disease

Quality

Atıf İçin: Uysal A, Dumlupınar Z 2022. Yurtdışı ve Türkiye Kaynaklı Yerel Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinin Hastalıklara Dayanıklılık ve Kalite Yönünden Fonksiyonel Markörler İle Karakterizasyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 766-777, 2022. DOI: /ksutarimdog.vi.901758.
To Cite: Uysal A, Dumlupınar Z 2022. Characterization of Foreign and Turkish Originated Bread and Durum Wheat Landraces by disease resistance and quality Using Functional Markers. KSU J. Agric Nat 25 (4): 766-777, 2022. DOI: /ksutarimdog.vi.901758.

GİRİŞ

Dünyada farklı coğrafyalarda yetişebilen buğdayın bilinen ilk kültüre alındığı yer ülkemiz Güney Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan Diyarbakır-Karacadağ, Şanlıurfa-Göbeklitepe ve Gaziantep-Karadağ ve çevresi olduğu bildirilmiştir (FAO, 2019a).

Buğday, insan beslenmesinde temel besin kaynağı olması nedeniyle ekonomik olarak oldukça önemli ve stratejik bir bitkidir (Akkaya, 1994). Dünyada buğdayın ekim alanı 2019 yılında 215 milyon ha, üretim miktarı 765 milyon ton, verimi ise 355 kg da⁻¹ dır (FAO, 2019b). Türkiye’de 6,84 milyon ha ekim alanına sahip buğdayın, verimi 299 kg da⁻¹ ve üretim miktarı 20,5 milyon tondur. Buğday üretiminin 16,5 milyon tonunu ekmeklik buğday, 4 milyon tonunu ise makarnalık buğday çeşitleri oluşturmaktadır (TUİK, 2020).

Buğday’da verim, verim unsurları ve kalite özellikleri yetiştirildikleri farklı ekolojik bölgelere ve yıllara göre önemli farklılıklar gösterebilmektedir (Güngör ve Dumlupınar, 2019; Çay, 2020).

Buğday’da verim ve kaliteyi artırmak buğday ıslah programlarının en önemli hedefleri arasındadır (Özberk ve ark., 2010). Bu amaçla araştırmacılar uzun yıllardır birçok çalışma ve ıslah programları yürütmektedirler (Serfling ve ark., 2016; Güngör ve ark., 2018). Islah programları bu olumsuz faktörlere dayanıklı çeşitler geliştirmek, verim artışı sağlamak için kullanılabilir en ekonomik yoldur (Blum, 1986).

Emeklik ve makarnalık buğdayda kalite ölçütü tespitinde protein oranı belirleyici niteliktedir. Yetiştirildiği ekoloji, kültürel işlemler ve kullanılan çeşide göre protein miktarı % 6-22 arasında değişim göstermektedir (Ünal, 2002; Pehlivan ve ark., 2017). Ancak protein oranı kaliteyi tek başına ifade etmemektedir. Makarnalık buğdayda camsılık ve irmik rengi kalite değerlendirmesinde en önemli kriterler arasındadır (Pehlivan ve İkincikarakaya, 2017). Bununla birlikte, birçok araştırmacı protein oranı ile birlikte gluten mukavemetine de bakarak değerlendirmeler yapmışlardır (Altınbaş ve ark., 2004; Tayyar, 2005; Aydın ve ark., 2005; Mut ve ark., 2005; Ereku ve ark., 2005; Mut ve ark., 2007).

DNA markörleri buğday, arpa, yulaf, mısır ve çeltik gibi birçok bitkide önemli tarımsal özelliklerin belirlenmesi amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Mackill ve ark., 1999; Landjeva ve ark., 2007; Suwarno et al., 2015; Tekin ve ark., 2017; Güngör, 2019; Aydemir ve ark., 2020). Moleküler markör teknolojilerinin kullanımının artmasıyla

birlikte bitki ıslahı çalışmalarında erken jenerasyonlarda sonuç alınabilen çalışmaların sayısı oldukça artmıştır. Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) keşfinden sonra birçok moleküler markör tekniği geliştirilmiştir. Bunlardan bir tanesi de basit dizi tekrarları (SSR) markörleridir. Mikrosatellitler olarak da bilinen SSR’ların tekrar motifleri 1-6 baz çifti (bp) arasında değişiklik göstermektedir. Aynı zamanda DNA’nın tekrar eden en küçük üyesidir. Basit dizi tekrarları markörleri otomasyona uygunluğu ve tekrarlanabilir olması, az miktarda DNA ihtiyacı, eş baskın (co-dominant) olması ve kararlı markör yapısına sahip olması popülasyon genetiğinde etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır (Dumlupınar ve ark., 2016).

Bu çalışmada, yurtdışı ve Türkiye orijinli 55 ekmeklik buğday ve 4 makarnalık yerel buğday genotipinden oluşan toplam 59 genotipin hastalık ve bazı kalite özellikleri ile ilişkili doğrulaması yapılmış, 14 adet SSR markörü ile karakterize edilerek bu özelliklere ait allelleri taşıyan genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, materyal olarak yurtdışı ve Türkiye kaynaklı 55 ekmeklik ile 4 makarnalık yerel buğday genotipi kullanılmıştır. Çalışmada materyal olarak kullanılan 59 genotipe ait bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan 55 ekmeklik, 4 makarnalık buğday genotiplerinin her birinden 2-3 adet tohum alınarak ½’si torf ve ½’si toprak olarak ayarlanan karışım içerisine pet bardaklara ekimi yapılmış, Tarımsal Biyoteknoloji laboratuvarında bulunan büyüme kabini içerisinde sıcaklık 24 °C’ye ayarlanarak 2-3 yapraklı döneme gelinceye kadar yetiştirilmiştir. Bu döneme gelen bitkilerden alınan örnekler saf sudan geçirildikten sonra daha önce steril edilmiş 2 mL’lik ependorf tüpler içerisine alınmıştır. Bu örnekler izolasyon işlemi yapılana kadar -80 °C’de bekletilmiştir. DNA izolasyonu cetyl trimethyl ammonium bromide (CTAB) metoduna göre yapılmıştır (Oliver ve ark., 2010).

Ependorfların içerisinde -80 °C’ de muhafaza edilen örnekler sıvı azot içerisinde steril çubuklar yardımıyla ezilerek öğütülmüştür. Öğütülen yaprakların üzerine 1 mL izolasyon solüsyonu (1 M Tris-HCl (pH: 8), 0,5 M EDTA (pH:8), 5 M NaCl, % 2 w/vc CTAB, % 2 Polyvinyl-Pyrolidone 40, % 5 sarcosyl) eklenerek 65 °C’de 1 saat boyunca her 15

Çizelge 1. Araştırmada Kullanılan Buğday Genotiplerine Ait Bilgiler
 Table 1. Information About Wheat Genotypes Used in the Research

No/ (No)	Erişim No/ (Accession No)	Adı / (Name)	Orijin/ (Origin)	Tür/ (Species)	Kromozom Sayısı/ (Chromosome Number)	Rakım/ (Elevation)
1	B1	2123	Türkiye-Sivas	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1650
2	B1T1	2123 T1	Türkiye-Sivas	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1650
3	B2	2253	Türkiye-Erzincan	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1213
4	B2T1	2253 T1	Türkiye-Erzincan	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1213
5	B3	D	Türkiye	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
6	B3T1	DT1	Türkiye	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
7	B4	Sivas	Türkiye-Kırıkkale-Balışeyh	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	873
8	B4T1	Sivas T1	Türkiye-Kırıkkale-Balışeyh	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	873
9	B4T2	Sivas T2	Türkiye-Kırıkkale-Balışeyh	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	873
10	B5	Beyaz Kılçıksız	Türkiye-Karaman	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1049
11	B5T1	Beyaz Kılçıksız T1	Türkiye	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1049
12	B5T2	Beyaz Kılçıksız T2	Türkiye	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1049
13	B6	Buyaz Çomak	Türkiye-Ereğli	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1057
14	B7	Akyarnaz	Türkiye-Ereğli	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1057
15	B8	Karakılçık	Türkiye-Ereğli	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1057
16	B9	Sunter	Türkiye-Akdağmadeni	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1318
17	B9T1	Sunter T1	Türkiye-Akdağmadeni	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1318
18	B9T2	Sunter T2	Türkiye-Akdağmadeni	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1318
19	B9T3	Sunter T3	Türkiye-Akdağmadeni	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1318
20	B10	Kırmızı	Türkiye-Dinar	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1091
21	B11	Ak	Türkiye-Alpu	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	767
22	B12	Havidi	Türkiye-Özalp	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1988
23	B12T1	Havidi T1	Türkiye-Özalp	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1988
24	B13	Kirik	Türkiye-Eleşkirt	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1823
25	B14	Normal Yumuşak	Türkiye-Erzincan	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
26	B14T1	Normal Yumuşak T1	Türkiye-Erzincan	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
27	B14T2	Normal yumuşak T2	Türkiye-Erzincan	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
28	B15	2507	Türkiye-Meriç	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	27

29	B16	2518	Türkiye-Meriç	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	27
30	B17	4253	Türkiye-Yarma	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1001
31	B18	4305	Türkiye-Ayrancı	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1146
32	B19	4342	Türkiye-Arıkören	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1021
33	B20	4265	Türkiye-Konya	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1026
34	B21	Üveyik	Türkiye-Alaca	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	923
35	B22	4491	Türkiye-Murseklim	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	47
36	B22T1	4491 T1	Türkiye-Murseklim	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	47
37	B22T2	4491 T2	Türkiye-Murseklim	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	47
38	B23	7775	Türkiye-Tımar Köyü	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	47
39	B23T1	7775 T1	Türkiye-Tımar Köyü	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1745
40	B23T2	7775 T2	Türkiye-Tımar Köyü	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1745
41	B24	7775 T3	Türkiye-Ankara	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1745
42	B25	84TK046-118.1	Türkiye- Silifke-Akdere	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
43	B26	478	Şili-Achao	<i>T. turgidum</i> subsp. <i>durum</i>	28	150
44	B27	ELS-1	Etiyopya	<i>T. turgidum</i> subsp. <i>durum</i>	28	25
45	B27T1	ELS-1	Etiyopya	<i>T. turgidum</i> subsp. <i>durum</i>	28	25
46	B28	Kara Keltek	Özbekistan	<i>T. turgidum</i> subsp. <i>durum</i>	28	*
47	B29	MG 31492	Etiyopya	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
48	B30	480271	Etiyopya	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
49	B31	480274	Etiyopya	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
50	B32	480278	Etiyopya	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
51	B33	480279	Etiyopya	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
52	B34	480280	Etiyopya	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
53	B35	480282	Etiyopya	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
54	B36	480283	Etiyopya	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
55	B37	480285	Etiyopya	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
56	B38	559962	Etiyopya-Shewa	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
57	B39	192268	ABD-Nebreska-Cheyenne	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	*
58	B40	341662	Türkiye-Elbistan	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1271
59	B40T1	341662 T1	Türkiye-Elbistan	<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i>	42	1271

*Mevcut değil

dakikada bir alt üst edilerek su banyosunda bekletilmiştir. Su banyosundan alınan örnekler çeker ocakta üzerlerine 1 mL kloroform: izoamil alkol (24:1) ilave edilerek karanlık ortamda 30 dakika alt üst edilerek bekletilmiştir. Daha sonra 20 dk. 10000 rpm de santrifüj yapılmıştır. Santrifüjden çıkarılan örneklerin üst kısmında bulunan saydam sıvı (süpernant) pipet yardımıyla çekilerek başka bir steril tüpün içerisine aktarılmış ve üzerine 1'er mL - 20 °C'de bekletilmiş isopropanol eklenip yavaşça alt üst edilmiştir.

Bu işlemin devamında 30 dk 10000 rpm de santrifüj yapılarak pellete zarar vermeden süpernatant kısım

tüpten uzaklaştırılmıştır. Tüpte kalan pelletlerin üzerine 2 mL % 70 EtOH ilave edilerek 2 dk 13000 rpm de santrifüj yapılmıştır. Sıvı kısım pellete zarar vermeden alınmış ve aynı işlem ikinci kez tekrar edilmiştir. Pelletler kuruduktan sonra 10 mM TrisHCl (pH: 8.0) ve RNase eklenerek çözümleri sağlanmıştır. Elde edilen DNA'ların miktarları ve kaliteleri Nanodrop cihazı yardımıyla ölçülmüştür (Veri gösterilmemiştir).

Çalışmada 14 adet allel spesifik SSR markörü buğdayda akrabalık derecesi, bazı hastalık ve kaliteyle ilgili genlerin taranması için kullanılmıştır. SSR markörlerine ait bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Moleküler Karakterizasyonda Kullanılan SSR Primerleri

Table 2. SSR primers used in molecular characterization

No/ (Number)	Primer Adı/ (Primer Name)	Primer Dizisi (5'-3') / (Primer Sequence)	Gen Bölgesi / (Gene Region)	Referans/ (Reference)	Beklenen Bant Uzunluğu (bç)/ (Expected Band Length) (bp)
1	Bx7 ^{OE} _F	CCTCAGCATGCAAACATGCAGC	Gluten Mukavemeti	Butow ve ark., 2003	563
	Bx7 ^{OE} _R	CTGAAACCTTTGGCCAGTCATGTC			
2	Xwgp118_F	AAGTGGAAACAAGGTTACG	Sarı pas Yr45	Li ve ark., 2011	411
	Xwgp118_R	ACACTGGTCCATGAGGTT			
3	Sun479_F	CAAATGAAATGTGATCCTGTT	Kara pas Sr49	Bansal ve ark., 2015	200
	Sun479_R	TCATCTAACCAGCAATGGTAT			
4	Sun209_F	AG CTATGAGCTTCGCTATTG	Kara pas Sr49	Bansal ve ark., 2015	148
	Sun209_R	GTGATTGGTTCGGATTACTTA			
5	Xgwm18_F	TTGCTACCATGCATGACCAT	Sarı pas Yr15 ve Yr26	Röder ve ark., 1998	182-190
	Xgwm18_R	TTCACCTCGATTGAGGTCCCT			
6	Xgwm68_F	AGGCCAGAATCTGGGAATG	Bin tane ağırlığı	Roder et al., 1998	166
	Xgwm68_R	CTCCCTAGATGGGAGAAGGG			
7	Xgwm131_F	AATCCCCACCGATTCTTCTC	Kara pas Sr49	Röder ve ark., 1998	153
	Xgwm131_R	AGTTCGTGGGTCTCTGATGG			
8	UHW89-F	TCTCCAAGAGGGGAGAGACA	Yüksek protein <i>Gpc-B1</i>	Distelfeld ve ark., 2006	122
	UHW89-R	TTCCTTACCCATGAATCTAGCA			
9	Xgwm47_F	TTGCTACCATGCATGACCAT	Sarı pas Yr45, mor tane rengi	Röder ve ark., 1998	186, 153
	Xgwm47_R	TTCACCTCGATTGAGGTCCCT			
10	Xgwm66_F	CCAAAGACTGCCATCTTTCA	Külleme	Röder ve ark., 1998	137
	Xgwm66_R	CATGACTAGCTAGGGTGTGACA			
11	Xgwm129_F	TCAGTGGCAAGCTACACAG	Fusarium Başak Yanıklığına dayanıklılık	Lowe ve ark., 2011	223
	Xgwm129_R	AAAACCTTAGTAGCCGCGT			
12	Xgwm130_F	AGCTCTGCTTCACGAGGAAG	Kahverengi pas <i>Lr34</i>	Röder ve ark., 1998	121-126
	Xgwm130_R	CTCCTCTTTATATCGCGTCCC			
13	Xgwm493_F	TTCCATAACTAAAACCGCG	Fusarium Başak Yanıklığına dayanıklılık	Röder ve ark., 1998	290
	Xgwm493_R	GGAACATCATTTCTGGACTTTG			
14	Xbarc133_F	AGCGCTCGAAAAGTCAG	Fusarium Başak Yanıklığına dayanıklılık	Liu ve Anderson, 2003	150-190-250
	Xbarc133_R	GGCAGGTCCAACCTCCAG			

PZR; 0.02 mL hacminde 96' lık PZR platerlerine; µL 10x buffer, 1.5 µL MgCl₂, 1 µL dNTP karışımı (10 mM karışım (A+T+G+C)), DNA primer çifti (2 µL F ve 2µL R), 8.7 µL ddH₂O, 0.3 µL Taq DNA polimeraz (5U/µL, Fermantes), 1. 5 µL (100ng) genomik DNA

olacak şekilde toplamda 20 µL PZR solüsyonu hazırlanmıştır. 95 °C sıcaklıkta 5 dakika, 95 °C'de 1 dakika (DNA iplikçiklerinin birbirinden ayrışması), 55 °C'de 1 dakika (tavlama-primerlerin yapışması), 72 °C'de 1 dakika (uzama), 95 °C – 72 °C arasında 35

döngü yaptırılmış, 72 °C'de 5 dakika çalıştırılarak işlemin tamamlanması sağlanmıştır. Bitirilmiş olan PZR örnekleri kullanıma hazır olacak şekilde -20 °C'de beklemeye alınmıştır. PZR işleminden sonra elde edilen örneklerin fragment analizleri, Qiagen firmasına ait 'QIAxcel Advanced System' fragment analiz cihazında yapılmış ve sonuç olarak genotiplere ait SSR bantlarına ulaşılmıştır.

59 buğday (55 ekmeklik ve 4 makarnalık) genotipleri ile yapılan fragment analiz sonuçları 0 ve 1 olarak skorlanmıştır. Okuma aralığı 15 bç ile 5000 bç arasında alınmıştır. Skorlamada hassasiyet ± 4 baz çifti olarak belirlenip alleller bu aralığa göre değerlendirilmiştir.

Genotiplere ait alleller hakkındaki bilgilere NTSYSpc 2.21q (Rohlf, 2005) programında Dice indeks (Dice, 1945) kullanılarak ulaşılmıştır. Her bir genotipe ait DNA bantları '0' veya '1' şeklinde kodlanarak ikili (binary) veri matrisi oluşturulup bu matris UPGMA programı (unweighted pair group method arithmetic average) yardımıyla genotiplerin birbiriyle benzerliklerini gösteren dendrogram oluşturulmuştur. Moleküler analizlerde kullanılacak her bir SSR markörü için polimorfizm bilgi içerikleri Weir (1996)'e

göre aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$PIC=1-\sum P_i^2$$

Pi; araştırmada çalışılan 59 buğday genotipinde (ekmeklik ve makarnalık buğday genotipleri) iinci allelin frekansıdır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada 55 ekmeklik ve 4 makarnalık buğday genotipi 14 fonksiyonel DNA markörü kullanılarak taranmıştır. Yapılan taramalar sonucunda toplam 68 allel tespit edilmiş olup bunlardan 67 allelde polimorfizm, 1 allelde ise monomorfizm belirlenmiştir. Ortalama allel sayısı ise 4.78 olarak tespit edilmiştir. En çok allel üreten primer XGWM18 olmuş ve 9 adet polimorfik allel üretmiştir. En az allel üreten primer ise Sun209 olmuş ve 1 adet allel üretmiştir.

Araştırmada polimorfizm bilgi içeriği (PIC) değeri ortalaması 0.57 olarak hesaplanmıştır. En yüksek PIC değeri 0.99 iken en düşük PIC değeri 0.03 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 3'te SSR primerlerine ait allel sayıları ve PIC değerleri belirtilmiştir.

Çizelge 3. SSR Primerlerine ait allel sayıları ve PIC değerleri

Table 3. Allele numbers and PIC values of SSR primers

No/(Number)	Primer Adı/(Primer Name)	Allel Sayısı/(Allele Number)	PIC Değeri/(PIC Value)
1	Bx7 ^{OE}	6	0.27
2	Xwgp118	5	0.15
3	Sun479	7	0.64
4	Sun209	1	0.44
5	Xgwm18	9	0.99
6	Xgwm68	6	0.99
7	Xgwm131	2	0.06
8	UHW89	2	0.03
9	Xgwm47	8	0.99
10	Xgwm66	4	0.72
11	Xgwm129	7	0.40
12	Xgwm130	5	0.91
13	Xgwm493	2	0.52
14	Xbarc133	3	0.99
15	Ortalama	4.78	0.57

Sarı pas hastalığına dayanıklılık geni *Yr45* ile ilgili olduğu belirtilen Xwgp118 markörü Li ve ark. (2000) tarafından geliştirilmiş ve bu gen ile ilişkili bant uzunluğunun da 411 bç olduğu belirtilmiştir. Araştırmada kullanılan 59 buğday genotipinin Xwgp118 primeri ile taranması sonucu istenilen gen bölgesine ait allel elde edilememiştir (Çizelge 4).

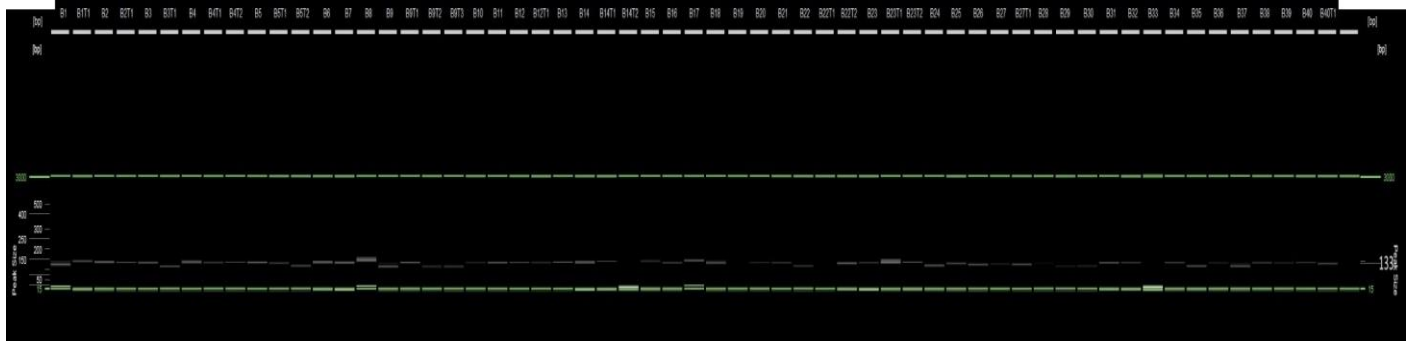
Yüksek protein içeriğine ait *Gpc-B1* geninin tespitinde kullanılan UHW89 markörü Distelfeld ve

ark. (2006) tarafından tespit edilmiş ve bu gene ait bant uzunluğu 122 bç olarak belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan buğday genotiplerinden B1, B1T1, B2, B2T1, B3, B3T1, B4, B4T1, B4T2, B5, B5T1, B5T2, B6, B7, B8, B9, B9T1, B9T2, B9T3, B10, B11, B12, B12T1, B13, B14, B14T1, B14T2, B15, B16, B17, B18, B19, B20, B21, B22, B22T1, B22T2, B23, B23T1, B23T2, B24, B25, B26, B27, B27T1, B28, B29, B30, B31, B32, B33, B34, B35, B36, B37, B38, B39, B40 ve B40T1 bu gen ile ilişkili DNA bantlarına sahip

olmuşlardır (Çizelge 4). Güngör (2019) yaptığı çalışmada *Gpc-B1* geni ile ilişkili genotipler tespit etmiştir.

Röder ve ark. (1998) tarafından geliştirilen ve buğdayda kahverengi pas hastalığına ait *Lr34* geninin tespitinde kullanılan Xgwm130 markörünün

Lr34 geni ile ilişkili bant uzunluğu 121-126 bç olarak bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan buğday genotiplerinden B1, B3, B5T2, B9, B9T2, B9T3, B22T1, B22T2, B24, B26, B27, B27T1, B30, B35, B37 ve B40T1'in bu allele sahip oldukları belirlenmiştir (Şekil 1, Çizelge 4).



Şekil 1. 59 Buğday genotipinde Xgwm130 primerine ait fragment analiz görüntüsü
Figure 1. Fragment analysis image of Xgwm130 primer on 59 wheat genotypes

Soldan sağa genotip isimleri: B1, B1T1, B2, B2T1, B3, B3T1, B4, B4T1, B4T2, B5, B5T1, B5T2, B6, B7, B8, B9, B9T1, B9T2, B9T3, B10, B11, B12, B12T1, B13, B14, B14T1, B14T2, B15, B16, B17, B18, B19, B20, B21, B22, B22T1, B22T2, B23, B23T1, B23T2, B24, B25, B26, B27, B27T1, B28, B29, B30, B31, B32, B33, B34, B35, B36, B37, B38, B39, B40 ve B40T1

Buğdayda fusarium başak yanıklığı hastalığına dayanıklılık geninin tespitinde kullanılan Xgwm129 belirteci Lowe ve ark. (2011) tarafından bu özellikle ilişkilendirilmiş ve istenilen bant uzunluğu-223 bç olarak belirtilmiştir. Xgwm129 primeri kullanılarak 59 buğday genotipinin bu gen ile ilişkisi belirlenmiştir. Buna göre, B1, B17, B23T2 ve B27 genotiplerinde buğdayda fusarium başak yanıklığı hastalığına dayanıklılık geni tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Xgwm18 markörü, Röder ve ark. (1998) tarafından geliştirilmiş ve Yong ve ark. (2015) tarafından buğdayda sarı pas hastalığına dayanıklılık genleri *Yr15* ve *Yr26* ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Araştırmada kullanılan Xgwm18 primeri ile buğday genotiplerinden B4T1, B5, B5T1, B7, B8, B10, B11, B13, B14, B14T1, B16, B17, B18, B19, B20, B23T2 ve B38 genotiplerinde sarı pas hastalığına dayanıklılık genleri tespit edilmiştir (Çizelge 4). Güngör (2019) Zenit makarnalık buğday genotipinde Xgwm18 markörüne ait allel tespit ederken, Aydemir ve ark. (2020) çalışmada kullanılan 15 buğday genotipinden iki tanesinde bu allelleri tespit etmişlerdir.

Röder ve ark. (1998) Xgwm47 markörünü sarı pas *Yr45* geni (186 bç) ile ilişkili olduğunu bildirirken, Li ve ark. (2010) Xgwm47 markörünün 2A kromozomunun kısa kolunda bulunan mor tane rengi ile ilişkili geni 34.7 cM uzaklıkta (153 bç) olduğunu bildirmişlerdir. Bu primer ile 55 ekmeçlik ve 4 makarnalık buğday genotipinin taranması sonucu

B4T1, B5, B7, B8, B9T3, B11, B12, B13, B14, B14T1, B16, B17, B18, B19, B20, B23 ve B23T1 genotiplerinde sarı pas hastalığına dayanıklılık geni (*Yr45*) tespit edilmiştir. Ayrıca, B27 ve B27T1 genotiplerinde 110 bç uzunluğunda mor tane rengi geni ile ilişkili allel tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Bansal ve ark. (2015) tarafından geliştirilen ve istenilen bant uzunluğu 200 bç olarak tespit edilen Sun479 ile istenilen bant uzunluğu 148 bç olan Sun209 primerleri buğdayda kara pas hastalığına dayanıklılık geni *Sr49* ile ilişkilendirilen markörlerdir. Sun479 primeri ile 59 buğday genotipinin taranması sonucu B1T1, B2, B2T1, B7, B8, B9, B12T1, B14, B14T1, B14T2, B20, B23T1, B23T2, B24, B27T1, B28, B31, B32 ve B40T1 genotiplerinde, Sun209 primeri ile ise B1, B1T1, B2, B4T1, B4T2, B5, B5T2, B7, B8, B9T2, B10, B11, B12, B12T1, B13, B14T2, B16, B17, B18, B19, B20, B22T1, B23T1, B23T2, B25, B26, B27, B27T1, B31, B37, B38, B40 ve B40T1 genotiplerinde kara pas hastalığına dayanıklılık geni *Sr49* tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Bununla birlikte, kara pas hastalığı *Sr49* geni ile ilişkili, Röder ve ark. (1998) tarafından geliştirilen ve istenilen bant uzunluğu 153 bç olan Xgwm131 primeri ile ilişkili bir genotip belirlenmemiştir (Çizelge 4).

Güngör (2019), Sun209, Sun479 ve Xgwm131 markörlerini kullanarak *Sr49* geni ile ilişkili makarnalık buğday genotiplerini tespit etmiştir. Ayrıca, Aydemir ve ark. (2020) Sun209 ve Sun479 markörlerini kullanarak F₅ jenerasyonundaki makarnalık buğday melezlerinde *Sr49* alleli ile ilişkili genotipleri belirlemişlerdir. Büyükakkaşlar ve ark. (2020) de kara pas hastalığı ile bağlantılı Sun209 ve Sun479 markörleri ile ilişkili makarnalık buğday genotiplerini saptamışlardır.

Çizelge 4. 59 buğday genotipinin bazı genler bakımından allelik varyasyonu
 Table 4. Allelic variations of 59 wheat genotypes for some genes

Genotip (Genotypes)	Bx7OE	Xwgp118	Sun479	Sun209	Xgwm18	Xgwm68	Xgwm131	UHW89	Xgwm47	Xgwm66	Xgwm129	Xgwm130	Xgwm493	Xbarc133
B1				+				+			+	+		
B1T1			+	+				+						
B2			+	+				+						
B2T1			+					+						
B3								+				+		
B3T1								+						
B4								+						
B4T1				+	+			+	+					
B4T2								+						
B5				+	+			+	+					
B5T1					+			+						
B5T2				+				+				+		+
B6								+						
B7			+	+	+			+	+					
B8			+	+	+			+	+					
B9			+					+				+		
B9T1								+						
B9T2				+				+				+		+
B9T3								+	+			+		
B10				+	+			+						
B11				+	+			+	+					
B12				+				+	+					
B12T1			+	+				+						
B13				+	+			+	+					
B14			+		+			+	+					
B14T1			+		+			+	+					
B14T2			+	+				+						
B15								+						
B16				+	+			+	+					
B17				+	+			+	+		+			
B18				+	+			+	+					
B19				+	+			+	+					
B20			+	+	+			+	+					
B21								+						
B22								+						
B22T1				+				+						
B22T2								+				+		
B23								+	+					
B23T1			+	+				+	+					
B23T2			+	+	+			+		+				
B24			+					+				+		
B25				+				+						
B26				+				+				+		+
B27				+				+	+		+	+		
B27T1			+	+				+	+			+		
B28			+					+						
B29								+						
B30								+				+		

B31	+	+		+		
B32	+			+		
B33				+		
B34				+		
B35				+	+	+
B36				+		
B37		+		+	+	+
B38		+	+	+		
B39				+		+
B40		+		+		
B40T1	+	+		+	+	

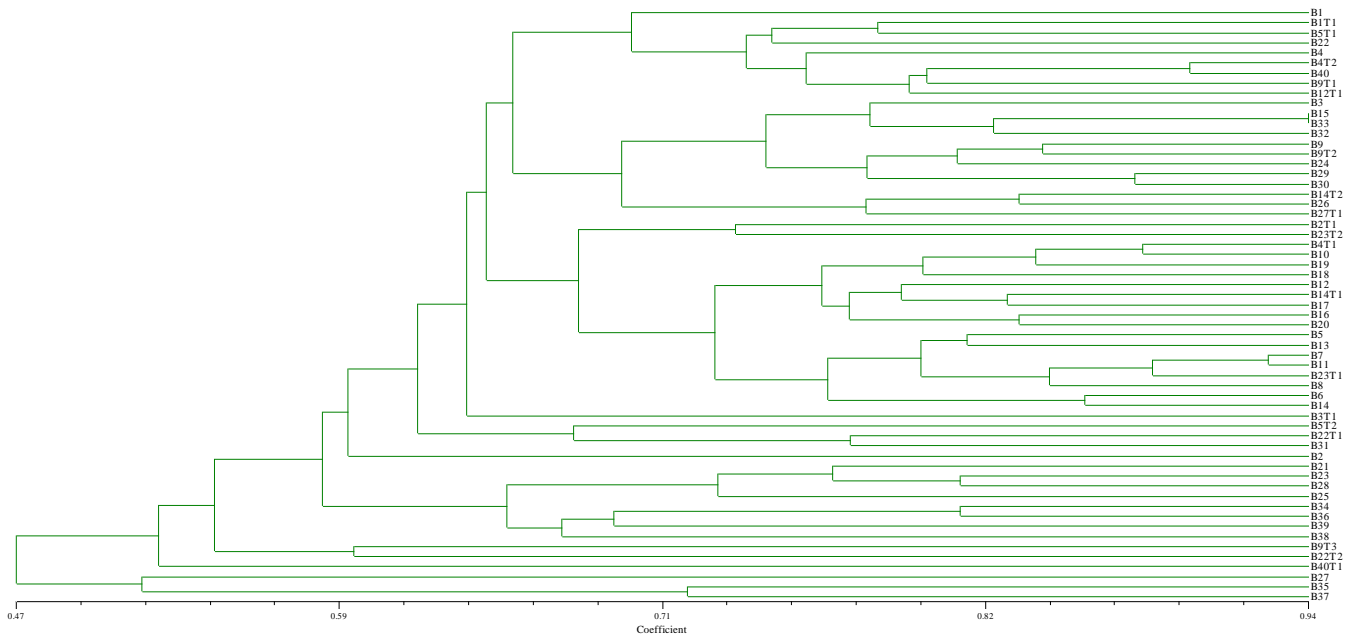
Araştırmada kullanılan Xgwm68 primeri ile 59 buğday (55 ekmeklik ve 4 makarnalık) genotipinin taranması sonucu istenilen gen bölgesi elde edilememiştir (Çizelge 4). Xgwm68 markörünü geliştiren Röder ve ark.(1998) bin tane ağırlığı için 166 bç uzunluğunu belirtirken, Cheng ve ark. (2015) Xgwm68 markörünün bin tane ağırlığı ile ilişkisinin istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmiştir. Güngör (2019) bu markör ile ilişkili genotipler bildirirken, Büyükakkaşlar ve ark. (2020) araştırmalarında kullandıkları genotiplerde bu alleli taşıyan genotip tespit edememişlerdir.

Xgwm66 primeri Röder ve ark.(1998) tarafından geliştirilen ve buğdayda önemli bir hastalık olan külleme ile ilişkili ve istenilen bant uzunluğu 137 bç olan bir markördür. Buğday genotiplerinin bu markörle taranması sonucu istenilen gen bölgesinin uzunluğunda bantlar elde edilememiştir (Çizelge 4). Aydemir ve ark. (2020), Xgwm66 markörü ile ilişkili bir genotip tespit edemezken, Güngör (2019) Burgos genotipinde bu markörle ilişkili alleli tespit etmiştir.

Bx7^{OE} primeri Butow ve ark. (2003) tarafından geliştirilmiş ve 563 bç uzunluğundaki DNA

bantlarında gluten mukavemeti ile ilişkilendirilmiştir. Çalışmada kullanılan buğday genotiplerinde bu markör bakımından istenilen bant uzunluğuna sahip genotip tespit edilememiştir. Aydemir ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada bu markörle ilişkili genotip saptamadıklarını bildirirken, Büyükakkaşlar ve ark. (2020) bir makarnalık genotipinde, Güngör (2019) ise Cesare ve Levante makarnalık buğday çeşitlerinde bu bant uzunluklarını belirlemiştir.

Buğdayda başak yanıklığına dayanıklılık geni ile ilişkili Liu ve Anderson (2003) tarafından geliştirilen ve istenilen bant uzunlukları 150,190 ve 250 bç olan Xbarc133 primeri kullanılarak B4, B4T1, B18, B19, B36 genotiplerinde 150 bç uzunluğunda, B5T2, B9T2, B26, B35, B37 ve B39 genotiplerinde 190 bç uzunluğunda ve B4, B5T2 ve B13 genotiplerinde 250 bç uzunluğunda bantlar elde edilmiştir. Yine Röder ve ark. (1998) tarafından geliştirilen, buğdayda başak yanıklığı ile ilişkili ve istenilen bant uzunluğu 250 bç olan Xgwm493 primerinin kullanılması sonucunda araştırmada kullanılan genotiplerde istenilen bant uzunlukları elde edilememiştir (Çizelge 4).



Şekil 2. SSR markör verilerine göre oluşturulmuş 59 buğday genotipine ait filogenetik ağaç
Figure 2. Dendrogram belonging to 59 wheat genotypes based on SSR marker data

Araştırmada kullanılan 59 buğday (55 ekmeklik ve 4 makarnalık) genotipinin 14 SSR primeri ile genotiplenmesi sonucunda elde edilen veriler kullanılarak filogenetik ağaç oluşturulmuştur (Şekil 2). Elde edilen dendrogram temelde iki ana gruba ayrılmıştır. Birinci grup sadece üç genotip (B27, B35 ve B37) içerirken, geri kalan 56 genotip diğer ana grupta yer almıştır. Buğday genotiplerindeki genetik mesafe % 33 ile % 94 arasında değişmiştir. Genotiplerden B15 ile B33 (% 94), B7 ile B11 (% 92), B4T2 ile B40 (% 89) ve B4T1 ile B10 (% 87) en fazla benzerlik gösteren genotipler olmuştur. B5T2 ile B40T1 (% 43), B6 ile B40T1 (% 40) ve B13 ile B35 (% 33) genotipleri ise genetik olarak birbirlerine en uzak genotipler olmuştur. Önceki çalışmalarda, moleküler markör verileri ile elde edilen dendrogramlarda buğday genotipleri arasındaki genetik mesafeler ile birbirlerine yakın ve uzak genotipler belirlenmiştir. Buna göre Güngör (2019) genotipler arasındaki en yakın mesafeyi % 86, Kiraz ve ark. (2019) % 76, Aydemir ve ark. (2020) % 71, Büyükakkaşlar ve ark. (2020) % 100 ve Koçyiğit ve ark. (2021) % 95 olarak belirtmişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada bazı buğday hastalıkları (sarı pas, kahverengi pas, kara pas, külleme ve başak yanıklığı) ve kalite parametreleri (bin tane ağırlığı, protein miktarı ve gluten mukavemeti) bakımından 59 buğday genotipi fonksiyonel markörlerle taranmıştır. Araştırma bulgularına göre 17 genotipte sarı pas hastalığına dayanıklılık geni tespit edilmiştir. Kahverengi pas hastalığı için 16 genotipte dayanıklılıkla ilişkili allel bulunmuştur. Buğday genotiplerinden 11 tanesinin ise kara pas hastalığına dayanıklılık geni içerdiği saptanmıştır. Buğdayda başak yanıklığı için dört genotip dayanıklılık geni ile ilişkili bulunurken, yüksek protein miktarı için tüm genotiplerde istenilen gen tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre B1 ve B27 genotiplerinin buğdayda başak yanıklığı, kara pas ve kahverengi pas hastalıklarına dayanıklılık genlerini taşıdığı belirlenmiştir. B17 genotipinin kara pas, sarı pas ve buğday başak yanıklığı hastalıklarına dayanıklılık genlerini, B9T3 genotipinin kahverengi pas ve sarı pas hastalıklarına dayanıklılık genleri taşıdığı sonucuna varılmıştır. Genotipler iki ana gruba ayrılmış, sadece üç genotip (B27, B35 ve B37) birinci grupta, geri kalan 56 genotip ikinci grupta yer almıştır. Genotiplerdeki genetik mesafe % 33 ile % 94 arasında değişmiş, B15 ile B33 (% 94) en fazla benzerlik göstermiş, B13 ile B35 (% 33) genotipleri ise birbirlerine en uzak olmuştur. Araştırma sonuçlarına göre elde edilen bilgiler ışığında allel spesifik genleri taşıyan genotipler ıslah programlarında ebeveyn/donor olarak kullanılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ayşenur UYSAL'ın 2019 yılında tamamlanan "Yurtdışı ve Türkiye Kaynaklı Yerel Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinin Fonksiyonel Markörler İle Karakterizasyonu" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarların katkısı eşittir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

KAYNAKLAR

- Akkaya A 1994. Buğday Yetiştiriciliği Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:1, Ders Kitabı No:1, Kahramanmaraş S 225.
- Altınbaş M, Tosun M, Yüce S, Konak C, Köse E, Can R 2004. Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Tane Verimi Ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerinde Genotip ve Lokasyon Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1):65-74.
- Aydemir G, Dumlupınar Z, Yüce I, Baskonuş T, Sunulu S, Gungor H 2020. Evaluation of Individuals Obtained from B28×Kunduru-1149 Reciprocal Cross Population by Functional Markers. KSU J. Agric Nat 23(4):1005-1011.
- Aydın N, Mut Z, Bayramoğlu HO, Özcan H 2005. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşit ve Hatlarının Karadeniz Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 11(3):257-262.
- Bansal UK, Muhammad S, Forrest KL, Hayden MJ, Bariana HS 2015. Mapping of A New Stem Rust Resistance Gene *Sr49* in Chromosome 5B of Wheat. Theoretical And Applied Genetics 128: 2113-2119.
- Blum A 1986. Breeding Crop Varieties for Stress Environments. Critical Reviews in Plant Sciences 2:199-237.
- Butow BJ, Ma W, Gale KR, Cornish GB, Rampling L, Larroque O, ... Békés F 2003. Molecular Discrimination of Bx7^{OE} Alleles Demonstrates That A Highly Expressed High-Molecular-Weight Glutenin Allele Has A Major Impact on Wheat Flour Dough Strength. Theoretical and Applied Genetics 107(8):1524-1532.
- Büyükakkaşlar M, Yüce İ, Başkonuş T, Dokuyucu T, Akkaya A, Dumlupınar Z 2020. Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) B27 × Ege 88 Resiprokal Melez Popülasyonunda F₄ Kuşağının Allele Özgü Markörlerle Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23(6): 1647-1655.

- Cheng X, Chai L, Chen Z, Xu L, Zhai H, Zhao A, ... Ni Z 2015. Identification And Characterization of A High Kernel Weight Mutant Induced by Gamma Radiation in Wheat (*Triticum aestivum* L.). BMC Genetics 16(1):1-9.
- Çay F 2020. Sentetik Hekzaploid Buğday Hatları ve Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 157 sy.
- Dumlupınar Z, Brown R, Campbell R, Jellen EN, Anderson J, Bonman JM, ... & Jackson E 2016. The Art of Attrition: Development of Robust Oat Microsatellites. Plant Breeding 135(3):323-334.
- Dice LR 1945. Measures of The Amount of Ecologic Association Between Species. Ecology 26:297-302.
- Distelfeld A, Uauy C, Fahima T, Dubcovsky J 2006. Physical Map of The Wheat High-Grain Protein Content Gene *Gpc-B1* and Development of A High-Throughput Molecular Marker. New Phytologist, 169(4):753-763.
- Erekel O, Öncan F, Erkul A, Yavaş İ, Şengün B, Koca YO 2005. İleri Ekmeklik Buğday Hatlarında Verim Ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül, Cilt 1:111-116, Antalya
- FAO 2019a. Türkiye'nin Biyoçeşitliliği: Genetik Kaynakların Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemlerine Katkısı. Ankara. 222 sy. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- FAO 2019b. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu. FAOSTAT <http://www.fao.org/faostat/en/> [Erişim Tarihi: 15.03.2021]
- Güngör H, Başal H, Yüce İ, Kekilli Ö, Akçadağ M, Dumlupınar Z 2018. Genetic Analysis of Some Yield Associated Traits of F₃ Segregating Population of Bread Wheat. Fresenius Environmental Bulletin, 27(7):4857-4866.
- Güngör H 2019. Allelic Variations And Agronomic Comparisons of Durum Wheat Cultivars Under East-Mediterranean Conditions International Journal of Agriculture And Biology 21(4):891-898 Doi: 10.17957/Ijab/15.0972.
- Güngör H, Dumlupınar Z 2019. Bolu Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Verim, Verim Unsurları ve Kalite Yönünden Değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 6(1): 44-51.
- Koçyiğit BK, Yüce İ, Başkonuş T, Dokuyucu T, Akkaya A, Dumlupınar Z 2021. Seri 82 × B35 Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Melez Popülasyonunda F₄ Bireylerinin Fonksiyonel DNA Markörleri ile Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (4) : 586-593.
- Kiraz H, Yüce İ, Kaya E, Kekilli Ö, Ocaktan H, Topsakal M, Gürocak NY, Osanmaz H, Kılınç FM, Başkonuş T, Dumlupınar Z 2019. Characterization of M₃ Mutants of Seri 82 Bread Wheat Cultivar Using Functional Markers. BSJ Agri, 2(4):194-202.
- Landjeva S, Korzun V, Börner A 2007. Molecular Markers: Actual And Potential Contributions To Wheat Genome Characterization And Breeding. Euphytica 156:271-296.
- Li YC, Fahima T, Peng JH, Roder MS, Kirzhner VM, Beiles A, Korol AB, Nevo E 2000. Edaphitic Microsatellite DNA Divergence in Wild Emmer Wheat, *Triticum dicoccoides*, At A Microsite: Tabigha, Israel. Theor Appl Genet 101:1029-1038.
- Li, XP, Lan SQ, Zhang YL, Liu YP 2010. Identification of Molecular Markers Linked To The Genes For Purple Grain Color in Wheat (*Triticum aestivum* L.). Genetic Resources and Crop Evolution 57(7):1007-1012.
- Li Q, Chen XM, Wang MN, Jing JX 2011. Yr45, A New Wheat Gene For Stripe Rust Resistance on The Long Arm of Chromosome 3D. Theor Appl Genet 122:189-197.
- Liu S, Anderson JA 2003. Marker Assisted Evaluation of Fusarium Head Blight Resistant Wheat Germplasm. Crop Science 46(3): 760-766.
- Lowe I, Jankuloski L, Chao S, Chen X, See D, Dubcovsky J 2011. Mapping And Validation of QTL Which Confer Partial Resistance To Broadly Virulent Post-2000 North American Races of Stripe Rusti Hexaploid Wheat. Theor Appl Genet 123:143-157.
- Mackill DJ, Nguyen HT, Zhang J 1999. Use of Molecular Markers in Plant Improvement Programs for Rainfed Lowland Rice. Field Crop Res 64:177-185.
- Mut Z, Aydın N, Özcan H, Bayramoğlu HO 2005. Orta Karadeniz Bölgesinde Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. GOP Üni. Ziraat Fak. Dergisi 22 (2): 85-93.
- Mut Z, Bayramoğlu HO, Özcan H 2007. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Verim ve Başlıca Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 22(2):193-201.
- Oliver RE, Obert DE, Hu G, Bonman JM, O'Leary-Jepsen E, Jackson EW 2010. Development of Oat-Based Markers From Barley And Wheat Microsatellites. Genome 53(6): 458-471.
- Özberk İ, Zencirci N, Özkan H, Özberk F, Eser V 2010. Dünden Bugüne Makarnalık Buğday Islahı ve Geleceğe Bakış. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Konferansı 43-66 sy. 17-18 Mayıs, 2010 Şanlıurfa.
- Pehlivan A, İkincikarakaya S 2017. Makarnalık Buğdayda Kalite Islahı Çalışmaları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 26(1):127-151.
- Rohlf FJ 2005. NTSYS-Pc: Numerical Taxonomy And Multivariate Analysis System Version 2.2. Setauket, Exeter Publishing, New York, USA.

- Röder MS, Korzun V, Wendehake K, Plaschke J, Tixier MH, Leroy P, Ganal MW 1998. A Microsatellite Map of Wwheat. *Genetics* 149 (4): 2007-2023.
- Serfling A, Kopahnke D, Habekuss A, Novakazi F, Ordon F 2016. *Wheat Diseases: An Overview in Achieving Sustainable Cultivation of Wheat*, © Burleigh Dodds Science Publishing Limited Cambridge UK. 33 sy.
- Suwarno WB, Pixley KV, Palacios-Rojas N ve ark. 2015 Genome-wide Association Analysis Reveals New Targets for Carotenoid Biofortification in Maize. *Theor Appl Genet* 128:851–864.
- Tayyar Ş 2005. Biga Koşullarında Yetiştirilen Farklı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşit ve Hatlarının Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Saptanması. *Akdeniz Ü.Z.F. Dergisi* 18(3):405-409.
- Tekin A, Aslan E, Herek S, Dokuyucu T, Gezginç H, Tekerek H, Dumlupınar Z, Akkaya A 2017. Türkiye Orjinli Yulaf Genotiplerinin Basit Dizi Tekrarları (SSR) Markörleriyle Karakterizasyonu. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 20 (4): 378-384.
- TUİK 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr [Erişim Tarihi: 15.03.2021]
- Ünal S 2002. Buğdayda Kalitenin Önemi ve Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*. 25-37 sy. 3-4 Ekim, Gaziantep
- Weir BS 1996. *Genetic Data Analysis II: Methods for Discrete Population Genetic Data*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland., MA, 437 sy.
- Yong REN, Li SR, Wei YM, Zhou Q, Du XY, H, YJ, Zheng YL 2015. Molecular Mapping of A Stripe Rust Resistance Gene in Chinese Wheat Cultivar Mianmai 41. *Journal of Integrative Agriculture* 14(2):295-304.

Farklı Ekim Sıklıklarında Çavdar Genotiplerinin Tane Verimi ve Bazı Yem Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Özge Doğanay ERBAŞ KÖSE^{1*}, Zeki MUT²

^{1,2}Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-0429-3325>, ²<https://orcid.org/0000-0002-1465-3630>

✉: ozgedoganay.erbas@bilecik.edu.tr

ÖZET

Çalışmanın amacı, çavdar genotiplerinde farklı ekim sıklığı uygulamalarının (350, 425, 500, 575, 650, 725 tohum m⁻²) tane verimi ve kalite üzerine etkisini belirlenmektedir. Çalışma, birer tescilli tritikale (Karma-2000) ve çavdar (Aslım-95) çeşidi ile iki yerel çavdar hattı (Bayburt ve Yozgat) olmak üzere dört genotip kullanılarak 2014-2015 ve 2015-2016 yetiştirme sezonlarında yürütülmüştür. Deneme bölünmüş parseller deneme deseninde; ana parsellere genotipler, alt parsellere ekim sıklıkları yerleştirilerek üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Yıllar üzerinden birleştirilerek yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, tane verimi, bitki boyu, bin tane ağırlığı, nişasta oranı, ham protein oranı, ham yağ oranı, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) değerleri üzerine genotip ve ekim sıklıklarının (yağ oranı hariç) etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Tane verimi en yüksek 3.94 ton ha⁻¹ ile m²'de 575 tohum sıklığı uygulamasından elde edilirken, regresyon denkleminde en uygun ekim sıklığı 563 tohum m⁻² olarak tespit edilmiştir. Çavdar genotiplerini kendi içinde değerlendirdiğimizde yerel genotiplerin kalite özellikleri bakımından Aslım-95 çeşidinden daha iyi değerlere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 28.04.2021

Kabul Tarihi : 03.09.2021

Anahtar Kelimeler

Çavdar
Tohum Sıklığı
Tane Verimi
Yem Kalitesi

Determination of Grain Yield and Some Forage Quality Traits of Rye Genotypes at Different Sowing Densities

ABSTRACT

The objective of this study was to determine grain yield and forage quality of rye genotypes under the impact of different sowing densities (350, 425, 500, 575, 650, 725 seeds m⁻²). The study was conducted in 2014-2015 and 2015-2016 growing seasons using four genotypes, one registered tritikale (Karma-2000) and one rye (Aslım-95) and two local ryes (Bayburt and Yozgat). The experiments were performed in a split-plot design with three replications, genotypes took place at main plots and sowing densities at sub-plots. According to the results of the variance analysis of the combined years, genotypes and sowing densities (except oil ratio) were found to be statistically significant in terms of grain yield, plant height, thousand grain weight, starch content, crude protein content, crude fat content, acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) values. While the highest grain yield was obtained from 575 sowing density per m² with 3.94 tons of ha⁻¹, the optimum sowing density was determined as 563 seeds/m² according to the regression equation. When we evaluated the rye genotypes within themselves, it was concluded that the local genotypes had better values than the Aslım-95 cultivar in terms of quality traits.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 28.04.2021

Accepted : 03.09.2021

Keywords

Rye
Seed Density
Grain Yield
Forage Quality

Atıf Şekli: Erbaş Köse ÖD, Mut Z 2022. Farklı Ekim Sıklıklarında Çavdar Genotiplerinin Tane Verimi ve Bazı Yem Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 778-786. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.929511>

To Cite : Erbaş Köse ÖD, Mut Z 2022. Determination of Grain Yield and Some Forage Quality Traits of Rye Genotypes at Different Sowing Densities. KSU J. Agric Nat 25 (4): 778-786. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.929511>

GİRİŞ

Çavdar (*Secale cereale* L.) tanesi, öncelikle hayvan yemi, ekmek unu, biyogaz, biyoetanol veya alkol üretiminde kullanılan önemli bir tahıldır. Çavdar dünyada 4.2 milyon ha alanda yetiştirilmekte ve bu alandan yaklaşık 12.8 milyon ton ürün elde edilmektedir. Dünya üretiminin % 86.3'ü Avrupa kıtasında yetiştirilen çavdarlardan üretilmektedir (Anonim, 2019). Türkiye'de farklı ekolojilerde 104 bin ha alanda ekilmekte ve 295 bin ton ürün elde edilmektedir (Anonim, 2020).

İyi gelişmiş kuraklık toleransı (Chmielewski ve Köhn, 2000), yüksek don toleransı (Krueger ve ark., 2011) ve fotosentez etkinliği yüksek olan çavdar verimsiz toptak koşulları ile iklimsel olarak daha az elverişli ortamlara adapte olmuştur. Türkiye'de de çoğunlukla diğer tahıllar için elverişli olmayan alanlarda yetiştirilen çavdarın, diğer serin iklim tahıllarına göre, boyu daha uzun ve rekabet yeteneği daha yüksektir (Kabak ve Akçura, 2017). Buna rağmen çavdar yabancı döllendiğinden (Oljaca ve ark., 2010) buğday, arpa ve yulaf gibi kendine döllenilen bitkilerle kıyaslandığında ıslahı daha yavaş gelişmiş ve üretimi son 50 yılda % 58 oranında azalmıştır (Anonim, 2019). Türkiye'de yerel olarak yetiştirilen çavdarlarda önemli varyasyonlar vardır. Fakat ıslah çalışmaları ile bu varyasyondan yararlanarak yeni çeşit geliştirilememiş ve yabancı orijinli Aslm-95 çeşidi Türkiye'de yetiştirilen tek tescilli çavdar çeşidi olarak kalmıştır (Kabak ve Akçura, 2017).

Çavdar Avrupa Birliğinde Orta ve Doğu bölgelerinde yer alan ülkelerde ekmeklik, diğer ülkelerde ekmeklik buğdaya katkı maddesi, alkol ve viski endüstrisinin hammaddesi ya da hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de üretilen çavdarın ise çoğu ekmeklik, az bir bölümü yemlik olarak kullanılır (Topal ve ark., 2015).

Tahıl yetiştiriciliğinin ekonomik etkinliği, yalnızca tahıl verimi ile değil aynı zamanda kalitesi ile de ifade edilmektedir. Çavdarın diğer tahıllardan daha düşük endosperm oranı nedeniyle un verimi de düşüktür. Çavdar unu daha koyu renkli, kül içeriği daha yüksek ve buğday unundan daha düşük protein içeriğine sahip olmasına rağmen daha yüksek biyolojik değere sahiptir (Kucerova, 2009). İnsanların sağlıklı beslenmesi açısından, unlu mamüllere çavdar ve öğütülmüş çavdar ürünlerinin katkıları önemlidir. Bu ürünlerde değişik oranlarda katılan çavdar unu, bağırsak mukozası üzerinde koruyucu bir etki yapan ve kan kolesterolünün düzenlenmesine yardımcı olan pentosan yüzdesinin artmasına katkıda bulunur (Prihoda, 2005). Ayrıca, çavdardan elde edilen ürünlerin raf ömründe uzundur (Kucerova, 2009). Son yıllarda sağlıklı beslenme ile ilgili yapılan araştırmalar, ekmeğin içindeki besin lifi içeriğinin

önemine dikkat çekmektedir. Bunlar nişasta olmayan polisakkaritler, enzim-dayanıklı nişasta ve lignin olarak tanımlanabilir. Sağlıklı beslenme için diyetisyenler tarafından kişi başına günde 25-35 g besin lifi alması gerektiği önerilmektedir. Serin iklim tahılları içerisinde tam danede en fazla besin lifi %15-17 ile çavdarda, %10-13 ile ekmeklik buğdayda, %11-13 ile ise kavuzu soyulmuş yulaf denesinde bulunmaktadır. Bunun yanında çavdar danesi endosperminin dış tabakası proteinler, mineraller ve vitaminler, özellikle B-vitaminlerince zengindir. İnsan beslenmesindeki tüm bu olumlu özellikleri nedeniyle ekmek ve diğer unlu mamullerin yapımında kullanılması ve yaygınlaştırılması gerekmektedir (Topal ve ark., 2015).

Çavdarın teknolojik özellikleri ve kalitesi diğer tahıllara benzer şekilde genotip, iklim ve toprak koşulları yanında yetiştirme tekniklerinden de etkilenmektedir (Rola ve ark., 2009). Ekim sıklığı ve ekim zamanı gibi yetiştirme teknikleri, tahılların agronomik performansını belirleyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır (Schwarte ve ark., 2005). Ekim sıklığı, yüksek tohum masrafı yaratmasından dolayı tarımda önemli bir faktördür (Macholdt ve Honermeier, 2017). Bu nedenle, farklı genotiplerde değişen ekim sıklığının verim seviyesi üzerindeki etkisinin yanı sıra kalite özelliklerine etkisinin de araştırılması önemlidir. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de çavdar üzerine yapılan çalışmalar sınırlı kalmıştır. Bitki yetiştiriciliğinde metrekareye atılacak tohum miktarı; yetiştirme amacı ve tekniği, ekim zamanı, tohum büyüklüğü ve bin tane ağırlığı gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir (Erbaş Köse ve ark., 2019).

Bu çalışma, farklı ekim sıklıklarında çavdar genotiplerinin tane verimi ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Çalışmada, Uluslararası Bahri Dağdaş Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilen Aslm-95 çavdar çeşidi, Bayburt ve Yozgat'ta yetiştirilen birer adet yerel çavdar çeşidi ile Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilen Karma-2000 tritikale çeşidi kullanılmıştır. Tritikale çavdara alternatif olarak üretilen bir bitki olduğundan çavdar genotipleri yanında Orta Anadolu için tescilli Karma-2000 tritikale çeşidi çalışmada kullanılmıştır.

Metot

Çalışmada, her iki yılda da deneme alanı topraklarının killi-tınlı yapıda, organik maddece fakir, orta kireçli, fosfor içeriği orta ve potasyum içeriği yüksek olduğu belirlenmiştir. Denemenin

yürütüldüğü yıllara ve uzun yıllara (son 25 yıl) ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de görüldüğü üzere, 2014-2015, 2015-2016 yetiştirme sezonlarında ve uzun yıllarda yağış

toplamı sırasıyla 688.8, 546.1 ve 560.3 mm olurken, sıcaklık ortalaması sırasıyla 7.9, 8.8 ve 7.2 °C olmuştur.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü yıllara ve uzun yıllara ait iklim verileri

Table 1. Climate data for the years and long years in which the trial was conducted

Aylar	Toplam yağış (mm)			Ortalama sıcaklık (°C)		
	2014-2015	2015-2016	Uzun yıllar	2014-2015	2015-2016	Uzun yıllar
Ekim	72.6	3.0	42.6	10.8	11.8	10.2
Kasım	61.4	43.9	63.8	4.6	6.1	4.2
Aralık	53.3	75.9	76.6	4.2	-1.6	0.0
Ocak	54.5	139.9	65.1	-1.2	-2.0	-2.0
Şubat	69.6	65.4	61.5	0.8	4.7	-0.9
Mart	115.2	62.0	62.1	4.7	5.4	3.0
Nisan	28.0	24.6	69.5	6.7	12.0	8.3
Mayıs	131.8	101.5	62.1	13.5	12.6	12.9
Haziran	95.3	29.1	42.2	16.0	18.2	16.8
Temmuz	7.1	0.8	14.8	19.6	20.4	19.8
Genel Toplam/Ort.	688.8	546.1	560.3	7.97	8.76	7.2

Çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 6 ekim sıklığında (350, 425, 500, 575, 650 ve 725 tohum m⁻²) ve 4 genotip ile 2014-2015 ve 2015-2016 yetiştirme sezonunda 2 yıl süre ile yürütülmüştür. Ekimden önce kullanılan her genotip için tohumlarda çimlendirme testleri yapılmıştır. Her iki yılda da ekim işlemi, Ekim ayının üçüncü haftasında 6 metre uzunluğundaki parsellere, 8 sıra ve 20 cm sıra arası olacak şekilde deneme mibzeri ile yapılmıştır. Denemeler bölünmüş parseller deneme desenine göre ana parsellere genotipler (Bayburt, Aslım-95, Yozgat ve Karma-2000) ve alt parsellere ekim sıklıkları (350, 425, 500, 575, 650 ve 725 tohum m⁻²) gelecek şekilde 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Gübreleme dekara 8 kg N ve 6 kg P₂O₅ olacak şekilde, fosforun tamamı ile azotun yarısı ekimle birlikte, diğer yarısı ise sapa kalkma dönemi öncesinde uygulanmıştır. Yabancı otları kontrol etmek için herbisit kullanılmıştır. Hasat işlemi; parsel kenarlarından birer sıra ve parsel başlarından 50'şer cm kenar tesir atıldıktan sonra geriye kalan kısım orakla biçilerek yapılmış, birkaç gün kurumaya beklenen bitkiler parsel harman makinesi ile harmanlanmıştır.

Yapılan Ölçüm ve Analizler

Araştırmada tane verimi, hasat ve harman işlemini takiben, her parselden elde edilen tane verimleri tartılmış ve elde edilen değerler hektar başına ton olarak verilmiştir. Bitki boyu her parselde rastgele 10 bitkinin toprak yüzeyinden başağın en uç noktasına kadar olan kısım ölçülerek ortalaması alınmış ve cm olarak belirlenmiştir. Bin tane ağırlığı tohum sayma cihazı (Chopin technologies-Numigral) ile 4 × 100 adet tohum sayılıp ortalaması alınmış ve 10 ile çarpılarak hesaplanmış ve g olarak ifade edilmiştir. Kimyasal analizler için, her parselden elde edilen tohumlar temizlendikten sonra 0.5 mm eleğe sahip çekiçli

değirmen ile öğütülmüştür. Örnekler sonraki analizler için + 4 °C'de saklanmıştır. Numuneler her iki yılda da hasattan sonraki üç ay içinde analiz edilmiştir. Örneklerin, ham protein içeriği Concon ve Soltess (1973)'in Micro Kjeldhal yöntemi, yağ içeriği (1977)'in Soxhlet yöntemi, nişasta içeriği Ewers Polarimetric Method of AACC (2005), ADF ve NDF içeriği Van Soest ve ark. (1991)'nin ANKOM 220 Fiber Analizörü kullanılarak belirlenmiştir.

İstatistik Analizler

Araştırmada, elde edilen verilerin varyans (ANOVA) ve regresyon analizi MSTATC istatistik paket programında yapılmış, incelenen özelliklere ait ortalamalar arasındaki farklılıklar ise LSD çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Denemeler bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Dört genotip ve altı farklı ekim sıklığı uygulanan çalışmada yılların ayrı ayrı ve birleştirilmiş varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Tane Verimi

Çalışmada, birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre, tane verimi bakımından yıl, genotip ve ekim sıklıkları arasında istatistik olarak önemli farklar belirlenmiştir. Ayrıca tane verimi üzerine Y × G interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 2). En düşük tane verimi m²'de 350 tohum ekiminden (2.79 ha ton⁻¹) elde edilirken, en yüksek m²'de 575 tohum ekiminden (3.94 ha ton⁻¹) elde edilmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4). En yüksek tane verimine sırasıyla Karma-2000 (3.72 ton ha⁻¹), Bayburt (3.34 ton ha⁻¹), Aslım-95 (3.29 ton ha⁻¹) ve Yozgat (3.18 ton ha⁻¹) genotipleri sahip olmuştur.

Çizelge 2. İncelenen özelliklere ait verilerin birleşik yıllara ait varyans analizi sonucu bulunan kareler ortalaması ve önemlilikleri

Table 2. The mean of squares and their significance found as a result of variance analysis of the data belonging to the examined features for the combined years

	SD	TV	BB	BTA	NO	PO	YO	ADF	NDF
Yıl (Y)	1	5.38**	21734.1**	64.3**	494.3**	1.46	1.90**	43.94**	35.10**
Tekrar*(Y)	4	0.77	6.9	1.2	1.8	1.50	0.04	0.24	0.54
Genotip (G)	3	1.93**	8228.7**	708.4**	189.9**	5.16**	1.91**	5.36**	54.0**
Y×G İnt.	3	0.67**	1085.6**	44.0**	15.7	2.42*	0.19*	1.76**	0.67
Hata ₁	12	0.10	17.3	0.4	5.0	0.65	0.05	0.19	0.94
Ekim Sıklığı (ES)	5	4.98**	157.6**	56.5**	31.7**	5.22**	0.05	0.58*	3.15**
Y×ES int	5	0.06	72.2**	4.4*	7.5*	1.64*	0.07	1.49**	1.75**
G×ES int	15	0.26	47.1*	4.3**	2.3	1.55**	0.02	0.49*	0.58
Y×G×ES int	15	0.23	50.5*	2.1	1.3	0.68	0.04	0.45**	0.47
Hata ₂	80	0.26	20.7	1.5	2.4	0.60	0.04	0.26	0.37
CV		15.16	4.43	4.07	2.67	5.46	5.00	8.19	2.82

*: P<0.05 düzeyinde önemli, **: P<0.01 düzeyinde önemli, SD: Serbestlik derecesi, CV: Varyasyon katsayısı (%), TV: Tane verimi (ton ha⁻¹), BB: Bitki boyu (cm), BTA: Bin tane ağırlığı (g), NO: Nişasta oranı (%), PO: Protein oranı (%), YO: Yağ oranı (%), ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif (%), NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif (%)

Çizelge 3. Birleştirilmiş yıllarda genotiplerin tane verimi ve incelenen özelliklerinin ortalama değerleri ve ortalamaların standart hataları

Table 3. Mean values and standard errors of means of grain yield and investigated traits of genotypes in combined years

Genotipler	TV	BB	BTA	NO	PO	YO	ADF	NDF
Yozgat	3.18±0.11	111.7±2.78	29.2±0.62	58.3±0.38	13.9±0.18	1.72±0.03	3.89±0.10	21.8±0.13
Aşım-95	3.29±0.10	111.1±3.15	27.1±0.32	57.6±0.41	13.8±0.13	1.67±0.03	4.29±0.15	22.5±0.15
Bayburt	3.34±0.11	108.1±2.08	27.3±0.21	55.8±0.58	14.8±0.18	1.99±0.05	4.64±0.16	22.6±0.15
Karma-2000	3.72±0.13	80.2±1.21	36.5±0.20	61.4±0.39	14.2±0.17	1.43±0.04	3.80±0.13	19.9±0.18
LSD % ₅	0.17	2.14	0.32	1.15	0.41	0.12	0.22	0.50

TV: Tane verimi (ton ha⁻¹), BB: Bitki boyu (cm), BTA: Bin tane ağırlığı (g), NO: Nişasta oranı (%), PO: Protein oranı (%), YO: Yağ oranı (%), ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif (%), NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif (%)

Çizelge 4. Birleştirilmiş yıllarda farklı ekim sıklıklarının tane verimi ve incelenen özelliklerinin ortalama değerleri

Table 4. Mean values of grain yield and investigated traits at different sowing density in combined years

Ekim Sıklığı	TV	BB	BTA	NO	PO	YO	ADF	NDF
350	2.79±0.11	98.7±3.43	32.2±0.84	59.8±0.57	13.6±0.15	1.63±0.05	4.01±0.17	21.3±0.24
425	3.18±0.11	103.9±4.11	31.1±0.84	59.0±0.64	14.2±0.19	1.67±0.06	3.97±0.14	21.5±0.24
500	3.79±0.11	106.5±4.62	30.4±0.87	58.6±0.63	13.9±0.25	1.70±0.07	4.12±0.17	21.6±0.32
575	3.94±0.12	103.3±4.13	29.6±0.91	58.3±0.54	14.1±0.14	1.73±0.06	4.36±0.21	21.6±0.26
650	3.57±0.12	101.7±3.77	29.2±0.92	57.5±0.69	14.6±0.20	1.71±0.07	4.17±0.19	22.1±0.30
725	3.03±0.14	102.6±3.94	27.8±0.91	56.5±0.87	14.8±0.22	1.76±0.07	4.30±0.21	22.2±0.34
LSD % ₅	0.30	2.62	0.70	0.90	0.45	0.11	0.29	0.35

TV: Tane verimi (ton ha⁻¹), BB: Bitki boyu (cm), BTA: Bin tane ağırlığı (g), NO: Nişasta oranı (%), PO: Protein oranı (%), YO: Yağ oranı (%), ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif (%), NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif (%)

Çizelge 4'de görüldüğü üzere her iki yetiştirme yılında da m²'de 575 tohum sıklığında tüm genotiplerin daha yüksek tane verimi verdiği belirlenmiştir. En yüksek tane verimi Karma-2000 çeşidinden hektara 4.58 ton ile m²'de 575 tohum sıklığında, en düşük tane verimi Bayburt genotipinden hektara 2.49 ton ile m²'de 350 tohum sıklığında olduğunda elde edilmiştir (Çizelge 5 ve Şekil 1). Yapılan regresyon analizi sonucunda farklı ekim sıklıklarının genotipler üzerine etkisinin

kuadratik olduğu, sıklık arttıkça belirli bir noktaya kadar verimin arttığı sonra azaldığı belirlenmiştir (Şekil 2). Çalışmada en yüksek tane verimi 575 tohum m² ekim sıklığı uygulamasından elde edilmiş olup, yapılan regresyon analizi sonunda maksimum verimi veren bitki sıklığının 563 tohum m² olduğu belirlenmiştir.

Genotip × yıl interaksyonunun önemli bulunması genotiplerin verim performanslarının yıllara göre değiştiğini göstermiştir. İlk yıl ikinci yıla nazaran 142

mm daha fazla yağış düşmüş ve (Çizelge 1) buna paralel olarak tane verimi birinci yıl ikinci yıldan daha yüksek gerçekleşmiştir (Şekil 3). Kucerova (2009) çavdarda tane veriminin yıl, genotip ve lokasyonlara göre değiştiğini bildirirken, Macholdt ve Honermeier (2017) çavdarın tane veriminin yıl,

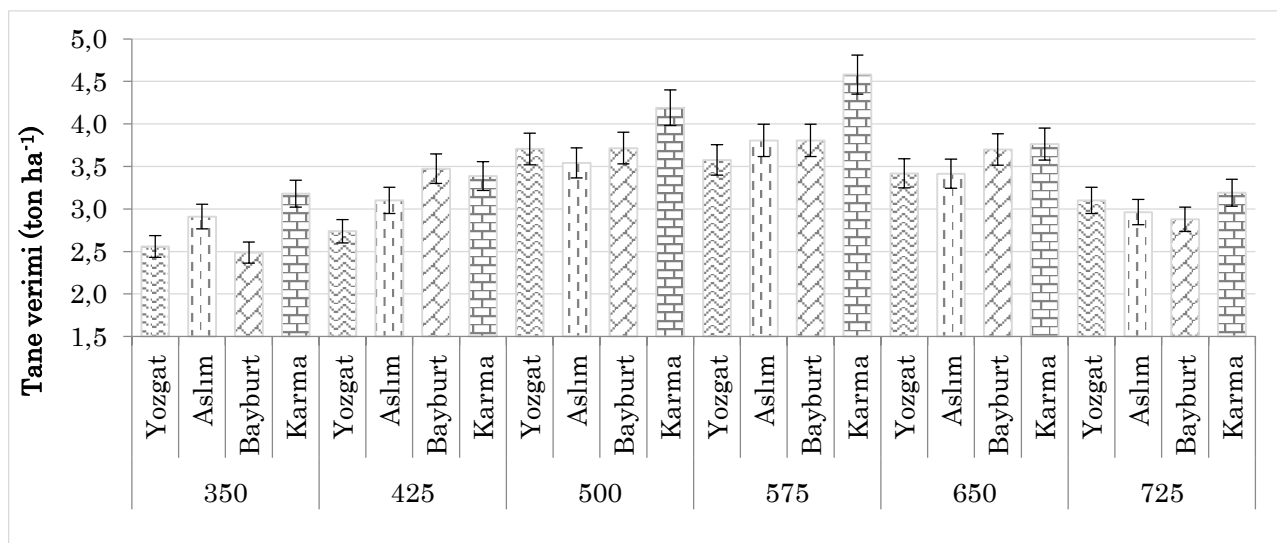
genotip, ekim zamanı ve ekim sıklığı gibi faktörlerden etkilendiğini bildirmiştir. Kabak ve Akçura (2017) 81 çavdar populasyonu ile yapmış oldukları çalışmada tane veriminin hektara 0.93 ile 3.41 ton arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 5. Birleştirilmiş yıllarda incelenen özelliklerin genotip ve ekim sıklığı interaksyonları ait ortalama veriler ve ortalamaların standart hataları

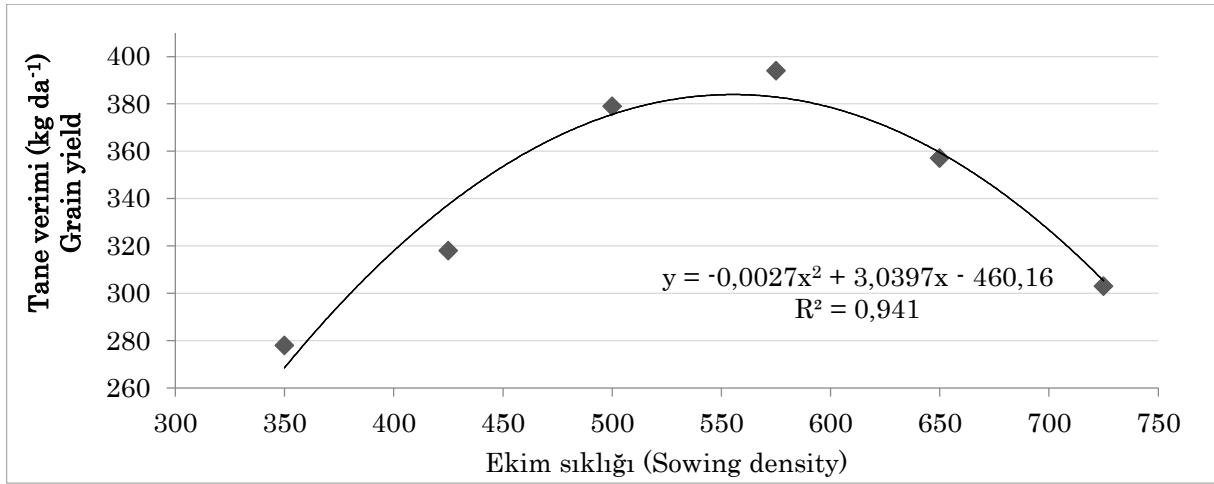
Table 5. Mean and standard errors of means of interaction between sowing densities and genotypes on investigated traits for combined years

Genotip	ES	TV	BB*	BTA**	NO	PO**	YO	ADF*	NDF
Yozgat	350	2.56±0.26	105.0±5.18	32.5±2.05	59.9±1.04	13.2±0.43	1.59±0.08	3.51±0.19	21.0±0.25
	425	2.74±0.12	112.9±8.27	30.6±1.28	58.7±0.90	13.7±0.36	1.72±0.07	3.85±0.17	21.8±0.15
	500	3.71±0.07	119.2±6.56	30.2±1.13	58.5±0.80	13.4±0.41	1.76±0.05	3.88±0.17	21.9±0.19
	575	3.58±0.22	109.9±9.18	28.4±0.88	58.3±0.71	13.8±0.27	1.76±0.08	3.99±0.19	21.8±0.22
	650	3.42±0.28	111.4±6.68	28.2±0.79	57.4±0.91	14.3±0.25	1.74±0.05	4.01±0.35	22.2±0.42
	725	3.10±0.29	111.6±5.99	25.3±1.27	56.9±1.02	15.1±0.49	1.74±0.08	4.12±0.39	22.4±0.38
Aslım-95	350	2.91±0.20	106.1±6.14	29.7±0.52	58.4±1.16	13.6±0.17	1.66±0.06	4.23±0.35	22.1±0.38
	425	3.10±0.15	111.2±8.49	28.5±0.48	58.3±1.09	13.8±0.34	1.60±0.04	4.27±0.28	22.1±0.31
	500	3.54±0.15	118.6±9.75	27.4±0.31	57.5±1.09	13.7±0.29	1.65±0.14	4.42±0.40	22.8±0.32
	575	3.81±0.05	111.3±9.45	26.1±0.21	57.4±1.00	13.8±0.11	1.78±0.09	4.41±0.47	22.5±0.41
	650	3.42±0.29	109.8±6.92	25.5±0.16	57.7±1.16	13.8±0.47	1.68±0.10	4.31±0.41	22.5±0.43
	725	2.96±0.32	109.5±7.58	25.0±0.30	56.4±1.42	14.6±0.39	1.64±0.10	4.08±0.44	22.8±0.38
Bayburt	350	2.49±0.12	105.7±4.10	29.1±0.52	58.2±0.98	13.3±0.20	1.90±0.04	4.96±0.13	22.3±0.20
	425	3.47±0.18	110.5±4.56	27.9±0.48	56.7±1.36	15.1±0.28	1.94±0.17	4.14±0.36	22.1±0.36
	500	3.72±0.15	108.6±5.72	27.0±0.31	56.2±1.03	15.0±0.42	1.95±0.12	4.13±0.32	22.5±0.23
	575	3.81±0.19	106.8±6.88	27.1±0.21	56.3±0.87	14.4±0.41	1.96±0.09	5.09±0.51	22.2±0.29
	650	3.70±0.07	106.5±5.47	26.5±0.16	55.0±1.59	14.8±0.40	2.05±0.11	4.76±0.33	23.1±0.47
	725	2.88±0.34	110.8±5.41	26.1±0.30	52.7±1.89	15.6±0.28	2.12±0.15	4.76±0.55	23.2±0.47
Karma-2000	350	3.18±0.14	78.0±4.50	37.3±0.21	62.5±0.46	14.1±0.21	1.39±0.07	3.32±0.10	19.8±0.21
	425	3.39±0.27	80.9±2.94	37.2±0.25	62.30.41±	14.0±0.28	1.42±0.08	3.63±0.28	19.7±0.15
	500	4.19±0.36	79.5±3.60	36.8±0.42	62.1±0.81	13.4±0.59	1.44±0.14	4.05±0.45	19.2±0.28
	575	4.58±0.20	85.2±1.82	36.7±0.55	61.2±0.68	14.4±0.22	1.42±0.08	3.97±0.34	20.0±0.33
	650	3.76±0.31	79.3±1.64	36.4±0.18	60.0±1.23	15.3±0.25	1.38±0.15	3.60±0.39	20.6±0.61
	725	3.19±0.24	78.4±2.49	34.7±0.45	60.0±1.45	14.1±0.42	1.52±0.10	4.23±0.29	20.3±0.74
LSD %5		0.83	7.40	1.98	2.53	1.26	0.30	0.82	0.99

*: P<0.05 düzeyinde önemli, **: P<0.01 düzeyinde önemli, ES: Ekim sıklığı, TV: Tane verimi (ton ha⁻¹), BB: Bitki boyu (cm), BTA: Bin tane ağırlığı (g), NO: Nişasta oranı (%), PO: Protein oranı (%), YO: Yağ oranı (%), ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif (%), NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif (%)



Şekil 1. İncelenen genotiplerin farklı ekim sıklıklarında ortalama tane verimleri
Figure 1. Average grain yields of the studied genotypes at different sowing densities



Şekil 2. Tane verimine ait regrasyon grafiği
Figure 2. Regression graph of grain yield

Bitki Boyu

Birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre, bitki boyu üzerine yıl, genotip ve ekim sıklıkları ile Y×G, Y×ES, G×ES ve Y×G×ES interaksiyonlarının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Genotiplerin bitki boyu 80.2 (Karma-2000) ile 111.7 cm (Yozgat) arasında değişmiştir. En kısa bitki boyu 98.7 cm ile m²'de 350 tohum ekildiğinde, en uzun 106.5 cm ile m²'de 500 tohum ekildiğinde elde edilmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4). Genotip × ekim sıklığı interaksiyonuna göre en uzun bitki boyu 119.2 cm ile m²'de 575 ekim sıklığında Yozgat genotipinden, en kısa bitki boyu 78.0 cm ile 350 ekim sıklığında Karma-2000 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 5). Bitki boyu birinci yıl ikinci yıldan daha yüksek gerçekleşmiştir (Şekil 3). Bunun birinci yıl yağış miktarının (688.8 mm) ikinci yıldan (546.1 mm) daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda bitki boyunun genotiplere ve yıllara göre değiştiği bildirilmiştir (Kabak ve Akçura, 2017; Karataş ve ark., 2020). Tritikale genotiplerinde yapılan çalışmalarda bitki boyu üzerine ekim sıklığının önemli derecede etki ettiği bildirilmiştir (Atak ve Çiftçi, 2005; Kaydan ve Yağmur, 2008; Erol ve Ülker, 2016). Kabak ve Akçura (2017) farklı çavdar genotiplerinde bitki boyunun 120.91 ile 146.47 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bin Tane Ağırlığı

Bin tane ağırlığı bakımından birleştirilmiş varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Bin tane ağırlığı üzerine yıl, genotip ve ekim sıklıkları ile Y×G, Y×ES ve G×ES interaksiyonlarının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Genotiplerin bin tane ağırlığı 27.1 (Aslım-95) ile 36.5 g (Karma-2000) arasında değişmiştir. Ekim sıklığına göre en yüksek bin tane ağırlığı 32.2 g ile m²'ye 350 tohum ekildiğinde, en düşük 27.8 g ile m²'ye 725 tohum ekildiğinde elde edilmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4).

Genotip × ekim sıklığı interaksiyonuna göre en yüksek bin tane ağırlığı 37.3 g ile m²'ye 350 tohum ekildiğinde Karma-2000 tritikale çeşidinden, en düşük 25.0 g ile m²'de 725 ekim sıklığında Aslım-95 çavdar çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 5). Bin tane ağırlığı birinci yıl ikinci yıldan daha yüksek gerçekleşmiştir (Şekil 3). Birinci yıl bin tane ağırlığı ortalamasının ikinci yıldan yüksek olması, birinci yıl büyüme periyodunda daha yüksek yağış almasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, bin tane ağırlığının, ekim sıklığı arttıkça azaldığı görülmektedir. Ekim sıklığı arttıkça, birim alana düşen bitki ve başak sayısı da artacağından bin tane ağırlığı düşmektedir. Karataş ve ark. (2020) farklı çavdar genotiplerinde yaptıkları çalışmada bin tane ağırlığının genotip ve yıllara göre değiştiğini, genotiplerin bin tane ağırlığının 31.43 ile 37.46 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Nişasta Oranı

Birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre, nişasta oranına yılların, genotiplerin ve ekim sıklıklarının etkisinin de önemli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, nişasta oranı üzerine Y×G interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Genotiplerin nişasta oranı % 55.8 (Bayburt) ile 64.8 (Karma-2000) arasında değişmiştir. Ekim sıklığına göre ise en yüksek nişasta oranı % 59.8 ile m²'de 350 tohum ekildiğinde, en düşük % 56.5 ile m²'de 725 tohum ekildiğinde elde edilmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4). Nişasta oranı birinci yıl ikinci yıldan daha yüksek gerçekleşmiştir (Şekil 3). Birinci yıl ikinci yıldan daha yüksek yağış düşmesi bitkilerin daha fazla vegetatif gelişme ve dolayısıyla taneye daha fazla karbonhidrat biriktirerek bin tane ağırlığının yüksek olmasına ve buna bağlı olarak da nişasta oranının da daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Hem ayrı ayrı yılların hem de birleştirilmiş yılların analizinde nişasta oranı üzerine

genotip × ekim sıklığı interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Yapılan çalışmalarda Buksa ve ark. (2010) nişasta oranının çeşitler ve yıllardan etkilendiğini, Gomand ve ark. (2011) ise çeşitlerden etkilendiğini bildirmişlerdir. Stepien ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada çavdarda nişasta oranının farklı gübreleme uygulamalarında değiştiğini bildirmiştir. Buksa (2018) çavdarın tüm tane, endosperm ve kepek kısmındaki kimyasal içeriklerine baktığı çalışmada, nişasta içeriğinin sırasıyla % 64.3, % 76.5 ve % 48.3 olduğunu belirlemiştir. Linina ve ark. (2019) çavdar popülasyonlarında nişasta oranının % 58.8 ile 68.8 arasında değiştiğini bildirmişleridir. Farklı tritikale genotipleri ile yapılan başka bir çalışmada ise nişasta oranının % 62.4 ile 66.4 arasında değiştiği bildirilmiştir (Mut ve Erbaş Köse, 2018).

Ham Protein Oranı

Dört farklı genotip ve altı ekim sıklığı ile iki yıl süre ile yapılan bu çalışmada protein oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Protein oranı üzerine yıl, genotip ve ekim sıklığı ile yıl × ekim sıklığı interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Genotiplerin protein oranı % 13.8 (Aslm-95) ile 14.8 (Bayburt) arasında değişmiştir. Protein oranı en yüksek % 14.8 ile m²'ye 725 tohum ekildiğinde, en düşük % 13.6 ile m²'ye 350 tohum ekildiğinde elde edilmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4). Genotip × ekim sıklığı interaksiyonuna göre en yüksek protein oranı % 15.6 ile m²'de 725 ekim sıklığında Bayburt genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 5). Kabak ve Akçura (2017) yaptıkları çalışmada protein oranının yıllara ve genotiplere bağlı olarak değiştiğini ve genotiplerin protein oranının % 9.52 ile 13.25 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Kucerova (2009) çavdarda protein oranının yıllar ve lokasyonlardan, Stepien ve ark. (2016) yıllar ve tarımsal uygulamalara etkilendiğini bildirmiştir. Çalışmada, genellikle yüksek ekim sıklıklarında protein oranında yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun yüksek ekim sıklıklarında bin tane ağırlığının ve nişasta oranının daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çavdarın tüm tanesinde protein içeriğinin Nordlund ve ark. (2013) % 12.9, Buksa (2018) % 10.1, Stępniewska ve ark. (2019) % 9.2 ile 14.0 arasında, Linina ve ark. (2019) ise % 7.7 ile 13.1 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca farklı tritikale genotiplerinde yapılan bir çalışmada protein oranı % 12.3 ile 14.8 arasında değişmiştir (Mut ve Erbaş Köse, 2018).

Ham Yağ Oranı

Birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre, yağ oranı üzerine yıl ve genotipler ile Y×G interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu

belirlenmiştir (Çizelge 2). Genotiplerin yağ oranı % 1.43 (Karma-2000) ile 1.99 (Bayburt) arasında değişmiştir. Yağ oranı üzerine ekim sıklıklarının etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmüştür. Yağ oranı ikinci yıl (% 1.82) birinci yıldan (% 1.59) daha yüksek gerçekleşmiştir (Şekil 3). Nilsson ve Aman (1997) yaptıkları çalışmada tam çavdar ununda yağ oranının % 1.42 ile 1.58 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ragaee ve ak. (2006) çavdarın tüm tanesinde ortalama yağ oranının % 2.53 olduğunu, Nordlund ve ark. (2013) ise % 2.4 olduğunu bildirmiştir. Mut ve Erbaş Köse (2018)'nin tritikalede yaptıkları çalışmada yağ oranının genotip ve yıllara göre değiştiğini ve % 1.11 ile 1.76 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF) ve Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF) Değerleri

Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre, ADF ve NDF değerleri bakımından yıl, genotip ve ekim sıklıkları arasında önemli farklar belirlenmiştir. ADF değeri üzerine Y×G, Y×ES, G×ES ve Y×G×ES interaksiyonunun etkisi önemli olurken, NDF değeri üzerine Y×ES interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Genotiplerin ADF ve NDF değerleri sırasıyla % 3.84 (Karma-2000) ile 4.64 (Bayburt) ve % 19.9 (Karma-2000) ile 22.6 (Bayburt) arasında değişmiştir. Ekim sıklığına göre en düşük ADF değeri % 3.97 ile m²'de 425 bitki sıklığında, NDF değeri % 21.3 ile m²'de 350 bitki sıklığında elde edilmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4). ADF ve NDF değerleri birinci yıl ikinci yıldan daha düşük gerçekleşmiştir (Şekil 3).

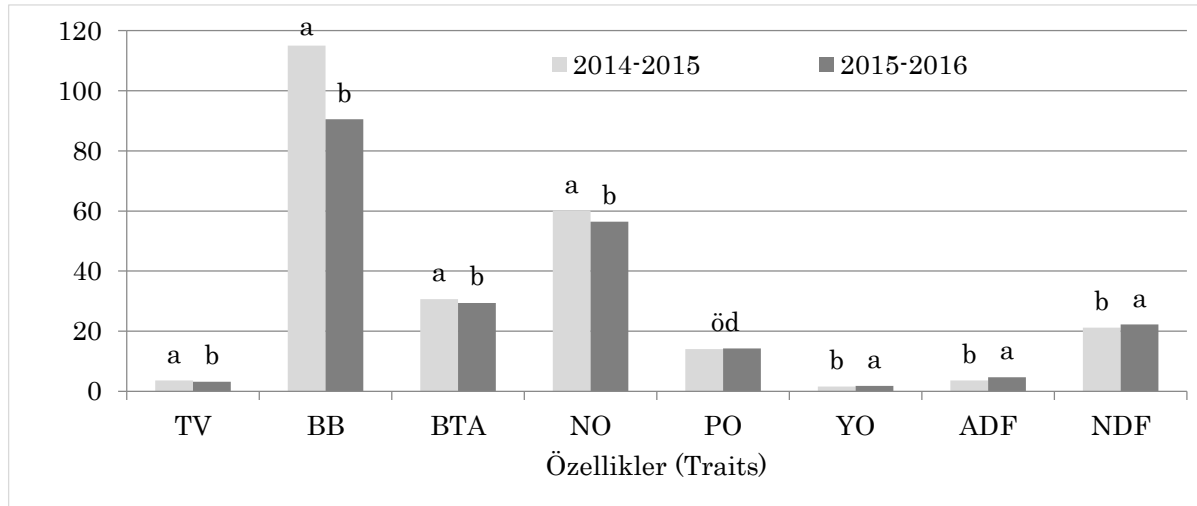
Yemin sindirilebilirliği ve hayvanın enerji alımı hakkında bilgi veren ADF değeri bitki hücre duvarı yapısındaki selüloz, lignin ve çözünmeyen protein miktarını gösterir. ADF değerinin yüksek olması yemlerin sindirilebilirliğini azaltır ve enerji değerini düşürür. Hayvanların yem alımına doğrudan etkili olan NDF değeri hücre duvarı yapısında bulunan selüloz, hemiselüloz, lignin, kütin ve çözünmeyen protein miktarını ifade eder. yemde NDF değerinin düşük olması hayvanın yem alımını artırır (Van Soest ve ark., 1991; Kutlu, 2008; Mut ve Erbaş Köse, 2018). Kowieska ve ark. (2011)'nin farklı tahıl tanelerinde yaptıkları çalışmada, çavdarda ADF ve NDF değerlerini sırasıyla % 5.14 ve % 21.73 olarak belirlemişlerdir. Erbaş Köse ve Mut (2018) farklı tritikale genotiplerinde yaptıkları çalışmada ADF ve NDF değerlerinin ortalamasının sırasıyla % 3.08 ve % 18.4 olduğunu bildirmişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Üç çavdar genotipi ve bir tritikale çeşidinin (Yozgat, Aslm-95, Bayburt, Karma-2000) farklı ekim sıklıklarında (350, 425, 500, 575, 650, 725 tohum m⁻²) tane verimi ve bazı kalite özelliklerini belirlemek

amacı ile iki yıl süreyle yürütülen bu araştırmanın sonuçlarına göre; incelenen bir çok özellik bakımından yıl, genotip ve ekim sıklıkları arasında önemli farklar belirlenmiştir. En yüksek tane verimleri sırasıyla Karma-2000, Bayburt, Aslım-95 ve Yozgat genotiplerinden elde edilmiştir. Tane verimi en yüksek 3.94 ton ha⁻¹ ile m²'de 575 ekim sıklığı uygulamasından elde edilirken, optimum ekim sıklığı 563 tohum/m² olarak tespit edilmiştir. Çavdar

genotiplerini kendi içinde değerlendirdiğimizde tane verimi bakımından Bayburt yerel genotipinin en yüksek değere sahip olduğu, ayrıca yerel genotiplerin kalite özellikleri bakımından Aslım-95 çeşidinden daha iyi değerlere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, Türkiye'de üzerinde oldukça az bilimsel çalışmanın yapıldığı çavdar konusunda daha fazla çalışmanın yapılması gerekliliği vardır.



Şekil 3. 2014-2015 ve 2015-2016 yetiştirme sezonlarında yetiştirilen çavdar genotiplerinin tane verimi ve kalite özelliklerine ait ortalama değerler

Figure 3. Mean values for grain yield and quality traits of rye genotypes in 2014-2015 and 2015-2016 growing seasons

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

- AACC 2005. Approved Methods of the AACC (11th ed.). St. Paul, USA.
- Anonim 2019. Food Organization Agriculture. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim Tarihi: 20.04.2021)
- Anonim 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 20.04.2021)
- Atak M, Çiftçi CY 2005. Tritikale (x Triticosecale Wittmack)'de farklı ekim sıklıklarının verim ve bazı verim öğelerine etkileri. AÜ, Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (1): 98-103.
- Buksa K 2018. Extraction and characterization of rye grain starch and its susceptibility to resistant starch formation. Carbohydrate polymers, 194: 184-192.

- Buksa K, Nowotna A, Praznik W, Gambus H, Ziobro R, Krawontka J 2010. The role of pentosans and starch in baking of wholemeal rye bread. Food Research International, 43(8): 2045-2051.
- Chmielewski FM, Köhn W 2000. Impact of weather on yield components of winter rye over 30 years. Agricultural and Forest Meteorology, 102(4): 253-261.
- Concon JM, Soltess D 1973. Rapid micro Kjeldahl digestion of cereal grains and other biological materials. Analytical Biochemistry 53(1): 35-41.
- Erbaş Köse ÖD, Mut Z, Kardeş YM 2019. Farklı Ekim Sıklıklarının Çavdarda Ot Verimi Ve Kalitesine Etkisi. Hasat uluslararası tarım ve orman Kongresi, 21-23 Haziran, Ankara, Türkiye.
- Gomand SV, Verwimp T, Goesart H, Delcour JA 2011. Structural and physicochemical characterisation of rye starch. Carbohydrate research, 346(17): 2727-2735.
- Kabak D, Akçura M 2017. Bingöl ilinden toplanan yerel çavdarlarda tane verimi ve bazı özellikler arasındaki ilişkilerin biplot analizi ile incelenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4(2): 227-235.
- Karataş İ, Aydın M, Kodaz S, Tosun M 2020. Bazı Çavdar (Secale cereale L.) Genotiplerinin Erzurum Kuru Tarım Koşullarına Adaptasyonu. Erciyes

- Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 3(2): 1-8.
- Kaydan D, YAĞMUR M 2008. Bazı Tritikale x Triticosecale Wittmack Çeşitlerinde Farklı Ekim Sıklıklarının Tane Verimi ve Verim Öğeleri Üzerine Etkileri. *Journal of Agricultural Sciences*, 14(02): 175-182.
- Kowieska A, Lubowicki R, Jaskowska I 2011. Chemical composition and nutritional characteristics of several cereal grain. *Acta Scientiarum Polonorum. Zootechnica*, 10(2).
- Krueger ES, Ochsner TE, Porter PM, Baker JM 2011. Winter rye cover crop management influences on soil water, soil nitrate, and corn development. *Agronomy journal*, 103(2): 316-323.
- KučeroVá J 2009. Effects of location and year on technological quality and pentosan content in rye. *Czech journal of food sciences*, 27(6): 418-424.
- Kutlu HR 2008. Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Ders Notu, Adana.
- Linina A, Kunkulberga D, Kronberga A, Locmele I 2019. Winter rye grain quality of hybrid and population cultivars. *Agronomy Research*, 17 (Special Issue ID: 1380-1389).
- Macholdt J, Honermeier B 2017. Impact of highly varying seeding densities on grain yield and yield stability of winter rye cultivars under the influence of delayed sowing under sandy soil conditions, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63(14): 1977-1992.
- Mut Z, Erbaş Köse ÖD 2018. Tritikale genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1): 47-57.
- Nilsson M, Åman P, Härkönen H, Hallmans G, Knudsen KEB, Mazur W, Adlercreutz H 1997. Content of nutrients and lignans in roller milled fractions of rye. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73(2): 143-148.
- Nordlund E, Katina K, Aura AM, Poutanen K 2013. Changes in bran structure by bioprocessing with enzymes and yeast modifies the in vitro digestibility and fermentability of bran protein and dietary fibre complex. *Journal of Cereal Science*, 58(1): 200-208.
- Oljača SI, Dolijanović ŽK, Glamočlija ĐN, Đorđević SS, Oljača JM 2010. Productivity of winter rye in organic vs. conventional cropping system. *Journal of Agricultural Sciences, Belgrade*, 55(2): 123-129.
- Oral E, Ülker M 2016. Van İli Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Sıklıkları ve Azot Dozlarının Tritikale (x Triticosecale Wittmack ex. A. Camus) Çeşitlerinde Verim ve Bazı Verim Öğelerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2): 221-237.
- Ragae S, Abdel-Aal ESM, Noaman M 2006. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food chemistry*, 98(1): 32-38.
- Rola H, Sumińska J, Marczewski K 2009. The effect of sulfonylurea herbicides on grain yield and technological quality of winter rye cultivars. *Journal of Plant Protection Research*. 49 (2): 179:184.
- Schwarte AJ, Gibson LR, Karlen DL, Liebman M, Jannink JL 2005. Planting date effects on winter triticale dry matter and nitrogen accumulation. *Agron. J.* 97:1333- 1341.
- Stepień A, Wojtkowiak K, Pietruszewicz M, Skłodowski M, Pietrzak-Fiećko R 2016. The yield and grain quality of winter rye (*Secale cereale* L.) under the conditions of foliar fertilization with micronutrients (Cu, Zn and Mn). *Polish Journal of Natural Sciences*, 31(1): 33-46.
- Stepniewska S, Hassoon WH, Szafranska A, Cacak-Pietrzak G, Dziki D 2019. Procedures for breadmaking quality assessment of rye wholemeal flour. *Foods*, 8(8): 331.
- Topal A, Sade B, Soylu S, Akar T, Mut Z, Ayrancı R, Sayım İ, Özkan İ, Yilmazkart M, 2015. Ulusal Hububat Konseyi, Arpa-Çavdar-Yulaf-Tritikale Raporu. http://uhk.org.tr/dosyalar/uhkarpa_kasim2015.pdf.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74(10): 3583-3597.
- Welch RW 1977. A micro-method for the estimation of oil content and composition in seed crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 28(7): 635-638.

Kunduru-1149 Populasyonundan Seçilen Bazı Hatlarda Tarımsal Özelliklerin İncelenmesi

Rukiye KARA¹ Cengiz YÜRÜRDURMAZ^{2*}, Ali KARAKUZULU³, Aydın AKKAYA⁴

¹Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Kahramanmaraş, ^{2,3,4}Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

¹<https://orcid.org/0000-0003-1493-8473>, ²<http://orcid.org/0000-0002-3407-0184>, ³<https://orcid.org/0000-0002-3122-7529>

⁴<http://orcid.org/0000-0001-9560-1922>

✉: Cengiz.yururdurmaz@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada Kunduru yerel populasyonundan seçilen bazı saf hatların bazı tarımsal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Kunduru populasyonundan seçilmiş olan 14 genotip ile Zenith, Svevo ve Fuatbey makarnalık buğday çeşitleri 2011-2013 yılları arasında Kahramanmaraş koşullarında tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak denemeye alınmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, olgunlaşma süresi ve başak uzunluğu hariç diğer özellikler yönünden genotipler arasındaki farklar önemli olmuştur. Genotiplerin başaklanma süresi 129.5 ile 138.1 gün, çiçeklenme süresi 133.3-142.8 gün, başaklanma erme süresi 36.75-44.87 gün, tane dolun periyodu 32.00-41.00 gün, olgunlaşma süresi 174.3-175.8 gün, bitki boyu 74.8-126.9 cm, başak uzunluğu 6.02-7.04 cm, sap uzunluğu 68.2-120.3 cm, üst boğum arası uzunluğu 29.86-51.22 cm ve tane verimi 357.5-538.4 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Tane verimi ile başak uzunluğu, başaklanma erme süresi ve tane dolun periyodu arasındaki ilişkilerin olumlu ve önemli, bitki boyu, sap uzunluğu, üst boğum arası uzunluğu, başaklanma süresi, çiçeklenme süresi ve olgunlaşma süresi arasındaki ilişkilerin olumsuz ve önemli olduğu belirlenmiştir. Tane verimi yönünden 14-12-9 hattının (538.4 kg da⁻¹) Fuatbey, Svevo ve Zenith standart çeşitlerinden ve diğer hatlardan daha yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tane verimini artırmak için verimle önemli ilişki içerisinde olan özellikler seleksiyon kriteri olarak ele alınmalı ve daha sonraki buğday ıslah programlarında üzerinde durulmalıdır.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 19.03.2021

Kabul Tarihi : 07.10.2021

Anahtar Kelimeler

Makarnalık buğday

Kunduru-1149

Fenolojik dönemler

Tane verimi

Investigation of Agricultural Characteristics in Some Lines Selected from the Kunduru-1149 Population

ABSTRACT

This study aimed to assess some of agricultural characteristics of some of pure lines selected from durum wheat landrace of Kunduru. 14 genotypes selected from the Kunduru population and durum wheat varieties of Zenith, Svevo and Fuatbey were tested in randomized complete block experimental design with 4 replications in Kahramanmaraş conditions in 2011-2013 crop season. Results obtained from the research indicated that, except for the days to maturity and spike length, there were significant differences between genotypes for all traits under study. Heading period of genotypes varied from 129.5 to 138.1 days, flowering time from 133.3 to 142.8 days, heading-maturity time from 36.75 to 44.87 days, grain filling period from 32.00 to 41.00 days, days to maturity from 174.3 to 175.8 days, plant height from 74.8 to 126.9 cm, spike length from 6.02 to 7.04 cm, stem length from 68.2 to 120.3 cm, peduncle length from 29.86 to 51.22 cm. Grain yield, on the other hand, varied between 357.5 and 538.4 kg da⁻¹. There were significant and positive correlations between grain yield vs. spike length, heading-maturity time vs. grain filling period. There were significant and negative

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 19.03.2021

Accepted : 07.10.2021

Keywords

Durum wheat

Kunduru-1149

Phenological stages

Grain yield

correlations between grain yield vs. plant height, stem length, peduncle length, heading time, flowering time and days to maturity. The line of 14-12-9 (538.4 kg da⁻¹) had the higher grain yield comparing Fuatbey, Svevo and Zenith and other genotypes. It was concluded that, for higher grain yield, the traits giving high correlations with this trait should be considered as selection criteria in wheat improvement programs.

Atıf İçin: Kara R, Yürürdurmaz C, Karakuzulu A, Akkaya A 2022. Kunduru-1149 Populasyonundan Seçilen Bazı Hatlarda Tarımsal Özelliklerin İncelenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 787-799. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.899979>.

To Cite : Kara R, Yürürdurmaz C, Karakuzulu A, Akkaya A 2022. Investigation of Agricultural Characteristics in Some Lines Selected from the Kunduru-1149 Population. KSU J. Agric Nat 25 (4): 787-799. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.899979>.

GİRİŞ

Makarnalık buğday, dünya çapında insan tüketimi için kullanılan önemli bir tahıl ürünüdür ve toplam buğday üretiminin yaklaşık %8'ini temsil etmektedir (Taneva ve ark. 2019). Makarnalık buğdaylar ülkedeki gıda sanayi tarafından genellikle çeşitli biçim ve büyüklükteki makarna üretiminde değerlendirilmektedir. Bununla birlikte bazı imalatçı ve üreticiler durum buğdayını irmik, bulgur, kuskus ve yüksek kalitede böreklik yapımında kullanmaktadırlar (Şahin ve ark. 2008).

Genetik materyallerin önemi her geçen yıl biraz daha artmakta, başta yerel populasyonlar olmak üzere bütün gen kaynakları korunmaya çalışılmaktadır. Buğdayın gen merkezi durumunda olan Türkiye açısından, yerel populasyonların korunması ve bu populasyonlardaki varyasyonların ıslahta kullanılması büyük önem taşımaktadır. Makarnalık buğday üretimini artırmak için soğuğa, kurağa, yatmaya, hastalık ve zararlılara dayanıklı ve kalite bakımından uygun gen kaynaklarının belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır (Dalkılıç, 2012). Farklı bölgeler için makarnalık çeşit geliştirirken bölgelerdeki önemli problemlerin öncelikle dikkate alınarak yapılacak ıslahın geniş genetik tabana dayanması, farklı gen kaynaklarının kullanılabilmesi ve yeni teknolojilerin araştırma programlarına kazandırılması gerekmektedir. Akdeniz Bölgesinde makarnalık buğday, çoğunlukla yağışlı ortamlarda, yağış miktarının ve oluşumunun yıllar arasında ve bir yıl içinde bölgeler arasında büyük dalgalanmalar gösterdiği ve büyük verim farklılıklarına neden olduğu bölgelerde yetiştirilmektedir. Bu nedenle, özellikle mevcut iklim değişikliğinde, suyla sınırlı koşullar altında verimi artırmak, buğday üretimi için en büyük zorluklardan biridir (Soriano ve ark. 2016). Makarnalık buğday yerel çeşitleri, yetiştirildikleri bölgelere iyi adaptasyon, büyük genetik çeşitlilik, abiyotik streslere, hastalık ve zararlılara karşı direnç gibi bir dizi uygun özellik nedeniyle ıslah için yararlı olan özellikleri ile önemli bir genetik kaynaktır (Kyzeridis ve ark. 1995; Talas ve ark. 2011; Nazco ve ark. 2012). Fenotipik ve genotipik varyasyon katsayıları, kalıtım

ve genetik ilerleme, buğdayda ıslah materyalindeki varyansın büyüklüğünü değerlendirmek, uygun seçim yöntemlerini belirlemek ve önemli özelliklerin iyileştirilmesinde ıslahta ilerlemeyi tahmin etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Zecevic, 2001; Shukla et al. 2004, Clarke et al, 2010).

Kunduru makarnalık buğday populasyonu, Malatya yöresinde yıllardan beri çiftçiler tarafından yetiştirilen en önemli genetik kaynaklardan birisidir. Bu yerel materyalin en önemli sorunu, özellikle verimli koşullarda boy uzunluğuna bağlı yatmadır. Uzun yılları kapsayan süreç içerisinde, doğal mutasyon ve melezlemelere bağlı olarak populasyonda yatmaya dayanıklı genotiplerin meydana gelmiş olabileceği düşünülmüştür. Buna bağlı olarak yöredeki populasyondan başak örnekleri toplanarak, yatmaya dayanıklı ve verimli genotip seçimi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, Kunduru populasyonu içerisinden seçilmiş olan 14 hat, yörede yaygın bir şekilde ekilen Svevo, Fuatbey ve Zenith çeşitleriyle denemeye alınarak bazı tarımsal karakterler bakımından karakterize edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Bu çalışma, 2011-2012 ve 2012-2013 ürün yıllarında, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü deneme alanında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, Kunduru makarnalık buğday populasyonundan seçilen 14 adet hat ile Zenith, Svevo ve Fuatbey standart çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan Kunduru hatları 2006 yılında Malatya yöresinde, 5 farklı çiftçinin tarlasından alınan 1905 adet başak örneği arasından seçilmiş hatlardır. Bu örnekler Battalgazi (Eski Malatya)'ye bağlı Kemerköprü köyü, Alishar Köyü (Kör Molla) ve Hasırcılar'da bulunan tarlalardan toplanmıştır. Toplanan başaklar elle ayrı ayrı harman edilmiş ve her başaktan 20 adet tohum, 45 cm sıra aralığı ve 1 metre uzunluğundaki sıralara elle ekilerek, toplanan başak sayısı kadar başak sırası oluşturulmuştur. Tamamen yatma gösteren sıralar değerlendirme dışı

tutulmuş, geri kalan 1727 adet başak sırasında, Dokuyucu ve ark. (1999), Duran (2001) ve Akçura (2004)'ün uyguladıkları yöntemler esas alınarak, bitki boyu, sap uzunluğu, üst boğum arası uzunluğu, başak uzunluğu, başaktaki tane sayısı, başaktaki tane ağırlığı, başaklanma süresi, çiçeklenme süresi, tane dolum periyodu ve başaklanma-erme süresi gibi morfolojik ve fenolojik özellikler incelenmiş ve bu veriler üzerinden genotiplerin seçimi yapılmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü Kahramanmaraş ili Türkiye'nin Doğu-Akdeniz Bölgesinde, 37° 38' kuzey paralelleri ve 36° 37' doğu meridyenleri arasında yer almakta olup, rakımı 568 m'dir. Yörede esas itibarıyla Akdeniz iklimi etkili olup, gece-gündüz arası sıcaklık farkı düşüktür.

Kahramanmaraş ilinin uzun yıllar ortalaması olarak (1975-2011) ve denemenin yapıldığı 2011-2013 üretim sezonlarında, Kasım - Haziran dönemi aylık ortalama

sıcaklık ve yağış değerleri Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim, 2013a). Çizelge 1'den görüldüğü gibi, Uzun yıllar ortalamasına göre yıllık yağış miktarı 669.1 mm, 2011-12 ve 2012-13 ürün yıllarındaki yıllık toplam yağışlar ise sırasıyla 756.8 ve 583.1 mm olmuştur. Uzun yıllar ortalamasına göre, birinci ürün yılında 87.7 mm fazla yağış alırken, ikinci ürün yılında ise 86.0 mm daha az yağış düşmüştür. İlk yılda düşen toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına göre daha yüksek iken, ikinci yılda düşen toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasından düşüktür. 2012-13 ürün yılı, birinci yıl ve uzun yıllar ortalamasına göre daha yüksek sıcaklığa sahip olmuştur. Yörede uzun yıllar ortalamasına göre yıllık ortalama nispi nem değerleri araştırmanın yürütüldüğü ürün yıllarındaki yıllık nispi nem değerlerine göre daha yüksek olmuştur.

Çizelge 1. Deneme Yılları ve Uzun Yıllar Ortalamasına Ait Bazı İklim Verileri
Table 1. Some Climate Data of Trial Years and Average of Long Years

İklim Faktörleri	Yıllar	Aylar								Toplam/ Ort.
		Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
Yağış (mm)	2011-2012	93.2	85.2	325.0	199.1	0.0	0.0	41.3	13.0	756.8
	2012-2013	36.4	67.6	111.0	131.9	77.5	65.9	76.5	16.3	583.1
	Uzun Yıllar	90.9	124.4	125.4	112.3	94.8	76.1	39.3	5.9	669.1
Sıcaklık (°C)	2011-2012	8.7	6.3	6.9	4.1	8.6	17.7	19.9	27.9	12.5
	2012-2013	13.4	7.7	6.2	8.6	11.3	17.1	22.4	25.4	14.0
	Uzun Yıllar	11.5	6.6	4.9	6.3	10.6	15.4	20.4	25.2	12.6
Nispi Nem (%)	2011-2012	60.6	64.7	79.9	61.9	51.8	49.3	55.8	33.4	57.2
	2012-2013	70.6	76.4	72.3	74.0	52.1	52.5	53.4	43.9	61.9
	Uzun Yıllar	64.7	71.3	70.0	66.0	60.5	58.4	54.7	50.7	62.0

Çizelge 2'den görüldüğü gibi deneme yeri toprakları tınlı tekstürdedir. İlk yıl toprakların pH'sı 7.61, kireç oranı ise % 12.55'dir. Organik madde oranı % 1.22, elverişli fosfor miktarı 4.93 kg /da ve elverişli potasyum miktarı 45.86 kg /da'dır. İkinci yıl pH 8.00, kireç oranı % 24.59, organik madde oranı % 0.97,

elverişli fosfor miktarı 8.03 kg /da ve elverişli potasyum miktarı 127.0 kg /da'dır (Anonim, 2013b). Yıllar arasında kireç, fosfor ve potasyum miktarları arasında görülen farklılıklar, toprak örneklerinin iki yılda farklı derinliklerden alınmış olmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 2. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri
Table 2. Some Physical and Chemical Properties of Soils of the Trial Area

Yıllar	Derinlik (cm)	Tekstür Sınıfı	pH	CaCO ₃ (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	Organik Madde %
2011-2012	0-60	Tınlı	7.61	12.55	4.63	45.86	1.22
2012-2013	0-60	Tınlı	8.00	24.59	8.03	127.0	0.97

Kaynak: K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarı.

Ekim, ilk yıl 29.11.2011, ikinci yıl 03.01.2013 (ön bitkinin geç kaldırılması ve tarla hazırlıklarının gecikmesi neticesinde ekim gecikmiştir) tarihinde, sıra uzunluğu 8.30 m ve sıra arası 20 cm olacak şekilde parseller, 6 sıralı parsel mibzeriyle metrekareye 550 tohum ekim sıklığında yapılmıştır. Ekim ile birlikte 20-20-0 kompoze gübresi, dekara 8 kg N ve P₂O₅ olacak şekilde uygulanmıştır. Ayrıca, kardeşlenme ve sapa kalkma dönemi içerisinde 5 kg/da olacak şekilde toplam 10 kg/da N (% 33

NH₄NO₃) uygulanmıştır. Deneme yılı içerisinde sulama yapılmamış, yabancı ot mücadelesi yabancı ot ilacı (Granstar-Tr, benuron-methyl) kullanılarak yapılmıştır. Hasat-harman parsel biçerdöveri ile yapılmıştır.

Her parselde, Gebeyehou ve ark. (1982a), Kırtok ve ark. (1988), Akçura (2001), Kara (2008 ve 2009) ve Albayrak ve ark. (2011) tarafından uygulanan yöntemler esas alınarak başaklanma süresi (ekim tarihinden başaklanmaya kadar geçen süre),

çiçeklenme süresi (ekim tarihinden çiçeklenmeye kadar geçen süre), başaklanma erme süresi (başaklanma tarihinden olgunlaşmaya kadar geçen süre), tane dolum periyodu (çiçeklenme tarihinden fizyolojik olgunluk tarihine kadar geçen süre) ve olgunlaşma süresi (ekim tarihinden fizyolojik olgunluk tarihine kadar geçen gün) gibi fenolojik dönemler ile bitki boyu (olgunlaşma döneminde 10 bitkinin ana sapında, toprak seviyesinden kılçıklar hariç en üst başakçık ucuna kadar olan uzunluk), başak uzunluğu (olgunlaşma döneminde her parselden sansa bağlı olarak seçilen 10 bitkinin ana sapına ait başaklarında, en alt başakçık ile en üst başakçığın ucuna kadar olan mesafe cm cinsinden ölçülüp, ortalaması alınarak bulunmuştur), sap uzunluğu (olgunlaşma döneminde 10 bitkide, toprak seviyesinden ilk başakçık boğumuna kadar olan uzunluk ölçülerek belirlenmiştir) ve tane verimi (hasat alanı içerisindeki bitkiler harman edildikten sonra elde edilen tane ürünü temizlenip tartılarak hesaplanmıştır) incelenmiştir.

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. İncelenen tüm özelliklerde yıllara ait varyanslarda Bartlett (JMP 7.0) homojenite testine göre önemli farklılık bulunmuş ve yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Varyans analizleri SAS istatistik paket programı kullanılarak yapılmış ve ortalamalar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır. Denemede incelenen özellikler arasında varolan ilişkileri belirlemek amacıyla, basit korelasyon testi (Pearson korelasyon testi) uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Olgunlaşma süresi ve başak uzunluğuna ait ikinci yıl ve birleştirilmiş yıllar hariç tüm özellikler yönünden buğday genotipleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Yıllar yönünden başaklanma-erme süresi ve tane dolum periyodu ve genotip x yıl interaksyonu yönünden başak uzunluğu hariç tüm özellikler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Makarnalık buğday genotiplerinin başaklanma süresi ilk yıl 146.2 ile 153.5 gün, ikinci yıl 112.2 ile 122.7 gün ve iki yıllık ortalamalara göre ise 129.5 ile 138.1 gün arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). 36-16-32 Nolu hat her iki yılda da başaklanma süresi bakımından ilk sırada yer almıştır. Svevo çeşidi ilk yıl ve iki yıllık ortalamalara göre, ikinci yıl ise Svevo, Zenith ve Fuatbey standart çeşitleri en kısa başaklanma süresine sahip olmuşlardır (Çizelge 3). Genotiplerin başaklanma süreleri arasında yaklaşık 10 günlük bir fark ortaya çıkmıştır. Başaklanma süresi ortalamaları birinci yıl 151.29 gün ve ikinci yıl 118.74 gün olarak belirlenmiştir. Yıllar arasında ortaya çıkan bu farklılık özellikle de ikinci yılda elverişsiz koşullar nedeniyle ekimin ilk yıla göre

oldukça geç yapılmasından kaynaklı olmuştur. Ayrıca, ilgili Çizelgede görüldüğü üzere değişen iklim ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak bazı genotiplerin yıllara tepkileri de değişmiş ve genotip yıl interaksyonu önemli bulunmuştur. Nitekim elde edilen bu bulgular, Birsin (1999), Korkut ve ark. (2001), Kara (2002), Sönmez ve Kırıl (2004), Kırıl ve Çelik (2012) ve Akan ve ark (2021) gibi çok sayıda araştırmacının yapmış oldukları çalışmalar ile uyumludur. Erken başaklanma, özellikle ileriki dönemlerde yaşanan kuraklık streslerinde, bitkilerin yaşam döngüsünü daha fazla su kıtlığı yaşamadan önce bitirmesine izin veren önemli bir kuraklık kaçış mekanizması olarak bilinmektedir (Levitt 1980). Erken başaklanan genotiplerin tahıl ürünlerinde asimilatların birikmesi için daha çok fazla zamanı vardır. Genotipler arasında 52-23-50 ve 8-10-28 nolu genotiplerin erkenci oldukları, sıcaklık ve kuraklık stresinden kaçma açısından ön plana çıktığı, buna karşın 36-16-32 ve 51-23-24 nolu genotiplerin nispeten geç başaklandıkları, yağış ve topraktaki suyun sınırlı olduğu şartlarda dezavantajlı olmalarından dolayı bu genotipler kuraklık stresi olmayan bölgeler için yapılacak ıslah çalışmalarında değerlendirilebilir.

Makarnalık buğday genotiplerinin çiçeklenme süreleri 2011-12 ürün yılında 149.7-158.5 gün, 2012-13 ürün yılında 117.0-127.2 gün, yılların ortalaması olarak ise 133.3-142.8 gün arasında değişmiştir (Çizelge 3). Genotiplerin çiçeklenme süresi üzerine etkisi incelendiğinde hem denemenin birinci ve ikinci yılında hem de iki yıllık birleştirilmiş ortalamalarda en yüksek değerler 36-16-32 genotipinden elde edilirken, en düşük değerler ilk yıl ve yılların ortalamasında Svevo çeşidinde ikinci yılda ise Zenith, Svevo ve Fuatbey çeşitlerinde elde edilmiştir (Çizelge 3). Makarnalık buğday genotiplerinin, çiçeklenme süresi arasında önemli farklar bulunmasının en önemli nedeni genotiplerin genetik yapısındaki ve deneme yıllarındaki yetiştirme şartlarındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Nitekim, Gebeyehou ve ark. (1982a), Knott ve Gebeyehou (1987), Mou ve Kronstad (1989), Dokuyucu ve ark. (1997), Öztürk ve ark. (2001) ve Kara ve ark. (2008) gibi araştırmacılar da yaptıkları çalışmalarda, buğday genotiplerinin çiçeklenme süresi arasında genetik yapıdan kaynaklanan önemli farklılıklar olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 4'den görüleceği gibi, genotiplerin ortalaması olarak başaklanma-erme süresi 2011-12 ürün yılında 37.75-44.00 gün, 2012-13 ürün yılında 35.75-46.75 gün olarak belirlenmiştir. 36-16-32 nolu hat her iki ürün yılında en kısa başaklanma-erme süresine sahip olurken, en uzun başaklanma-erme süresine birinci ürün yılında Svevo çeşidi, ikinci ürün yılında Zenith, Svevo ve Fuatbey çeşitleri sahip olmuştur.

Çizelge 3. Makarnalık Buğday Genotiplerinin Başaklanma Süresi ve Çiçeklenme sürelerine Ait Değerler
Table 3. Values of Eruption and Flowering Times of Durum Wheat Genotypes

Genotipler	Başaklanma Süresi (gün)			Çiçeklenme süresi (gün)		
	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2011-2012	2012-2013	Ortalama
14-12-9	153.2±0.13ab	118.7±0.25de	136.0±0.18cde	158.2±0.13ab	122.7±0.48de	140.5±0.18cde
47-21-10	151.0±0.00d	119.7±0.48cd	135.3±0.00def	156.7±0.13cd	124.0±0.41cd	140.3±0.18cde
29-15-51	151.7±0.24bcd	119.0±0.71de	135.3±0.34def	156.5±0.25cd	124.0±0.41cd	140.2±0.35def
16-12-9	151.5±0.14cd	121.0±0.41abc	136.2±0.20cde	157.2±0.13abcd	125.0±0.41c	141.1±0.18bcd
52-23-50	151.5±0.25cd	116.7±0.25f	134.1±0.35g	157.2±0.13abcd	121.2±0.25e	139.2±0.18f
21-14-16	151.7±0.47bcd	122.0±0.82ab	136.8±0.67bc	156.0±0.50d	126.0±1.08ab	141.0±0.71bcd
49-22-37	152.0±0.20bcd	118.0±0.41ef	135.0±0.29efg	156.5±0.14cd	123.0±0.41de	139.7±0.20ef
36-16-32	153.5±0.32a	122.7±0.85a	138.1±0.46a	158.5±0.32a	127.2±1.11a	142.8±0.46a
8-10-28	152.0±0.20bcd	117.5±0.29ef	134.7±0.29fg	157.0±0.20bcd	122.0±0.41e	139.5±0.29ef
51-23-24	152.7±0.31abc	122.0±0.41ab	137.3±0.44ab	157.7±0.24abc	126.2±0.25ab	142.0±0.34ab
35-16-29	152.0±0.00bcd	119.0±1.15de	135.5±0.00def	157.5±0.14abc	123.0±1.15de	140.2±0.20def
22-14-34	152.0±0.00bcd	120.7±0.48bc	136.3±0.00bcd	157.0±0.20bcd	125.5±0.65abc	141.2±0.29bcd
39-16-53	152.0±0.20bcd	121.7±0.48ab	136.8±0.29bc	157.0±0.20bcd	125.7±0.48abc	141.3±0.29bc
27-15-49	151.7±0.13bcd	121.2±0.63abc	136.5±0.18bcd	157.0±0.00bcd	125.7±0.48abc	141.3±0.00bc
Zenith	148.7±0.38e	112.2±0.25g	130.5±0.53h	152.5±0.14e	117.0±0.00f	134.7±0.20g
Svevo	146.2±0.13f	112.7±0.25g	129.5±0.18ı	149.7±0.13f	117.0±0.00f	133.3±0.18h
Fuatbey	148.2±0.24e	113.2±0.25g	130.7±0.34h	152.7±0.31e	117.7±0.25f	135.2±0.44g
Ortalama	151.3 a	118.7 b	135.0	156.2 a	123.1 b	139.7
F değeri(Gen)	16.81 **	36.24 **	46.46 **	30.72 **	30.79 **	50.95 **
F değeri (Yıl)			33812 **			33406 **
F değeri (GxY)			8.06 **			6.24 **
VK (%)	0.59	0.93	0.76	0.53	0.95	0.75

** P<0.01 düzeyinde önemli, * P<0.05 düzeyinde önemli.

Çizelge 4. Makarnalık Buğday Genotiplerinin Başaklanma-Erme Süresi ve Tane Dolu Periyotlarına Ait Değerler

Table 4. Values of the Heading-Melting Time and Grain Filling Periods of Durum Wheat Genotypes

Genotipler	Başaklanma-Erme Süresi (gün)			Tane Dolu Periyodu (gün)		
	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2011-2012	2012-2013	Ortalama
14-12-9	38.75±0.48def	40.50±0.65bc	39.62±0.34bcd	33.75±0.85de	36.50±0.96bcd	35.12±0.60cd
47-21-10	40.75±0.75bcd	39.25±0.75bcde	40.00±0.53bcd	35.00±1.00cde	35.00±0.71bcde	35.00±0.71cd
29-15-51	39.25±0.48cdef	39.75±0.85bcd	39.50±0.34cde	34.75±0.48cde	34.75±0.85bcde	34.75±0.34cde
16-12-9	40.75±1.31bcd	37.50±0.65defg	39.12±0.93de	35.00±1.22cde	33.50±0.65def	34.25±0.87de
52-23-50	40.50±0.65bcde	41.75±0.75b	41.12±0.46b	34.75±0.85 cde	37.25±0.63b	36.00±0.60c
21-14-16	40.75±1.11bcd	37.25±1.11defg	39.00±0.78de	36.50±1.19bc	33.25±1.38def	34.87±0.84cde
49-22-37	40.00±0.58bcdef	41.50±0.65b	40.75±0.41bc	35.50±0.65bcd	36.50±0.65bc	36.00±0.46c
36-16-32	37.75±0.63 f	35.75±0.75g	36.75±0.44f	32.75±0.63e	31.25±1.03f	32.00±0.44f
8-10-28	38.25±0.48ef	41.50±0.65b	39.87±0.34bcd	33.25±0.48de	37.50±0.65b	35.37±0.34cd
51-23-24	39.50±0.50cdef	36.50±0.87fg	38.00±0.35ef	34.50±0.29cde	32.25±0.75ef	33.37±0.20ef
35-16-29	40.25±0.75bcde	39.25±1.65bcde	39.75±0.53bcd	34.75±0.85cde	35.25±1.65bcd	35.00±0.60cd
22-14-34	41.25±0.75bc	37.50±0.65defg	39.37±0.53cde	36.25±0.48bc	32.75±0.85def	34.50±0.34cde
39-16-53	40.00±0.41bcdef	37.00±0.58efg	38.50±0.29de	35.00±0.58cde	33.00±0.58def	34.00±0.41de
27-15-49	40.00±0.91bcdef	38.50±0.87cdef	39.25±0.65cde	34.75±0.85cde	34.00±0.71cdef	34.37±0.60de
Zenith	41.50±0.87bc	46.75±0.25a	44.12±0.61a	37.75±0.48b	42.00±0.41a	39.87±0.34ab
Svevo	44.00±0.41a	45.75±0.63a	44.87±0.29a	40.50±0.29a	41.50±0.65a	41.00±0.20a
Fuatbey	42.00±0.71ab	45.75±0.48a	43.87±0.50a	37.50±0.65b	41.25±0.63a	39.37±0.46b
Ortalama	40.31	40.10	40.21	35.74	35.43	35.58
F değeri(Gen)	4.17 **	17.99 **	16.24 **	6.50 **	14.76 **	16.76 **
F değeri (Yıl)			0.61			1.22
F değeri (GxY)			6.65 **			4.77 **
VK (%)	3.58	3.97	3.83	4.11	4.81	4.59

** P<0.01 düzeyinde önemli, * P<0.05 düzeyinde önemli.

Genotiplerin tane dolum periyodu ilk yıl 32.75-40.50 gün, ikinci yıl ise 31.25-42.0 gün arasında değişmiştir. Her iki yıl ve iki yılın ortalaması olarak en kısa tane dolum periyodu sırasıyla 32.75, 31.25 ve 32.00 gün olarak 36-16-32 genotipinden elde edilmiştir. En uzun tane dolum değerleri ilk yılda ve iki yıllık ortalamalarda Svevo çeşidinde ikinci yılda ise Fuatbey, Svevo ve Zenith çeşitlerinde elde edilmiştir (Çizelge 4). Bununla beraber araştırmada yer alan genotiplerin sıralanışı yıllara göre değişmiş ve bu nedenle GxY interaksyonu önemli olmuştur. Tane dolum periyodu bakımından buğday genotipleri arasında önemli farkların bulunduğu, diğer araştırma sonuçlarıyla da ortaya konmuştur (Mou, 1990; Öztürk ve ark. 2001). Standart çeşitlerin tane dolum periyotları, makarnalık buğday genotiplerinden daha uzun olmuştur. Bu sonuç, Loss ve ark. (1989)'nın elde ettiği araştırma sonucu ile uyum içerisindedir. Değişik lokasyonlarda makarnalık buğday üzerine yapılan araştırmalarda tane dolum periyodu yönünden genotipler arasında önemli farkların bulunduğu dikkat çeken araştırmacılar genotiplere göre tane dolum periyodunu Gebeyehou ve ark., (1982a) 31-42 gün, Knott ve Gebeyehou (1987) ise 34.6-51.5 gün bulmuşlardır. Gebeyehou ve ark., (1982a), Gebeyehou ve ark., (1982b) ve Sharma (1994) gibi araştırmacılar, uzun tane dolum periyoduna sahip genotiplerin yüksek verimli olduklarını belirterek, tane dolum periyodunun uzamasının geç döllenmiş çiçeklerin tane bağlama şansını artırmak ve başakçık kayıplarını azaltmak suretiyle, başaktaki tane sayısını ve dolayısıyla verimi arttırdığını bildirmişlerdir. Yıllara bağlı olarak tane dolum periyodu bakımından çeşitler arasındaki farklılık ise önemsiz bulunmuştur.

Denemeye alınan çeşitlerin olgunlaşma süreleri ilk yıl 190.0-193.2 gün, ikinci yıl 158.2-159.7 gün arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5). Denemede en kısa olgunlaşma süresi ilk yıl 190.0 gün ile Zenith, ikinci yıl 158.2 gün ile 35-16-29 ve 22-14-34 genotiplerinden, en uzun olgunlaşma süresi ise ilk yıl 193.2 gün ile 22-14-34, ikinci yıl 159.7 gün ile 27-15-49 genotipinden elde edilmiştir. Önceki yapılan çalışmalarda da olgunlaşma gün sayısı bakımından çeşitler arasındaki farkın önemli olduğu bildirilmiştir (Bilgin ve Korkut, 2005; Öztürk ve Avcı, 2014). Bazı araştırmacılar olgunlaşma süresinin çok sayıda gen tarafından kontrol edilmekte olduğunu, bunun yanı sıra çevre koşullarından da etkilendiğini bildirmişlerdir (Bilgin ve Korkut, 2005). Ortalamalar incelendiğinde, olgunlaşma süreleri uzun olan 21-14-16, 22-14-34 ve 27-15-49 genotiplerinin (Çizelge 5), tane verim ortalamasının altında ve düşük gruplar içerisinde oldukları saptanmıştır (Çizelge 4). Bazı araştırmacılar olgunlaşma süresi ile tane verimi arasında olumsuz ve önemsiz bir ilişkinin olduğunu saptamışlardır (Motzo ve ark., 1996). Yapılan

çalışmalarda olgunlaşma süreleri bakımından yıllar arasındaki fark % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk yıl çeşitlerin ortalama olgunlaşma süresi (191.6 gün) ile ikinci yıl ortalama olgunlaşma süresi (158.9 gün) arasında 32.7 günlük fark görülmüştür. İkinci yıl ortalama olgunlaşma süresinde görülen azalış ikinci yılda ekimin gecikmesinden kaynaklanabilir. 14-12-9 Genotipi hem verim hem de erken olgunlaşma yönünden, generatif ve tane dolum dönemlerinde kuraklığın tane doldurmayı kısıtladığı durumlarda kuraklıktan kaçınmak amacıyla kullanılabilir (Araus ve ark, 2002, 2008).

Genotiplerin bitki boyları ilk yıl 71.5 -134.6 cm, ikinci yıl 78.2 -121.4 cm arasında değişmiştir. İlk yıl 22-14-34, ikinci yıl 27-15-49 genotipi en uzun bitki boyuna sahip olmuştur (Çizelge 5). İki yıllık sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, 27-15-49 genotipi en uzun bitki boyuna sahip olmuş, 22-14-34 genotipi ile aynı gruba girmiştir. Zenith çeşidi, her iki yılda ve iki yıllık ortalamalara göre en kısa boy uzunluğa sahip olmuştur. Bitki boyu üzerine ürün yıllarının etkisi de önemli olmuş, 2011-12 ürün yılında (112.58 cm), 2012-13 ürün yılına (107.10 cm) göre daha yüksek bitki boyu belirlenmiştir. Ayrıca, bitki boyu bakımından çok önemli GxY interaksyonu belirlenmiştir. Gummadov (2012), farklı lokasyonlarda yaptığı bir çalışmada buğday çeşitlerinin lokasyonlara göre farklı tepkiler verdiğini ve yağışın yüksek olduğu lokasyonlarda bitki boyunun da yüksek olduğunu belirtmiştir. Makarnalık buğday genotiplerinin bitki boyları çoğunlukla standart çeşitlerden daha uzun olmuştur. Bu sonuç, bitki boyunun incelendiği yerel buğdaylarla ilgili yapılan iki çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir (Ehdaie ve Waines, 1989; Elings and Nachit 1991). Genotipler arasında ortaya çıkan bu farklar esas olarak çeşidin genetik yapısı, ekim zamanı, ekim sıklığı, gübreleme ve yağış durumuna bağlı olarak değiştiği Kendal ve ark. (2012) ve Akan ve ark. (2021) tarafından bildirilmiştir. Konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda da bitki boyu bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Pisante ve ark., 1996; Başer ve ark., 2001; Bilgin ve Korkut, 2005; Kaydan ve Yağmur, 2008, Akan ve ark. 2021). Duran (2001) tarafından yapılan çalışmada ise bitki boylarının 89.0 ile 101.8 cm arasında değiştiği bildirilmiştir. Jaradat ve ark. (1996), uzun boylu yerel çeşitlerin tane verim potansiyelinin kısa boylu çeşitlerden % 30 daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 6'da görüleceği gibi ilk yıl 14-12-9 genotipinde başak uzunluğu en fazla olmuştur. Ancak birinci yıl 51-23-24, 39-16-53, Zenith, Svevo ve Fuatbey genotipleri dışındaki genotiplerle aralarında fark olmamıştır. İkinci yıl 29-15-51 genotipi en uzun başak uzunluğuna sahip olmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 5. Makarnalık Buğday Genotiplerinin Olgunlaşma Süresi ve Bitki Boyuna Ait Değerler
Table 5. Values of Maturation Time and Plant Height of Durum Wheat Genotypes

Genotipler	Olgunlaşma Süresi (gün)			Bitki Boyu (cm)		
	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2011-2012	2012-2013	Ortalama
14-12-9	192.0±0.71abcd	159.2±0.75	175.6±0.50	86.9±1.07f	85.2±3.10cd	86.0±0.76g
47-21-10	191.7±0.75abcd	159.0±0.41	175.3±0.53	125.3±3.11abcd	114.2±3.34ab	119.7±2.20cdef
29-15-51	191.0±0.00bcd	158.7±0.63	174.8±0.00	119.6±3.16de	112.6±1.76b	116.1±2.23ef
16-12-9	192.2±1.03abc	158.5±0.29	175.3±0.73	115.2±7.79e	115.5±2.91ab	115.3±0.55f
52-23-50	192.0±0.91abcd	158.5±0.50	175.2±0.65	124.7±2.32bcd	115.9±2.60ab	120.3±1.64bcdef
21-14-16	192.5±0.29ab	159.2±0.48	175.8±0.20	129.8±2.27abc	114.6±1.89ab	122.1±1.61abcd
49-22-37	192.0±0.71abcd	159.5±0.29	175.7±0.50	120.8±2.00cde	114.9±3.66ab	117.8±1.42def
36-16-32	191.2±0.25abcd	158.5±0.29	174.8±0.18	126.7±1.06abcd	114.8±2.05ab	120.7±0.75bcde
8-10-28	190.2±0.25cd	159.5±0.65	174.8±0.18	84.4±1.09f	88.8±3.46c	86.6±0.77g
51-23-24	192.2±0.75abc	158.5±0.65	175.3±0.53	123.7±3.60bcde	117.3±1.90ab	120.5±2.54bcdef
35-16-29	192.2±0.75abc	158.2±0.63	175.2±0.53	121.7±2.80cde	118.0±1.56ab	119.8±1.98bcdef
22-14-34	193.2±0.75a	158.2±0.48	175.7±0.53	134.6±1.73a	115.9±3.50ab	125.2±1.23ab
39-16-53	192.0±0.71abcd	158.7±0.63	175.3±0.50	132.9±2.13ab	116.7±2.64ab	124.8±1.51abc
27-15-49	191.7±0.85abcd	159.7±0.48	175.7±0.60	132.5±2.69ab	121.4±2.82a	126.9±1.90a
Zenith	190.0±0.00d	159.0±0.41	174.5±0.00	71.5±0.96g	78.2±2.02d	74.8±0.68h
Svevo	190.2±0.25cd	158.5±0.65	174.3±0.18	80.5±2.31f	88.4±1.13c	84.4±1.63g
Fuatbey	190.2±0.63cd	159.0±0.41	174.6±0.44	83.4±1.95f	87.9±2.97c	85.6±1.38g
Ortalama	191.6 a	158.9 b	175.2	112.6 a	107.1 b	109.8
F değeri (Genotip)	2.04 *	0.78 ns	1.24 ns	54.66 **	33.93 **	88.25 **
F değeri (Yıl)			25944 **			35.13 **
F değeri (GxY)			1.86 *			4.63 **
VK (%)	0.68	0.65	0.68	5.18	4.66	4.91

** P<0.01 düzeyinde önemli, * P<0.05 düzeyinde önemli.

Çizelge 6. Makarnalık Buğday Genotiplerinin Başak Uzunluğu ve Sap Uzunluklarına Ait Değerler
Table 6. Values of Spike Length and Stalk Lengths of Durum Wheat Genotypes

Genotipler	Başak Uzunluğu (cm)			Sap Uzunluğu (cm)		
	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2011-2012	2012-2013	Ortalama
14-12-9	6.83±0.18a	6.53±0.29	6.68±0.13	80.0±0.91f	78.6±3.05c	79.3±0.65g
47-21-10	6.38±0.31abc	6.56±0.59	6.47±0.22	118.9±2.94bcd	107.6±2.79ab	113.3±2.08cdef
29-15-51	6.05±0.21abcd	8.03±0.81	7.04±0.15	113.5±3.05de	104.6±2.47b	109.0±2.15ef
16-12-9	6.38±0.29abc	7.36±0.57	6.87±0.20	108.7±8.05e	108.1±2.98ab	108.4±0.57f
52-23-50	6.03±0.30abcd	6.78±0.10	6.40±0.21	118.6±2.03bcd	109.1±2.52ab	113.8±1.43bcde
21-14-16	6.45±0.06abc	6.77±0.39	6.61±0.05	123.3±2.26abc	107.8±1.54ab	115.5±1.60abcd
49-22-37	6.15±0.35abcd	7.82±0.45	6.99±0.25	114.6±1.90cde	107.1±3.55ab	110.9±1.34def
36-16-32	6.23±0.34abcd	7.44±0.33	6.84±0.24	120.4±0.92abcd	107.4±2.38ab	113.9±0.65bcde
8-10-28	6.15±0.16abcd	6.62±0.52	6.39±0.11	78.2±1.02f	82.1±3.49c	80.2±0.72g
51-23-24	5.40±0.23de	6.77±0.31	6.09±0.16	118.3±3.48bcd	110.5±2.21 ab	114.4±2.46bcd
35-16-29	6.68±0.23ab	6.77±0.22	6.73±0.16	115.0±2.63cde	111.2±1.74ab	113.1±1.86def
22-14-34	6.13±0.19abcd	7.07±0.12	6.60±0.13	128.4±1.63a	108.8±3.47ab	118.6±1.16abc
39-16-53	5.65±0.35cde	6.46±0.47	6.06±0.25	127.3±1.99ab	110.2±2.87ab	118.7±1.41ab
27-15-49	6.10±0.29abcd	7.00±0.52	6.55±0.20	126.4±2.77ab	114.3±2.96a	120.3±1.96a
Zenith	5.83±0.30bcde	7.28±0.28	6.55±0.21	65.6±0.98g	70.9±1.76d	68.2±0.70h
Svevo	5.15±0.30e	6.89±0.11	6.02±0.21	75.3±2.13f	81.5±1.20c	78.4±1.51g
Fuatbey	5.75±0.16cde	6.94±0.10	6.35±0.11	77.6±1.92f	80.9±2.89c	79.2±1.36g
Ortalama	6.08 b	7.01 a	6.54	106.5 a	100.1 b	103.3
F değeri (Genotip)	2.64 **	1.19	1.56	55.59 **	33.41 **	88.78 **
F değeri (Yıl)			61.40 **			48.69 **
F değeri (GxY)			1.64			4.57 **
VK (%)	8.69	11.74	10.59	5.42	5.00	5.19

** P<0.01 düzeyinde önemli, * P<0.05 düzeyinde önemli.

İki yıllık ortalamalara göre genotiplerin başak uzunluğu 6.02-7.04 cm arasında değişmiş 29-15-51 genotipi uzun başağa sahip olmuştur. Svevo çeşidi iki yıllık ortalamalara göre en kısa başak uzunluğuna sahip olmuştur. Genotiplerin ortalaması olarak başak

uzunluğu ilk yıl 6.08 cm, ikinci yıl 7.01 cm olmuştur. İlk yıl uzun yıllar ortalamasının üzerinde yağış almasına rağmen başak taslağı oluşum döneminde (Mart, Nisan, Mayıs) yetersiz yağış olması başak uzunluğunun daha kısa olmasına neden olmuştur.

Kurak koşulların başak uzunluğunu azalttığını ortaya koymuşlardır (Tosun ve ark., 2006; Emam ve ark., 2007). Yıl x genotip interaksyonu ise önemli olmamıştır. Başak uzunluğu üzerinde yetiştirme tekniği, toprağın besin elementleri içeriği ve iklim faktörü gibi çevre şartlarından çok çeşitler arasındaki genetik yapıdan kaynaklanmaktadır (Bilgin ve Korkut, 2005). Konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda bir kısım araştırmacılar başak uzunluğu yönünden çeşitler arasındaki farkların önemli olmadığını belirlerken (Akçura, 2001), bir kısım araştırmacılar da başak uzunluğu yönünden çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğunu belirlemişlerdir (Kara, 2002; Bilgin ve Korkut, 2005; Yağmur ve Kaydan, 2007; Kaydan ve Yağmur, 2008). Duran (2001) tarafından yapılan çalışmada da makarnalık buğdayların başak uzunluklarının 8.3-10.5 cm arasında değiştiği, Sakin ve ark. (2004), başak uzunluğunun 5.5-7.2 cm arasında değiştiğini, Akıncı ve Yıldırım (2009), başak uzunluğunun 5.27-7.38 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Sap uzunluğu yönünden ilk yıl 22-14-34 genotipinden en uzun sap uzunluğu elde edilmiş, 27-15-49, 39-16-53, 21-14-16 ve 36-16-32 genotipleri ile aynı grupta yer almıştır. İkinci yıl, standart çeşitler ile 8-10-28, 14-12-9 ve 29-15-51 genotipi dışındaki genotipler uzun sap uzunluğuna sahip olmuş ve aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 6). İki yıllık sonuçların ortalamasına göre, 27-15-49 genotipinde sap uzunluğu en fazla olmuş, Zenith çeşidi her iki yılda ve ortalamalara göre 17 genotip içerisinde en kısa sap uzunluğuna sahip olmuştur. Bununla beraber, diğer genotiplerin yıllara göre farklı tepkiler verdiği (GxY) ve bununda istatistiksel olarak çok önemli olduğu görülmüştür. Makarnalık buğday üzerinde ülkenin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda alınan sonuçlarda, Doğan ve Yürür (1992) sap uzunluğunu 69.2-116.9 cm, Ayçiçek ve Yürür (1993) 66-84 cm arasında bulmuş olup araştırmadan elde edilen değerlerle uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Genotiplerin ortalaması olarak sap uzunluğu ilk yıl 106.5 cm, ikinci yıl 100.1 cm olmuştur.

İlk yıl ve iki yıllık ortalamalara göre 21-14-16, 22-14-34, 39-16-53, 27-15-49 ve 35-16-29 genotipleri, ikinci yıl bu genotiplere ilave olarak 16-12-9 genotipi en uzun üst boğum arası uzunluğuna sahip olmuş ve genotipler arasındaki farklar önemli olmamıştır. İlk yıl standart çeşitlerin üçü de en kısa boğum arasına sahip olurken, ikinci ve iki yıllık ortalamalarda Zenith çeşidi en kısa üst boğum arası uzunluğuna sahip olmuştur (Çizelge 7). Sap uzunluğunda olduğu gibi üst boğum bakımından da genotiplerin yıllara göre farklı tepkiler vermesi çok önemli bulunmuştur. Yerel ekmeçlik buğday genotipleri ile standart çeşitleri üst boğum arası uzunluğu yönünden karşılaştırmak gerekirse, yerel buğday genotiplerinin çoğunluğunda üst boğum arası uzunluğu standart

çeşitlerden daha uzun olmuştur. Üst boğum arasının uzun olması istenen bir durumdur. Çünkü üst boğumarası, diğer fotosentetik organlarda üretilen besin maddelerini depolamasının yanında (Aguado ve ark., 2000), fotosentez yapma yeteneğine sahiptir. Üst boğum arası, buğdaydaki fotosentetik olarak aktif organlardan biri olarak tanımlanmış ve tanede kuru madde birikiminin yaklaşık % 9-12'sine katkıda bulunmaktadır (Wang et al. 2001). Damania ve ark. (1996)'nın Türkiye'den toplanan yerel makarnalık buğday çeşitlerinden elde ettikleri araştırma sonuçları ile bu araştırmadan elde edilmiş olan sonuçlar benzerlik göstermiştir. Genotiplerin ortalaması olarak, birinci yıldaki üst boğum arası uzunluğu daha fazla olmuştur. Üst boğum arası uzunluğu ile bitki boyu arasında belirtilen olumlu ilişki (Çekiç, 2007) bizim çalışmada da benzer şekilde görülmüş, üst boğum arası uzunluğu birinci yılda 47.35 cm, ikinci yılda 40.68 cm olmuş, bitki boyu birinci yılda 112.6 cm, ikinci yılda 107.1 cm olmuştur (Çizelge 5). Üst boğum uzunluğu bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar genetik yapıdan kaynaklanmaktadır. Bir kısım araştırmacılar üst boğum uzunluğu yönünden çeşitler arasındaki farkların önemli olmadığını belirlerken (Akçura, 2001), bir kısım araştırmacılar da bu araştırmanın sonucuna benzer şekilde üst boğum uzunluğu yönünden çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğunu belirlemişlerdir (Kara, 2002; Gençtan ve Balkan, 2006; Yağmur ve Kaydan, 2007; Kaydan ve Yağmur, 2008).

Tane verimi yönünden birinci yıl ve ikinci yılda tane verimi yönünden Zenith, Svevo ve Fuatbey standart çeşitleri ile 14-12-9 genotipi, yerel populasyonlardan önemli derecede yüksek tane verimine sahip olmuşlardır. 14-12-9 genotipi hariç, yerel populasyonlar düşük tane verimine sahip olmuşlardır. Yerel genotipler içerisinde en düşük tane verimi Alabuğday-11 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 7). Bununla beraber Çizelge 7 incelendiğinde tane verimi açısından genotiplerin sıralanışı deneme yıllarına göre farklı olmuş ve bu açıdan GxY interaksyonu da önemli bulunmuştur. İki yıllık ortalamalara göre, 14-12-9 genotipi ile yine standart çeşitler yüksek tane verimine sahip olmuşlar ve kendi aralarındaki farklar önemli olmazken, yerel populasyonlarla aralarındaki farklar (8-10-28 hariç) önemli olmuştur. Genotiplerden en düşük tane verimi 22-14-34 genotipinden elde edilmiş ancak çoğu yerel genotiple arasındaki fark önemli olmamıştır. Akıncı ve Yıldırım (2009), Diyarbakır da yapmış oldukları çalışmada tane veriminin 227.1- 406.9 kg da⁻¹ arasında değiştiğini, Doğan ve Cetiz (2015), Mardin-Kızıltepe de yaptıkları çalışmada tane verimi ortalamalarının 286.9 – 477.3 kg da⁻¹ arasında ve Akan ve ark. (2021) Mardin/Midyat ilçesinde yaptıkları çalışmada tane veriminin 133.5-198.8 kg da⁻¹ arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 7. Makarnalık Buğday Genotiplerinin Üst Boğum Arası Uzunluğu ve Tane Verimine Ait Değerler
Table 7. Values of Internode Length and Grain Yield of Durum Wheat Genotypes

Genotipler	Üst Boğum Arası Uzunluğu (cm)			Tane Verimi (kg/da)		
	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2011-2012	2012-2013	Ortalama
14-12-9	41.00±0.37c	35.75±1.50de	38.37±0.53fg	446.5±0.72ab	630.4±0.69a	538.4±0.51a
47-21-10	50.72±1.42b	39.00±2.50bcde	44.86±2.01d	355.8±2.44c	397.7±3.02cde	376.7±1.73cd
29-15-51	47.90±0.32b	42.35±0.62abc	45.12±0.45d	384.1±2.40bc	483.8±1.37bcd	434.0±1.70bc
16-12-9	50.90±1.49b	45.45±0.75a	48.17±2.11bc	393.5±1.77bc	437.7±0.56bcde	415.6±1.25bcd
52-23-50	49.30±0.43b	38.25±2.11cde	43.77±0.61de	386.9±3.23bc	371.9±3.32de	379.4±2.29cd
21-14-16	56.45±0.77a	46.00±0.65a	51.22±1.09a	386.1±3.01bc	407.5±3.49cde	396.8±2.12cd
49-22-37	49.60±0.64b	41.20±1.88abc	45.40±0.91cd	354.5±3.47c	486.0±0.59bcd	420.2±2.45bcd
36-16-32	49.87±0.59b	40.00±0.84bcde	44.93±0.83d	396.9±1.95bc	360.4±3.72de	378.6±1.38cd
8-10-28	40.05±0.28c	41.90±2.38abc	40.97±0.40ef	405.2±3.69bc	549.4±0.71ab	477.3±2.61ab
51-23-24	49.57±0.69b	40.15±1.49bcd	44.86±0.98d	399.6±2.56bc	344.2±1.42e	371.9±1.81cd
35-16-29	52.72±0.32ab	46.05±1.02a	49.38±0.45ab	341.6±2.55c	440.7±1.53bcde	391.1±1.80cd
22-14-34	56.35±0.90a	43.10±1.64abc	49.72±1.28ab	340.9±2.60c	374.1±0.65de	357.5±1.84d
39-16-53	55.95±0.89a	43.95±1.96ab	49.95±1.26ab	401.4±2.76bc	350.8±2.66de	376.1±1.95cd
27-15-49	55.90±0.73a	45.50±1.28a	50.70±1.03ab	354.7±1.36c	384.5±3.55de	369.6±0.96cd
Zenith	30.52±0.34d	29.20±0.73f	29.86±0.48i	416.9±0.91bc	525.2±2.32abc	471.0±0.64ab
Svevo	33.72±0.81d	38.50±0.60cde	36.11±1.14gh	494.3±1.76a	544.9±2.50ab	519.5±1.26a
Fuatbey	34.45±0.30d	35.20±1.51e	34.82±0.42h	446.9±2.84ab	572.6±3.62ab	509.8±2.00a
Ortalama	47.35 a	40.68 b	44.02	394.5 b	450.7 a	422.6
Fdeğeri (Gen)	29.41 **	8.88 **	32.28 **	2.78 **	4.52 **	5.84 **
F değeri (Yıl)			161.72 **			22.76 **
Fdeğeri (GxY)			6.11 **			2.15 *
VK (%)	6.50	7.43	6.95	12.42	18.41	16.28

** $P<0.01$ düzeyinde önemli, * $P<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 8. İncelenen Özellikler Arası İlişkiler
Çizelge 8. İncelenen Özellikler Arası İlişkiler

	BB	BU	SU	ÜBAU	BS	ÇS	OS	BES	TDP
BU	0.02								
SU	0.99**	-0.02							
ÜBAU	0.85**	-0.14	0.85**						
BS	0.24**	-0.52**	0.26**	0.50**					
ÇS	0.25**	-0.51**	0.27**	0.51**	0.99**				
OS	0.17*	-0.52**	0.19*	0.46**	0.99**	0.99**			
BES	-0.39**	-0.01	-0.39**	-0.29**	-0.12	-0.11	0.06		
TDP	-0.46**	-0.01	-0.46**	-0.38**	-0.19*	-0.21*	-0.03	0.96**	
TV	-0.47**	0.22**	-0.48**	-0.37**	-0.38**	-0.38**	-0.30**	0.45**	0.49**

** $P<0.01$ düzeyinde önemli, * $P<0.05$ düzeyinde önemli. BU= başak uzunluğu, SU= Sap uzunluğu, ÜBAU= Üst boğum arası uzunluğu, BS= Başaklanma süresi, ÇS= Çiçeklenme süresi, OS= Olgunlaşma süresi, BES= Başaklanma erme süresi, TDP= Tane dolum periyodu, TV= tane verimini göstermektedir.

Yağışa dayalı koşullarda yürütülen bu denemede, genotiplerin ortalaması olarak tane verimi ilk yıl 394.5 kg da⁻¹, ikinci yıl 450.7 kg da⁻¹ olmuştur. Birinci yılda tüm çeşitlerin tane verimi ikinci yıla göre daha düşük olmuştur. İkinci ürün yılında geç ekimden kaynaklı olarak olgunlaşma süresinin kısalması olmasına rağmen Çizelge 1'deki iklim verilerinden görüleceği gibi, birinci yıl uzun yıllar ortalamasının üstünde yağış olmasına rağmen, generatif dönemde düşen yağış miktarının (Mart ve Nisan) az olmasına bağlı olarak ikinci yıl tane veriminin daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Tane veriminin yağış miktarıyla olumlu (Zhang ve ark., 1998) ilişkiler gösterdiği bildirilmiştir. Tane verimi yönünden ürün

yıllarına göre ortaya çıkan farkların, başak gelişmesi-fizyolojik olgunluk dönemi arasındaki sıcaklık (Spiertz ve Vos, 1985), toplam yağış miktarı ve dağılımı (Mahler ve ark., 1994) ile yakından ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

Buğdayda verime yönelik olarak yürütülen çalışmalarda seleksiyonların doğru yapılabilmesi için özellikler arası ilişkilerin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla ele alınan özellikler arası ilişkiler korelasyon analizi ile araştırılmıştır (Çizelge 8). Çizelgeden de görüleceği gibi tane verimi ile başak uzunluğu, başaklanma erme süresi ve tane dolum periyodu arasında olumlu yönde önemli ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Tane verimi ile bitki boyu, sap

uzunluğu, üst boğum arası uzunluğu, başaklanma süresi, çiçeklenme süresi ve olgunlaşma süresi arasında olumsuz ve önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Tane dolmuş periyodu ile başaklanma erme süresi hariç diğer özellikler arasında olumsuz ve önemli ilişkiler belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi ile BB, SU, ÜBAU, BS ve ÇS arasında olumlu ve önemli ilişkiler bulunmuştur. Çiçeklenme süresi ile BB, SU, ÜBAU ve BS arasında, BS ile BB, SU ve ÜBAU arasında olumlu ve önemli ilişkiler olduğu saptanmıştır. Üst boğum arası uzunluğu ile BB, SU ve sap uzunluğu ile BB özellikleri arasında da önemli ilişkilerin bulunduğu belirlenmiştir. Fischer ve ark. (1981) ve Sözen ve Yağdı (2005) tane verimi ile bitki boyu arasında olumsuz ve önemli ilişki bulmuşlardır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kahramanmaraş koşullarında, 2011-2013 ürün yılında, 17 makarnalık buğday genotipi ile yürütülen bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, başaklanma süresi, çiçeklenme süresi, başaklanma-erme süresi, bitki boyu, sap uzunluğu ve tane verimi yönünden üstün özelliklere sahip yerel popülasyonların bulunduğu belirlenmiştir. Tane verimi yönünden 14-12-9 hattının (538.4 kg/da) Fuatbey, Svevo ve Zenith standart çeşitlerinden ve diğer hatlardan daha yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Kunderu popülasyonu içerisinde kısa boyları ile dikkati çeken 14-12-9 ve 8-10-28 nolu hatların yatmaya dayanıklı ve kısa boylu oldukları saptanmıştır. Üst boğum arasının uzun olması tane verimi bakımından bir avantajdır. Benzer şekilde bitki sapının uzun olması genotip yüksek verimli olsa bile zaman zaman meydana gelen yatma problemi nedeniyle dezavantaj oluşturmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, çalışmadaki hatlar arasında 14-12-9 ve 8-10-28 hatları kısa sapları, 21-14-16 ve 27-15-49 gibi hatlar uzun boğum araları nedeniyle ıslahçıların aradıkları genetik kaynaklar olabilir. Bu genotiplerin verim denemelerine alınarak, kalite özelliklerinin incelenmesi yeni çeşit ıslahı yönünden yararlı olabilir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın ikinci yıl rakamları yüksek lisans tezinden alınmıştır.

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

- Aguado JAC, Rodes R, Perez PI, Dorado M 2000. Morphological Characteristics and Yield Components Associated with Accumulation and Loss of Dry Mass in the Internodes of Wheat. *Field Crops Research* 66: 129-134.
- Akan A, Ünsal N, Ünsal AS 2021. Kuru Koşullarda Durum Buğday Çeşitlerinin Verim ve Kalitelerini Etkileyen Önemli Parametrelerin Belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi* 5(1): 246-256.
- Akinci C, Yıldırım M 2009. F6 Generasyonundaki Bazı Makarnalık Buğday Hatlarının Verim ve Verim Unsurlarının Karşılaştırılması. *Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi* 19-22 Ekim 2009, Hatay.
- Akçura M 2001. Ethephon ve Mepiquat Chloride Uygulamasının Kahramanmaraş Koşullarında İki Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotipinin Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53sy.
- Akçura M 2004. Türkiye Kışlık Ekmek Buğday Genetik Kaynaklarının Karakterizasyonu. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 225 sy.
- Albayrak Ö, Akinci C, Yıldırım M 2011. Diyarbakır Yöresi Yerel Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları Yönünden Değerlendirilmesi. *Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi*, 12-15 Eylül 2011, Bursa.
- Anonymus 1999. SAS Inst., 1999, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Anonim 2013a. Kahramanmaraş Meteoroloji İl Müdürlüğü Gözlem Kayıtları <https://mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?il=Kahramanmaraş>.
- Anonim 2013b. K.S.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvar Analiz Sonuçları.
- Araus JL, Slafer GA, Reynolds MP, Royo C 2002. Plant Breeding and Water Relations in C3 Cereals: What to Breed for? *Ann. Bot.* 89: 925-940.
- Araus JL, Slafer GA, Royo C, Serret MD 2008. Breeding for Yield Potential and Stress Adaptation in Cereals. *Crit. Rev. Plant Sci.* 27: 377-412.
- Ayçiçek M, Yürür N 1993. Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) Bursa Koşullarındaki Verim Yeteneklerinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1): 181-193.
- Başer İ, Korkut KZ, Bilgin O 2001. İleri Ekmeklik Buğday Hatlarının (*T. aestivum* L.) Tane Verimi ve Bazı Agronomik Karakterler Yönünden Değerlendirilmesi. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi*, 17-21 Eylül 2001, Tekirdağ.
- Bilgin O, Korkut KZ 2005. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşit ve Hatlarının Tane Verimi ve Bazı Fenolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 58-65.

- Birsin MA 1999. Makarnalık Buğdaylarda Tane Doldurma Süresi ve Oranı. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 8(1-2): 68-74.
- Clarke FR, Clarke JM, Ames NA, Knox RE, Ross RJ 2010. Gluten Index Compared with SDS-sedimentation Volume for Early Generation Selection for Glütten Strength in Durum Wheat. Canadian Journal of Plant Science, 90(1): 1-11.
- Çekiç C 2007. Kurağa Dayanıklı Buğday (*Triticum aestivum* L.) İslahında Seleksiyon Kriteri Olabilecek Fizyolojik Parametrelerin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 124 sy.
- Dalkılıç AY 2012. Malatya Yöresi Kunduru 1149 Populasyonundan Seçilen Hatların Kahramanmaraş Koşullarındaki Verim ve Verim Unsurları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 45 sy.
- Damania AB, Pecetti L, Qualset CO, Humeid OB 1996. Diversity and Geograhic Distribution of Adapt and Traits in *Triticum Turgidum* L. (Durum Group) Wheat Landraces From Turkey. Genetic Resources And Crop Evolution, 43(5): 409-422.
- Doğan R, Yürür N 1992. Bursa Yöresinde Yetiştirilen Buğday Çeşitlerinin Verim Komponentleri Yönünden Değerlendirilmesi. Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 9: 37-46.
- Doğan Y, Cetiz MB 2015. Türkiye’de Tescil Edilmiş Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum durum* L.) Çeşitlerinin Mardin-Kızıltepe Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tar. Bil. Dergisi, 25(3): 304-311.
- Dokuyucu T, Akkaya A, Nacar A, İspir B 1997. Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğdayların Verim ve Verim Unsurları ve Fenolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül 1997, Samsun.
- Dokuyucu T, Cesurer L, Akkaya A 1999. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Kahramanmaraş Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Ankara.
- Duran R 2001. Bazı Makarnalık Buğdaylarda (*Triticum Durum* Desf.) Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53 sy.
- Ehdaie B, Waines JG 1989. Genetic Variation, Heritability and Path – Analysis of Bread Wheat from Southwestern Iran. Euphytica, 41: 183-190.
- Elings A, Nachit MM 1991. Durum Wheat Landraces from Yyria. I. Agroecological and Morphological Characterization. Euphytica, 53: 211-224.
- Emam Y, Ranjbar AM, Bahrani MJ 2007. Evaluation of Yield and Yield Components in Wheat Genotypes under Post-Anthesis Drought Stress. JWSS-Isfahan University of Technology, 11(1): 317-328.
- Gebeyehou G, Knott DR, Baker RJ 1982a. Relationships Among Durations of Vegetative and Grain Filling Phases, Yield Components and Grain Yield in Durum Wheat Cultivars. Crop Science, 22: 287-290.
- Gebeyehou G, Knott DR, Baker RJ 1982b. Rate and Duration of Filling in Durum Wheat Cultivars. Crop Science, 22: 337-340.
- Gençtan T, Balkan A 2006. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L. em Thell) Çeşitlerinde Ana Sap ve Fertil Kardeşlerin Bitki Tane Verimi ve Verim Öğeleri Yönünden Karşılaştırılması, Tarım Bilimleri Dergisi 13 (1): 17-21.
- Gummadov N 2012. Kışlık Ekmeklik Buğdayda Verim ve Kalite Özellikleri Yönünden Genetik İlerlemenin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 205 sy.
- Jaradat AA, Ajluni MM, Karaki G 1996. Genetic Structure of Durum Wheat Landraces in a Center of Diversity. 5th International Wheat Conference Abstracts, 10-14.
- Kara R 2002. Kahramanmaraş Yöresi İçin Ümitvar Görülen Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53 sy.
- Kara R, Dumlupınar Z, Akkaya A, Dokuyucu T 2008. Bazı Makarnalık Buğday Genotiplerinin Kahramanmaraş Koşullarında Fenolojik Dönemler, Bazı Bitkisel Özellikler ve Tane Verimi Bakımından Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 11(1): 104-111.
- Kara R 2009. Kahramanmaraş Yöresine Ait Yerel Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim ve Fizyolojik Özellikler Yönünden İncelenmesi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 100 sy.
- Kaydan D, Yağmur M 2008. Van Ekolojik Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Bir Araştırma, Tarım Bilimleri Dergisi, 14(4): 350-358.
- Kendal E, Tekdal S, Aktaş H, Karaman M 2012. Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Diyarbakır ve Adıyaman Sulu Koşullarında Verim ve Kalite Parametreleri Yönünden Karşılaştırılması, Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 26(2): 1-14.
- Kılıç H 2003. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Makarnalık Buğday (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) Çeşitlerinin Bazı Tarımsal ve Kalite Özellikleri ile Stabilitesi Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri

- Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 253 sy.
- Kılıç H 2014. İleri Kademe Makarnalık Buğday Hatlarının Farklı Çevrelerde Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(2): 194-201.
- Kılıç H, Erdemci İ, Karahan T, Aktas H, Karahan H, Kendal E 2005. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Şartlarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim Stabiliteleri Üzerine Araştırmalar. GAP IV Tarım Kongresi 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa.
- Kılınç M, Şener O, Gözübenli H 1996a. Makarnalık Buğdaylarda Verim ve Bazı Verim Komponentlerinin Korelasyon ve Path Analizi, MKÜ Ziraat Fak. Dergisi, 1(1): 47-58.
- Kılınç M, Şener O, Gözübenli H 1996b. Hatay Koşullarında Uygun Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi, MKÜ Ziraat Fak. Dergisi, 1(1): 125-138.
- Kıral AS, Çelik A 2012. Tokat-Kazova Koşullarında Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Diğer Özelliklerine Ekim Zamanının Etkisi, GOÜ Ziraat Fak. Dergisi, 29(1): 75-79.
- Kırtok Y., Genç İ, Yağbasanlar T, Çölkesen M, Kılınç M 1988. Tescilli Bazı Ekmeklik (*T. aestivum* L. em Thell) ve Makarnalık (*T. Durum* Desf.) Buğday Çeşitlerinin Çukurova Koullarında Başlıca Tarımsal Karakterleri Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniv. Zir. Fak. Der. 3(3): 96-106.
- Knott DR, Gebeyehou G 1987. Relationships between The Lengths of the Vegetative and Grain Filling Periods and Agronomic Characters in Three Wheat Crosses. Crop Sci. 27: 857-860.
- Korkut KZ, Başer İ, Bilgin O 2001. Makarnalık Buğday Hatlarında (*T. durum* L. Desf.) Kışa Dayanım ile Tane Verimi ve Bazı Verim Komponentleri Arasındaki İlişkiler. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül 2001, Tekirdağ.
- Kyzeridis N, Biesantz A, Limberg P 1995. Comparative Trials with Durum Wheat Landraces and Cultivars in Different Ecological Environments in The Mediterranean Region. Journal of Agronomy and Crop Science, 174: 133-144.
- Levitt J 1980. Stress terminology. In: Turner NC, Kramer PJ, editors. Adaptation of plants to water and high temperature stress. New York: Wiley pp.439-473.
- Loss SP, Kirby EJM, Siddique KHM, Perry MW 1989. Grain Growth and Development of Old and Modern Australian Wheats. Field Crops Research, 21: 131-146.
- Mahler RL, Koehler FE, Lutchter LK 1994. Nitrogen Source, Timing of Application and Placement: Effects on Winter Wheat Production, Agron. J., 86: 637-642.
- Motzo R, Giunta F, Deiddia M 1996. Relationships between Grain-Yield-Filling Parameters, Fertility, Earliness and Grain Protein of Durum Wheat in a Mediterranean environment. Field-Crops Research, 47(2-3): 129-142.
- Mou B 1990. Inheritance of the Rate and Duration of Grain Fill in Wheat. Agron. Abstract, 102: 21-26.
- Mou B, Kronstad WE 1989. Duration and Rate of Grain Filling and Subsequent Grain Yield in Wheat. Agronomy Abstract, 93: 15-20.
- Nazco R, Villegas D, Ammar K, Peña RJ, Moragues M, Royo C 2012. Can Mediterranean Durum Wheat Landraces Contribute to Improved Grain Quality Attributes in Modern Cultivars? Euphytica, 185: 1-17.
- Öztürk A, Çağlar Ö, Tufan A 2001. Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Erzurum Koşullarına Adaptasyonu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(2): 117-123.
- Öztürk A, Avcı R, 2014. Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Tane Verimi ile Bazı Tarımsal Karakterler Arası İlişkiler. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Entitüsü Dergisi, 23(2): 49-55.
- Pisante M, Basso B, Carafa AC, Stornaivola S 1996. The Possibility of Growing Spelt (*Triticum dicoccum* and *T. spelta*) in Arid Regions of Southern Italy, Field Crop Abstract, 49:11.
- Sakin M, Yıldırım A, Gökmen S 2004. Tokat Kazova Koşullarında Bazı Makarnalık Buğday Genotiplerinin Verim, Verim Unsurları İle Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (4): 481 - 489.
- Sharma RC 1994. Early Generation Selection for Grain Filling Period in Wheat. Crop Sci., 34: 945-948.
- Shukla S, Bhargava A, Chatterjee A, Singh SP 2004. Estimates of Genetic Parameters to Determine Variability for Foliage Yield and its Different Quantitative and Qualitative Traits in Vegetable Amaranth (*A. tricolor*). Journal of Genetics and Breeding, 58: 169-176.
- Soriano JM, Villegas D, Aranzana MJ, García del Moral LF, Royo C 2016. Genetic Structure of Modern Durum Wheat Cultivars and Mediterranean Landraces Matches with Their Agronomic Performance. Plos One 11(8):e0160983. doi:10.1371/journal.pone.0160983.
- Sönmez F, Kıral AS 2004. Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Erbaa Şartlarında Adaptasyonlarının Belirlenmesi, GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2): 86-93.
- Sözen E, Yağdı K 2005. Bazı İleri Makarnalık Buğday Hatlarının Tarımsal Özellikleri Üzerine Araştırmalar, ADÜ Ziraat Fak. Dergisi, 2(2): 51-57.
- Spiertz JHJ, Vos J 1985. Grain Growth of Wheat its Limitation by Carbohydrate and Nitrogen Supply. In Wheat Growth and Modelling, Plenum Press, New York, 407.
- Şahin M, Aydoğan S, Göçmen Akçacık A 2008. Orta Anadolu Sulu ve Kuru Koşulları İçin Tescil Edilmiş Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Verim ve Bazı

- Kalite Özellikleri Yönüyle Çok Yıllık Performanslarının Belirlenmesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, Konya.
- Talas F, Longin F, Miedaner T 2011. Sources of Resistance to Fusarium Head Blight within Syrian Durum Wheat Landraces. *Plant Breed.* 130: 398-400.
- Taneva K, Bozhanova V, Petrova I 2019. Variability, Heritability and Genetic Advance of Some Grain Quality Traits and Grain Yield in Durum Wheat Genotypes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(2): 288-295.
- Tosun M, Yüce S, Erkul A, Ege H 2006. Kuru ve Sulu Koşullarda Yetiştirilen Buğdayın Bazı Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Direkt Seleksiyona Karşı İndirekt Seleksiyon Etkinliği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 43(2): 53-62.
- Wang ZM, Wei AI, Zheng DM 2001. Photosynthetic Characteristics of Non-Leaf Organs of Winter Wheat Cultivars Differing in Ear Type and Their Relationship with Grain Mass Per Ear. *Photosynthetica*, 39(2): 239-244.
- Yağmur M, Kaydan D 2007. Van Ekolojik Koşullarında Bazı Buğday, Arpa ve Tritikale Çeşitlerinin Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Bir Araştırma, Türkiye 7. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Zecevic V, Knezevic D, Micanovic D, Urosevic D, Dimitrijevic B, Urosevic V 2001. Components of Variance and Heritability of Quality Parameters in Wheat Cultivars. *Genetika*, 13(3): 77-84.
- Zhang J, Sui X, Li B, Su B, Li J, Zhou D 1998. An Improved Water-Use Efficiency for Winter Wheat Grown under Reduced Irrigation, *Field Crops Res.*, 59: 91-98.

Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Tokat-Kazova Koşullarında Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Kübra ÖZDEMİR DİRİK^{1*}, Mehmet Ali SAKİN², Mahmut İNANÇ³, Fahri SÖNMEZ⁴

^{1,2,3,4}Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat

¹<https://orcid.org/0000-0002-6901-561X>, ²<https://orcid.org/0000-0002-9774-2478>, ³<https://orcid.org/0000-0003-3318-9842>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-3318-9842>,

✉: kubra.ozdemir@gop.edu.tr

ÖZET

Çalışma, bazı arpa çeşitlerinin verim, verim öğeleri ve bazı kalite özelliklerini belirlemek amacıyla 2017-2018 ve 2018-2019 yetiştirme sezonlarında Tokat-Kazova koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada 12 adet 2-sıralı, 4 adet 6-sıralı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşidi Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü, kışlık olarak ekilmiştir. Çalışma sonucunda çeşitlerin iki yılın ortalama başaklanma süresi 133.4 gün, yatma oranı %13.1, bitki boyu 94.4 cm, metrekarede başak sayısı 511 adet, başakta tane sayısı 34.2 adet, tek başak verimi 1.35 g, bin tane ağırlığı 35.2 g, hektolitre ağırlığı 63.7 kg, tane verimi 3161 kg ha⁻¹ ve hasat indeksi %32.4 olarak belirlenmiştir. İncelenen özellikler bakımından arpa çeşitleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ayrıca metrekarede başak sayısı dışında incelenen diğer parametrelerde yıllar arasında da önemli farklılıklar bulunmuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre tane verimi bakımından Hasat, Bolayır ve Harman çeşitlerinin, bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı bakımından ise Yalın ve Önder çeşitlerinin öne çıktığı, bu çeşitlerin Tokat-Kazova koşullarında arpa üretim alanları için önerilebileceği belirlenmiştir.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 28.01.2021

Kabul Tarihi : 20.03.2021

Anahtar Kelimeler

Arpa

Adaptasyon

Verim

Kalite

Hordeum vulgare

Determination of Yield and Some Quality Characteristics of Some Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars in Tokat-Kazova Conditions

ABSTRACT

The research was conducted to determine yield, yield components and some quality characters of some barley cultivars in Tokat-Kazova conditions during 2017-2018 and 2018-2019 growing seasons. In the study, 12 two-row, 4 six-row barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars were planted as a Randomized Complete Block Design with three replications, as winter crop. In the results of research average of two years of cultivars heading period 133.4 day, lodging rate 13.1%, plant height 94.4 cm, the number of spike per square meter 511 number, the number of kernels per spike 34.2 number, single spike yield 1.35 g, thousand seed weight 35.2 g, test weight 63.7 kg, grain yield 3161 kg ha⁻¹ and harvest index 32.4% was determined. Significant differences were determined among barley cultivars in investigated traits. Also, significant differences were determined among years in terms of other investigated traits except for the number of spike per square meter. According to the results obtained from the research, it was determined that the prominent Hasat, Bolayır and Harman cultivars in terms of grain yield, Yalın and Onder cultivars in terms of thousand seed weight and test weight, that these cultivars can be recommended for barley production areas in Tokat-Kazova conditions.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 28.01.2021

Accepted : 20.03.2021

Keywords

Barley

Adaptaiton

Yield

Quality

Hordeum vulgare

Atıf Şekli: Özdemir Dirik K, Sakin MA, İnanç M, Sönmez F, 2022. Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Tokat-Kazova Koşullarında Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 800-810. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.869901>

To Cite : Ozdemir Dirik K, Sakin MA, Inanc M, Sonmez F, 2022. Determination of Yield and Some Quality Characteristics of Some Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars in Tokat-Kazova Conditions. KSU J. Agric Nat 25 (4): 800-810. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.869901>

GİRİŞ

Arpa Dünya’da kültürü yapılan en eski türlerden olup farklı enlemlerde yetiştirilebilmektedir (Cammarano ve ark., 2020). Dünyada tahıl üretiminde mısır, buğday ve çeltikten sonra dördüncü sırada bulunan arpa, Türkiye’de ise buğdaydan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2018). Erkencilik özelliği ile kuraklıktan kaçış mekanizmasına sahip olan arpanın tarımı büyük ölçüde yağışa dayalı koşullarda, çoğunlukla da kurak iklim kuşağında yapılmaktadır. Dünya’da ve Türkiye’de ekonominin temelini oluşturan tahıllar içerisinde yer alan arpanın büyük bir bölümü yem sanayinde bir kısmı da malt sanayinde ve az da olsa insan gıdası olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2017).

Bitkisel üretimde istenilen ürün artışını sağlamak için yapılacak çalışmaların başında yüksek verimli, yetiştirme şartlarına uygun, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşitlerin elde edilmesi, üretimi yapılan çeşitlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gelmektedir (Kendal, 2011; Çöken ve Akman, 2016; Şener ve ark., 2020). Türkiye’de arpa verimini; genel olarak arazilerin parçalı olması, kültürel uygulama eksiklikleri, eksik ve yanlış gübreleme ile uygun olmayan çeşit seçimi gibi etkenler düşürmektedir (Şener ve ark., 2020). Arpanın tane verimi çevresel koşullara bağlı olarak değişmektedir (Sirat ve Sezer, 2009; Yüksel ve ark., 2017).

Oral ve ark. (2017) da, arpada tane veriminin genotipik özelliklerden etkilendiğini, yetiştirme döneminde düşen fazla yağışın, düşük sıcaklık ortalamalarının, yüksek gece gündüz sıcaklık farkının tane dolgunluğunu ve dolayısıyla tane verimini artırdığını bildirmişlerdir. Arpa çeşitleri ile yürütülen başka bir çalışmada tane verimi üzerine metrekarede başak sayısının, bin tane ağırlığının ve bitki boyunun olumlu bir etki gösterdiği, kuru tarım alanlarında orta ve uzun boylu, üst boğum arası uzun, kurağa toleranslı genotiplerin verimlerinin yüksek olduğu da saptanmıştır (Ergün ve ark., 2017).

Türkiye 7.6 milyon ton (Anonim, 2019) arpa üretimi ile dünya arpa üretiminin (141 milyon ton) yaklaşık %5’ini gerçekleştirmekte olup, dekara 269 kg verim ile dünya verim ortalamasının (295 kg/da) altındadır (Anonim, 2018). Tokat’ta ise yaklaşık 307 bin da alanda 79 bin ton arpa üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2019). Tokat Kazova şartlarında yürütülen bu araştırma ile bazı iki ve altı sıralı arpa çeşitlerinin bazı verim ve kalite özellikleri yönünden incelenmesi ve yöre için uygun çeşitlerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Çalışma 2017-2018 ve 2018-2019 vejetasyon dönemlerinde Tokat-Kazova koşullarında yürütülmüştür. Bölge 40o 18’ N enlemi ile 36o 34’ E

boylamı arasında yer almaktadır. Bölgenin denizden yüksekliği 623 m’dir. Deneme alanının uzun yıllar ve araştırma yıllarına ait bazı iklim verileri Çizelge 1’de, deneme alanlarının toprak analiz sonuçları ise Çizelge 2’de verilmiştir. Denemede 12 adet 2-sıralı, 4 adet 6-sıralı arpa çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 3). Denemeler Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü, kışlık olarak kurulmuştur. Ekimler, 20 cm sıra arası mesafede elle yapılmış olup, ekim sıklığı m²’de 500 bitki olarak hesaplanmıştır. Parseller 5 metre uzunluğunda 4 sıradan oluşmuş ve aralarında boşluk bırakılmamıştır. Denemelerde dekara 10 kg N ve 6 kg P₂O₅ olacak şekilde, azotun yarısı ve fosforun tamamı ekimle birlikte verilmiş olup, azotun geri kalan kısmı (dekara 5 kg N) ise sapa kalkma döneminde verilmiştir. Hasat, parselin başlarından 0.25 m’lik kısımlar kenar tesiri olarak atıldıktan sonra geri kalan 3.6 m²’lik alanda elle yapılmıştır.

Çalışmada yatma oranı, bitki boyu ve bin tane ağırlığı Kandemir ve ark. (2000)’na, başaklanma süresi, metrekarede başak sayısı, tek başak verimi ve hektolitre ağırlığı Özdemir Dirik ve ark. (2018)’na, başakta tane sayısı Sakin ve ark. (2015)’na, tane verimi ve hasat indeksi ise Nawaz ve ark. (2013)’na göre belirlenmiştir. İstatistiksel analizler, MSTAT-C paket programı kullanılarak Düzgüneş ve ark. (1987)’nin bildirdikleri Tesadüf Blokları Deneme Desenine uygun olarak yapılmış ve ortalamalar arası farklılıklar Duncan testine göre karşılaştırılmıştır. Deneme yılları verileri için yapılan homojenite testinde (Aslam, 2020) incelenen parametrelerin büyük çoğunluğu homojen çıkmış ve tüm parametrelerde bütünlük olması açısından iki yıllık veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Ayrıca, yatma oranlarına +1 değeri verilmiş ve daha sonra % değerler açı transformasyonuna tabi tutularak istatistik analiz yapılmış, tabloda orijinal değerler verilmiştir (Soltani ve ark., 2012).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Başaklanma Süresi

Çalışmada başaklanma süresi bakımından arpa çeşitleri arasındaki fark ilk yıl %1 ikinci yıl %5, yıl x çeşit etkisi ise %1 düzeyinde önemli bulunmuş ve çeşitlerin başaklanma süreleri ilk yıl 115.7-142.3 gün, ikinci yıl ise 129.7-142.0 gün arasında değişmiştir (Çizelge 4). İki yılın ortalama sonuçlarına göre başaklanma süresi en kısa 125.7 gün ile Sladoran çeşidinde en uzun ise 140.5 gün ile İnce 04 çeşidinde saptanmıştır. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda da, başaklanma süresi bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar bulunmuş (Sirat ve Sezer, 2005), başaklanma süresinin çevre koşullarına, yetiştirme teknikleri ile genotipe göre değişiklik gösterdiği, başaklanma süresiyle tane verimi arasında olumlu bir ilişkinin bulunduğu ve özellikle kurak koşullarda

erken başaklanmanın verimi artırdığı bildirilmiştir (Sakin ve ark., 2016; Ergün ve ark., 2017). Nitekim araştırmada yılların birlikte analizi sonuçlarına göre;

başaklanma süresi kısa olan Sladoran, Martı, Harman ve Hazar çeşitlerinin (Çizelge 4) tane verimlerinin de yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Deneme alanının iklim faktörleri*

Table 1. Climatic factors of the trial area*

İklim faktörleri <i>Climatic factors</i>	Toplam yağış (mm) <i>Total precipitation (mm)</i>			Maksimum ve minimum sıcaklık (°C) <i>Maximum and minimum temperature (°C)</i>						Ortalama nispi nem (%) <i>Average relative humidity (%)</i>		
	2017-2018	2018-2019	Uzun yıllar <i>Long terms</i>	2017-2018		2018-2019		Uzun yıllar <i>Long terms</i>		2017-2018	2018-2019	Uzun yıllar <i>Long terms</i>
Aylar <i>Months</i>				Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.			
Kasım (November)	42.6	8.2	44.1	23.1	-2.1	20.0	-1.7	27.6	-11.8	68.0	73.3	70.1
Aralık (December)	49.3	49.4	46.6	21.3	-3.6	15.0	-8.9	26.0	-21.0	72.8	80.7	71.3
Ocak (January)	33.4	71.6	40.3	14.2	-1.5	14.3	-14.5	20.2	-23.4	66.8	76.5	69.1
Şubat (February)	15.4	14.7	34.0	21.4	-2.4	16.6	-2.3	22.8	-22.1	62.0	67.0	64.7
Mart (March)	79.7	36.8	40.7	28.5	-1.6	20.4	-3.5	31.1	-21.2	58.4	61.8	60.6
Nisan (April)	4.5	63.5	55.3	29.5	-0.5	27.6	-0.3	33.5	-6.3	46.4	65.2	59.1
Mayıs (May)	59.1	49.1	58.5	31.0	4.4	34.8	6.7	36.4	0.0	60.9	59.7	60.7
Haziran (June)	41.5	26.2	38.3	36.0	10.2	33.5	14.9	39.8	2.7	55.0	63.4	59.0
Temmuz (July)	7.2	16.9	11.1	37.7	12.5	38.7	9.7	45.0	6.1	52.7	59.6	56.9
Ortalama Average	-	-	-	27.0	1.7	24.5	0.0	31.4	-10.8	60.3	67.5	63.5
Toplam Total	332.7	336.4	368.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: Tokat Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü

Çizelge 2. Deneme alanları topraklarına ait fiziksel ve kimyasal özellikler

Table 2. Physical and chemical properties of trial areas soils

Yıllar <i>Years</i>	Tekstür sınıfı <i>Texture class</i>	Organik madde <i>Organic matter (%)</i>	Toplam tuz <i>Total salt (%)</i>	Toprak reaksiyonu <i>Soil reaction (pH)</i>	Kireç <i>Lime (CaCO₃) (%)</i>	Fosfor P ₂ O ₅ <i>Phosphorus (kg da⁻¹)</i>	Potasyum K ₂ O <i>Potassium (kg da⁻¹)</i>
2017-2018*	Killi-tın <i>Clay-loam</i>	1.00	0.022	8.1	20.60	5.68	157.70
2018-2019**	Killi-tın <i>Clay-loam</i>	1.73	0.015	8.5	7.47	6.98	41.08

*: Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat (2017)

** : Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (2018)

Çizelge 3. Denemede kullanılan arpa çeşitleri ve temin edildikleri kuruluşlar

Table 3. The Barley cultivars used in the trial and organizations from which they were supplied

Çeşit <i>Cultivar</i>	Başak durumu <i>Spica state</i>	Gelişme tabiatı <i>Growing nature</i>	Temin edildiği kuruluş <i>Organizations from which it is supplied</i>
Şahin 91	2-sıralı	Alternatif	GAP U.A. Tar. Arş. ve Eğt. Mrkz. Müd.
Sladoran	2-sıralı	Kışlık	Trakya Tar. Arş. Ens. Müd.
Hasat	2-sıralı	Kışlık	Trakya Tar. Arş. Ens. Müd.
Harman	2-sıralı	Kışlık	Trakya Tar. Arş. Ens. Müd.
Bolayır	2-sıralı	Kışlık	Trakya Tar. Arş. Ens. Müd.
Martı	6-sıralı	Alternatif	Trakya Tar. Arş. Ens. Müd.
Hazar	6-sıralı	Kışlık	Trakya Tar. Arş. Ens. Müd.
İnce 04	2-sıralı	Alternatif	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Ens. Müd.
Kalaycı 97	2-sıralı	Alternatif	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Ens. Müd.
Özdemir 05	2-sıralı	Alternatif	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Ens. Müd.
Çıldır 02	2-sıralı	Alternatif	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Ens. Müd.
Ünver	2-sıralı	Alternatif	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Ens. Müd.
Erginel 90	6-sıralı	Alternatif	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Ens. Müd.
Önder	2-sıralı	Alternatif	Dicle Üniv. Ziraat Fak.
Yalın	2-sıralı	Alternatif	Tarla Bitk. Merkezi. Arş. Ens. Müd.
Avcı 2002	6-sıralı	Kışlık	Tarla Bitk. Merkezi. Arş. Ens. Müd.

Çizelge 4. Tokat-Kazova koşullarında arpa çeşitlerinin başaklanma süreleri ve yatma oranları
Table 4. Heading periods and lodging rates of barley cultivars in Tokat-Kazova conditions

Çeşitler Cultivars	Başaklanma süresi (gün) Heading period (day)			Yatma oranı (%) Lodging rate (%)								
	2017-2018	2018-2019	Birleşik Yıllar Combined Years	2017-2018	2018-2019	Birleşik Yıllar Combined Years						
2-sıralı çeşitler 2-row cultivars												
Şahin 91	138.7±0.67	ab**	135.0±2.31	a ⁻ d*	136.8±1.35	ab**	0.00±0.00	0.0	33.3±18.78	bc**	16.7±11.23	bcd**
Sladoran	115.7±0.67	d	135.7±2.19	a-d	125.7±4.59	f	0.00±0.00		0.00±0.00	c	0.00±0.00	d
Hasat	123.3±1.20	c	139.3±2.85	abc	131.3±3.84	cde	0.00±0.00		5.00±2.89	c	2.50±1.71	cd
Harman	119.3±0.67	cd	136.3±2.03	a-d	127.8±3.92	ef	0.00±0.00		0.00±0.00	c	0.00±0.00	d
Kalaycı 97	137.7±0.88	ab	136.7±1.76	a-d	137.2±0.91	ab	26.7±26.70		56.7±21.28	ab	41.7±16.67	ab
İnce 04	140.0±0.58	ab	141.0±2.00	ab	140.5±0.96	a	26.7±26.70		20.0±8.66	bc	23.3±12.63	bcd
Özdemir 05	140.0±1.00	ab	137.0±2.08	a-d	138.5±1.23	ab	26.7±26.70		91.7±1.67	a	59.2±18.82	a
Bolayır	124.0±1.00	c	135.3±1.45	a-d	129.7±2.65	def	0.00±0.00		1.67±1.67	c	0.83±0.83	d
Çıldır 02	136.3±1.45	b	137.0±1.53	a-d	136.7±0.95	ab	6.70±6.67		55.0±20.21	ab	30.8±14.40	abc
Ünver	136.0±1.73	b	133.0±0.58	cd	134.5±1.06	bcd	0.00±0.00		25.0±11.55	bc	12.5±7.61	bcd
Önder	120.7±0.67	cd	142.0±4.16	a	131.3±5.13	cde	0.00±0.00		0.00±0.00	c	0.00±0.00	d
Yalın	139.7±0.88	ab	132.3±0.88	cd	136.0±1.73	abc	10.0±5.78		10.0±5.00	c	10.0±3.42	bcd
6-sıralı çeşitler 6-row cultivars												
Martı	121.3±2.73	c	133.3±1.76	cd	127.3±3.05	ef	0.00±0.00		13.3±10.93	c	6.67±5.73	cd
Hazar	121.7±1.45	c	134.0±3.06	bed	127.8±3.15	ef	0.00±0.00		1.67±1.67	c	0.83±0.83	d
Erginel 90	139.0±0.58	ab	129.7±2.96	d	134.3±2.49	bed	0.00±0.00		8.33±6.01	c	4.17±3.27	cd
Avcı 2002	142.3±2.67	a	136.0±1.53	a-d	139.2±1.97	ab	0.00±0.00		1.67±1.67	c	0.83±0.83	d
Ortalama (Average)	131.0 b		135.9 a**		133.4		6.0 b		20.2 a*		13.1	
Yıl x Çeşit (Year x Cultivar)				**			Ö.D					
V.K (%) (C.V (%))	1.65	2.83	2.34	139.50	51.18	79.40						

Ö.D: Önemli değil, *: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemlidir. V.K: Varyasyon katsayısı, C.V: Coefficient of variation.

Çalışmada başaklanma süresi bakımından yıllar arasında %1 düzeyinde önemli fark saptanmıştır (Çizelge 4). Çeşitlerin başaklanmaya başladıkları Nisan ayında, ilk yıl yağış miktarının (4.5 mm) ikinci yıla göre (63.5 mm) çok düşük olduğu görülmekte olup (Çizelge 1), ilk yıl başaklanma süresinin ikinci yıla göre daha kısa olmasının bu durumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kurak koşullarda başaklanma süresinde kısalma görülmektedir (Sakin ve ark., 2016).

Yatma Oranı

Çalışmadan elde edilen yatma oranlarına ait ortalama değerler Çizelge 4'te verilmiş olup, çeşitler arasındaki fark ilk yıl önemsiz ikinci yıl %1 düzeyinde önemli, yıl x çeşit interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur. Yatma oranı ilk yıl %0.00-26.7, ikinci yıl %0.00-91.7 arasında değişmiştir (Çizelge 4). İki yılın ortalama sonuçlarına bakıldığında; çeşitler arasında %1 düzeyinde önemli farklılıklar saptanmış ve yatma oranı %0.00-59.2 arasında değişmiştir (Çizelge 4). Birleştirilmiş yıllara göre en yüksek yatma oranı sırasıyla Özdemir 05, Kalaycı 97 ve Çıldır 02 çeşitlerinde elde edilirken, Sladoran, Harman ve Önder çeşitlerinde yatma görülmemiştir (Çizelge 4). Yatma oranı bitki boyuna, gübrelemeye, sap sağlamlığına, çeşit özelliğine ve yağış, sulama gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Özdemir Dirik, 2020).

Çalışmada yatma oranı bakımından yıllar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur (Çizelge 4).

İlk yıl ortalama yatma oranı %6.00, ikinci yıl %20.2 olarak belirlenmiştir. Bu durum ortalama bitki boyunun ilk yıl ikinci yıla göre daha kısa olmasından (Çizelge 5) kaynaklanmış olabilir. Kısa boylu çeşitlerin yatmaya dayanıklı olduğunu, uzun boylu çeşitlerde yatmanın önemli bir sorun oluşturduğunu başka araştırmacılar da bildirmiştir (Aykut ve ark., 2005; Aktaş, 2010; Altuner ve ark., 2018).

Bitki Boyu

Arpa çeşitlerinin bitki boylarının ilk yıl 72.0-88.4 cm, ikinci yıl 101.9-113.5 cm arasında değiştiği ve her iki yılda da çeşitler arasında %1 düzeyinde önemli farklılıkların olduğu, yıl x çeşit interaksyonunun ise %5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). En uzun bitki boyu ilk yıl Martı çeşidinden ikinci yıl Yalın çeşidinden, en kısa bitki boyu ise ilk yıl Kalaycı 97 çeşidinden ikinci yıl Hazar çeşidinden elde edilmiştir. Çalışmada birleştirilmiş yılların sonuçlarına göre ise bitki boyu 87.2-100.3 cm arasında değişiklik göstermiş ve çeşitler arasında %1 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bitki boyu en uzun sırasıyla Avcı 2002, Yalın, Erginel 90 ve Martı çeşitlerinden, en kısa Kalaycı 97, Hazar ve Sladoran çeşitlerinde belirlenmiştir (Çizelge 5). Bitki boyu bakımından çeşitler arasında görülen farklılıklar genotipik özelliklerden ve çevresel koşullardan kaynaklanmaktadır (Çöken ve Akman, 2016; Ergün ve ark., 2017; Altuner ve ark., 2018).

Çalışmada bitki boyu bakımından yıllar arasındaki

fark %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, ilk yıl 81.7 cm olan bitki boyu ikinci yıl yaklaşık %31.2 oranında artarak 107.2 cm olmuştur (Çizelge 5). İlk yıl ikinci yıla göre toplam yağış miktarının ve ortalama nispi nemin düşük, ortalama maksimum ve minimum

sıcaklığın ise yüksek olmasından dolayı ikinci yıl bitki boyunun arttığı söylenebilir. Yapılan bazı çalışmalarda da bitki boyunun kurak ve sıcak şartlarda azaldığı bildirilmiştir (Aktaş, 2010; Sakin ve ark., 2016; Altuner ve ark., 2018).

Çizelge 5. Tokat-Kazova koşullarında arpa çeşitlerinin bitki boyları ve metrekarede başak sayıları

Table 5. Plant heights and the number of spike per square meter of barley cultivars in Tokat-Kazova conditions

Çeşitler Cultivars	Bitki boyu (cm) Plant height (cm)			Metrekarede başak sayısı (adet) The number of spike per square meter (number)		
	2017-2018	2018-2019	Birleşik Yıllar Combined Years	2017-2018	2018-2019	Birleşik Yıllar Combined Years
2-sıralı çeşitler 2-row cultivars						
Şahin 91	80.5±5.08 ab**	105.6±1.74 bc**	93.1±6.11 a ⁻ e**	430±37.75 cde**	581±8.89 b**	506±37.96 cde**
Sladoran	77.0±2.59 ab	102.1±2.45 c	89.6±5.85 de	607±23.33 abc	355±20.19 f	481±58.01 def
Hasat	87.2±2.47 a	108.8±0.52 abc	98.0±4.95 abc	712±23.15 a	692±7.45 a	702±11.70 a
Harman	78.0±5.44 ab	104.9±0.35 bc	91.5±6.49 cde	548±42.06 a-d	693±1.20 a	621±37.49 b
Kalaycı 97	72.0±1.86 b	102.5±0.99 c	87.2±6.88 e	417±8.33 de	412±3.76 e	414±4.24 fg
İnce 04	85.4±2.67 ab	104.4±1.55 bc	94.9±4.48 a-d	478±71.67 cde	673±18.76 a	576±54.64 bc
Özdemir 05	76.6±4.13 ab	107.7±3.24 abc	92.1±7.34 b-e	552±51.67 a-d	324±12.98 fg	438±56.14 efg
Bolayır	84.8±3.93 ab	104.9±1.18 bc	94.9±4.86 a-d	537±64.96 bcd	703±7.31 a	620±47.37 b
Çıldır 02	86.7±3.67 a	103.8±1.18 bc	95.2±4.20 a-d	568±34.20 a-d	284±10.21 g	426±65.55 efg
Ünver	79.7±2.40 ab	109.6±3.40 ab	94.7±6.95 a-d	423±22.05 de	574±6.98 b	499±35.17 c-f
Önder	78.2±1.24 ab	110.7±2.68 ab	94.4±7.39 a-e	500±15.28 bcd	555±11.62 bc	528±15.06 cd
Yalın	85.1±2.99 ab	113.5±0.41 a	99.3±6.48 ab	478±54.19 cde	309±2.89 fg	394±44.97 gh
6-sıralı çeşitler 6-row cultivars						
Martı	88.4±3.71 a	108.1±0.81 abc	98.2±4.71 abc	528±43.81 bcd	524±39.86 cd	526±26.51 cd
Hazar	75.9±2.87 ab	101.9±0.82 c	88.9±5.96 de	660±63.51 ab	657±14.74 a	659±29.16 ab
Erginel 90	83.9±1.93 ab	113.1±1.33 a	98.5±6.60 abc	420±15.28 de	508±22.36 d	464±23.04 d-g
Avcı 2002	87.6±1.62 a	112.9±2.24 a	100.3±5.79 a	315±17.32 e	330±7.77 fg	323±9.13 h
Ortalama Average	81.7 b	107.2 a**	94.4	511	511	511
Yıl x Çeşit Year x Cultivar			*			**
V.K (%) C.V (%)	6.52	2.49	4.46	13.48	3.89	9.92

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemlidir. V.K: Varyasyon katsayısı, C.V: Coefficient of variation.

Metrekarede Başak Sayısı

Araştırmada metrekarede başak sayısı bakımından arpa çeşitleri arasındaki fark her iki deneme yılında da %1 düzeyinde önemli olup yıl x çeşit etkisi de %1 düzeyinde önemli bulunmuş ve metrekarede başak sayısı ilk yıl 712 adet ile en fazla Hasat çeşidinden 315 adet ile en az Avcı 2002 çeşidinden, ikinci yıl 703 adet ile en fazla Bolayır çeşidinden 284 adet ile en az Çıldır 02 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 5). Metrekarede başak sayısı genotipik özelliklere, iklim faktörlerine ve agronomik uygulamalara göre değişiklik göstermektedir (Neugschwandner ve ark., 2015; Özdemir Dirik ve ark., 2018; Çiğ ve Karaman, 2019).

Çizelge 5 incelendiğinde; yılların birlikte analizi sonuçlarına göre metrekarede başak sayısı bakımından arpa çeşitleri arasında %1 düzeyinde önemli farklılıklar saptanmış ve çeşitlerin metrekarede başak sayıları 323-702 adet arasında değişiklik göstermiştir. Metrekarede başak sayısı fazla olan Hasat, Hazar, Harman ve Bolayır çeşitlerinin tane verimlerinin de (Çizelge 8) yüksek olduğu görülmektedir. Birim alanda fazla sayıda başak

oluşturan çeşitlerin tane verimlerinin de yüksek olduğu başka araştırmalarda da bildirilmiştir (Özdemir Dirik ve ark., 2018; Yılkan ve ark., 2020; Yüksel ve İkincikarakaya, 2020).

Başakta Tane Sayısı

Arpa çeşitlerinin başakta tane sayıları ilk yıl 21.6-48.3 adet, ikinci yıl 26.7-72.0 adet arasında değişmiş olup, yılların birlikte analizi sonuçlarına göre; en yüksek başakta tane sayısı 59.2 adet ile Hazar çeşidinden en düşük ise 25.0 adet ile Özdemir 05 çeşidinden elde edilmiş, çeşitler arasındaki fark ve yıl x çeşit etkisi de %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Başakta tane sayısının yıllara ve genotiplere göre değiştiği bildirilmiştir (Sakin ve ark., 2016; Şener ve ark., 2020). Yılların birlikte analizi sonuçlarına göre 6-sıralı çeşitlerin (Martı, Hazar, Erginel 90 ve Avcı 2002) başakta tane sayılarının 2-sıralı çeşitlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 6). Yapılan çalışmalarda da, 6-sıralı çeşitlerin başaklarında 2-sıralı çeşitlere göre daha fazla tane bulunduğu ortaya konmuştur (Çöken ve Akman, 2016; Öztürk ve ark., 2018; Şener ve ark., 2020).

İki yıllık ortalama sonuçlar (Çizelge 6) incelendiğinde, başakta tane sayısı yüksek olan Martı ve Hazar çeşitlerinin tane verimlerinin (Çizelge 8) ve tek başak verimlerinin (Çizelge 6) de yüksek olduğu görülmektedir. Başakta tane sayısının tane verimi ve tek başak verimi üzerine olumlu bir etkisinin olduğu

başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Sirat ve Sezer, 2005; Özen, 2014; Yılkan ve ark., 2020). Başakta tane sayısı bakımından yıllar arasında %1 düzeyinde önemli fark bulunmuş olup, ortalama başakta tane sayısı ilk yıl 28.6 adet ikinci yıl ise 39.8 adet olarak ölçülmüştür (Çizelge 6).

Çizelge 6. Tokat-Kazova koşullarında arpa çeşitlerinin başakta tane sayıları ve tek başak verimleri

Table 6. The number of kernels per spike and single spike yields of barley cultivars in Tokat-Kazova conditions

Çeşitler Cultivars	Başakta tane sayısı (adet)			Tek başak verimi (g)								
	<i>The number of kernels per spike (number)</i>			<i>Single spike yield (g)</i>								
	2017-2018	2018-2019	Birleşik Yıllar Combined Years	2017-2018	2018-2019	Birleşik Yıllar Combined Years						
2-sıralı çeşitler <i>2-row cultivars</i>												
Şahin 91	33.0±1.38	bc**	31.0±0.58	cd**	32.0±0.80	d**	1.22±0.06	b-e**	1.40±0.06	c**	1.31±0.05	c-f**
Sladoran	23.4±1.29	e	29.7±1.20	cd	26.6±1.60	e	0.96±0.02	e	1.26±0.10	c	1.11±0.08	ef
Hasat	26.1±1.62	b-e	32.0±0.58	c	29.0±1.53	de	1.03±0.01	cde	1.29±0.01	c	1.16±0.06	def
Harman	23.6±1.77	e	29.0±1.00	cd	26.3±1.52	e	1.06±0.04	cde	1.27±0.05	c	1.17±0.05	def
Kalaycı 97	23.4±0.66	e	29.0±0.00	cd	26.2±1.29	e	1.35±0.09	a-d	1.34±0.08	c	1.34±0.05	cde
İnce 04	24.7±1.80	cde	29.3±1.20	cd	27.0±1.41	e	1.15±0.09	b-e	1.34±0.08	c	1.25±0.07	c-f
Özdemir 05	23.4±1.91	e	26.7±0.33	d	25.0±1.13	e	1.33±0.07	a-e	1.17±0.08	c	1.25±0.06	c-f
Bolayır	24.5±1.35	de	32.0±0.58	c	28.3±1.79	de	1.02±0.04	de	1.14±0.02	c	1.08±0.03	f
Çıldır 02	25.1±1.26	cde	30.7±0.33	cd	27.9±1.37	de	1.36±0.08	a-d	1.43±0.06	c	1.40±0.05	cd
Ünver	26.3±0.19	b-e	30.7±0.33	cd	28.5±1.00	de	1.49±0.04	ab	1.26±0.03	c	1.38±0.06	cd
Önder	21.6±0.32	e	30.3±0.33	cd	26.0±1.97	e	1.07±0.04	cde	1.25±0.05	c	1.16±0.05	def
Yalın	25.6±0.90	cde	30.7±0.33	cd	28.2±1.20	de	1.27±0.06	b-e	1.45±0.05	c	1.36±0.05	cd
6-sıralı çeşitler <i>6-row cultivars</i>												
Martı	42.5±3.39	a	68.7±2.19	ab	55.6±6.13	ab	1.40±0.15	abc	2.44±0.16	a	1.92±0.25	a
Hazar	48.3±1.07	a	70.0±1.53	a	59.2±4.92	a	1.40±0.02	abc	1.85±0.13	b	1.63±0.12	b
Erginel 90	32.5±3.95	bcd	72.0±1.53	a	52.2±9.04	bc	1.47±0.11	ab	1.78±0.06	b	1.62±0.09	b
Avcı 2002	33.9±2.29	b	65.3±2.33	b	49.6±7.18	c	1.64±0.18	a	1.27±0.10	c	1.46±0.12	bc
Ortalama	28.6 b		39.8 a**		34.2		1.26 b		1.43 a**		1.35	
<i>Average</i>												
Yıl x Çeşit				**						**		
<i>Year x Cultivar</i>												
V.K (%)	11.54		4.86		7.91		11.34		9.46		10.34	
<i>C.V (%)</i>												

** : %1 düzeyinde önemlidir. V.K: Varyasyon katsayısı, C.V: Coefficient of variation.

Tek Başak Verimi

Çizelge 6'da görüldüğü gibi tek başak verimi bakımından arpa çeşitleri arasındaki fark her iki deneme yılında da %1 düzeyinde önemli olup yıl x çeşit etkisini de %1 düzeyinde önemli bulunmuş ve çeşitlerin tek başak verimleri ilk yıl 0.96-1.64 g, ikinci yıl ise 1.14-2.44 g arasında değişiklik göstermiştir. Tek başak veriminin yıllara ve çeşitlere göre değişiklik gösterdiği farklı araştırmalarda da belirtilmiştir (Yıldırım ve ark., 2005; Yüksel ve İkincikarakaya, 2020).

Birleştirilmiş yıllara ait sonuçlara göre çeşitler arasında %1 düzeyinde önemli fark bulunmuş ve tek başak verimi değerleri 1.08-1.92 g arasında değişmiştir (Çizelge 6). Tek başak verimi yüksek bulunan Martı ve Hazar çeşitlerinin tane verimlerinin de yüksek olduğu (Çizelge 8) görülmektedir. Tek başak verimi ile tane verimi arasında olumlu bir ilişkinin bulunduğu başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Sakin ve ark., 2015; Özdemir Dirik ve ark., 2018). Bunun yanı sıra tek başak veriminin tane verimine doğrudan etkisinin olumsuz olduğu

belirlenmiştir (Yılkan ve ark., 2020). Tek başak verimi bakımından yıllar arasında %1 düzeyinde önemli fark bulunmuş olup ortalama tek başak verimi ilk yıl 1.26 g ikinci yıl ise 1.43 g olarak ölçülmüştür (Çizelge 6).

Bin Tane Ağırlığı

Araştırmadan elde edilen bin tane ağırlıklarına ait ortalama değerler Çizelge 7'de verilmiş olup, çeşitler arasındaki farkın her iki yılda da %1 düzeyinde önemli olduğu ve çeşitlerin bin tane ağırlıklarının ilk yıl 21.4-43.1 g, ikinci yıl 27.1-42.2 g arasında değiştiği saptanmıştır. Bin tane ağırlığı genotipik özelliklere (Akgün ve ark., 2019; Kızılgöçü ve ark., 2019), çevre koşullarına ve iklim koşullarına (Aktaş, 2017; Erbaş Köse ve Mut, 2019) göre değişmektedir.

İki yıllık ortalama sonuçlara göre bin tane ağırlığı bakımından arpa çeşitleri arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuş ve en yüksek bin tane ağırlığı 41.6 g ile Şahin 91 çeşidinden en düşük ise 26.0 g ile Hazar çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 7). Bin tane ağırlığı yüksek Şahin 91 ve Önder çeşitlerinden yüksek tane verimleri (Çizelge 8) elde edilmiştir. Bin

tane ağırlığı ile tane verimi arasında olumlu bir ilişkinin bulunduğu başka çalışmalarda da bildirilmiştir (Olgun ve Aygün, 2011; Mut ve ark., 2017; Akgün ve ark., 2019).

Çizelge 7 incelendiğinde; arpa çeşitlerinin ortalama bin tane ağırlıklarının ilk yıl 34.4 g, ikinci yıl 35.9 g olduğu ve yıllar arasında %5 düzeyinde önemli farkın bulunduğu, yıl x çeşit interaksyonunun ise %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 7. Tokat-Kazova koşullarında arpa çeşitlerinin bin tane ağırlıkları ve hektolitreye ağırlıkları
Table 7. *Thousand grain weights and test weights of barley cultivars in Tokat-Kazova conditions*

Çeşitler <i>Cultivars</i>	Bin tane ağırlığı (g) Thousand grain weight (g)			Hektolitreye ağırlığı (kg) Test weight (kg)		
	2017-2018	2018-2019	Birleşik Yıllar <i>Combined Years</i>	2017-2018	2018-2019	Birleşik Yıllar <i>Combined Years</i>
2-sıralı çeşitler <i>2-row cultivars</i>						
Şahin 91	43.1±1.59 a**	40.1±2.12 ab**	41.6±1.37 a**	67.2±0.45 b**	63.1±0.83 bc**	65.2±1.01 bcd**
Sladoran	29.6±2.90 de	37.0±0.97 bc	33.3±2.15 d-h	60.8±1.06 cde	64.7±0.32 bc	62.8±1.00 c-f
Hasat	32.7±0.79 cde	38.1±1.60 abc	35.4±1.44 c-g	60.9±2.85 cde	64.5±0.12 bc	62.7±1.52 c-f
Harman	33.0±1.43 cde	39.5±0.27 ab	36.3±1.61 b-f	62.0±0.93 b-e	63.6±0.61 bc	62.8±0.62 c-f
Kalaycı 97	37.5±0.95 abc	35.8±0.12 bc	36.6±0.57 b-e	66.0±0.95 bc	62.3±0.31 c	64.1±0.93 cde
İnce 04	34.3±1.88 b-e	38.6±0.92 abc	36.4±1.34 b-e	65.0±1.70 bc	64.6±1.13 bc	64.8±0.92 bcd
Özdemir 05	30.9±1.97 cde	30.2±1.25 d	30.6±1.06 h	65.8±0.84 bc	63.0±0.71 bc	64.4±0.80 bcd
Bolayır	32.5±2.29 cde	39.4±1.04 abc	35.9±1.90 c-f	64.2±2.47 bcd	66.7±0.21 ab	65.5±1.24 abc
Çıldır 02	36.4±1.59 a-d	37.2±1.32 bc	36.8±0.94 bcd	66.3±0.71 bc	62.8±0.75 bc	64.6±0.92 bcd
Ünver	40.3±1.45 ab	37.7±0.62 abc	39.0±0.92 abc	67.7±1.02 b	60.6±1.11 cd	64.2±1.72 cde
Önder	33.9±1.77 b-e	42.2±1.09 a	38.0±2.07 abc	65.2±0.92 bc	70.3±1.34 a	67.8±1.35 ab
Yalın	42.0±1.10 a	38.5±1.12 abc	40.3±1.05 ab	79.8±0.59 a	57.3±0.83 de	68.5±5.04 a
6-sıralı çeşitler <i>6-row cultivars</i>						
Martı	28.4±1.26 e	34.7±1.56 c	31.6±1.68 gh	57.8±0.51 e	61.7±0.91 c	59.8±1.00 f
Hazar	21.4±1.30 f	30.5±0.48 d	26.0±2.13 i	59.1±0.95 de	62.7±0.24 bc	60.9±0.92 ef
Erginel 90	36.8±0.55 abc	28.3±1.09 d	32.6±1.98 e-h	67.5±0.80 b	56.0±1.49 ef	61.7±2.69 def
Avcı 2002	37.3±0.73 abc	27.1±0.84 d	32.2±2.33 fgh	67.2±0.98 b	52.4±1.94 f	59.8±3.46 f
Ortalama	34.4 b	35.9 a*	35.2	65.2 a**	62.3 b	63.7
<i>Average</i>						
Yıl x Çeşit			**			**
Year x Cultivar						
V.K (%)	8.11	5.16	6.73	3.44	2.70	3.11
C.V (%)						

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemlidir. V.K: Varyasyon katsayısı, C.V: Coefficient of variation.

Hektolitreye Ağırlığı

Hektolitreye ağırlığı bakımından arpa çeşitleri arasındaki fark her iki deneme yılında da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 7). Çeşitlerin hektolitreye ağırlıkları ilk yıl 57.8-79.8 kg, ikinci yıl 52.4-70.3 kg arasında değişiklik göstermiş olup, en fazla hektolitreye ağırlığı ilk yıl Yalın çeşidinden ikinci yıl Önder çeşidinden, en az hektolitreye ağırlığı ise ilk yıl Martı çeşidinden ikinci yıl Avcı 2002 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 7). Arpada hektolitreye ağırlığı; çeşit özelliklerine, iklim ve yetiştirme şartlarına (Erbaş Köse ve Mut, 2019; Yüksel ve İkincikarakaya, 2020), çevre faktörlerine, tanede homojenlik, kavuz oranı, endosperm yapısı gibi tane özelliklerine, tane yapısına (Doğan ve ark., 2014; Akgün ve ark., 2019) ve çeşidin altı ya da iki sıralı olmasına (Erbaş Köse ve Mut, 2019) göre değişiklik göstermektedir.

Birleştirilmiş yılların sonuçlarına göre hektolitreye ağırlığı bakımından arpa çeşitleri arasında %1 düzeyinde önemli fark bulunmuş ve hektolitreye ağırlığı değerleri 59.8-68.5 kg arasında değişmiştir (Çizelge 7). Hektolitreye ağırlığı yüksek olan Önder, Bolayır ve Şahin 91 çeşitlerinin tane verimlerinin de (Çizelge 8)

yüksek olduğu saptanmıştır. Hektolitreye ağırlığı ile tane verimi arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur (Sirat ve Sezer, 2017). Çalışmada hektolitreye ağırlığı bakımından yıllar arasındaki fark ve yıl x çeşit interaksyonunu %1 düzeyinde önemli olup, çeşitlerin ortalama hektolitreye ağırlıkları ilk yıl 65.2 kg, ikinci yıl 62.3 kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 7).

Tane Verimi

Arpa çeşitlerinin tane verimlerinin ilk yıl 1877-3971 kg ha⁻¹, ikinci yıl 1882-5229 kg ha⁻¹ arasında değiştiği ve çeşitler arasında her iki deneme yılında da %1 düzeyinde önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır (Çizelge 8). En yüksek tane verimi ilk yıl Şahin 91 ikinci yıl Bolayır çeşitlerinden, en düşük tane verimi ise ilk yıl Erginel 90 ikinci yıl Avcı 2002 çeşitlerinden elde edilmiştir. Arpada tane verimini; çeşit özellikleri, çevre faktörleri, yetiştirme teknikleri, topraktaki nem ve besin maddeleri miktarı, yağış ve yağışın aylara göre dağılımı gibi faktörler belirlemektedir (Altuner ve ark., 2018; Öztürk ve ark., 2018; Erbaş Köse ve Mut, 2019; Adane ve ark., 2020).

İki yıllık ortalama sonuçlara göre; tane verimi

bakımından arpa çeşitleri arasında %1 düzeyinde önemli bir fark saptanmış, 4232 kg ha⁻¹ tane verimi ile Hasat çeşidi ilk sırada yer alırken bunu 4046 kg ha⁻¹ ile Bolayır, 3863 kg ha⁻¹ ile Harman ve 3806 kg ha⁻¹ ile de Şahin 91 çeşitleri takip etmiş ve en düşük tane verimine ise sırasıyla Avcı 2002, Kalaycı 97 ve Özdemir 05 çeşitleri sahip olmuştur (Çizelge 8). Birleştirilmiş yılların sonuçlarına göre Bolayır, Hasat, Harman ve Önder çeşitlerinin tane veriminin yüksek olmasının yanında, metrekarede başak sayısı (Çizelge 5) ve bin tane ağırlığı (Çizelge 7) değerlerinin de yüksek olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda da arpada tane verimi ile metrekarede başak sayısı ve bin

tane ağırlığı arasında olumlu bir ilişkinin bulunduğu belirtilmiştir (Öztürk ve ark., 2007; Ergün ve ark., 2017; Yılkan ve ark., 2020).

Tane verimi bakımından yıllar arasındaki fark ve yıl x çeşit etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, ortalama tane verimi ilk yıl 2619 kg ha⁻¹ ikinci yıl ise 3702 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 8). İkinci yıldaki yüksek tane veriminin bu yılda düşen toplam yağış miktarının daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer sonuç başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Erbaş Köse ve Mut, 2019).

Çizelge 8. Tokat-Kazova koşullarında arpa çeşitlerinin tane verimleri ve hasat indeksleri

Table 8. Grain yields and harvest index of barley cultivars in Tokat-Kazova conditions

Çeşitler Cultivars	Tane verimi (kg ha ⁻¹) Grain yield (kg ha ⁻¹)			Hasat indeksi (%) Harvest index (%)		
	2017-2018	2018-2019	Birleşik Yıllar Combined Years	2017-2018	2018-2019	Birleşik Yıllar Combined Years
2-sıralı çeşitler <i>2-row cultivars</i>						
Şahin 91	3971±251 a**	3642±75 d-g**	3806±138 abc**	42.0±0.00 a**	30.8±1.07 bc**	36.4±2.55 ab**
Sladoran	2795±419 bcd	4733±82 a-d	3764±474 abc	40.0±1.29 ab	36.2±0.61 ab	38.1±1.05 a
Hasat	3528±321 ab	4935±342 ab	4232±378 a	40.2±1.77 ab	34.0±1.51 abc	37.1±1.74 ab
Harman	2955±234 bc	4772±312 abc	3863±442 ab	39.4±0.23 abc	33.4±1.61 abc	36.4±1.52 ab
Kalaycı 97	1932±85 d	2465±294 hij	2198±182 fg	31.2±0.38 de	24.7±2.31 de	28.0±1.79 efg
İnce 04	2127±182 cd	4303±303 a-e	3215±512 b-e	32.2±1.19 cde	31.1±1.11 bc	31.6±0.76 cde
Özdemir 05	2270±138 cd	2156±47 ij	2213±70 fg	30.7±0.78 de	20.9±0.82 ef	25.8±2.25 fg
Bolayır	2864±145 bc	5229±372 a	4046±558 a	33.7±3.15 bcd	38.3±1.53 a	36.0±1.88 abc
Çıldır 02	2598±131 cd	3086±394 f-ı	2842±215 def	31.6±0.93 de	28.4±1.67 cd	30.0±1.11 def
Ünver	2975±188 bc	3316±227 e-h	3145±152 cde	35.2±1.53 a-d	31.2±0.80 bc	33.2±1.18 bcd
Önder	2388±105 cd	4726±245 a-d	3557±536 abc	34.7±0.93 a-d	32.9±0.55 abc	33.8±0.63 a-d
Yalın	1942±105 d	3254±180 e-h	2598±308 efg	25.7±0.91 e	24.0±0.70 de	24.9±0.65 g
6-sıralı çeşitler <i>6-row cultivars</i>						
Martı	2529±301 cd	4063±152 b-f	3296±375 bcd	34.1±0.86 bcd	38.0±1.75 a	36.0±1.23 abc
Hazar	2754±230 bcd	3743±324 c-g	3249±284 b-e	36.5±3.89 a-d	30.6±1.90 bc	33.6±2.34 a-d
Erginel 90	1877±200 d	2924±41 g-j	2401±251 fg	30.6±0.23 de	28.1±1.63 cd	29.4±0.92 d-g
Avcı 2002	2405±123 cd	1882±27 j	2144±130 g	39.1±2.40 abc	17.1±0.84 f	28.1±5.04 efg
Ortalama	2619 b	3702 a**	3161	34.8 a**	30.0 b	32.4
Average						
Yıl x Çeşit Year x Cultivar			**			**
V.K (%)	13.55	11.84	12.62	8.42	8.08	8.30
C.V (%)						

** : %1 düzeyinde önemlidir. V.K: Varyasyon katsayısı, C.V: Coefficient of variation.

Hasat İndeksi

Hasat indeksi bakımından arpa çeşitleri arasında her iki deneme yılında da %1 düzeyinde önemli fark bulunmuş olup, çeşitlerin hasat indeksleri ilk yıl %25.7-42.0, ikinci yıl %17.1-38.3 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 8). Çeşitlerin hasat indekslerindeki varyasyon; tane verimi ve toplam verim farklılıklarından kaynaklanmakta (Ghaffar ve ark., 2018) ve hasat indeksi başaklanma zamanından, başaklanma öncesi ve sonrası süreçlerden, çevresel faktörlerden, yetiştirme tekniklerinden, çeşitlerin erkenci veya geçici olmalarından, bitki boyundan ve ekim sıklığından etkilenmektedir (Kınacı ve ark., 2008; Öztürk ve Aydın, 2014; Öztürk ve ark., 2018; Yılkan ve ark., 2020).

Birleştirilmiş yılların sonuçları incelendiğinde; hasat indeksi bakımından arpa çeşitleri arasında %1 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuş ve hasat indeksi en yüksek %38.1 ile Sladoran, en düşük ise %24.9 ile Yalın çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 8). İki yılın ortalamasına göre bitki boyu kısa olan Sladoran, Harman ve Hazar çeşitlerinin (Çizelge 5) hasat indeksleri yüksek bulunmuştur. Boyu kısa olan çeşitlerin hasat indekslerinin uzun boylu çeşitlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Sakin ve ark., 2016). Çalışmada hasat indeksi yüksek Sladoran, Şahin 91, Hasat, Harman, Bolayır ve Önder çeşitlerinin tane verimlerinin de yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 8). Tane veriminin hasat indeksi ile yakından ilişkili olduğu ve aralarında pozitif bir ilişkinin bulunduğu bildirilmiştir (Özen, 2014; Çöken

ve Akman 2016). İki yıllık ortalama sonuçlara göre en erken başaklanan Sladoran çeşidinin (Çizelge 4) hasat indeksinin en yüksek olduğu ve erken başaklanmanın daha yüksek hasat indeksi meydana getirdiği görülmektedir. Yılkan ve ark. (2020) da benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Hasat indeksi bakımından yıllar arasındaki fark ve yıl x çeşit etkileşimini %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, ortalama hasat indeksi ilk yıl %34.8 ikinci yıl ise %30.0 olarak ölçülmüştür (Çizelge 8).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada incelenen parametreler bakımından arpa çeşitleri arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Ayrıca metrekarede başak sayısı dışında incelenen diğer parametrelerde yıllar arasında da önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çalışma sonucuna göre; tane verimi bakımından ilk yıl Şahin 91 ve Hasat, ikinci yıl Bolayır, Hasat ve Harman çeşitleri, metrekarede başak sayısı bakımından ilk yıl Hasat, Hazar ve Sladoran, ikinci yıl Bolayır, Harman, Hasat, İnce 04 ve Hazar çeşitleri, başakta tane sayısı bakımında ilk yıl Hazar ve Martı, ikinci yıl Erginel 90, Hazar ve Martı çeşitleri, tek başak verimi bakımından ise ilk yıl Avcı 2002, Ünver ve Erginel 90, ikinci yıl Martı, Hazar ve Erginel 90 çeşitleri üstün performans göstermişlerdir. Sladoran, Harman ve Yalın çeşitleri her iki deneme yılında da yatma göstermemiştir. Kalite özellikleri incelendiğinde; bin tane ağırlığı bakımından ilk yıl Şahin 91, Yalın ve Ünver, ikinci yıl Önder, Şahin 91 ve Harman çeşitleri, hektolitre ağırlığı bakımından ise ilk yıl Yalın, Ünver, Erginel 90, Şahin 91 ve Avcı 2002, ikinci yıl Önder ve Bolayır çeşitleri öne çıkan çeşitler olmuştur.

Denemelerden elde edilen sonuçlara göre verim bakımından Hasat, Bolayır ve Harman çeşitlerinin, kalite bakımından ise Yalın ve Önder çeşitlerinin öne çıktığı ve bu çeşitlerin Tokat-Kazova koşullarında arpa üretim alanları için önerilebileceği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenmiş olup, çalışmanın ikinci yılı Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

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

- Abdipour M, Ebrahimi M, Izadi-Darbandi A, Mastrangelo AM, Najafian G, Arshad Y, Mirniyam G 2016. Association Between Grain Size and Shape and Quality Traits, and Path Analysis of Thousand Grain Weight in Iranian Bread Wheat Landraces from Different Geographic Regions. *Not Bot Horti Agrobo* 44(1): 228-236.
- Adane M, Misganaw A, Alamnie G 2020. Effect of Combined Organic and Inorganic Fertilizer on Yield and Yield Components of Food Barley (*Hordeum Vulgare L.*). *Food Science and Quality Management* 95: 1-8.
- Akgün İ, Karakoca TA, Karaman R 2019. Effect of Different Gamma Ray Doses on Some Agricultural Characteristics of Two Row Barley (*Hordeum vulgare L.*). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 7(sp2): 86-92.
- Aktaş B 2010. Kuru Koşullar İçin İslah Edilmiş Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum L.*) Çeşitlerinin Karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 126 sy.
- Aktaş H 2017. Türkiye’de Yoğun Ekim Alanına Sahip Bazı Arpa (*Hordeum vulgare L.*) Çeşitlerinin Destek Sulamalı ve Yağışa Dayalı Koşullarda Değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 14(03): 86-97.
- Altuner F, Oral E, Ülker M 2018. Bazı Arpa (*Hordeum vulgare L.*) Çeşitlerinde Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 7(2): 11-22.
- Anonim 2017. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Ürün Raporu. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/> (Alınma tarihi: 22.03.2021).
- Anonim 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/aostat/en/#data/QC> (Alınma Tarihi: 07.12.2020).
- Anonim 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/> (Alınma Tarihi: 07.12.2020).
- Aslam M 2020. Design of The Bartlett and Hartley Tests for Homogeneity of Variances under Indeterminacy Environment. *Journal of Taibah University for Science* 14(1): 6-10.
- Aykut F, Yüce S, Demir İ, Akçalı CR, Furan MA 2005. Ekmeklik Buğday Çeşit ve Hatlarının Bornova Koşullarında Performansları Üzerine Bir Araştırma. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi 5-9 Eylül 2005, Antalya.
- Cammarano D, Holland J, Ronga D 2020. Spatial and Temporal Variability of Spring Barley Yield and Quality Quantified by Crop Simulation Model. *Agronomy* 10(393): 1-13.

- Csajbók J, Pepó P, Kutasy E 2020. Photosynthetic and Agronomic Traits of Winter Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties. *Agronomy* 10(1999): 1-19.
- Çığ F, Karaman M 2019. Güneydoğu Anadolu Orijinli Yerel Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) Genotiplerinin Bazı Tarımsal Karakterler Bakımından Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agricultural Research* 6(1): 10-19.
- Çöken İ, Akman Z 2016. Isparta Ekolojik Koşullarında Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 20(1): 91-97.
- Doğan Y, Kendal E, Karahan T, Çiftçi V 2014. Diyarbakır Koşullarında Bazı Arpa Genotiplerinde Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 31(2): 31-40.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1021, 381 s., Ankara.
- Elgün A, Türker S, Bilgiçli N 2001. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü, Yay. No: 2.
- Erbaş Köse ÖD, Mut Z 2019. Farklı Kökenli Arpa Çeşitlerinin Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 34(2): 184-194.
- Ergün N, Aydoğan S, Sayim İ, Karakaya A, Çelik Oğuz A 2017. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Köy Çeşitlerinde Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklerin İncelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 26(2): 180-189.
- Ghaffar M, Khan S, Khan W 2018. Genetic Variability Analysis of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Yield and Related Parameters. *Pure Appl. Biol.* 7(2): 547-555.
- Kandemir N, Jones BL, Wesenberg DM, Ullrich SE, Kleinhofs A 2000. Marker Assisted Analysis of Three Grain Yield QTL in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Using Near Isogenic Lines. *Mol. Breeding*, 6: 157-167.
- Karaman M 2020. Evaluation of Yield and Quality Performance of Some Spring Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes under Rainfall Conditions. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences* 4(1): 19-26.
- Kendal E 2011. GAP Bölgesinde Arpa Yetiştiriciliği. Mardin Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Dergisi 44-45.
- Kınacı G, Budak Z, Kutlu İ, Tavas N, Tarhan P, Bozkuş C, Gündüz F, Gıcı BN, Kınacı E 2008. Kışlık Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Hasat İndeksi ile Başak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Ülkesel Tahıl Sempozyumu 2-5 Haziran 2008, Konya.
- Kızılgöçer F, Yıldırım M, Akıncı C, Albayrak Ö 2019. Arpada Tane Verimi ve Kalite Özellikleri Üzerine Genotip ve Çevrenin Etkileşimi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22(3): 346-353.
- Mut Z, Erbaş Köse ÖD, Akay H 2017. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Tane Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 32(1): 85-95.
- Nawaz A, Farooq M, Cheema SA, Yasmeen A, Wahid A 2013. Stay Green Character at Grain Filling Ensures Resistance Against Terminal Drought in Wheat. *International Journal of Agriculture & Biology* 15: 1272-1276.
- Neugschwandtner RW1, Katharina B, Hall RM, Kaul HP 2015. Development, Growth, and Nitrogen Use of Autumn-and Spring-Sown Facultative Wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil & Plant Science* 65(1): 6-13.
- Olgun M, Aygün C 2011. Evaluation of Yield and Yield Components by Different Statistical Methods in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Custose agrone egoci* 7(2): 54- 67.
- Oral E, Kendal E, Doğan Y 2017. Adıyaman ve Şanlıurfa-Hilvan Şartlarında Yazlık Arpa Genotiplerinde Verim ve Bazı Kalite Kriterlerinin Araştırılması. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 31(2): 23-36.
- Özdemir Dirik K 2020. Tokat, Amasya ve Çorum Orijinli Yerel Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Bazı Tarımsal Özellikler ve Geç Gelişme Dönemlerindeki Kuraklığa Tolerans Yönünden Karakterizasyonu. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 238 sy.
- Özdemir Dirik K, Sakin MA, Naneli İ 2018. Tokat-Kazova Koşullarında Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum durum* L.) Çeşit ve Hatlarında Kışlık ve Yazlık Ekimin Verim ve Verim Unsurlarına Etkilerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 35(2): 182-192.
- Özen S 2014. Yozgat Ekolojik Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 85 sy.
- Öztürk A, Aydın M 2014. Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Geç Gelişme Dönemlerindeki Kuraklığa Dayanıklılık Yönünden Karakterizasyonu. TÜBİTAK Araştırma Projesi Sonuç Raporu.
- Öztürk A, Polat R, Kodaz S, Aydın M 2018. Erzurum Kuru Tarım Koşullarında Kışlık Arpanın Ekim Sıklığına Verim Tepkisi. *Selçuk J Agr Food Sci* 32(3): 321-327.
- Öztürk İ, Avcı R, Kahraman T 2007. Trakya Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Trakya Üniv. Zir. Fak. Dergisi* 21(1): 59-68.

- Sakin MA, Naneli İ, Göy AG, Özdemir K 2015. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Tokat-Zile Koşullarında Verim ve Verim Komponentlerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 32(3): 119-132.
- Sakin MA, Naneli İ, Şahinter S, Özdemir K 2016. Tokat-Zile Koşullarında Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum durum* L.) Çeşit ve Hatlarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 33(1): 149-161.
- Sirat A, Bahar B 2020. Gümüşhane Ekolojik Koşullarında Bazı Altı Sıralı Arpa Çeşitlerinin Tane Kalite Özellikleri ve Besin Değerlerinin Belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 6(2): 325 – 335.
- Sirat A, Sezer İ 2005. Samsun Ekolojik Koşullarına Uygun Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi 20(3): 72-81.
- Sirat A, Sezer İ 2009. Bafra Ovası Koşullarına Uygun Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitleri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 24(3):167-173.
- Sirat A, Sezer İ 2017. Bafra Ovasında Yetiştirilen Bazı İki Sıralı Arpa (*Hordeum vulgare* conv. *distichon*) Çeşitlerinin Verim, Verim Öğeleri ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 14(01): 77-87.
- Soltani A, Khodarahmpour Z, Jafari, AA, Nakhjavan S 2012. Selection of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars for Salt Stress Tolerance Using Germination Indices. African Journal of Biotechnology 11(31): 7899-7905.
- Şener A, Atar B, Kara B 2020. Bazı İki ve Altı Sıralı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Isparta Koşullarında Performansları. Türk Doğa ve Fen Dergisi 9(Özel sayı): 41-45.
- Yıldırım A, Sakin MA, Gökmen S 2005. Tokat Kazova Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşit ve Hatlarının Verim ve Verim Unsurları Yönünden Değerlendirilmesi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 22(1): 63-72.
- Yılkan Y, Öztürkci Y, Arpalı D, Akkol S 2020. Van Ekolojik Koşullarında İki Sıralı Arpa Çeşitlerinde Fenolojik Dönemler, Tane Verimi ve Bazı Verim Bileşenleri Arasındaki İlişkiler. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 30(4): 751-760.
- Yüksel S, İkincikarakaya SÜ 2020. Bazı Kavuzsuz Arpaların (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23(3): 705-712.
- Yüksel S, İkincikarakaya SÜ, Sönmez AC, Belen S, Yıldırım Y 2017. Eskişehir Ekolojik Koşullarında Bazı Arpa Hat ve Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Bir Araştırma. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi 20: 252-257.

The Effects of Different Concentrations of Foliar Applied Chitosan, Iron Oxide and Chitosan-Coated Iron Oxide Nanoparticles on the Secondary Metabolites of *Hypericum triquetrifolium* Turra. During Full Bloom

Ayşe BAL^{1*}, Hasan Çetin ÖZEN², Bilsen TURAL³, Erdal ERTAŞ⁴

¹Department of Biology, Institute of Science, Dicle University, Diyarbakir, Türkiye, ²Department of Biology, Faculty of Science, Dicle University, Diyarbakir, Türkiye, ³Department of Chemistry, Faculty of Education, Dicle University, Diyarbakir, Türkiye, ⁴Department of Chemistry, Institute of Science, Dicle University, Diyarbakir, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-3181-7772>, ²<http://orcid.org/0000-0001-6670-6469>, ³<https://orcid.org/0000-0001-7555-2481>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-0325-1257>

✉ ay_se_21@hotmail.com

ABSTRACT

Hypericum triquetrifolium Turra. (Hypericaceae) is one of the important medicinal plants. This herb is used in Turkish folk medicine for its antidepressant, anthelmintic and antiseptic effects. *Hypericum* extracts have an important commercial value in the pharmaceutical industry. Therefore, studies to increase the amount of secondary metabolites it contains are becoming widespread. Elicitors are biological and non-biological factors that can affect the synthesis of secondary metabolites in plants. In recent years, nanoelicitors have been used to increase the amount of active ingredients. In this study, to stimulate the synthesis of biologically active secondary compounds of *H. triquetrifolium*; chitosan, iron oxide and chitosan-coated iron oxide nanoparticles in concentrations of 0 (control), 50, 75, 100 and 150 ppm were sprayed on the leaves during full bloom. LC-MS/MS analysis showed that application of 100 and 150 ppm chitosan nanoparticles increased the amount of flavonol (hyperocytin and quercitrin) and naphthodianthrone (pseudohypericin and hypericin) in *H. triquetrifolium*. 50 ppm iron oxide nanoparticle hyperocytin, quercitrin and pseudohypericin; 75 and 100 ppm iron oxide nanoparticles increased the amount of hyperocytin, quercitrin and hyperforin. The 150 ppm iron oxide nanoparticle resulted in an increase in all compounds except hypericin. In this study, iron oxide nanoparticles coated with chitosan were also used as elicitors to improve the chemical and biological properties of iron oxide. In this series, iron oxide nanoparticle coated with 100 ppm chitosan was effective and increased the amounts of quercitrin, kaempferol and pseudohypericin. The concentration of 75 ppm of this group was effective on quercitrin.

Plant Physiology

Research Article

Article History

Received : 18.02.2021

Accepted : 03.09.2021

Keywords

Hypericum triquetrifolium

LC-MS/MS

Secondary compounds

Nanoparticle

Tam Çiçeklenme Döneminde Yapraktan Uygulanan Kitosan, Demir Oksit ve Kitosanla Kaplanmış Demir Oksit Nanopartiküllerinin Farklı Konsantrasyonlarının *Hypericum triquetrifolium* Turra.'nın İkincil Metabolitleri Üzerine Etkileri

ÖZET

Hypericum triquetrifolium Turra. (Hypericaceae) önemli tıbbi bitkilerden biridir. Bu bitki Türk halk tıbbında antidepresan, antelmintik ve antiseptik etkileri nedeniyle kullanılmaktadır. *Hypericum* özütleri ilaç endüstrisinde önemli bir ticari değere sahiptir. Bu nedenle içerdiği ikincil metabolitlerin miktarını artırmaya yönelik çalışmalar yaygınlaşmaktadır. Elisitörler, bitkilerde ikincil metabolitlerin sentezini etkileyebilen biyolojik ve biyolojik olmayan faktörlerdir. Son yıllarda, aktif bileşen miktarını artırmak için nanoelisitörler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, *H. triquetrifolium*'un biyolojik aktif sekonder bileşiklerinin sentezini uyarmak için; tam çiçeklenme döneminde yaprakların üzerine 0

Bitki Fizyolojisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 18.02.2021

Kabul Tarihi : 03.09.2021

Anahtar Kelimeler

Hypericum triquetrifolium

LC-MS/MS

Sekonder bileşikler

Nanopartikül

(kontrol), 50, 75, 100 ve 150 ppm konsantrasyonlarında kitosan, demir oksit ve kitosanla kaplanmış demir oksit nanopartikülleri püskürtülmüştür. LC-MS/MS analizi, 100 ve 150 ppm'lik kitosan nanopartikülleri uygulanmasının, *H. triquetrifolium*'da flavonol (hiperosit ve kuersitrin) ve naftodiantronların (psödohiperisin ve hiperisin) miktarını artırdığını göstermiştir. 50 ppm demir oksit nanopartikülü hiperosit, kuersitrin ve psödohiperisin; 75 ve 100 ppm'lik demir oksit nanopartikülleri ise hiperosit, kuersitrin ve hiperforin miktarlarını artırmıştır. 150 ppm'lik demir oksit nanopartikülü, hiperisin dışındaki tüm bileşiklerde artış sağlamıştır. Bu çalışmada, demir oksidin kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmek için kitosanla kaplanmış demir oksit nanopartikülleri de elisitör olarak kullanılmıştır. Bu seride, 100 ppm'lik kitosanla kaplanmış demir oksit nanopartikülü etkili olmuş ve kuersitrin, kaempferol ve psödohiperisin miktarlarını artırmıştır. Bu grubun 75 ppm'lik konsantrasyonu kuersitrin üzerinde etkili olmuştur.

- To Cite :** Bal A, Özen HÇ, Tural Ertaş E 2022. Effects of Different Concentrations of Foliar Applied Chitosan, Iron Oxide and Chitosan-Coated Iron Oxide Nanoparticles on the Secondary Metabolites of *Hypericum triquetrifolium* Turra. During Full Bloom. KSU J. Agric Nat. 25 (4): 811-818. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.882856>
- Atıf Şekli:** Bal A, Özen HÇ, Tural Ertaş E 2022. Tam Çiçeklenme Döneminde Yapraktan Uygulanan Kitosan, Demir Oksit ve Kitosanla Kaplanmış Demir Oksit Nanopartiküllerinin Farklı Konsantrasyonlarının *Hypericum triquetrifolium* Turra.'nın İkincil Metabolitleri Üzerine Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 811-818. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.882856>.

INTRODUCTION

Among the many plants used in treatment, *Hypericum* genus stands out with its antidepressant properties thanks to its hypericin and derivatives content (Acar, 2018). Anatolia is rich in *Hypericum* species and 46 of the 96 species grown here are endemic. The best known members of the genus are *Hypericum perforatum* L. and *Hypericum triquetrifolium* Turra. These species are known among the locals by names such as kantaron, binbirdelik otu, kan otu, kılıç otu, yara otu and kuzukıran (Baytop, 1999).

In addition to its antidepressant properties, *Hypericum* extracts are also used in the treatment of many diseases such as wound healing, diabetes, rheumatism, stomach and intestinal ulcers, lymphatitis, mumps and hepatitis (Baytop, 1999; Süntar et al., 2016; Mullaicharam and Halligudi, 2019). Hypericin and hyperforin obtained from *Hypericum* species have been determined to cause cell death in different cancer types (Agostinis et al., 2002). *Hypericum* species contain a large number of secondary metabolites including naphthodiantrons, floriglusinol, flavonoids, various organic acids, essential oils, xanthon, tannins and other water soluble components (Oskay and Oskay, 2009).

Increasing the amount of secondary metabolites, produced in small quantities during the plant's specific developmental stage or stress, is one of the most important issues recently studied.

Various applications are made to increase the amount of secondary metabolites in plants. Among these, the

use of different elicitors stands out. Elicitors that cause various physiological changes in the target living organism can be of biotic or abiotic origin. In recent years, nano elicitors (size range of 1 and 100 nm) have been used since they are taken more easily by the plant and have a quicker effect.

Chitosan, one of the nano elicitors used in the study, is a biopolymer obtained by partial deacetylation of the chitin (Muxika et al., 2017). Chitosan application is accepted as an effective strategy to increase the production of xanthon and other polyphenols in *H. perforatum* in vitro fringe root cultures (Tocci et al., 2010 and 2011; Brasili et al., 2014). Chitosan has been proven to promote plant growth, maintain the safety of edible products and stimulate abiotic and biotic stress tolerance in various horticultural crops (Abdel-Aziz et al., 2018).

Nano metal oxides, which have started to be produced especially to increase the yield and quality of herbal products, will be an important technology branch in the future (Dağhan, 2017; Brunner et al., 2006). Nano metal oxides, which are easily taken by the plant, have unique effects such as increase in production, increase in photosynthesis and significant expansion in leaf surface area (Abdel-Aziz et al., 2018).

Inorganic compounds such as metal oxides can act as chemical elicitors of plant secondary metabolism (Trillini et al., 2006). Zinc and iron nano oxides have been found to stimulate the production of secondary metabolites in *H. perforatum* cell suspension culture (Sharafi et al., 2013).

Iron oxide nanoparticles are widely used due to its properties such as biocompatibility, non-toxicity, water solubility and low cost compared to many other metallic nanoparticles (Askary et al., 2017; Nehra et al., 2018).

Coating with organic polymers can improve the physical, chemical and biological properties of metal oxide nanoparticles (Zhu et al., 2018). Chitosan is a widely used organic polymer for this purpose (Kumar et al., 2000; Rabea et al., 2003).

In addition, coating with chitosan allows metal oxide nanoparticles to enter plants more easily (Abdel-Aziz et al., 2018). For this reason, the effect of chitosan-coated iron oxide nanoparticle on the biologically active compounds of *H. triquetrifolium* was also investigated during full bloom.

MATERIAL and METHOD

Plant Material

H. triquetrifolium seeds were collected from the Dicle University campus in 2018. The species was identified by Dr. A. Selçuk Ertekin. Herbarium specimens are preserved in the Herbarium of the Faculty of Science Biology Department (DUF 2512-a)

H. triquetrifolium is a 15-77 cm tall perennial plant containing thin hairs (Davis, 1966). It has yellow flowers with a 5-piece petal. The plant is perennial and has a fringe root system. The leaves are mutually arrayed on the stem (Figure 1).



Figure 1. Flowers of *H. triquetrifolium*
Şekil 1. *H. triquetrifolium*'ün çiçekleri

Germination of *H. triquetrifolium*

H. triquetrifolium seeds were stratified by keeping in the refrigerator at +4°C for 15 days. Then the seeds were placed in pots and left in the plant growing room at the alternating temperatures +15°C/25°C with a 8 hours dark/16 hours light period. Irrigation has been applied during this period. The seeds started to germinate after about 20 days in this conditions.

Preparation of Solutions

The chitosan, iron oxide and chitosan-coated iron oxide nanoparticles used in this study, were synthesized and defined by Dr. Bilsen Tural and Erdal Ertaş at the laboratory of Chemistry Department at Ziya Gökalp Faculty of Education, Dicle University (Tural et al., 2016).

Preparation of chitosan nanoparticle solution

Chitosan solutions were prepared in 10% acetic acid solution at concentrations of 50, 75, 100 and 150 ppm.

Preparation of iron oxide (Fe₃O₄) nanoparticle solution

Iron oxide nanoparticles were weighed on precision scales and dispersed in water at 50, 75, 100 and 150 ppm concentrations.

Preparation of chitosan-coated iron oxide nanoparticle solution

The chitosan-coated iron oxide nanoparticles were weighed on a precision scale and dispersed in water at concentrations of 50, 75, 100 and 150 ppm.

Nanoparticle Application on the Leaf

Nanoparticle applications were made by spraying the leaves of the plants. The nanoparticle disperses were thoroughly mixed with vortex just before spraying. 0 (control), 50, 75, 100 and 150 ppm chitosan, iron oxide and chitosan-coated iron oxide complex nanoparticle disperses were prepared and sprayed on the above ground parts of the plants separately. Distilled water was used for the control group. Plants were harvested 10 days after application since the most effective harvest day were 7-14 days in cell culture studies (Simic, et al., 2015).

Extraction of Phenolic Compounds

By adding 10 mL chloroform to the air dried and grinded 0.2 g aerial parts of plant sample was sonicated for 20 minutes with Sanyo MSE-Soniprep 150, U.K. Samples were centrifuged at 5000 rpm for 5 minutes. 100 microliters from the supernatant was taken and completed to 100 microliters with methanol and left in the vials and stored in the refrigerator until LC-MS/MS analysis.

LC-MS / MS Device

Secondary compound analysis was done by Shimadzu LCMS 8040 (LC-MS / MS system Shimadzu Nexera model UHPLC).

It consists of LC-30 AD model gradient pump, DGU-20A3R model degaser, CTO10ASvp model column furnace and SIL-30AC model auto sampler. Chromatographic separation was performed on the

Agilent Poroshell 120 (EC-C18 2.7 μm , 4.6 mm \times 150 mm) column. LC-ESI-MS / MS data were collected and processed with LabSolutions (Shimadzu, Kyoto, Japan) software registered on the instrument.

Statistical Analysis

Statistical analysis were performed using SPSS 15.0. Significance was determined by analysis of variance (ANOVA) and comparisons for the groups were made with Duncan's multiple range test. The level of significance was defined as $P \leq 0.05$.

RESULT and DISCUSSION

H. triquetrifolium is a widely used *Hypericum* species for its antidepressant, antihelminthic and antiseptic effects in Turkey (Baytop 1999). Various studies have been carried out to increase the amount of hypericin and hyperforin in cell cultures by using various elicitors. Whether the amounts of some secondary compounds change by applying nano oxide elicitors to the leaves of *Hypericum* species has not been the subject of research.

Using the previous studies (Sharafi et al., 2013; Ahmad et al., 2018), 0 (control), 50, 75, 100 and 150 ppm chitosan, iron oxide and chitosan coated iron oxide complex nanoparticle disperses were prepared and sprayed on the aboveground parts of the plants during full bloom. Plants were harvested 10 days after application since the most effective harvest day for phenyl propanoids were 7-14 days in cell culture studies (Simic et al., 2015).

The secondary metabolite amounts of *H. triquetrifolium* in various growth stages collected from natural environments have been the subject of various studies (Hosni et al., 2011; Alali et al. 2004). The secondary metabolite contents of the control group plants in our study were generally close to previous studies. In a study investigating the amount of some metabolites of *H. triquetrifolium* grown in natural environment during the flowering period, hypericin was determined as 0.10 mg ml⁻¹, pseudohypericin 0.12 mg ml⁻¹, hyperoside 17.6 mg ml⁻¹ and quercitrin 10.44 mg ml⁻¹ (Hosni et al., 2011).

In our study, among these compounds, hypericin 0.31 mg ml⁻¹, pseudohypericin 0.37 mg ml⁻¹, hyperocyte 14.61 mg ml⁻¹ seem to be consistent with other findings, while the amount of quercitrin was found to be low (0.50 mg ml⁻¹).

Again Alali et al., in 2004, they determined the hypericin content in *H. triquetrifolium* as (0.36 mg ml⁻¹). This result seems to agree with our data in the control group (0.31 mg ml⁻¹).

Plants produce a variety of secondary metabolites known to function to protect against living or non-living agents. Elicitors can activate defense systems

by stimulating the metabolic processes of target plants. The use of signal molecules as elicitors provides an efficient technique for the production of secondary compounds in plants (Hatami et al., 2018).

The Effects of Chitosan Nanoparticles

LC-MS / MS analysis showed that application of 100 ppm and 150 ppm chitosan nanoparticles increased the amount of flavonol (hyperocyte and quercitrin) and naphthodianthrone (pseudohypericin and hypericin) in *H. triquetrifolium*. Hyperforin, a phloroglucinol, did not respond to any concentration of the chitosan nanoparticle.

100 ppm chitosan applied from the leaf during full blooming; increased the amount of hyperocyte (18.42 \pm 0.52 mg ml⁻¹), quercitrin (0.70 \pm 0.02 mg ml⁻¹), kaempferol (0.21 \pm 0.01 mg ml⁻¹) and pseudohypericin (0.43 \pm 0.01 mg ml⁻¹) compared to control (14.61 \pm 0.42; 0.50 \pm 0.01; 0.11 \pm 0.00; 0.37 \pm 0.01 mg ml⁻¹ respectively). In this period, 150 ppm chitosan; caused an increase in the amounts of hyperocyte (19.33 \pm 0.56 mg ml⁻¹), quercitrin (0.87 \pm 0.03 mg ml⁻¹), pseudohypericin (0.46 \pm 0.01 mg ml⁻¹) and hypericin (0.36 \pm 0.01 mg ml⁻¹). The highest amount of kaempferol (0.21 \pm 0.01 mg ml⁻¹) was obtained from a concentration of 75 ppm (Table 1).

Chitosan is used as an elicitor to stimulate the production of pharmaceutically useful compounds in both plant and in vitro systems. (Lei et al., 2011; Yin et al., 2012; Bistgani et al., 2017).

There is no study on the effect of foliar applied chitosan on the secondary metabolites of *H. triquetrifolium*. However, the effect of chitosan applied to cell and tissue culture media on the secondary metabolites of some *Hypericum* species were studied. Chitosan stands out as a polysaccharide elicitor that increases the amount of xanthenes and other polyphenols in cell cultures of *H. perforatum* (Simic et al., 2015).

Foliar application of nanoparticles increases the productivity and quality of the products as it enables the nutrients to enter the plant system directly (Mahil et al., 2019).

Application of 100 ppm and 150 ppm chitosan nanoparticles increased the amount of flavonol (hyperocyte and quercitrin) and naphthodianthrone (pseudohypericin and hypericin) in *H. triquetrifolium*. Hyperforin, a phloroglucinol, did not respond to any concentration of the chitosan nanoparticle (Table 1).

Here, it has been suggested that, chitosan stimulates the defense system by giving the sensation of pathogen attack and provides the synthesis of some plant defense compounds (Franklin et al. 2009).

The Effects of Iron Oxide Nanoparticles

50 ppm iron oxide nanoparticle increased the amount of hyperocyte (14.58 \pm 0.42 mg ml⁻¹), quercitrin

(0.67±0.02 mg ml⁻¹) and pseudohypericin (0.42±0.01 mg ml⁻¹). 75 ppm and 100 ppm iron oxide nanoparticles increased the hyperocyte, quercitrin and hyperforin amounts. 150 ppm iron oxide nanoparticle caused a statistical increase in all compounds except hypericin. (Table 2).

It has been found that iron oxide nanoparticles greatly increase the total phenolic, flavonoid and some polyphenol content in some plants (Marslin et al., 2017; Nourozi et al., 2019).

Different concentrations of iron oxide nanoparticles affected the secondary metabolites of *H. triquetrifolium* in different ways. Hyperocyte and quercitrin responded to all concentrations of iron oxide nanoparticles and showed statistically significant changes compared to control. Both compounds showed maximum amounts at a concentration of 150 ppm. Hyperforin, a phloroglucinol derivative, yielded the highest amount at 75 ppm iron oxide nanoparticle concentration.

Pseudohypericin (naphthodiantrone) showed maximum amounts at concentrations of 50 ppm and 150 ppm of iron oxide nanoparticle. Hypericin did not increase at any concentration of iron oxide nanoparticle relative to control (Table 2.).

In a study, it was shown that the hypericin and hyperforin content of cell suspension cultures of *H. perforatum* treated with iron nano oxide (50, 100 and 150 µg l⁻¹) increased compared to control (Sharafi et al., 2013). In our study, while hypericin was not affected by any iron oxide nanoparticle concentrations, pseudohypericin was affected by concentrations of 50 ppm and 150 ppm and increased compared to control.

In another study, 100 µmol iron oxide nanoparticle applied to the nutrient medium under in vitro conditions significantly increased the amount of flavonoid in *H. perforatum* (Masjedlo and Mahtab

2020). In our study, the quercitrin and kaempferol increased in all concentrations of iron oxide nanoparticles. These findings are seen in agreement with the results we obtained from our study.

The Effects of Chitosan-Coated Iron Oxide Nanoparticles

In this series, concentration of 100 ppm chitosan coated iron oxide nanoparticles was effective and increased the amount of quercitrin (1.07±0.03 mg ml⁻¹), kaempferol (0.24±0.01 mg ml⁻¹) and pseudohypericin (0.43±0.01 mg ml⁻¹). The 75 ppm concentration of this group was effective on quercitrin (0.54±0.02 mg ml⁻¹) (Table 3).

Coating metal oxide nanoparticles with organic polymers can improve their physical, chemical and biological properties (Zhu et al., 2018; Bharathi et al., 2019).

Chitosan is a widely used organic polymer due to its non-toxic, non-easily degradable, antimicrobial activity and biocompatibility properties (Kumar et al., 2000; Rabea et al., 2003). On the other hand, metal oxide nanoparticles coated with chitosan may be easier to take into plants (Abdel-Aziz et al., 2018).

Therefore, the effect of chitosan coated iron oxide nanoparticle on the phenolic compounds of *H. triquetrifolium* was also investigated.

In this study, a concentration of 100 ppm chitosan coated iron oxide nanoparticles was effective and increased the amount of quercitrin, kaempferol, and pseudohypericin. The 75 ppm concentration of this group was effective only on quercitrin.

Although it is thought that better results can be obtained due to the improvement of the biological and chemical properties of metal oxides coated with chitosan, parallel findings were not obtained in our study.

Table1. The effects of different concentrations of foliar applied chitosan nanoparticles on the secondary metabolites of *H. triquetrifolium* during full bloom.

Çizelge1. Tam çiçeklenme döneminde yapraktan uygulanan kitosan nanopartiküllerinin farklı konsantrasyonlarının H. triquetrifolium'un ikincil metabolitleri üzerine etkileri.

Compound mg ml ⁻¹	Control	50 ppm	75 ppm	100 ppm	150 ppm
Hyperocyte	14.61±0.42 ^a	18.03±0.52 ^b	18.19±0.39 ^b	18.42±0.52 ^b	19.33±0.56 ^c
Quercitrin	0.50±0.01 ^a	0.69±0.02 ^b	0.59±0.02 ^c	0.70±0.02 ^b	0.87±0.03 ^d
Kaempferol	0.11±0.00 ^a	0.18±0.01 ^b	0.19±0.01 ^b	0.21±0.01 ^c	0.19±0.01 ^b
Hyperforin	4.29±0.12 ^a	2.93±0.08 ^b	3.23±0.09 ^c	1.78±0.05 ^d	4.30±0.12 ^a
Pseudohypericin	0.37±0.01 ^a	0.37±0.01 ^a	0.30±0.01 ^b	0.43±0.01 ^c	0.46±0.01 ^d
Hypericin	0.31±0.01 ^a	0.27±0.01 ^b	0.26±0.01 ^b	0.31±0.01 ^a	0.36±0.01 ^c

Each data is the average of three replicates. Differences between the means indicated by different letters in the same line are significant (P <0.05).

Table 2. The effects of different concentrations of foliar applied iron oxide nanoparticles on the secondary metabolites of *H. triquetrifolium* during full bloom.

Çizelge 2. Tam çiçeklenme döneminde yapraktan uygulanan demir oksit nanopartiküllerinin farklı konsantrasyonlarının *H. triquetrifolium*'ün ikincil metabolitleri etkileri.

Compound mg ml ⁻¹	Control	50 ppm	75 ppm	100 ppm	150 ppm
Hyperocyte	14.61±0.42 ^a	14.58±0.42 ^a	14.09±0.39 ^a	18.03±0.52 ^b	20.50±0.59 ^c
Quercitrin	0.50±0.01 ^a	0.67±0.02 ^b	0.61±0.02 ^c	0.71±0.02 ^d	0.72±0.02 ^d
Kaempferol	0.11±0.00 ^a	0.17±0.00 ^b	0.14±0.00 ^c	0.17±0.00 ^b	0.20±0.01 ^d
Hyperforin	4.29±0.12 ^a	3.22±0.09 ^b	5.36±0.15 ^c	5.26±0.15 ^c	5.17±0.15 ^c
Pseudohypericin	0.37±0.01 ^a	0.42±0.01 ^b	0.34±0.01 ^c	0.37±0.01 ^a	0.42±0.01 ^b
Hypericin	0.31±0.01 ^a	0.28±0.01 ^b	0.24±0.01 ^c	0.31±0.01 ^a	0.28±0.01 ^b

Each data is the average of three replicates. Differences between the means indicated by different letters in the same line are significant (P <0.05).

Table 3. Effects of different concentrations of foliar applied chitosan-coated iron oxide nanoparticles on the secondary metabolites of *H. triquetrifolium* during full bloom.

Çizelge 3. Tam çiçeklenme döneminde yapraktan uygulanan kitosanla kaplanmış demir oksit nanopartiküllerinin farklı konsantrasyonlarının *H. triquetrifolium*'ün ikincil metabolitleri üzerine etkileri.

Compound mg ml ⁻¹	Control	50 ppm	75 ppm	100 ppm	150 ppm
Hyperocyte	14.61±0.42 ^a	10.87±0.31 ^b	12.69±0.37 ^c	14.88±0.43 ^a	12.15±0.35 ^c
Quercitrin	0.50±0.01 ^a	0.45±0.01 ^b	0.54±0.02 ^c	1.07±0.03 ^d	0.46±0.01 ^b
Kaempferol	0.10±0.00 ^a	0.12±0.00 ^b	0.15±0.00 ^c	0.24±0.01 ^d	0.12±0.00 ^b
Hyperforin	4.49±0.12 ^a	2.65±0.08 ^b	3.64±0.10 ^c	2.80±0.08 ^b	4.52±0.13 ^a
Pseudohypericin	0.38±0.01 ^a	0.34±0.01 ^b	0.38±0.01 ^a	0.43±0.01 ^c	0.37±0.01 ^a
Hypericin	0.31±0.01 ^a	0.20±0.01 ^b	0.26±0.01 ^c	0.30±0.01 ^a	0.20±0.01 ^b

Each data is the average of three replicates. Differences between the means indicated by different letters in the same line are significant (P <0.05).

CONCLUSION

According to our results, it can be argued that chitosan stimulates the defense system by giving the feeling of pathogen attack and provides the synthesis of some plant defense compounds. While iron oxide nanoparticles were successful in increasing the amount of quercitrin and kaempferol, it was thought that better results could be obtained due to the improvement of the biological and chemical properties of metal oxides coated with chitosan, which did not reflect positively on the results.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Dicle University research fund (DUBAP, project no: FEN.18.013) for financial supports.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Abdel-Aziz H, Hasaneen M.N, Omar A. 2018. Effect of Foliar Application of Nano Chitosan NPK Fertilizer on the Chemical Composition of Wheat Grains. *Egyptian Journal of Botany*, 58(1): 87-95.
- Acar Ü. 2018. Sarı kantaron (*Hypericum perforatum*) yağının sazan yavrularının (*Cyprinus carpio*) büyüme performansı ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *Alnteri Zirai Bilimler Dergisi*, 33(1): 21-27.
- Agostinis P, Vantieghem A, Merlevede W, Witte P. A. 2002. Hypericin in cancer treatment: more light on the way. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 34(3):221-241.
- Ahmad B, Shabbir A, Jaleel H, Khan M. M. A, Sadiq Y. 2018. Efficacy of titanium dioxide nanoparticles in modulating photosynthesis, peltate glandular trichomes and essential oil production and quality in *Mentha piperita* L. *Current Plant Biology*, 13: 6-15.
- Alali F, Tawaha K, Al-Eleimat T. 2004. Determination of hypericin content in *Hypericum*

- triquetrefolium Turra (Hypericaceae)* growing wild in Jordan. *Natural Product Research*, 18(2): 147-151.
- Askary M, Talebi S. M, Amini F, Bangan A. D. B. 2017. Effects of iron nanoparticles on *Mentha piperita* L. under salinity stress. *Biologija*, 63(1).
- Baytop T. 1999. Türkiye'de bitkiler ile tedavi geçmişte ve bugün. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Bharathi D, Ranjithkumar R, Vasantharaj S, Chandarshekar B, Bhuvaneshwari V. 2019. Synthesis and characterization of chitosan/iron oxide nanocomposite for biomedical applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132: 880-887.
- Bistgani Z. E, Siadat S. A, Bakhshandeh A, Pirbalouti A. G, Hashemi M. 2017. Interactive effects of drought stress and chitosan application on physiological characteristics and essential oil yield of *Thymus daenensis* Celak. *The Crop Journal*, 5(5): 407-415.
- Brasili E, Pratico G, Marini F, Valletta A, Capuani G, Sciubba F, Pasqua G. 2014. A non-targeted metabolomics approach to evaluate the effects of biomass growth and chitosan elicitation on primary and secondary metabolism of *Hypericum perforatum* in vitro roots. *Metabolomics*, 10(6): 1186-1196.
- Brunner T. J, Wick P, Manserp P, Spohn P, Grass R. N, Limbach L. K, Bruinink A. and Stark W. J. 2006 *Environmental Science & Technology*, 40(14): 4374-4381.
- Dağhan H. 2017 Nano Gübreler. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(2): 197-203.
- Davis P. H. 1966. *Flora of Turkey and the East Aegean Island*, Edinburg Univ. Press, Edinburg, 7: 384-394.
- Franklin G, Conceição L. F, Kombrink E, Dias A. C. 2009. Xanthone biosynthesis in *Hypericum perforatum* cells provides antioxidant and antimicrobial protection upon biotic stress. *Phytochemistry*, 70(1): 60-68.
- Hatami M, Naghdi Badi H, Ghorbanpour M. 2018. Nano-Elicitation of Secondary Pharmaceutical Metabolites in Plant Cells: A Review, *Journal of Medicinal Plants*, 18 (71): 6-36.
- Hosni K, Msaada K, Taârit M. B, Marzouk B. 2011. Phenological variations of secondary metabolites from *Hypericum triquetrefolium* Turra. *Biochemical Systematics and Ecology*, 39 (1):43-50.
- Kumar M. N. R. 2000. A review of chitin and chitosan applications. *Reactive and Functional Polymers*, 46(1): 1-27.
- Lei C, Ma D, Pu G, Qiu X, Du Z, Wang H, Liu B. 2011. Foliar application of chitosan activates artemisinin biosynthesis in *Artemisia annua* L. *Industrial Crops and Products*, 33(1): 176-182.
- Mahil E. I, Kumar B. N. 2019. Foliar application of nanofertilizers in agricultural crops—A review. *J. Farm Sci.*, 32(3): 239-249.
- Marslin G, Sheeba CJ, Franklin G 2017. Nanoparticles alter secondary metabolism in plants via ROS burst. *Frontiers in Plant Science*, 8: 832.
- Mohammadi Masjedlo, Mahtab 2020. Investigation on the Effects of Iron Nano Particles and Salicylic acid on Regeneration and Secondary Metabolites Production of *Hypericum perforatum* Under In vitro Conditions. Masters thesis, University of Mohaghegh Ardabili.11898.
- Mullaicharam A.R, Halligudi N. 2019. St John's wort (*Hypericum perforatum* L.): Kimyasının, Farmakolojisinin ve Klinik Özelliklerinin İncelenmesi. *Uluslararası Fitokimyasal ve Farmakolojik Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 1 (1): 5-11.
- Muxika A, Etxabide A, Uranga J, Guerrero P, De La Caba K. 2017. Chitosan as a bioactive polymer: Processing, properties and applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 105 :1358-1368.
- Nehra P, Chauhan R. P, Garg N, Verma K. 2018. Antibacterial and antifungal activity of chitosan coated iron oxide nanoparticles. *British Journal of Biomedical Science*, 75(1): 13-18.
- Nourozi E, Hosseini B, Maleki R, Mandoulakan B. A. 2019. Iron oxide nanoparticles: a novel elicitor to enhance anticancer flavonoid production and gene expression in *Dracocephalum kotschyi* hairy-root cultures, *Sci Food Agric*, 99(14): 6418-6430.
- Oskay D, Oskay M. 2009. Bitki sekonder metabolitlerinin biyoteknolojik önemi. *Ecological Life Sciences*, 4(2): 31-41.
- Rabea E. I, Badawy M. E. T, Stevens C. V, Smaghe G, Steurbaut W. 2003. Chitosan as antimicrobial agent: applications and mode of action. *Biomacromolecules*, 4(6): 1457-1465.
- Sharafi E, Fotokian MH, Loo H 2013. Improvement of hypericin and hyperforin production using zinc and iron nano-oxides as elicitors in cell suspension culture of John'swort (*Hypericum perforatum* L.). *Journal of Medicinal Plants and Byproducts*, 2(2): 177-184.
- Simic S. G, Tusevski O, Maury S, Delaunay A, Lainé E, Joseph C, Hagège D. 2015. Polysaccharide elicitors enhance phenylpropanoid and naphthodianthrone production in cell suspension cultures of *Hypericum perforatum*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 122(3): 649-663.
- Süntar I, Oyardı O, Akkol E. K, Özçelik B. 2016. Antimicrobial effect of the extracts from *Hypericum perforatum* against oral bacteria and biofilm formation. *Pharmaceutical Biology*, 54(6): 1065-1070.
- Tirillini B. 2006. Induction of hypericin in *Hypericum perforatum* in response to chromium. *Fitoterapia*,

- 77(3): 164–170.
- Tocci N, Ferrari F, Santamaria A. R, Valletta A, Rovardi I, Pasqua G. 2010. Chitosan enhances xanthone production in *Hypericum perforatum* subsp. *angustifolium* cell cultures. *Natural Product Research*, 24(3): 286-293.
- Tocci N, Simonetti G, D'Auria F. D, Panella S, Palamara A. T, Valletta A, Pasqua G. 2011. Root cultures of *Hypericum perforatum* subsp. *angustifolium* elicited with chitosan and production of xanthone-rich extracts with antifungal activity. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 91(4): 977-987.
- Tural B, Ertaş E, Tural S. 2016. Removal of phenolic pollutants from aqueous solutions by a simple magnetic separation. *Desalination and water treatment*, 57(54): 26153-26164.
- Yin H, Fretté X. C, Christensen L. P, Grevsen K. 2012. Chitosan oligosaccharides promote the content of polyphenols in Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(1): 136-143.
- Zhu N, Ji H, Yu, P Niu, J Farooq, MU, Akram MW, Niu X 2018. Surface modification of magnetic iron oxide nanoparticles. *Nanomaterials*, 8(10): 810.

Antioxidant and Cytotoxic Activities of *Fumaria parviflora* Lam. and *Fumaria capreolata* L.

Tülay Aşkın ÇELİK^{1,2}, Özlem Sultan ASLANTÜRK², Ebru Şebnem YILMAZ³, Yelda GÜZEL⁴

^{1,2}Department of Biology, Faculty of Art and Science, Aydın Adnan Menderes University, 09010 Aydın, Türkiye, ^{3,4}Department of Biology, Faculty of Art and Science, Hatay Mustafa Kemal University, 31060 Hatay, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-6891-9080>, ²<https://orcid.org/0000-0002-2503-0164>, ³<https://orcid.org/0000-0001-6124-4832>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-7975-3130>

✉: celik@adu.edu.tr

ABSTRACT

This study was carried out to examine the *in vitro* antioxidant and cytotoxic effects of methanol extracts of *Fumaria parviflora* Lam. and *Fumaria capreolata*. Antioxidant assays carried out by employing 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging and phosphomolybdate assays. Cell viability was quantified by employing MTT assay for 24, 48 and 72 h of exposures to 25-250 µg/mL-1 concentrations of the extracts. *F. parviflora* methanol extract possessed the highest antioxidant activities in both free DPPH scavenging and total antioxidant capacity assays. Results from MTT assay revealed that *F. capreolata* methanol extract significantly increased the cell proliferation in human hepatocellular carcinoma (Hep3B) cells after 24 and 48 hours of treatment. After 72 hours of treatment, methanol extract slightly inhibited the proliferation of Hep3B cell lines, in a time-and dose-dependent manner. While *F. parviflora* extract had the highest cytotoxic effect on Hep3B cells after 72 hours of the treatment. *F. capreolata* did not cause any significant cytotoxic effect on these cell lines.

Biochemistry

Research Article

Article History

Received : 19.03.2021

Accepted : 16.07.2021

Keywords

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl

Antioxidant activity

Cytotoxicity

Fumaria parviflora

Fumaria capreolata

Fumaria parviflora Lam. ve *Fumaria capreolata* L.'nin Antioksidan ve Sitotoksik Aktiviteleri

ÖZET

Bu çalışmada, *Fumaria parviflora* ve *Fumaria capreolata* metanol özütlerinin *in vitro* antioksidan aktiviteleri ile iki farklı insan hepatosellüler karsinoma (Hep3B ve HepG2) hücre hattı üzerindeki sitotoksik etkileri araştırılmıştır. Özütlerin antioksidan aktiviteleri 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikalini süpürme ve fosfomolibdat testi ile belirlenmiştir. Hücre canlılığı ise 24, 48 ve 72 saatlik farklı özüt konsantrasyonları (25-250 µg/mL-1) ile muamele sonrasında MTT testi ile belirlenmiştir. *F. parviflora* ve *F. capreolata* metanol özütleri serbest DPPH süpürme aktivitesi ve toplam antioksidan kapasitesi açısından karşılaştırıldığında, *F. parviflora* metanol özütü hem DPPH serbest radikalini süpürme hem de toplam antioksidan kapasitesi bakımından yüksek aktiviteye sahiptir. MTT assay sonuçları, *F. capreolata* metanol özütünün 24 ve 48 saatlik muameleden sonra Hep3B hücrelerinde hücre çoğalmasını önemli ölçüde artırdığını ortaya çıkarmıştır. 72 saatlik uygulama sonrası, metanol özütü Hep3B hücrelerinin çoğalmasını zamana ve konsantrasyona bağlı şekilde hafif inhibe etmiştir. *F. parviflora* özütü, Hep3B hücreleri üzerinde sadece 72 saatlik uygulamada yüksek sitotoksik etkiye sahipken, *F. capreolata* bu hücreler üzerinde önemli bir sitotoksik etki göstermemiştir.

Biyokimya

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 19.03.2021

Kabul Tarihi : 16.07.2021

Anahtar Kelimeler

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl

Antioksidan aktivite

Sitotoksosite

Fumaria parviflora

Fumaria capreolata

To Cite: Çelik TA, Aslantürk ÖS, Yılmaz EŞ, Güzel Y 2022. Antioxidant and Cytotoxic Activities of *Fumaria parviflora* Lam. and *Fumaria capreolata* L. KSU J. Agric Nat 25 (4): 819-827. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.899937>.

Atf İçin: Çelik TA, Aslantürk ÖS, Yılmaz EŞ, Güzel Y 2022. *Fumaria parviflora* Lam. ve *Fumaria capreolata* L.'nin Antioksidan ve Sitotoksik Aktiviteleri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 819-827. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.899937>.

INTRODUCTION

Fumaria known as fumitory or earth smoke, are generally regarded as weeds in many regions; several species such as *F. indica* (Hausskn.) Pugsley, *F. officinalis* L., *F. capreolata* L., *F. parviflora* Lam., *F. densiflora* DC., and *F. vaillantii* Loisel., however, have been used for a long time as medicinal plants in folk medicine. (Zhang et al., 2020). As a result of phytochemical studies, it has been reported *Fumaria* species contain a large number of chemical components, including alkaloids, flavonoids, saponins, steroids, triterpenoids, anthraquinones, tannins, glycosides and amino acids (Humayun et al., 2012; Jameel et al., 2014). Recently, it was reported that *Fumaria* species have hepatoprotective, antiviral, anti-inflammatory, antinociceptive, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity due to their compounds like isoquinoline alkaloids. *F. parviflora* Lam. (*Papaveraceae*), a small branched annual herb found in Europe, Asia, and Africa and many parts of the world including the Middle East and South Asia, are used traditionally in Turkey for the treatment of liver and bile duct disorders and dermatological disorders like acne, eczema and scabies. It was reported that the major chemical constituents of *F. parviflora* include alkaloids like protopine, parfumine, d-bicuculline, hydrastine, N-methylhydrastine, N-methylhydrasteine, microcarpine, sanguinarine, adlumiceine, coptisine, fumaritine, sinactine, N-methylstylophine and sterols like β -sitosterol, stigmasterol and campesterol (Fafal and Önür, 2007; Paltinean et al., 2013; Kumar et al., 2018). Also, Brihi et al (2015) reported the *in vivo* and *in vitro* anti-inflammatory and antinociceptive effects of *F. capreolata* total alkaloid extract, which is another herbaceous annual *Fumaria* plant that is native to Europe, Western Asia and Northern Africa and naturalized in Southern Australia, New Zealand, and Southern America (Atlas of Living Australia, 2021). Isoquinoline alkaloids, stylophine, protopine, fumaritine, fumaricine, fumarophycine, fumariline, fumarofine were determined by GC-MS from the aerial parts of *F. capreolata* (Maiza-Benbdesselam et al., 2007). In traditional medicine, it is used as a bile enhancer, in the treatment of eczema and fungal diseases in Turkey (Güzel et al., 2015).

While numerous advances in cancer treatment approach to cancer management, cancer remains the world's leading cause of death. Hepatocellular carcinoma (HCC) is a primary malignancy commonly seen in the liver and accounts for as many as 1 million deaths annually worldwide. In certain areas of the world, HCC has the highest recurrence among internal malignancies and hence the customary reason for cancer death (Raza and Sood, 2014). The rising cost of conventional cancer therapies has forced people to focus more on traditional medicine (Sheldon et al.,

1997). Herbal medication can be used as an alternative medical solution and a healthy option in chemotherapy and can be successful in the treatment of lower systemic toxicity treatment (Gao et al., 2011).

Antioxidant properties are dependent on a compound's molecular structure. Because of this, natural antioxidants are much more favorable to human health than synthetic antioxidants. Antioxidant agents are found in a different part of plants and have been used as an important protective factor for human health (Kumar et al., 2018). However, recent concern has been raised in the use of these plants based on their natural antioxidants for various uses, such as the food industry, preventive materials and therapeutic medicines (Nemzer et al., 2019). Although studies are present on the phytochemical content and antioxidant activities of *F. parviflora* and *F. capreolata*, there is no study about the chemotherapeutic potential of these plants as an alternative drug for liver cancer disease.

In the present study, as methanol extracts of these plant species have not been previously tested against human hepatocellular carcinoma (Hep3B and HepG2) cancer cell lines, cytotoxicity and antioxidant activities of *F. parviflora* and *F. capreolata* methanol extracts were evaluated in this study.

MATERIALS and METHODS

Chemicals

Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM), fetal bovine serum (FBS) penicillin-streptomycin, MTT [3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide] were purchased from Sigma, Chem, Germany and methanol, dimethyl sulfoxide (DMSO) were purchased from Merck, Germany.

Collection of Plant Material

The aerial parts of both *F. parviflora* and *F. capreolata* were used in this study. From the Mediterranean flora, two species were harvested in April-2018 from the Hatay region: *F. parviflora* from İskenderun-Karayılan-36°42'28.3"N 36°14'06.0"E; *F. capreolata* from Defne-Bahçeköy-36°07'34.0"N 36°06'37.6"E. Voucher numbers are, Y. Güzel-1101 for *F. parviflora* and Y. Güzel-1102 for *F. capreolata*. Identification of the plants was made by Dr. Yelda Güzel based on Cullen (1965). Voucher specimens were deposited in the Herbarium of the Hatay Mustafa Kemal University, Department of Biology.

Extraction

The aerial parts of these plant species were separated from their stems, air-dried for a week at the room temperature and stored until extraction. The air-dried samples (25 g) were grounded into fine powder using an electric blender (HR2118 Philips, Netherlands).

These plant powders were separately extracted with 500 mL methanol at room temperature for 24-48 h. After filtration with 0.45 µm pore size syringe filter, the extract was evaporated at 40 °C under reduced pressure (Laborota 4002, Heidolph). The crude extracts were kept at 4 °C until the experimental studies performed.

Antioxidant Activity of Plants

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay

The DPPH free radical scavenging potential assay is based on the stable DPPH scavenging activity. Quantitative measurements of radical scavenging assay were carried out according to the method described by Brand-Williams et al (1995). One milliliter of 0,1 mM DPPH methanol solution was added to 3 ml of various concentrations (10, 25, 50, 75, 100 and 150 µg mL⁻¹) of extracts in methanol. The mixture was vigorously shaken, then left at room temperature to stand. Using a microplate reader (Elisa Reader, Biotek Co, USA) the absorbance of the mixture was measured at λ =517 nm after 30 min. A commercially known antioxidant, ascorbic acid, was used for comparison or as a positive control. Tests were performed in triplicate (25 and 50 µg mL⁻¹).

The percentage of the DPPH free radical was calculated using the following equation:

$$\text{DPPH Scavenging capacity (\%)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100 \quad (1)$$

Where A₀ was the absorbance of the control and A₁ was the absorbance in the presence of the *F. parviflora* and *F. capreolata* methanol extracts. The actual decrease in absorption induced by the test was compared with the positive controls. The IC₅₀ (concentration providing 50% inhibition) values were calculated use the dose inhibition curve in the linear range by plotting the extract concentration versus the corresponding scavenging effect.

Phosphomolybdate (total antioxidant capacity) assay

The total antioxidant capacity (TAC) assay of samples was carried out by the phosphomolybdenum method (Ghafoor and Choi, 2009). A 0.1 ml aliquot of the extract (10, 25, 50, 75, 100 and 150 µg mL⁻¹) solution was shaken with 1 mL of reagent solution (0.6 M sulfuric acid, 28 mM sodium phosphate and 4 mM ammonium molybdate). The test tubes were covered with aluminum foil and incubated in a water bath at 95 °C for 90 minutes. After the samples were cooled, the absorbances were measured at 765nm. Ascorbic acid was used as standard (25 and 50 µg mL⁻¹) and the results were expressed as µg mL⁻¹ of ascorbic acid equivalents. The total antioxidant capacity (TAC) of the extracts was estimated using the following formula:

$$\text{Total antioxidant capacity (\%)} =$$

$$[(Abs. \text{ of control} - Abs. \text{ of sample}) / (Abs. \text{ of control})] \times 100 \quad (2)$$

Abs: absorbance

Cell culture and *in vitro* cytotoxicity assay

The two human hepatocellular carcinoma cancer cell lines Hep3B (ATCC HB-8016) and HepG2 (ATCC HB-8065) were used for cytotoxicity tests. HepG2 and Hep3B are the most widely used hepatocellular carcinoma cell lines in drug metabolism and hepatotoxicity studies. Despite their well-known similarities, there are significant differences between these two cell lines. HepG2 and Hep3B are of different ethnic origins. In literature differences have been described between HepG2 and Hep3B in several categories, including intrinsic and drug-dependent gene expressions, drug-modified cell cycle, cell growth inhibition, and signaling pathways associated with differential drug responses (Qui et al., 2015). These cells were cultured and routinely maintained in Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) with 10% fetal bovine serum (FBS), 100 U/ml penicillin, and 100 mg/ml streptomycin and were incubated at 37°C in a humidified atmosphere containing 5% Carbondioxide (CO₂) inside a CO₂ incubator until confluent. The cells were trypsinized and cytotoxicity assays were performed in 96 well-plates.

Cell viability was examined by the ability of the cells to cleave the tetrazolium salt MTT [3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide, by the mitochondrial enzyme succinate dehydrogenase following the procedure as described earlier (Mossman, 1983). The plant extracts were tested on cancer cell lines for their cytotoxicity using MTT assay. Briefly, cells were placed as 1x10³ cells/plate into the 96-well plates, and the sample extract solutions were added at concentrations ranging from 40 µg mL⁻¹ to 250 µg mL⁻¹ for evaluation of their cytotoxicity and incubated for 24, 48, and 72 hours. The control cells only received maintenance medium. Furthermore, the anticancer agent, Farmorubicin (40 µg mL⁻¹) was used for positive control and 0.1% dimethyl sulfoxide (DMSO), treated cells served as solvent control. The treated cells were incubated with MTT (0.5 mg/ml in phosphate buffered saline) for 4 hours at 37 °C. The medium was removed and dye crystal formazan was solubilized in DMSO. The absorbance was measured at 545 nm using a multi-plate reader (Biotek Epoch, USA) (Duthie et al., 2000). All of the absorbance values were compared to the control samples (without any compound) which represented 100% viability.

$$\text{Cell viability (\%)} = [(As - Ab) / (Ac - Ab)] \times 100 \quad (3)$$

As: Absorbance Sample

Ab: Absorbance Blank

Ac: Absorbance Viable cell (control)

Statistical Analysis

Differences in the means of individual dosage group and the control of each extract was analyzed using one-way ANOVA (Analysis of Variance) in the SPSS 20.0 (USA) software package program. Level of significance was set at $p \leq 0.05$ level.

RESULTS and DISCUSSION

Determination of the antioxidant activities of various plant species could contribute to show the significance their as sources for new antioxidant compounds (Chaves et al., 2020). Usually, the antioxidant properties especially that of phenolic compounds in plant extracts are efficient at low concentrations and, are associated with the prevention of some diseases like cardiovascular disease and cancer in humans. (Duthie et al., 2000; Li et al., 2014; Acay et al., 2021). In recent years, herbal therapy has emerged as an important branch of complementary and alternative medicine for cancer-related targets, to reliably reduce chemotherapy-associated toxicity. Various studies have shown that natural products derived from plants can effectively regulate cancer cell proliferation, differentiation and expression for different cancers *in vitro* and *in vivo* (Barretina et al., 2014).

Antioxidant activities

The free DPPH radical scavenging activity of methanolic extract of *F. parviflora* as comparable with known antioxidant ascorbic acid (positive control) is shown in Table 1.

The total antioxidant activity of *F. parviflora* methanol extract was concentration-dependent and there were statistically significant differences ($p < 0.05$) with

increasing extract concentration. The 25 and 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ of ascorbic acid synthetic antioxidant showed high antioxidant activity in free DPPH scavenging and phosphomolybdate assays (75.00% and 76.34%, respectively). The total antioxidant capacity of *F. parviflora* was lower than free radical scavenging activity. On the other hand, the total antioxidant capacity of *F. parviflora* methanol extract was lower than free radical scavenging activity. Total antioxidant capacity increased from 75 $\mu\text{g mL}^{-1}$ to over 50%, reaching the highest value at 150 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (71.25%). However, these values remained low when compared to the total antioxidant capacity displayed by ascorbic acid. The absorbance was recorded at 517 nm after 30 minutes of incubation and the IC_{50} value was calculated. IC_{50} value is the concentration of the sample required to scavenge 50% DPPH.

The antioxidant activity of *F. capreolata* methanol extract was concentration-dependent and there was a statistically significant difference ($p < 0.05$) with increasing extract concentration. The IC_{50} value for free DPPH scavenging activity was also quite high (125.92 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Total antioxidant activity values were also similar to DPPH scavenging activity (Table 1).

When *F. parviflora* and *F. capreolata* methanol extracts were compared in terms of free DPPH scavenging activity and total antioxidant capacity, *F. parviflora* methanol extract was more effective for both free DPPH scavenging activity and total antioxidant capacity. The *F. parviflora* methanol extract showed significant free radical scavenging potential with an IC_{50} of 15.06 $\mu\text{g mL}^{-1}$. The *F. capreolata* methanol extract showed insignificant free radical scavenging activity with IC_{50} of 125.92. Ascorbic acid however showed better free radical scavenging activity with IC_{50} of 25 and 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ been < 25.00 .

Table 1. Antioxidant activity of methanolic extract of *F. parviflora* and *F. capreolata*
 Çizelge 1. *F. parviflora* and *F. capreolata* methanol ekstrelinin antioksidan aktivitesi

	Concentrations ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	DPPH scavenging activity (% \pm SD)	IC_{50} DPPH scavenging ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Total antioxidant capacity (% \pm SD)	IC_{50} Total antioxidant capacity($\mu\text{g mL}^{-1}$)
Ascorbic acid	25	75.00 \pm 0.007*		77.45 \pm 0.014*	
	50	76.34 \pm 0.007*	< 25.00	78.89 \pm 0.031*	< 25.00
	10	47.32 \pm 0.002*		22.73 \pm 0.023	
<i>F. parviflora</i>	25	50.89 \pm 0.021*		36.15 \pm 0.006*	
	50	57.59 \pm 0.011*	15.06	46.48 \pm 0.030*	71.32
	75	60.27 \pm 0.016*		51.77 \pm 0.014*	
	100	69.64 \pm 0.017*		65.57 \pm 0.004*	
	150	70.54 \pm 0.031*		71.25 \pm 0.097*	
<i>F. capreolata</i>	10	24.11 \pm 0.019		10.52 \pm 0.003	
	25	30.36 \pm 0.035*		28.04 \pm 0.006*	
	50	34.67 \pm 0.009*		32.67 \pm 0.002*	
	75	45.98 \pm 0.017*	125.92	39.29 \pm 0.004*	94.75
	100	46.88 \pm 0.018*		61.14 \pm 0.023*	
	150	50.89 \pm 0.017*		66.50 \pm 0.014*	

* $p < 0.05$, All comparisons were made with untreated control cells.

When *F. parviflora* and *F. capreolata* methanol extracts were compared in terms of free DPPH scavenging activity and total antioxidant capacity, *F. parviflora* methanol extract was more effective for both free DPPH scavenging activity and total antioxidant capacity. This difference between the antioxidant activities of the extracts may due to these two plants having different phytochemical contents. Moghaddam et al. (2018) investigated the antioxidant activity of *F. vaillantii* with various antioxidant methods (Moghaddam et al., 2018). They reported that the total phenolic content and antioxidant activity of the plant reached the highest value in the vegetative period. In another study, the antioxidant activity of *F. parviflora* root, stem, leaf and fruit ethanolic extracts were determined by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil method and it was determined that the extract with the highest antioxidant activity was leaf ethanol extract (Kumar et al., 2018). Researchers have suggested that *F. parviflora* Lam leaf ethanolic extract has more polyphenols and flavonoid compounds, which may be responsible for antioxidant activity. Nouredine et al. (2013) reported that the total alkaloid fraction from *F. capreolata* showed antioxidant activity without any toxicity *in vivo*. Maiza-Benabdesselam et al, (2018) measured the antioxidant activity, reducing power, inhibiting ability of linoleic acid peroxidation and 2,2-diphenyl-

picrylhydrazyl (DPPH) of alkaloid extracts of *F. capreolata* (L.) and *F. bastardii* (L.) and determined that the extracts obtained from the aerial parts of these plants contained isoquinoline alkaloids, stylopine, protopin, fumaritine, fumaricine, fumarophycine, fumarilin, fumarofin by GC-MS method. The results of the study showed that both herbal extracts showed strong total antioxidant activity, but *F. bastardii* extract was more effective than *F. capreolata*. The results of our study are similar to the results of these researchers.

Cytotoxic activities

Cytotoxic activity of *F. parviflora* methanol extract

Cell viability assay results indicated that *F. parviflora* methanol extract caused a concentration-dependent increased in the proliferation of Hep3B cells (Table 2). After 24 hours of incubation, the methanol extract of *F. parviflora* started to increase proliferation from 25 $\mu\text{g mL}^{-1}$ and showed the most increase at the highest concentration (250 $\mu\text{g mL}^{-1}$; 257.15%) compared to the control and solvent control (DMSO) group ($p < 0.05$). Depending on the increase in the treatment time, the viability of Hep3B cells decreased and a high cytotoxic effect was obtained after 72 hours at 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$ concentration (33.65%).

Table 2. The effect of *F. parviflora* methanol extract on the viability of Hep3B and HepG2 cells

Çizelge 2. *F. parviflora* methanol özütünün Hep3B ve HepG2 hücrelerinin canlılığı üzerindeki etkisi

Concentrations ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Cell viability % \pm SD					
	Hep3B cells			HepG2 cells		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h
Control	100 \pm 0.00	100 \pm 0.00	100 \pm 0.00	100 \pm 0.00	100 \pm 0.00	100 \pm 0.00
Solvent control (DMSO)	97.48 \pm 0.035	96.19 \pm 0.014	96.00 \pm 0.174	96.21 \pm 0.036	96.02 \pm 0.060	95.80 \pm 0.106
Farmorubicin 40	0.50 \pm 0.022*	0 \pm 0.000*	0 \pm 0.000*	0 \pm 0.000*	0 \pm 0.000*	0 \pm 0.000*
25	124.39 \pm 0.107*	96.19 \pm 0.078	72.90 \pm 0.206*	108.38 \pm 0.253	90.17 \pm 0.050	81.41 \pm 0.099*
50	153.65 \pm 0.041*	91.61 \pm 0.282	68.43 \pm 0.374*	103.82 \pm 0.045	85.42 \pm 0.105*	75.92 \pm 0.248*
75	165.04 \pm 0.059*	89.90 \pm 0.035	59.49 \pm 0.095*	99.66 \pm 0.059	84.26 \pm 0.071*	69.87 \pm 0.180*
100	179.94 \pm 0.035*	88.69 \pm 0.415	50.55 \pm 0.268*	99.32 \pm 0.566	83.15 \pm 0.154*	67.65 \pm 0.064*
150	226.28 \pm 0.014*	88.52 \pm 0.353	50.09 \pm 0.457*	98.36 \pm 0.081	79.01 \pm 0.012*	64.69 \pm 0.061*
200	250.67 \pm 0.085*	86.54 \pm 0.048	39.38 \pm 0.051*	94.99 \pm 0.326	76.91 \pm 0.028*	64.01 \pm 0.219*
250	257.15 \pm 0.104*	78.04 \pm 0.012*	33.65 \pm 0.089*	91.78 \pm 0.034	76.09 \pm 0.021*	53.45 \pm 0.075*

* $p < 0.05$, All comparisons were made with untreated control cells.

The effect of *F. parviflora* methanol extract on viability and proliferation of HepG2 cells is shown in Table 2. 25 and 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ concentrations of *F. parviflora* methanol extract slightly increased the viability and proliferation of HepG2 cells after 24 h treatment. The other extract concentrations after 24 h treatment had no significant effects on cell viability and proliferation compared to the control and solvent control (DMSO) group ($p < 0.05$). After 48h treatment, HepG2 cell

viability and proliferation decreased by increasing concentration. All the extract concentrations, except for 25 $\mu\text{g mL}^{-1}$, decreased cell viability and proliferation significantly in comparison with control and solvent control. All concentrations of *F. parviflora* methanol extract showed the cytotoxic effect on HepG2 cells after 72 h treatment ($p < 0.05$). The cytotoxic effect reached 53.45% with 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$ extract treatment.

Cytotoxic activity of *F. capreolata* methanol extract

The effects of *F. capreolata* methanol extract on Hep3B cell viability and proliferation is presented in Table 3. After 24 hour treatment, *F. capreolata* methanol extracts concentrations increased the viability and proliferation of Hep3B cells at a very high level in comparison with the control group ($p < 0.05$). The highest cell viability was observed after 25 $\mu\text{g mL}^{-1}$

(195.13%). 48 hour treatment of *F. capreolata* methanol extracts also increased cell viability and proliferation. However, *F. capreolata* methanol extract reduced the viability and proliferation of Hep3B cells after 72 h treatment, concentration-dependently. However, this reduction was not statistically significant in comparison with control and solvent control ($p < 0.05$).

Table 3. The effect of *F. capreolata* methanol extract on the viability of Hep3B and HepG2 cells
Çizelge 3. F. capreolata methanol özütünün Hep3B ve HepG2 hücrelerinin canlılığı üzerindeki etkisi

Concentrations ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Cell viability % \pm SD					
	24h	Hep3B cells		HepG2 cells		72h
Control	100 \pm 0.00	100 \pm 0.00	100 \pm 0.00	100 \pm 0.00	100 \pm 0.00	100 \pm 0.00
Solvent control (DMSO)	97.76 \pm 0.015	97.55 \pm 0.043	96.50 \pm 0.005	98.30 \pm 0.051	97.08 \pm 0.051	96.00 \pm 0.258
Farmorubicin 40	0 \pm 0.000*	0 \pm 0.000*	0 \pm 0.000*	0 \pm 0.000*	0 \pm 0.000*	0 \pm 0.000*
25	195.13 \pm 0.20*	147.54 \pm 0.530*	98.54 \pm 0.196	92.09 \pm 0.117	83.46 \pm 0.109*	75.95 \pm 0.071*
50	192.70 \pm 0.21*	146.87 \pm 0.125*	97.19 \pm 0.384	91.87 \pm 0.043	79.40 \pm 0.027*	73.42 \pm 0.115*
75	174.32 \pm 0.05*	127.90 \pm 0.175*	95.68 \pm 0.004	91.02 \pm 0.016	76.49 \pm 0.003*	72.91 \pm 0.083*
100	167.83 \pm 0.17*	105.35 \pm 0.287	93.02 \pm 0.426	84.02 \pm 0.012*	76.19 \pm 0.307*	71.86 \pm 0.106*
150	167.02 \pm 0.06*	104.91 \pm 0.312	88.39 \pm 0.266	81.32 \pm 0.076*	73.98 \pm 0.113*	70.24 \pm 0.268*
200	161.62 \pm 0.04*	102.90 \pm 0.021	87.61 \pm 0.111	78.21 \pm 0.419*	73.20 \pm 0.021*	66.53 \pm 0.210*
250	155.13 \pm 0.0 *	97.63 \pm 0.069	86.32 \pm 0.041	70.71 \pm 0.150*	67.49 \pm 0.378*	64.14 \pm 0.123*

* $p < 0.05$, All comparisons were made with untreated control cells.

F. capreolata methanol extract decreased the HepG2 cell viability in a time and concentration manner. After 24hour treatment, methanol extract reduced cell viability and proliferation significantly in comparison with the control groups. After 48 and 72 hour treatments, all extract concentrations significantly reduced the viability and proliferation of HepG2 cells compared to the control groups ($p < 0.05$).

Finally, when the cytotoxic effect of *F. parviflora* and *F. capreolata* methanol extracts on Hep3B and HepG2 cancer cell lines were compared, it was determined that the cytotoxic effect of *F. capreolata* methanol extract was more effective than that of *F. parviflora* methanol extract, concentration- and time-dependent.

The cytotoxic effect of *F. parviflora* methanol extract on Hep3B cells decreased depending on the treatment time and concentration. All extracts exhibited minimal cytotoxic effect, especially at high concentrations, after 72 hours of treatment and did not affect the viability of Hep3B cells with increasing incubation time (Table 1). However, extract of this plant showed cytotoxic activity after 48 and 72 hours of treatment on HepG2 cells (Table 1). This may be because Hep3B and HepG2 cells have different sensitivities against the compounds that are present in the extract. The cytotoxic effect of *F. parviflora* methanol extract on HepG2 cells also decreased depending on the treatment time and concentration.

Results from MTT assay revealed that *F. capreolata* methanol extract significantly increased cell proliferation in Hep3B cells after 24 and 48 hour of treatment. After 72 hour of treatment, methanol extract slightly inhibits the proliferation of Hep3B cells, in a time- and dose-dependent manner. The cytotoxic effect of *F. capreolata* methanol extract on HepG2 cells also decreased depending on the concentration and treatment time (Table 2). Many phytochemicals show a non-monotonic dose/concentration response called a biphasic dose response, depending on the dose and the time of administration. For example, while stimulating cell proliferation at low doses and short time applications, they show a cytotoxic effect in high doses and longer administration times. These phytochemicals that cause biologically opposite effects at different doses and /or durations are called hormetic compounds (Siddiqui et al., 2015, Jodynis-Liebhert and Kujawska, 2020). It can also be described as the induction of multiple cellular functions with different hormetic properties (DNA repair, antioxidant defenses, autophagy or others), whose actions are controlled by the interaction of multiple receptors and signaling pathways to produce an integrated cellular response (Calabrese and Mattson, 2017; Jalal et al., 2021). Hormesis is a synchronized reaction of any living organisms (plants and animals) to self-imposed adversity that influences certain signal-transduction

processes (hormetic) and biological plasticity to correlate endpoint response (Calabrese and Mattson, 2017). This biological plasticity serves as a foundation for adaptation to adversity (Ho and Zhang, 2018). The reason for the increase in proliferation observed in Hep3B cells as a result of the application of *F. parviflora* and *F. capreolata* methanol extracts for 24 hours may be the hormetic compounds found in the extracts and showing biphasic dose response. When the cytotoxic effect of *F. parviflora* and *F. capreolata* methanol extracts on Hep3B and HepG2 cancer cell lines were compared, it was determined that the cytotoxic effect of *F. capreolata* methanol extract was more effective than that of *F. parviflora* methanol extract, concentration- and time-dependent. This difference may have arisen due to different sensitivity of Hep3B and HepG2 cells against phytochemical compounds in methanol extract against different *Fumaria* plants and some cytotoxic compounds in these extracts.

Previous studies on different *Fumaria* species suggested that the effects of these plants on cell proliferation vary according to the type of extract and cell type used in the studies. Recently, anti-proliferative activity of *F. vaillantii* hexane, chloroform, ethyl acetate, methanol and total (water:ethanol (80:20 v/v)) on SKMEL-3 malignant melanoma, MCF-7 human breast adenocarcinoma, and K562 human myelogenous leukemia cells was reported. Researchers suggested this effect occurred by the necrotic activity of extracts (Tabrizi et al., 2016). In contrast, hepatoprotective effects of various *Fumaria* species were reported previously (Seyed et al., 2007; Rathi et al., 2008; Hussain et al., 2012; Ezzat et al., 2012). It has been shown that *F. parviflora* can counteract CCl₄-induced hepatotoxicity due to its antioxidant activities (Jamshidzadeh and Niknahad, 2006). By blocking the critical control points of apoptosis the *in vitro* protective effect of *F. parviflora* on nimesulide induced cell death in primary rat hepatocyte cultures (Tripathi et al., 2010). In another study, it was reported that *F. parviflora* extract possess selective protective effect against hepatotoxicity due to MDME inhibition mediated paracetamol (Gilani et al., 1996). Furthermore, it was suggested *F. parviflora* ethanol extract prevents lead-induced testicular toxicity in male adult rats and it improves reproductive parameters in lead-treated male rats (Dorostghoal et al., 2013). Also, Bribi et al (2015) reported the *in vivo* and *in vitro* anti-inflammatory and antinociceptive effects of *F. capreolata* total alkaloid extract (Bribi et al., 2015). Furthermore, it was reported that the total alkaloid fraction of *F. capreolata* has antioxidant activity and no toxic effect on mice, when orally administered up to 2000 mg mL⁻¹ of the total alkaloid extract (Bribi et al., 2013). Several studies have been conducted on the

short-term effects (up to 4 days) of *F. parviflora* for the treatment of different organs. Some previous studies showed the beneficial effects of the *F. parviflora* in the treatment of hepatobiliary system diseases (Nabavizadeh et al., 2009; Adewusi and Afolayan, 2010). On the other hand, the hepatoprotective effects of this plant have been reported by Gilani et al, (1996) and Heidari et al (2004).

CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

The results of our study showed that *F. parviflora* and *F. capreolata* methanol extracts possess antioxidant activity. Furthermore, *F. parviflora* and *F. capreolata* methanol extract increased the proliferation of Hep3B and HepG2 cancer cells in 24 hours. They have cytotoxic effect after 48h and 72h treatment. The cytotoxic effects of the extract may differ depending on the cell type. This difference may have arisen due to the different sensitivity of Hep3B and HepG2 cells against different phytochemical and cytotoxic compounds in methanol extracts. We believe that these preliminary results will contribute to more detailed studies to determine the mechanisms by which different *Fumaria* species elicit their anticancer activities on human cancer cells.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was partly supported by HMKU Scientific Research Project Fund (18.YL.010).

Researchers' Contribution Rate Statement Summary

The authors declare the contribution of the authors is equal.

Conflict of Interest

The authors declare no conflicts of interest

REFERENCES

- Acay H, Dündar A, Kaçar S, Baran MF, Keskin C 2021. Investigation of nutritional content, antioxidant, anticancer and antimicrobial activities of *Pleurotus eryngii* (DC. Ex Fr.) Quel, extract obtained by different solvents. KSU J Agric Nat 24(2): 267-277.
- Adewusi EA, Afolayan AJ 2010. A review of natural products with hepatoprotective activity. Journal Medicinal Plants Research 4: 1318-1334.
- Atlas of Living Australia [Internet], Available from: <https://bie.ala.org.au/species> (accessed February 1, 2021).
- Blois MS 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181: 1199-1200.
- Bribi N, Algieri F, Rodriguez-Nogales A, Garrido-Mesa J, Vezza T, Maiza F, Utrilla MP, Rodriguez-Cabezas ME, Galvez J 2015. Anti-nociceptive and anti-inflammatory effects of total alkaloid extract from *Fumaria capreolata*. Evidence Based

- Complementary and Alternative Medicine 736895: 1-8.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol* 28: 25-30.
- Bribi N, Yavine B, Fadila MB 2013. Evaluation of erythrocytes toxicity and antioxidant activity of alkaloids of *Fumaria capreolata*. *Int J Pharma and Bio Sci* 4: 770-776.
- Calabrese EJ, Mattson MP 2017. How does hormesis impact biology, toxicology, and medicine? *NPJ Aging Mech Dis* 3 (1): 1-8.
- Chaves N, Santiago A, Alias JC 2020. Quantification of the antioxidant activity of plant extracts: analysis of sensitivity and hierarchization based on the method used. *Antioxidants (Basel)* 9: 76.
- Cullen J 1965. *Flora of Turkey and East Aegean Islands*. (Ed. Davis, PH. Edinburgh University Press.
- Dorostghoal M, Seyyednejad SM, Jabari A 2013. Protective effects of *Fumaria parviflora* L. on lead-induced testicular toxicity in male rats. *Andrologia* 46: 437-446.
- Duthie GG, Duthie SJ, Kyle JAM 2000. Plant polyphenols in cancer and heart disease: Implications as nutritional antioxidants. *Nutr Res Rev* 13:79-106.
- Ezzat M, Kian A, Bagher M, Seyedeh ZOS 2012. Protective activity of *Fumaria vaillantii* Loisel and mono methyl fumrate on acetoaminophen induced hepatotoxicity in mice. *Int J Pharmacology* 8: 177-184.
- Fafal T, Önür MA 2007. Determination of protopine in *Fumaria densiflora* DC. by TLC- densitometric and spectrophotometric method. *Journal of Faculty of Pharmacy* 4: 223 – 235.
- Gao Y, Su Y, Qu L, Xu S, Meng L, Cai SQ, Shou C 2011. Mitochondrial apoptosis contributes to the anti-cancer effect of *Smilax glabra* Roxb. *Toxicol Lett* 207:112-120.
- Ghafoor K, Choi YH 2009. Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds and antioxidants from grape peels through response surface methodology. *Journal of Korean Society for Applied Biological Chemistry* 52: 295-300.
- Gilani AH, Janbaz KH, Akhtar MS 1996. Selective protective effect of an extract from *Fumaria parviflora* on paracetamol-induced hepatotoxicity. *Gen Pharmacol* 27: 979-983.
- Güzel Y, Güzelşemme M, Miski M 2015. Ethnobotany of medicinal plants used in Antakya: a multicultural district in Hatay Province of Turkey. *Journal of Ethnopharmacology* 174: 118-152.
- Heidari RM, Mandgary A, Enayati M 2004. Antinociceptive effects and toxicity of *Fumaria parviflora* Lam. in mice and rats. *Daru Journal of Pharmaceutical Sciences* 12: 136-140.
- Ho WC, Zhang J 2018. Evolutionary adaptations to new environments generally reverse plastic phenotypic changes. *Nat Commun* 9 (1): 1-11.
- Humayun S, Ibrar M, Barkatullah AI 2012. Comparison of three extracts of *Fumaria indica* for the evaluation of cytotoxic and phytotoxic activities. *Int J Biosci* 2: 112-119.
- Hussain T, Hefazat HS, Sheeba F, Sweety K, Vijayakumar M, Rao CV 2012. Chemopreventive effect of *Fumaria indica* that modulates the oxidant antioxidant imbalance during N-nitrosodiethylamine and CCl₄-induced hepatocarcinogenesis in Wistar rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2: 995-1001.
- Jalal A, de Oliveira Junior JC, Ribeiro JS et al 2021. Hormesis in plants: Physiological and biochemical responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 207: 111225.
- Jameel M, Ali A, Ali M 2014. New phytoconstituents from the aerial parts of *Fumaria parviflora* Lam. *J Adv Pharm Technol Res* 5: 64-69.
- Jamshidzadeh A, Niknahad H 2006. Hepatoprotective effects of *Fumaria parviflora* L. on CCl₄-induced hepatotoxicity. *J Med Plants* 19: 34-39.
- Jodynis-Liebhert J, Kujawska M 2020. Biphasic dose-response induced by phytochemicals: Experimental evidence. *Journal of Clinical Medicine* 9: 718.
- Kumar S, Kamboj A, Sharma AK 2018. Antioxidant evaluation of ethanolic extract of *Fumaria parviflora* Lam. obtained from root, stem, leaf and fruit and measurement of their total phenols and flavonoids. *The Pharma Innovation Journal* 7: 577-579.
- Kumar S, Kamboj A, Sharma AK 2018. Pharmacognostic Standardization of roots, stems, leaves and fruits of *Fumaria parviflora* Lam. (Fumariaceae). *Asian Journal of Pharmacy and Pharmacology* 4: 238-244.
- Li AN, Li S, Zhang YJ, Xu XR, Chen YM, Li HB 2014. Resources and biological activities of natural polyphenols. *Nutrients* 6: 6020-6047.
- Maiza-Benbdessalam F, Khentache S, Bougoffa K, Chibane M, Adach S, Chapeleur Y, Max H, Laurain-Mattar D 2007. Antioxidant activities of alkaloid extracts of two Algerian species of *Fumaria* : *Fumaria capreolata* and *Fumaria bastardii*. *Rec. Natural Prod* 1: 28-35.
- Moghaddam M, Khaleghi Miran SN, Mehdizadeh L 2018. Total phenolic content and antioxidant activity of *Fumaria vaillantii* extract at three phenological stages assayed by various methods. *International Journal of Horticultural Science and Technology* 5: 93-102.
- Mossman T 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: Application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of Immunological Methods* 65: 55-63.

- Nabavizadeh SH, Majid OB, Anushiravani A 2009. Direct *ex vivo* herbal extracts on serum bilirubin in neonatal blood samples. African Journal Biochemistry Research 3: 226-228.
- Nemzer BV, Yashin YA, Vedenin AN, Yashin YI, Yashunsky DV, Nifantiev NE, Kalta D 2019. Selected powerful natural antioxidants: Structure, food sources, antioxidant activities and important health benefits. J Food Res 8: 60-79.
- Paltinean R, Toiu A, Wauters JN, Frederich M, Tits M, Angenot L, Tamas M, Crisan G 2013. Identification and determination of alkaloids in species from *Fumaria* species from Romania. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures 8: 817-824.
- Qui GH, Xie X, Xu F, Shi X, Wang Y, Deng L 2015. Distinctive pharmacological differences between liver cancer cell lines HepG2 and Hep3B. Cytotechnology 67:1-12.
- Rathi A, Srivastava A, Shirwaikar A, Rawat A 2008. Hepatoprotective potential of *Fumaria indica* Pugsley whole plant extracts, fractions and an isolated alkaloid protopine. Phytomedicine 15: 470-477.
- Raza A, Sood GK 2014. Hepatocellular carcinoma review: current treatment, and evidence-based medicine. World J Gastroenterol 21: 4115-27.
- Seyed RM, Nassiri-Asl M, Farahani-Nick Z, Savad S, Seyed KF 2007. Protective effects of *Fumaria vaillantii* extract on carbon tetrachloride induced hepatotoxicity in rats. Pharmacologyonline 3: 385-393.
- Sheldon JW, Balick MJ, Laird SA 1997. Medicinal plants: can utilization and conservation coexist? Advances in economic botany, The New York Botanical Garden. New York, Bronx.
- Siddiqui S, Ahmad E, Gupta M, Rawat V, Shivnath N, Banerjee M, Khan MS, Arshad M 2015. *Cissus quadrangularis* Linn exerts dose-dependent biphasic effects: osteogenic and anti-proliferative, through modulating ROS, cell cycle and Runx2 gene expression in primary rat osteoblasts. Cell Proliferation 48: 443-454.
- Tabrizi FHA, Irian S, Amanzadeh A, Heidarnejad F, Gudarzi H, Salimi M 2016. Anti-proliferative activity of *Fumaria vaillantii* extracts on different cancer cell lines. Research in Pharmaceutical Sciences 11: 152-159.
- Tripathi M, Singh BK, Mishra C, Raisuddin S, Kakkar P 2010. Involvement of mitochondria mediated pathways in hepatoprotection conferred by *Fumaria parviflora* Lam. extract against nimesulide induced apoptosis *in vitro*. Toxicology In Vitro 24: 495-508.
- Zhang R, Guo Q, Kennelly EJ, Long C, Chai X 2020. Diverse alkaloids and biological activities of *Fumaria* (Papaveraceae): An ethnomedicinal group. Fitoterapia 146: 104697.

Optimization Extraction of *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd: Antioxidant Activity and Inhibition of the Key Enzymes Linked to Type II Diabetes

Nurcan DOĞAN^{1*}, Cemhan DOĞAN², Mustafa KOCAKAYA³

^{1,2}Department of Food Technology, Boğazlıyan Vocational School, Yozgat Bozok University 66400, Yozgat, Türkiye, ³Department of Organic Agriculture, Boğazlıyan Vocational School, Yozgat Bozok University 66400, Yozgat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-5414-1819>, ²<https://orcid.org/0000-0002-9043-0949>, ³<https://orcid.org/0000-0003-2306-8094>

✉: nurcan.dogan@bozok.edu.tr

ABSTRACT

Cladonia foliacea (CF) is a type of lichen belonging to the *Cladoniaceae* family, used as traditional medicine for various diseases. It is known that CF has strong antioxidant and antidiabetic effects originating from various secondary components. However, the bioactivity of CF is significantly affected by extraction conditions such as temperature, liquid/solid ratio, and solvent type/concentration. Herein, the extraction parameters (temperature, liquid/solid ratio, and methanol concentration) of CF were optimized by response surface methodology (RSM) based on maximum total phenolic content (TPC), antioxidant capacity, and α -glucosidase/ α -amylase inhibitor activity. In the methanolic extraction of CF, 48.8 °C, 12.3 mL g⁻¹ liquid/solid ratio, and 86.4% methanol concentration were determined as the optimum point. TPC, antioxidant capacity, α -glucosidase, and α -amylase inhibition activities of CF extracted under optimum conditions were determined as 5.55 mg GAE g⁻¹, 33.10 g sample/g DPPH, 68.78%, and 50.03%, respectively. These results suggest that extraction conditions may be a limiting factor in terms of bioactive properties and optimized extraction parameters may improve the potential antioxidant and inhibitory activity of key enzymes associated with type II diabetes of CF.

Biochemistry

Research Article

Article History

Received : 02.04.2021

Accepted : 29.07.2021

Keywords

Cladonia foliacea (Huds.) Willd
 α -glucosidase inhibitor activity
 α -amylase inhibitor activity
Antioxidant activity
Optimization

Cladonia foliacea (Huds.) Willd'nin Ekstraksiyon Optimizasyonu: Antioksidan Aktivite ve Tip II Diyabet ile İlişkili Anahtar Enzimlerin İnhibisyonu

ÖZET

Cladonia foliacea (CF), çeşitli hastalıklar için geleneksel ilaç olarak kullanılan *Cladoniaceae* familyasına ait bir liken türüdür. CF'nin çeşitli sekonder bileşiklerden kaynaklanan güçlü antioksidan ve antidiyabetik etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Ancak CF'nin biyoaktivitesi sıcaklık, sıvı/katı oranı ve solvent çeşidi/konsantrasyonu gibi ekstraksiyon şartlarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada CF'nin ekstraksiyon parametreleri (sıcaklık, sıvı/katı oranı ve metanol konsantrasyonu) maksimum toplam fenolik madde miktarı (TFMM), antioksidan kapasitesi ve α -glukozidaz/ α -amilaz inhibisyon aktivitesi baz alınarak yanıt yüzey yöntemi (YYY) ile optimize edilmiştir. CF'nin metanolik ekstraksiyonunda 48.8 °C, 12.3 mL g⁻¹ sıvı/katı oranı ve %86.4 metanol konsantrasyonu optimum nokta olarak belirlenmiştir. Optimum koşullar altında ekstrakte edilen CF'nin TPC, antioksidan kapasitesi, α -glukozidaz ve α -amilaz inhibisyon aktiviteleri sırasıyla 5.55 mg GAE g⁻¹, 33.10 g örnek/g DPPH, %68.78 ve %50.03 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ekstraksiyon koşullarının biyoaktif özellikler açısından sınırlayıcı bir faktör olabileceğini ve optimize edilmiş ekstraksiyon parametrelerinin CF'nin potansiyel antioksidan ve tip II diyabetle bağlantılı anahtar enzimlerin inhibisyon aktivite etkisinin iyileştirebileceğini düşündürmektedir.

Biyokimya

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 02.04.2021

Kabul Tarihi : 29.07.2021

Anahtar Kelimeler

Cladonia foliacea (Huds.) Willd
 α -glukozidaz inhibitör aktivitesi
 α -amilaz inhibitör aktivitesi
Antioksidan aktivite
Optimizasyon

To Cite : Doğan N, Doğan C, Kocakaya M 2022. . Optimization Extraction of *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd: Antioxidant Activity and Inhibition of the Key Enzymes Linked to Type II Diabetes. KSU J. Agric Nat 25 (4): 828-837. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.908382>.

Atf İçin: Doğan N, Doğan C, Kocakaya M 2022. *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd'in Ekstraksiyon Optimizasyonu: Antioksidan Aktivite ve Tip II Diyabet ile İlişkili Anahtar Enzimlerin İnhibisyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 828-837. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.908382>.

INTRODUCTION

Diabetes mellitus (DM) is a chronic metabolic disorder caused by an uncontrolled increase in sugar in blood plasma. Although there are different types of diabetes, type I and type II are common in the social. Type I diabetes is generally characterized by damage to the β -cells involved in insulin secretion, whereas type II diabetes occurs with irregular insulin secretion and resistance (Prathapan et al., 2012). Type II diabetes affects approximately 90% of diabetes patients worldwide (Bhutkar and Bhise, 2012). Along with many factors are involved in its occurrence, it has also been linked to increased oxidative stress in the body in recent years (Găman et al., 2020). Oxidative stress, which occurs when free radicals formed during metabolic activity cannot be destroyed or inactivated by antioxidants, cause important functional disorders such as proteins, lipids and nucleic acid damages. (Vincent et al., 2004). While insulin supplementation by injection is required in type I diabetes, the glucose level in plasma can be lowered with therapeutic drugs or insulin sensitizers in type II diabetes. Therefore, considering the side effects of synthetic antioxidants (Zhang et al., 2012) and medicinal drugs for diabetic (Cariou et al., 2012), products with natural and herbal ingredients are accepted as an up-to-date approach in the treatment of type II diabetes and damage caused by free radical-induced oxidative stress (Page and Reisman, 2013). Another approach is the inhibition of α -glucosidase and α -amylase enzymes in the small intestine that convert complex carbohydrates into absorbable form (Hsieh et al., 2010; Reddy et al., 2010).

Lichens are a life form in which algae and fungi are in a symbiotic relationship and have been used by people as a source of healing in folk medicine for a long time (Huneck, 1999). Lichens have a variety of secondary metabolites, and most of these have been concluded to be of fungal origin that is part of the lichen (Shrestha and Clair, 2013). These secondary metabolites exhibit remarkable biological activity such as antimicrobial (Yılmaz et al., 2004), antioxidant (Kosanić et al., 2014), antitumor (Emsen et al., 2016), anti-inflammatory (Joshi et al., 2020), enzyme inhibitor (Hengameh et al., 2016), cardiovascular protective (Behera et al., 2012), antidiabetic (Thadhani and Karunaratne, 2017), and gastrointestinal protective (Nayaka and Haridas, 2020). *Cladonia* genus has more than 500 species worldwide and contains high amounts of secondary

metabolites (Ahti, 2000). These secondary metabolites, such as zeorin, methyl- β -orcinol carboxylate, methylorsellinate, and usnic acid of *Cladonia* sp., are known to have antioxidant and antidiabetic potential (Verma et al., 2012; Karunaratne et al., 2014; Thadhani and Karunaratne, 2017; Cavalloro et al., 2021). Besides, polyphenols, which are secondary metabolites, can be used to treat type II diabetes due to their properties of protecting pancreatic β -cells and their α -amylase, α -glucosidase inhibition properties (Xiao and Hogger, 2015). *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd (CF) exhibits high amounts of usnic acid, fumarprotocetraric acid (Litterski and Ahti, 2004), and atranorin compounds (Yılmaz et al., 2004). Fumarprotocetraric acid, one of these compounds, exhibits antioxidant activity (Kosanić et al., 2014), usnic acid and atranorin compounds show both antioxidant and antidiabetic activity (Thadhani and Karunaratne, 2017; Ahamed et al., 2019; Hoa et al., 2020).

Extraction conditions are fundamental to make maximum use of secondary metabolites that lichens contain because extraction depends on many factors such as extraction method, particle size, solvent type and concentration, temperature, and time (Dai and Mumper, 2010). Response surface methodology (RSM) is an optimization of stochastic models that successfully applies the effects of factors on the answers by minimizing the trial points in a process and using mathematical and statistical techniques (Myers et al., 2016).

In general, there are studies in the literature that reveal antioxidants (Zambare and Christopher, 2012; Fernández-Moriano et al., 2016) and their antidiabetic activity (Shivanna et al., 2015; Thadhani and Karunaratne, 2017) for some lichen. Although recent studies on the bioactive properties of lichens have gained momentum, their therapeutic effects have not been adequately explained. This study was aimed to optimize the extraction conditions of *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd for maximizing in-vitro antioxidant and antidiabetic properties.

MATERIALS and METHODS

Collection and identification of the lichen

Collection address of specimen: Turkey, Trabzon, Maçka, Vicinity of Sümela Monastery, Coşandere position, *Quercus* sp. communities, calcareous rocks, Date: 19.08.2016, 40°45'560" N, 39°36'718"E, 570 m [MK-4487].

Identification: The specimen was examined with an Olympus SZX10 stereomicroscope. Specimen is deposited in the Yozgat Bozok University Herbarium. *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd has squamulose to foliose thallus, squamules 0.6–4 cm long, yellowish, olive green, irregularly lobed, usually white unbranched rhizines at the edges. It has a very wide distribution area in Turkey.

Preparation of the lichen extract

The lichen sample was dried under room conditions. Then, the dried sample was grounded (Waring 8011 ES blender, USA). Preparation of the extracts was performed according to the method of Doğan et al. (2020) with some modifications. 1 g of ground lichen sample was extracted with methanol in

a shaking water bath (Wisd, Korea) for 120 minutes at a specific concentration, temperature, and liquid/solid ratio according to the experimental design.

Experimental design and optimization

Box-Behnken experimental design (BBD) type applied in RSM (Design Expert 11.0.0 software) was chosen to optimize extraction conditions. Considering into account the TPC, DPPH (IC₅₀), α-glucosidase, and α-amylase activities of the samples (responses), the extracts made according to the independent variables temperature, liquid/solid ratio, and methanol concentration were optimized. Experimental points were formed by considering three levels of independent variables shown in Table 1.

Table 1. Levels of independent variables
Çizelge1. Bağımsız değişkenlerin seviyeleri

Independent variables <i>Deneme noktaları</i>	Units <i>Birimi</i>	Symbol <i>Sembol</i>	Coded levels		
			<i>Kodlanmış seviyeler</i>		
			-1	0	1
Temperature (<i>Sıcaklık</i>)	°C	X ₁	30	45	60
Liquid/solid ratio (<i>Sıvı/katı oranı</i>)	mL g ⁻¹	X ₂	10	20	30
Methanol concentration (<i>Metanol konsantrasyonu</i>)	%	X ₃	50	75	100

The effect of independent variables such as temperature, liquid/solid ratio, and methanol concentration on responses TPC, IC₅₀, α-glucosidase,

and α-amylase activities of the samples was determined using a quadratic polynomial regression equation (Equation1.).

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_{11}X_1^2 + \beta_{22}X_2^2 + \beta_{33}X_3^2 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{23}X_2X_3 \quad (1)$$

Where Y is the predicted response; β₀ the constant, β₁, β₂, β₃ are the linear coefficients; β₁₁, β₂₂, β₃₃ the interaction coefficients; β₁₂, β₁₃, β₂₃; quadratic coefficients; X₁, X₂, X₃ the independent variables.

DPPH).

Total phenolic content (TPC)

To determine TPC of extracts; 0.4 mL sample, 2 mL diluted (10 times) Folin-Ciocalteu (FC) with 1.6 mL 7.5% Na₂CO₃ were mixed and vortexed. At the end of 60 minutes of incubation at room ambient in a dark place and its absorbance was recorded at 765 nm by a spectrophotometer (Shimadzu UV-1700, Kyoto, Japan). The results were given based on the gallic acid equivalent (GAE) (Singleton et al., 1999).

Antioxidant capacity assay

The antioxidant capacity of the samples was tested by considering the DPPH method. For DPPH analysis, 0.1 mL diluted extract was mixed with the methanolic DPPH solution prepared at a concentration of 25 mg L⁻¹ and kept at room ambient for 30 minutes. After that, the absorbance of the extract was recorded at 515 nm (Brand-Williams et al., 1995) by a spectrophotometer (Shimadzu UV-1700). The results of the analysis were shown as IC₅₀ (g sample/g

Enzyme inhibitor activity assay

In order to determine the α-amylase inhibition activity, 1 mL extract was mixed with 1 mL potato starch solution and 1 mL 20 mM NaH₂PO₄ and then kept at 37 °C for 5 minutes. After adding 1 mL α-amylase solution to the mixture to initiate the enzymatic reaction, 30 minutes later, 0.5 mL 5.31 M Rochella Salt and 0.5 mL 96 mM C₇H₄N₂O₇ (3,5-dinitrosalicylic acid) solution were mixed. To terminate the chemical reaction, the mixture was held at 100 °C for 15 minutes, and then the absorbance was recorded at 540 nm by a spectrophotometer (Shimadzu UV-1700) (McDougall et al., 2005). To determine α-glucosidase inhibition activity, 50 μL extract, 1250 μL 67 mM KH₂PO₄, and 50 μL α-glucosidase mixture were incubated at 37 °C for 5 minutes. 125 μL 10 mM p-Nitrophenyl-β-D-glucopyranoside solution was added and the enzymatic reaction started. About 20 minutes later, 2 mL 100 mM Na₂CO₃ was mixed to terminate the reaction, and were recorded the absorbances at 400 nm by a spectrophotometer (Shimadzu UV-1700) (Cam et al., 2020). The inhibition activity of the

samples was calculated by considering the formula below.

$$\text{Antidiabetic activity (\%)} = \frac{ABS_{control} - ABS_{sample}}{ABS_{control}} \times 100 \quad (2)$$

ABS_{control} and ABS_{sample} represent the absorbances of control and samples, respectively.

Statistical analysis

Superimposed 3D surface plots were created by Mathematica program package 7 (Wolfram Research). Besides, to find the significance of the data's

differences, the SPSS 22.0 software program (SPSS Inc., Chicago, IL) was used.

RESULTS and DISCUSSION

Comparison experimental-predicted values and checking of model fitting

The predicted and experimental results of all responses, which are according to the Box-Behnken design experiment points, were given in Table 2. The difference between the experimental and predicted values of the experimental design points' responses is less than 0.05, indicating a reliable model.

Table 2. Box Behnken design with experimental values and predicted data for the independent variables
Çizelge 2. Box Behnken deneme dizaynına göre deneysel değerler ve tahminlenmiş veriler

Run Den. nok.	Independent variables <i>Bağımsız değişkenler</i>			Responses <i>Yanıtlar</i>							
	Temperature Sıcaklık (°C)	Liquid/solid ratio Sıvı/katı oranı (mL g ⁻¹)	Methanol concentration Metanol konsantrasyonu (%)	TPC (mg GAE g ⁻¹)		IC ₅₀ (gsample/gDPPH)		α-glucosidase (%)		α-amylase (%)	
				Pre. Tah.	Exp. Den.	Pre. Tah.	Exp. Den.	Pre. Tah.	Exp. Den.	Pre. Tah.	Exp. Den.
1	45	10	100	5.07	5.10	31.56	35.11	64.86	62.00	44.27	43.10
2	30	20	50	2.78	2.76	111.76	109.91	26.05	21.67	11.36	10.78
3	45	30	100	3.91	3.99	69.80	65.56	51.72	50.00	34.59	33.00
4	60	20	50	3.29	3.42	102.87	104.03	35.56	35.36	23.00	20.82
5	45	20	75	5.11	5.20	48.28	60.1	64.07	66.96	45.65	45.21
6	45	20	75	5.11	5.16	48.28	41.07	64.07	65.06	45.65	46.66
7	45	10	50	4.66	4.58	88.08	92.32	44.69	46.41	41.42	43.00
8	45	30	50	3.13	3.10	104.29	100.74	34.77	37.62	28.83	30.00
9	30	20	100	3.59	3.46	69.63	68.47	44.88	45.07	18.87	21.05
10	30	10	75	4.85	4.95	61.38	58.99	60.00	62.66	26.81	25.80
11	60	30	75	3.81	3.71	76.36	78.75	57.71	55.05	24.10	25.11
12	30	30	75	3.10	3.15	83.01	88.41	39.22	40.74	21.00	20.41
13	45	20	75	5.11	4.98	48.28	43.66	64.07	60.19	45.65	45.07
14	60	20	100	3.68	3.70	54.01	55.86	53.85	58.23	24.08	24.66
15	60	10	75	4.74	4.69	43.52	38.12	59.99	58.46	40.56	41.15

Exp.: Experimental value, Pre.: Predicted data
 Den.: Deneysel değer, Tah.: Tahminlenen veri, Den. nok.: Deneme noktası

For the reliability of the 2nd-order polynomial equations derived from the model; Statistical parameters such as regression (p-value), coefficient of determination (R²), adjusted R² (R²_{adj}), estimated R² (R²_{pred}), and lack of fit were evaluated. The lack of fit F-values of 2.02, 0.46, 1.13, and 7.14 imply the lack of fit is not significant relative to the pure error for the TPC, IC₅₀, α-glucosidase, and α-amylase of the samples, respectively. R² values of the responses were determined as 0.981, 0.937, 0.955, and 0.981 for TPC, IC₅₀, α-glucosidase, and α-amylase, respectively (Table 3).

Moreover, the difference between R²_{pred} and R²_{adj} is less than 0.2. If the difference between Adj-R² and pre-R² values is less than 0.2 and the R² and R²_{adj} values are above 90%, the model is suitable (Myers et al., 2004). To increase the effectiveness of the model on the responses, unimportant independent variables (p > 0.05) were modified by removing them from the 2nd-order polynomial equation. This situation is

critical in determining important factors' effect on responses (Fernández-Martínez et al., 2011).

Effect of the extraction conditions on TPC and antioxidant activity

The study results show that the TPC varies between 2.76 and 5.20 mg GAE g⁻¹ (Table 2). The effect of all independent variables, the extraction conditions, on the TPC was significant (p < 0.05). The highest TPC value was determined at the midpoints of the extraction conditions. As shown in Figure 1., the TPC value increased as the temperature, liquid/solid ratio, and methanol concentration increased up to 45 °C, 20 mL g⁻¹, and 75%, respectively, and then decreased effectively. Temperature is an essential factor in the extraction process due to its effects, such as softening the tissues, increasing the solubility, and decreasing the surface tension in the transition of phenolics to the solvent.

Table 3. 2nd-order polynomial equations and statistical parameters for model fitting of responses

Çizelge 3. 2. dereceden polinomial denklemler ve yanıtların model uyumluluğu için istatistiksel parametreler

Responses <i>Yanıtlar</i>	2nd-order polynomial equations <i>2. dereceden polinomial denklemler</i>	Regression (p-value)	R ²	R ² _{adj}	R ² _{pred}	Lack of fit (p-value) <i>Model uyumsuzluğu (p-value)</i>	Lack of fit (F-value) <i>Model uyumsuzluğu (F-value)</i>
TPC	5.07+0.15X ₁ - 0.671X ₂ +0.299X ₃ +0.205X ₁ X ₂ - 0.918X ₁ ² -0.850X ₃ ²	<0.0001	0.981	0.967	0.924	0.367	2.02
IC ₅₀	50.32-6.13X ₁ +13.61X ₂ - 22.75X ₃ +14.21X ₁ ² +21.57 X ₃ ²	<0.0001	0.937	0.901	0.835	0.814	0.46
α-glucosidase	63.79+4.62X ₁ - 5.77X ₂ +9.28X ₃ +4.63X ₁ X ₂ -9.35X ₁ ² - 14.57X ₃ ²	<0.0001	0.955	0.921	0.811	0.539	1.13
α-amylase	45.78+4.21X ₁ -5.57X ₂ +2.15X ₃ - 2.66X ₁ X ₂ -17.75X ₁ ² -8.60X ₃ ²	<0.0001	0.981	0.967	0.930	0.128	7.14

On the other hand, it is a known fact that high-temperature damages phenolic compounds (Dent et al., 2013). For this reason, temperature is one of the most critical factors in extraction. For this purpose, it is vital to optimizing the extraction temperature specific to the product. The transition of phenolic compounds to the solvent is highly related to the solvent type. The highest TPC extraction was detected in a mixture of 75% methanol and 25% water. In general, it is known that the use of a binary solvent system (mixed solvent) as a solvent can provide more effective extraction performance than using a single solvent (Markom et al., 2007). In the literature, it has been emphasized that generally, single-type organic solvents have a higher effect on the extraction of lichens' phenolic compounds (Karthik et al., 2011; Mitrović et al., 2011; Mendili et al., 2021). However, lichens contain complex compounds (Shukla et al., 2010), and there is limited information about their solubility in different solvents such as water or binary solvent system. A considerable amount of TPC was detected in the aqueous extracts of 24 lichens, including the *Cladonia* genus (Zagoskina et al., 2013).

DPPH is a widely used method to determine the antioxidant activity of extracts rapidly or pure compounds. The lowest IC₅₀ for DPPH value was determined as at the extraction point at 45 °C with 10:1 liquid/solid ratio and 100% methanol (Table 2). Most of the phenolics have an antioxidant effect, which is expressed by the IC₅₀. Decreasing the IC₅₀ value also means that the amount of sample required scavenging half of the DPPH radical decreases. A negative correlation was found between IC₅₀ and TPC, which can be expressed with this phenomenon, as shown in Figure 2. Although the individual yield of phenolics can be high in extractions with binary-solvent, extracts using 100% methanol with the highest antioxidant activity were also found in this study. This may be since CF's phenolic components

with a high antioxidant effect dissolve better in methanol, which has lower polarity than water. In short, mono-solvent systems can be more efficient in extracting the components with high antioxidant activity of CF. The antioxidant activity results obtained from the study are supported too by studies in the literature that some lichen extracts or compounds isolated solely with methanol from lichen have higher antioxidant activities (Odabasoglu et al., 2004; Khadhri et al., 2019). Similar to the result Anar et al. (2016) and Khadhri et al. (2019) reported that the methanolic extraction of CF contains high antioxidant activity and did not show any mutagenicity effect.

Effect of the extraction conditions on the α -amylase and α-glucosidase

In Figure 2, the effect of independent variables on α-amylase and α-glucosidase is shown in the perturbation plot. While the perturbation plot shows the effect of all independent variables on the responses together, it also gives information about a variable's effect. In contrast, other variables are kept constant at the central point. It is clear from the perturbation plot that the effect of α-glucosidase and α-amylase decreases as the liquid/solid ratio increases for both. The liquid/solid ratio had the reverse effect between the temperature and methanol concentration had been detected. The study results show that the α -amylase and α-glucosidase inhibition effect vary between 10.78-46.66% and 21.67-66.96%, respectively (Table 2). The inhibition effect of α -amylase, and α-glucosidase was also the highest at the middle points of the coded level (0-0-0), like TPC. This circumstance can be explained by the inhibition of the enzyme α-amylase and α-glucosidase, which play a role in carbohydrate degradation by phenolic compounds (McDougall et al., 2005). Pancreatic α-amylase and α-glucosidase are the main enzymes in the gastrointestinal system that convert complex

carbohydrates into simple sugars. Inhibition of these enzymes is a therapeutic approach applied in the control of Type II diabetes. Acarbose, miglitol, and voglibose are used as active drugs in the treatment of Type II diabetes. These clinical applications prevent postprandial hyperglycemia by inhibiting α -glucosidase and α -amylase enzymes or restricting monosaccharides' absorption (Dash et al., 2018). However, there are side effects associated with using these drugs (Su et al., 2013). For such reasons, the use of naturally derived and to investigate new agents with antidiabetic properties becomes important. The antidiabetic effect of some *Cladonia* sp. was reported by Valadbeigi and Shaddel (2016) and Zhang et al. (2012) for *Cladonia rei* and *Cladonia*

humilis, respectively. Also, It is known that usnic acid Verma et al. (2012) and atranorin Ahamed et al. (2019) compounds, which are one of the main biotechnological components of the CF and isolated from various lichens, have antidiabetic effects. However, no studies have been found to determine the α -glucosidase and α -amylase inhibition effect of CF and further optimize the extraction factors on antidiabetic activity. The results showed that the extract of CF was the strongest antidiabetic activity. Although the independent variables showed the same effect in the extraction process, the inhibition effect of α -glucosidase was higher than the inhibition effect of α -amylase.

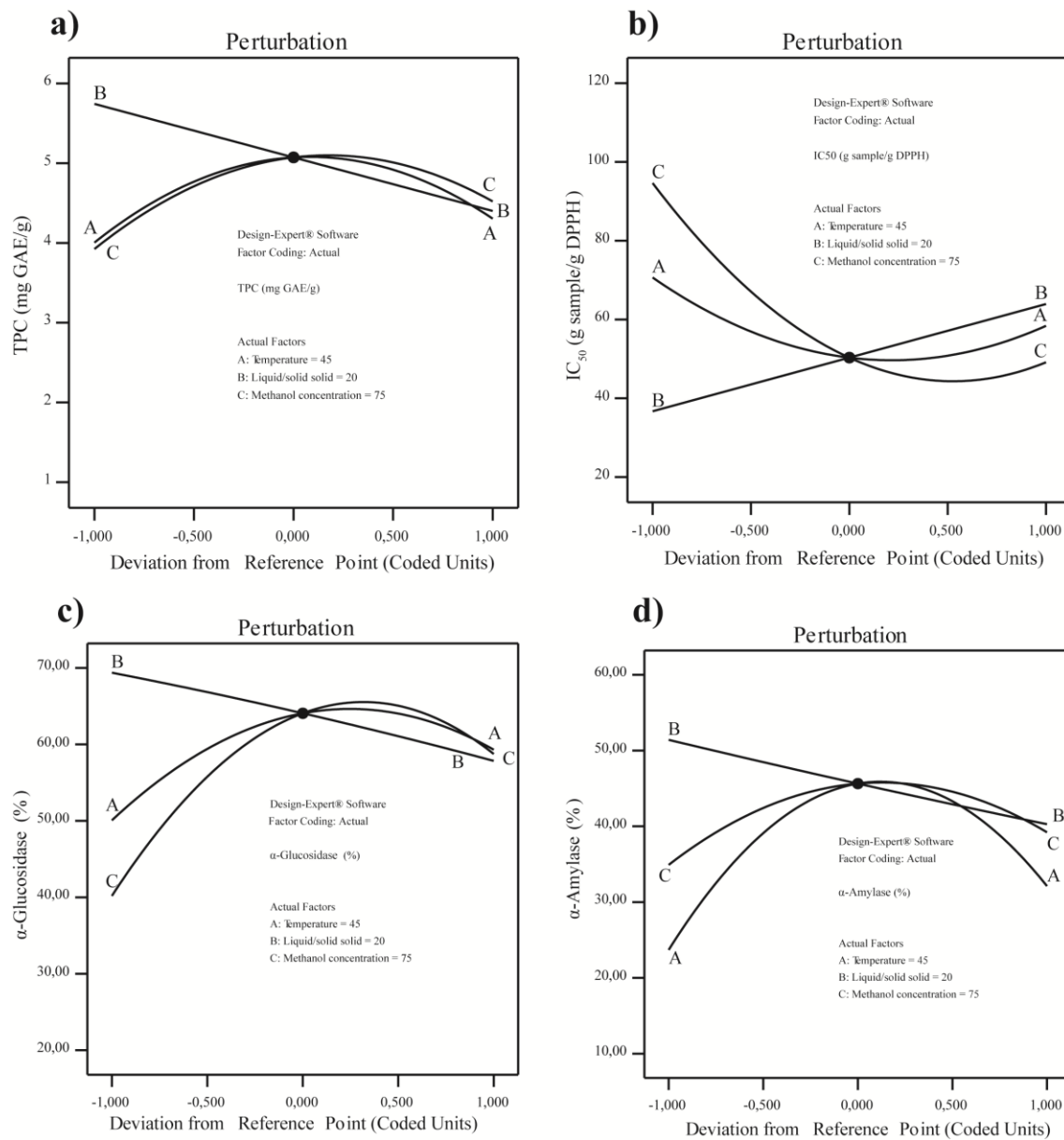


Figure 1. Perturbation plots showing the effect of factors on the (a) TPC, (b) IC₅₀, (c) α -Glucosidase, and (d) α -Amylase

Şekil 1. Faktörlerin (a) TPC, (b) IC₅₀, (c) α -Glukozidaz ve (d) α -Amilaz üzerindeki etkisini gösteren pertürbasyon grafikleri

Optimization and model validation

The desired criteria of responses were chosen to determine the best extraction conditions. Accordingly, while the antidiabetic activity and TPC were maximized, the lowest IC₅₀ value reflecting a high antioxidant effect was assigned. No restrictions were done in process conditions such as temperature, liquid/solid ratio, and methanol concentration. The optimum point was determined based on the highest desirability score. Optimum conditions predicted data of the models, and triplicate experimental values at optimum points are given in Table 4. The difference between these values is less than 5%, which indicates the reliability of the model.

It was clearly seen in Figure 2., the points with the highest values of the amount of TPC, α-amylase, and α-glucosidase inhibition effect were so close to each other, while they are quite distant with IC₅₀. When considered individually, it is seen that although the

maximum values for all responses are reached under different extraction conditions, they are different from the optimum points. However, this situation is quite normal, and factors should be evaluated as a part of a whole rather than affecting the responses one by one. This is one of the aims of optimization. The fact that predicted data derived from the mathematical model with the participation of four responses and the experimental value analyzed at optimum points is higher than the value made by individual extraction already summarizes the situation. Studies suggest that TPC is associated with α-amylase and α-glucosidase McDougall et al. (2005) and that oxidative stress caused by free radicals increases Type II diabetes (Page and Reisman, 2013). Considering all of these, it is vital to evaluate a substance and pure compound as a whole active component in the optimization process.

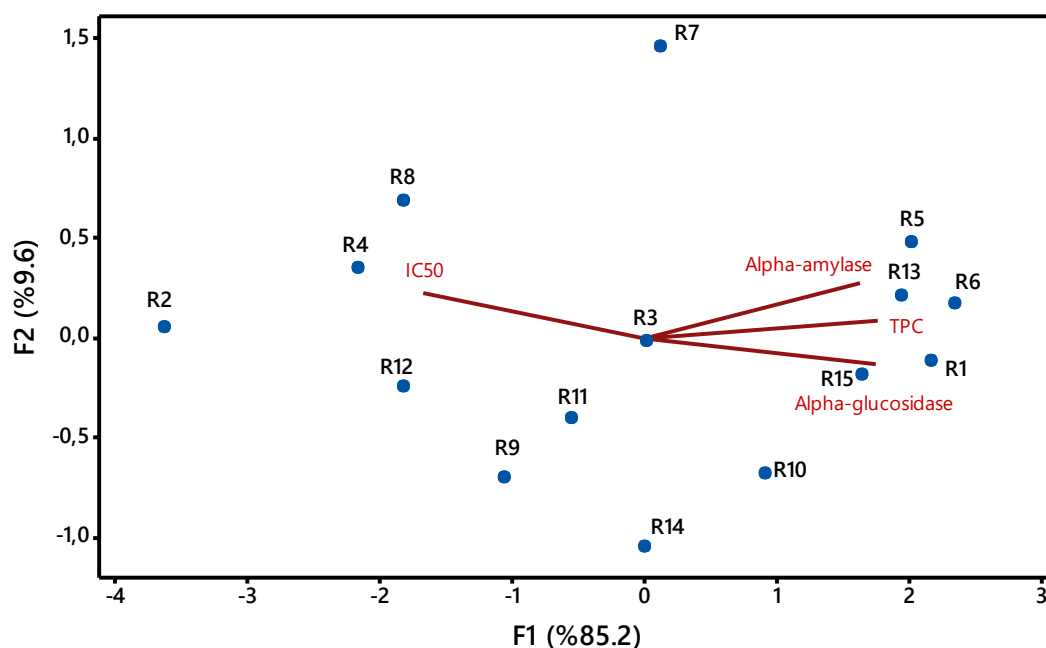


Figure 2. Principal component analysis (PCA) bi-plot containing experimental points and responses
Şekil 2. Deneysel noktaları ve yanıtları içeren bi-plot temel bileşen analizi (PCA)

Table 4. Optimum points and experimental value-predicted data at these points
Çizelge 4. Optimum noktalar ve bu noktalardaki deneysel değerler-tahminlenen veriler

Optimum points (Optimum noktalar)				Response Yanıtlar	Pre. data Tah. değ.	Exp.value Den.veriler	Differences(%) Fark
Temperature (°C) Sıcaklık	Liquid/solid ratio (mL g ⁻¹) Sıvı/katı oranı	Methanol conc. (%) Metanol kon.	Desirability score Arzu edirlilik				
48.8	12.3	86.4	1.00	TPC (mg GAE g ⁻¹)	5.49	5.55±0.63	1.08
				IC ₅₀ (g sample/g DPPH)	33.36	33.10±0.15	0.78
				α-glucosidase (%)	69.09	68.78±0.77	0.45
				α-amylase (%)	49.69	50.03±0.36	0.68

Methanol conc.: Methanol concentration, Pre. data: Predicted data, Exp.value: Experimental value
Metanol kon.: Metanol konsantrasyonu, Tah. değ.: Tahminlenen değerler, Den.veriler: Deneysel veriler

CONCLUSION

In conclusion, CF has exhibited the highest potent TPC, antidiabetic and antioxidant activity at 48.8 °C with a 12.3 liquid/solid ratio and 86.4% methanol concentration. TPC, IC₅₀, α-glucosidase, and α-amylase activities performed at optimum norm were determined as 5.55 mg GAE g⁻¹, 33.10 g sample/g DPPH, 68.78%, and 50.03%, respectively. Lichens have been used as various folk medicine remedies for many years, and their proven pharmaceutical effects. On the basis present study, it could be declared that CF is a good source of antioxidants and antidiabetic. Moreover, it can be used as a versatile natural source to enhance many different foods or guide medicinal purposes.

Researchers Contribution Rate Declaration Summary

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Conflicts of Interest Statement

The article authors declare that there is no conflict of interest between them.

REFERENCES

- Ahamed TS, Rajan VK, Sabira K, Muraleedharan K 2019. DFT and QTAIM based investigation on the structure and antioxidant behavior of lichen substances Atranorin, Evernic acid and Diffracta acid. *Computational biology and chemistry* 80(3): 66-78.
- Anar M, Orhan F, Alpsoy L, Gulluce M, Aslan A, Agar G 2016. The antioxidant and antigenotoxic potential of methanol extract of *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd. *Toxicology and industrial health* 32(4): 721-29.
- Behera BC, Mahadik N, Morey M 2012. Antioxidative and cardiovascular-protective activities of metabolite usnic acid and psoromic acid produced by lichen species *Usnea complanata* under submerged fermentation. *Pharmaceutical Biology* 50(8): 968-979.
- Bhutkar M, Bhise S 2012. In vitro assay of alpha amylase inhibitory activity of some indigenous plants. *Int. J. Chem. Sci* 10(1): 457-62.
- Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset C 1995. Antioxidative activity of phenolic composition of commercial extracts of sage and rosemary. *LWT-Food science and Technology* 28(1): 25-30.
- Cam M, Basyigit B, Alasalvar H, Yilmaztekin M, Ahhmed A, Sagdic O, Konca Y, Telci I 2020. Bioactive properties of powdered peppermint and spearmint extracts: Inhibition of key enzymes linked to hypertension and type 2 diabetes. *Food Bioscience* 35(3): 100577.
- Cariou B, Charbonnel B, Staels B 2012. Thiazolidinediones and PPAR γ agonists: time for a reassessment. *Trends in Endocrinology & Metabolism* 23(5): 205-15.
- Cavalloro V, Marrubini G, Stabile R, Rossi D, Linciano P, Gheza G, Assini S, Martino E, Collina S 2021. Microwave-Assisted Extraction and HPLC-UV-CD Determination of (S)-usnic Acid in *Cladonia foliacea*. *Molecules* 26(2): 455.
- Dai J, Mumper RJ 2010. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15(10): 7313-52.
- Dash RP, Babu RJ, Srinivas NR 2018. Reappraisal and perspectives of clinical drug-drug interaction potential of α-glucosidase inhibitors such as acarbose, voglibose and miglitol in the treatment of type 2 diabetes mellitus. *Xenobiotica* 48(1): 89-108.
- Dent M, Dragović-Uzelac V, Penić M, Bosiljkov T, Levaj B 2013. The effect of extraction solvents, temperature and time on the composition and mass fraction of polyphenols in Dalmatian wild sage (*Salvia officinalis* L.) extracts. *Food technology and biotechnology* 51(1): 84-91.
- Doğan N, Doğan C, Çam M, Hayoğlu İ 2020. Optimization and comparison of three cooking methods for wheat flour-oyster mushroom (*P. ostreatus*) powder composite chips. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(11): e14873.
- Emsen B, Aslan A, Togar B, Turkez, H 2016. In vitro antitumor activities of the lichen compounds olivetoric, physodic and psoromic acid in rat neuron and glioblastoma cells. *Pharmaceutical Biology*, 54 (9): 1748-1762.
- Fernández-Martínez JL, Mukerji T, García-Gonzalo E, Fernández-Muñiz Z 2011. Uncertainty assessment for inverse problems in high dimensional spaces using particle swarm optimization and model reduction techniques. *Mathematical and Computer Modelling* 54(11-12): 2889-2899.
- Fernández-Moriano C, Gómez-Serranillos MP, Crespo A 2016. Antioxidant potential of lichen species and their secondary metabolites. A systematic review. *Pharmaceutical Biology* 54(1): 1-17.
- Găman, MA, Epîngeac, ME, Diaconu, CC, Găman, AM 2020. Evaluation of oxidative stress levels in obesity and diabetes by the free oxygen radical test and free oxygen radical defence assays and correlations with anthropometric and laboratory parameters. *World journal of diabetes*, 11(5): 193.
- Hengameh P, Rashmi S, Rajkumar HG 2016. In vitro inhibitory activity of some lichen extracts against α-amylase enzyme. *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 3(5): 315-318.
- Hoa NT, Van Bay M, Mechler A, Vo QV 2020. Is Usnic Acid a Promising Radical Scavenger? *ACS*

- omega 5(28): 17715-20.
- Hsieh P-C, Huang G-J, Ho Y-L, Lin Y-H, Huang S-S, Chiang Y-C, Tseng M-C, Chang Y-S 2010. Activities of antioxidants, α -Glucosidase inhibitors and aldose reductase inhibitors of the aqueous extracts of four *Flemingia* species in Taiwan. *Bot Stud* 51(293): 302.
- Huneck S 1999. The significance of lichens and their metabolites. *Naturwissenschaften* 86(12): 559-70.
- Joshi T, Sharma P, Joshi T, Chandra S 2020. In silico screening of anti-inflammatory compounds from Lichen by targeting cyclooxygenase-2. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 38(12): 3544-3562.
- Karthik S, Nandini K, Kekuda P, Vinayaka K, Mukunda S 2011. Total phenol content, insecticidal and amylase inhibitory efficacy of *Heterodermia leucomela* (L). *Annals of Biological Research* 2(4): 38-43.
- Karunaratne V, Thadhani VM, Khan SN, Choudhary MI 2014. Potent α -glucosidase inhibitors from the lichen *Cladonia* species from Sri Lanka. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 42(1): 95-98.
- Khadhri A, Mendili M, Araújo MEM, Seaward MR 2019. Comparative study of secondary metabolites and bioactive properties of the lichen *Cladonia foliacea* with and without the lichenicolous fungus *Heterocephalacria bachmannii*. *Symbiosis* 79(1): 25-31.
- Kosanić M, Ranković B, Stanojković T, Rančić A, Manojlović N 2014. *Cladonia* lichens and their major metabolites as possible natural antioxidant, antimicrobial and anticancer agents. *LWT-Food Science and Technology* 59(1): 518-25.
- Litterski B, Ahti T 2004. World distribution of selected European *Cladonia* species. *Symbolae Botanicae Upsalienses* 34(1): 205-36.
- Markom M, Hasan M, Daud WRW, Singh H, Jahim JM 2007. Extraction of hydrolysable tannins from *Phyllanthus niruri* Linn.: Effects of solvents and extraction methods. *Separation and purification technology* 52(3): 487-96.
- McDougall GJ, Shpiro F, Dobson P, Smith P, Blake A, Stewart D 2005. Different polyphenolic components of soft fruits inhibit α -amylase and α -glucosidase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(7): 2760-66.
- Mendili M, Bannour M, Araújo MEM, Seaward MR, Khadhri A 2021. Lichenochemical Screening and Antioxidant Capacity of Four Tunisian Lichen Species. *Chemistry & Biodiversity* 18(2): e2000735.
- Mitrović T, Stamenković S, Cvetković V, Tošić S, Stanković M, Radojević I, Stefanović O, Čomić L, Đaćić D, Ćurčić M 2011. Antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities of five lichen species. *International Journal of Molecular Sciences* 12(8): 5428-5448.
- Myers RH, Montgomery DC, Anderson-Cook CM 2016. *Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments*. John Wiley & Sons, 856 pages.
- Myers RH, Montgomery DC, Vining GG, Borror CM, Kowalski SM 2004. *Response surface methodology: a retrospective and literature survey*. *Journal of quality technology* 36(1): 53-77.
- Nayaka S, Haridas B 2020. Bioactive Secondary Metabolites from Lichens. in, *Plant Metabolites: Methods, Applications and Prospects* (Springer, Singapore) 255-290.
- Odabasoglu F, Aslan A, Cakir A, Suleyman H, Karagoz Y, Halici M, Bayir Y 2004. Comparison of antioxidant activity and phenolic content of three lichen species. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* 18(11): 938-41.
- Page KA, Reisman T 2013. Interventions to preserve beta-cell function in the management and prevention of type 2 diabetes. *Current diabetes reports* 13(2): 252-60.
- Prathapan A, Krishna MS, Nisha V, Sundaresan A, Raghu K 2012. Polyphenol rich fruit pulp of *Aegle marmelos* (L.) Correa exhibits nutraceutical properties to down regulate diabetic complications—An in vitro study. *Food research international* 48(2): 690-95.
- Reddy N, Anarthe SJ, Raghavendra N 2010. In vitro antioxidant and antidiabetic activity of *Asystasia gangetica* (Chinese Violet) Linn.(Acanthaceae). *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences* 1(2): 72-75.
- Shivanna R, Parizadeh H, Garampalli RH 2015. Screening of lichen extracts for in vitro antidiabetic activity using alpha amylase inhibitory assay. *International Journal of Biological & Pharmaceutical Research* 6(5): 364-67.
- Shrestha G, Clair LLS 2013. Lichens: a promising source of antibiotic and anticancer drugs. *Phytochemistry reviews* 12(1): 229-44.
- Shukla V, Joshi GP, Rawat M 2010. Lichens as a potential natural source of bioactive compounds: a review. *Phytochemistry reviews* 9(2): 303-14.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology* 299(1): 152-78.
- Su C-H, Lai M-N, Ng L-T 2013. Inhibitory effects of medicinal mushrooms on α -amylase and α -glucosidase—enzymes related to hyperglycemia. *Food & function* 4(4): 644-49.

- Thadhani VM, Karunaratne V 2017. Potential of lichen compounds as antidiabetic agents with antioxidative properties: A review. *Oxidative medicine and cellular longevity* 2017: 2079697.
- Valadbeigi T, Shaddel M 2016. Amylase inhibitory activity of some macrolichens in Mazandaran province, Iran. *Physiology and Pharmacology* 20(4): 215-19.
- Verma N, Behera BC, Sharma BO 2012. Glucosidase inhibitory and radical scavenging properties of lichen metabolites salazinic acid, sekikaic acid and usnic acid. *Hacettepe Journal of Biology & Chemistry*. vol. 40(1):7–21.
- Vincent AM, Russell JW, Low P, Feldman EL 2004. Oxidative stress in the pathogenesis of diabetic neuropathy. *Endocrine reviews* 25(4): 612-28.
- Xiao J, Hogger P 2015. Dietary polyphenols and type 2 diabetes: current insights and future perspectives. *Current medicinal chemistry* 22(1): 23-38.
- Yılmaz M, Türk AÖ, Tay T, Kıvanç M 2004. The antimicrobial activity of extracts of the lichen *Cladonia foliacea* and its (–)-usnic acid, atranorin, and fumarprotocetraric acid constituents. *Zeitschrift für Naturforschung C* 59(3-4): 249-254.
- Zagoskina N, Nikolaeva T, Lapshin P, Zavarzin A, Zavarzina A 2013. Water-soluble phenolic compounds in lichens. *Microbiology* 82(4): 445-52.
- Zambare VP, Christopher LP 2012. Biopharmaceutical potential of lichens. *Pharmaceutical Biology* 50(1): 778-98.
- Zhang Y, Shi J, Zhao Y, Cui H, Cao C, Liu S 2012. An investigation of the anti-diabetic effects of an extract from *Cladonia humilis*. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences* 25(3): 509-512.

Türkiye Akdeniz Kıyılarında Derin Su Pembe Karidesinde (*Parapenaeus longirostris*, H. Lucas 1846) Oksidatif Stres Parametreleri, Metal Birikimi ve Sağlık Risk Değerlendirmesi

Serdar DOĞAN^{1*}, Önder DUYSAK², Taner DUYSAK³, Erkan UĞURLU⁴

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Tıbbi Biyokimya ABD, Tıp Fakültesi, Hatay, Türkiye, ^{2,4}İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, İskenderun, Hatay, Türkiye, ³Chonnam Ulusal Üniversitesi, Moleküler Tıp Bölümü, Gwangju, Kore

¹<https://orcid.org/0000-0001-6854-2197>, ²<https://orcid.org/0000-0002-7484-3102>, ³<https://orcid.org/0000-0001-7603-0458>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-8940-8421>

✉: drserdardogan@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada; Akdeniz'in İskenderun ve Antalya lokal balıkçılarından Eylül 2020'de temin edilen derin su pembe karideslerinde (*Parapenaeus longirostris*, H. Lucas 1846) kas dokusunda birikim gösteren demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), manganez (Mn), nikel (Ni), kobalt (Co), Alüminyum (Al), krom (Cr), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) metal düzeyleri, ve yine aynı dokulardaki Malondialdehit (MDA) seviyesi ve Katalaz (KAT) enzim aktivitesi belirlenmiştir. Bu iki bölgede tüketilen karideslerde insan sağlığı riskleri, haftalık tüketim miktarları ve kanser risk değerlendirmeleri hesaplanmıştır. Hesaplanan en yüksek metal konsantrasyonu Antalya'da Fe ($35.976 \pm 2.992 \text{ mg kg}^{-1}$), en düşük birikim ise aynı istasyonda Cd ($0.002 \pm 0.001 \text{ mg kg}^{-1}$) için hesaplanmıştır. Oksidatif stres parametrelerinden MDA miktarı İskenderun'da avlanan karideslerde $11.06 \pm 0.36 \text{ nmol mg}^{-1}$ protein, Antalya'da avlanan karideslerde $8.63 \pm 0.13 \text{ nmol mg}^{-1}$ protein, KAT enzim aktivitesinin ise Antalya'da $3.7 \pm 0.15 \text{ k g}^{-1}$ protein ve İskenderun'da $6.6 \pm 0.4 \text{ k g}^{-1}$ protein olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre ağır metal birikiminin karides türünde lipid peroksidasyonuna neden olduğu anlaşılmıştır. İnsan sağlığı riskleri, tahmini haftalık tüketim (EWI) değerlerinin, Avrupa Gıda Güvenliği (EFSA) ve Gıda Tarım/Dünya Sağlık Örgütü (FAO/WHO) tarafından belirlenen tolere edilebilir haftalık alım (PTWI) değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir. Tüketici açısından kanser dışı sağlık risklerinin göstergesi olan hedef tehlike katsayısı (THQ) ve tehlike indeksi (HI) değerleri <1 olarak hesaplanmıştır. Kanserojen risk açısından Pb, Cr ve Cd değerlerinin risk teşkil etmediği anlaşılmıştır. Sonuç olarak, çalışmamız İskenderun ve Antalya bölgesinde satışa sunulan karideslerin kaslarındaki toksik element konsantrasyonlarının tüketiciler için önemli bir sağlık riski oluşturmadığını ortaya koymuştur.

Biyokimya

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 05.08.2021

Kabul Tarihi : 24.09.2021

Anahtar Kelimeler

Parapenaeus longirostris

Metal Birikimi

MDA

KAT

Sağlık Riski Değerlendirmesi

Oxidative Stress Parameters, Metal Accumulation and Health Risk Assessment in Deep Water Rose Shrimp (*Parapenaeus longirostris*, H. Lucas 1846) in the Turkish Mediterranean Sea Coasts

ABSTRACT

In this study, deep water rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*, H. Lucas 1846) obtained in September 2020 from the Iskenderun Bay and Antalya Bay local fishermen of the Mediterranean Sea were investigated in terms of iron (Fe), copper (Cu), zinc (Zn), manganese (Mn), nickel (Ni), cobalt (Co), aluminum (Al), chromium (Cr), cadmium (Cd), and lead (Pb) bioaccumulation as well as Malondialdehyde (MDA) accumulation levels, and catalase (CAT) activity in their muscle tissues. Human health risks, weekly consumption amounts, and cancer risk assessments for deep water rose shrimp consumed in these two regions were calculated. The highest metal concentration calculated from *P. longirostris* was Fe ($35.976 \pm 2.992 \text{ mg kg}^{-1}$) in Antalya, and the lowest concentration was

Biochemistry

Research Article

Article History

Received : 05.08.2021

Accepted : 24.09.2021

Keywords

Parapenaeus longirostris

Metal Accumulation

MDA

CAT

Health Risk Assessment

Cd (0.002 ± 0.001 mg kg⁻¹) in the same station. The level of MDA was determined as 11.06 ± 0.36 nmol mg⁻¹ protein in Iskenderun station and as 8.63 ± 0.13 nmol mg⁻¹ protein in Antalya station while CAT enzyme activity was determined as 6.6 ± 0.4 k g⁻¹ protein and 3.7 ± 0.15 k g⁻¹ protein for Iskenderun and Antalya, respectively. According to our results, the metal accumulation caused lipid peroxidation in the muscle tissues of the shrimps studied. Human health risks were determined to be below the estimated weekly consumption (EWD) values and the provisional tolerable weekly intake (PTWI) values determined by European Food Safety Authority (EFSA) and Food and Agriculture Organization/ World Health Organization (FAO/WHO). Target hazard coefficient (THQ) and hazard index (HI) values, which are indicators of non-cancer health risks for the consumer, were calculated as <1. This study shows that Pb, Cr, and Cd bioaccumulations from the two stations do not pose a carcinogenic risk and toxic element concentrations in the muscles of the *P. longirostris* sold in the Iskenderun and Antalya regions do not pose a significant health risk for consumers.

- Atıf Şekli :** Dogan S, Duysak O, Duysak T, Uğurlu E 2022. Türkiye Akdeniz Kıyılarında Derin Su Pembe Karidesinde (*Parapenaeus longirostris*, H. Lucas 1846) Oksidatif Stres Parametreleri, Metal Birikimi ve Sağlık Risk Değerlendirmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 838-846. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.978862>.
- To Cite :** Dogan S, Duysak O, Duysak T, Uğurlu E 2022. Oxidative Stress Parameters, Metal Accumulation and Health Risk Assessment in Deep Water Rose Shrimp (*Parapenaeus longirostris*, H. Lucas 1846) in the Turkish Mediterranean Sea Coasts. KSU J. Agric Nat 25 (4): 838-846. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.978862>.

GİRİŞ

Son yıllarda nüfus artışı ile birlikte endüstriyel faaliyetlerde artış olmuştur. Üretim artmasıyla alıcı ortam olan sucul ekosisteme ağır metaller ve diğer kirleticilerin girdi miktarları da artmaktadır. Bu durum sonucunda planktonik ve bentik omurgasızlar, balıklar, balinalar gibi ekolojik besin ağında yer alan sucul canlılar her geçen gün daha fazla kirleticiye maruz kalmaktadır (Karunanidhi ve ark., 2017; Lao ve ark., 2019). Endüstriyel kaynaklardan, tarımsal faaliyetlerden ve evsel atıklardan su ortamına karışan organik ve inorganik kirleticilerin yanı sıra ağır metaller de ekosistemlere girerek suda ve askıdaki katı maddelere tutunabilmektedir (Fang ve ark., 2016; Yi ve ark., 2017; Duysak, 2019). Denizel canlı kaynaklardan biri olan karidesler, içerdikleri yüksek protein miktarı nedeniyle pek çok ülkede yüksek oranlarda tüketilmektedirler. *Parapenaeus longirostris* (H. Lucas, 1846), Avrupa Atlantik kıyısı, Baltık denizi ve Akdeniz'de yayılış gösteren ekonomik türler arasında yer almaktadır (Marra ve ark., 2005; Sezgin ve ark., 2007). Ticari önemlerinin yanı sıra ekolojik olarak da oldukça önemli olan karidesler, ağır metal indikatörleri olarak da kullanılmaktadır (Baboli ve Velayatzadeh, 2013).

Canlılarda serbest radikaller ile bunlara karşı süpürücü etki gösteren antioksidanlar arasındaki dengenin bozulması oksidatif stres olarak tanımlanır (Özcan ve ark., 2015). Ağır metaller reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumuna sebep olan faktörlerden biridir. Bu etkilerini DNA, lipid ve protein gibi çeşitli

moleküller üzerinde gösterebilir (Turan ve ark., 2020). Reaktif oksijen ürünleri özellikle poliansatüre yağ asitlerinde oksidasyona neden olarak lipid peroksidasyonunu başlatır. Malondialdehit (MDA), ROS kaynaklı lipid peroksidasyonunun bir metaboliti olarak rol oynar. Bununla birlikte canlılarda ROS'un hücresel yapılara vereceği zararı engellemek için antioksidan savunma mekanizmaları arasında en güçlü enzimlerden biri olan katalaz (KAT) görev yapar. Katalaz enzimi canlıda biriken hidrojen peroksitin vücuttan uzaklaştırılmasında rol oynamaktadır (Özcan ve ark., 2015).

İnsan gıdası olarak tüketime sunulan su ürünlerindeki ağır metal düzeylerinin belirlenmesi, ekosistem ve halk sağlığını yakından ilgilendirdiği gibi ilgili canlıların avlandıkları bölgedeki kirlilik düzeyi hakkında da bilgi vermektedir. Besin değerleri açısından oldukça yeterli olan karideslerin en çok tüketildiği yerler ise turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu denize kıyısı olan bölgelerdir. İnsanlarda ve sucul canlılarda kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) gibi ağır metaller, çok az dozlarda bile toksik etki göstermektedir. Bununla birlikte metabolik faaliyetler için gerekli olan ve düşük miktarlarda sürekli tüketildiğinde toksik etki gösteren bakır (Cu), çinko (Zn), nikel (Ni) gibi metallerin maksimum sınır değerlerine ulaşması hem insan sağlığı hem de çevre kirliliği açısından risk oluşturmaktadır (Rainbow ve White, 1989; Pourang ve ark., 2005; Çelik ve Oehlenschläger, 2007).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında farklı kirlilik yüklerine sahip iki önemli

bölgesi olan İskenderun ve Antalya istasyonlarında dağılım gösteren derin su pembe karideslerinin (*P. longirostris*) kas dokularındaki demir (Fe), manganez (Mn), kobalt (Co), alüminyum (Al), krom (Cr), Cu, Zn, Ni, Cd ve Pb birikimlerini, MDA ve KAT düzeylerini tespit etmektir. Ayrıca *P. longirostris* tüketiminin insan sağlığı açısından herhangi bir risk teşkil edip etmediğini haftalık tahmini alım düzeyleri (EWI), kanserojen olmayan risk düzeyleri (THQ), tehlike indeksi (HI) ve yaşam boyu kanser riski (CR) hesaplamalarını yaparak belirlemektir.

MATERYAL ve METOD

Çalışma Alanı

Çalışma Eylül 2020 tarihinde gerçekleştirilmiş olup, farklı koordinat ve kirlilik yüküne sahip İskenderun ve Antalya Körfezi'nde çalışan lokal balıkçılardan

rastgele örnekleme yoluyla her bir istasyondan 20 adet olmak üzere, toplam 40 adet *P. longirostris* karidesi temin edilmiştir (Şekil 1). Çalışılan karides bireylerine ait total boy (cm) ve toplam ağırlıkları (g) verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Örneklerin Hazırlanması

Karides örnekleri kilitli plastik kaplar içerisinde buz ile direk temas ettirilmeden soğuk zincirde İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen bireylerin toplam boyları dijital kumpas yardımı ile telson ucundan rostruma kadar (TB) ölçülüp toplam ağırlıkları (TA) dijital terazi (0,01 g hassasiyet) yardımıyla tartılmıştır (Çizelge 1).



Şekil 1. Çalışma alanı.
Figure 1. Study area.

Çizelge 1. Derin su pembe karidesi (*P. longirostris*) toplam boy (TB, cm) ve toplam ağırlıkları (TA, g).
Table 1. Average wet weights, and total lengths of deep water rose shrimp were measured.

İstasyonlar	Sayı	Toplam Boy (TB±SS)	Ağırlık (TA±SS)
İskenderun	20	11.58±1.05	6.25±1.62
Antalya	20	12.46±0.60	8.71±1.32

Laboratuvar analizleri

Ağır Metal Analizi

Karideslerin kas dokularında birikim gösteren ağır metal düzeylerinin belirlenmesi için, karideslerin tüketilen kısmı olan abdominal kaslarından ortalama 1g tartılıp polietilen tüplere konulmuştur. Ardından tüplere 5 ml nitrik asit (HNO₃) eklenmiştir. 15 gün oda sıcaklığında bekletilerek dokuların parçalanması sağlanmıştır. Çözeltide tamamen parçalanan dokular Whatman (42µ) filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Tüp içerisindeki toplam hacim 10 ml olacak şekilde bidistile su ile tamamlanmıştır. Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn metallerinin birikim

düzeylerinin belirlenmesi için Mustafa Kemal Üniversitesi Teknoloji ve Araştırma Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi'ndeki (MARGEM) Plasma Quant MS Series (Jena, Germany) marka ICP-MS (Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi) cihazı kullanılmıştır. Metal konsantrasyonları mg/kg yas ağırlık olarak hesaplanmıştır (Canlı ve Atlı, 2003).

Malondialdehit (MDA) ve Katalaz (KAT) Analizi

İskenderun ve Antalya körfezinden alınan karides örneklerinin kas dokuları alüminyum folyo içine sarılarak sıvı nitrojen içine bırakılmış ve sonrasında

çalışma gününe kadar -80 °C'de saklanmıştır. Örnek hazırlanması işleminde kas dokusundan 2 gram alınmıştır. Ağırlığa uygun fosfat tamponu (50 mM, pH=7.1) eklenmiş, buz üzerinde homojenize edilmiştir. Homojenizasyon sonrası 10000xg'de 30 dakika süreyle santrifüj işlemi yapılmıştır. MDA ölçümleri için tamponad, KAT ölçümleri için ise süpernatant kısmı kullanılmıştır.

Malondialdehit düzeyi ölçümü Hammouda ve ark. (1995) tarafından modifiye edilen çift kaynatma esasına dayalı yöntem ile yapılmıştır. İlk kaynatmada Trikloro Asetik Asit (TCA) kullanılarak proteinlere bağlı MDA'nın serbestleşmesi için proteinler çöktürülmüştür. İkinci kaynatmada ise sıcak ve asidik ortamda total MDA, Tiyobarbitürik asit ile reaksiyona girerek renkli bir kompleks oluşturulmuştur. Oluşan renkli kompleks 532 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları nmol/mg protein cinsinden verilmiştir (Hammouda ve ark., 1995).

Katalaz enzim aktivitesi Aebi (1974), metoduna göre çalışılmıştır. H₂O₂'nin maksimum absorbans verdiği dalga boyu 240 nm'dir (Schimadzu UV 1601, Japonya). Bu metod katalazın deney ortamına eklenen H₂O₂'nin su ve oksijene dönüşümünün 240 nm'de spektrofotometrik olarak ölçümü esasına dayanmaktadır. Katalaz aktivitesi absorbans değişimine göre hesaplanmıştır ve sonuç k g⁻¹ protein olarak verilmiştir. Bu çalışmada k, reaksiyon için tanımlanan hız sabitidir (Aebi, 1974).

Protein Miktarı Tayini

Örneklerdeki protein miktarı tayini Bradford yöntemi ile çalışılmıştır (Bradford, 1976).

Tüketici Risk Değerlendirmesi

Akdeniz'de geniş yayılım alanına sahip *P. longirostris* satışa sunulan ve insanlar tarafından yoğun olarak tüketilen bir tür olmasından dolayı tüketimi halinde insan sağlığı açısından tehdit olup olmadığının anlaşılabilmesi için haftalık tüketim değerleri hesaplanmıştır. Karides tüketiminden kaynaklı olası tüketici risklerin belirlenmesi için EWI, THQ, HI ve CR hesaplamaları yapılmıştır. Yetişkinler için vücut ağırlığı 70 kg ve yaşam süresi 70 yıl (USEPA, 2019) kullanılmıştır. Hesaplamalar yapılırken incelenen tüm metaller için enstrümental analiz sonuçları doğrudan kullanılmıştır. Tüketici risk değerlendirmeleri kapsamında EWI (Denklem 1), THQ (Denklem 2), HI (Denklem 3) ve CR (Denklem 4) hesaplamaları aşağıdaki formüller kullanılarak yapılmıştır (Saha ve ark., 2016).

$$EWI = (EF \times ED \times FIR \times Cm) / (BW \times AT) / 1000$$

EF: Maruz kalma sıklığı (365 gün/yıl),

ED: Maruz kalma süresini (70 yıl)

FIR: Tüketim miktarını (16.71 g/kişi/gün),

CM: Karides dokusundaki metal konsantrasyonunu

BW: Vücut ağırlığı,

AT: Kanserojen olmayan ortalama süreyi (356 gün/yıl x ED).

TÜİK 2019 verilerine göre (TÜİK, 2019) Türkiye'deki deniz ürünleri tüketimi kişi başına (FIR) günlük 16.71 g/kişi/gün.

Metallerin referans dozu (RfD) ile metallere maruz kalma arasındaki oran Hedef Tehlike Oranı (THQ), THQ; tüketiciler açısından vücuda alınan metallerin konsantrasyonlarının kanserojen olmayan etki risklerini de ifade etmektedir (Saha ve ark., 2016). RfD: Oral referans doz (Fe, Cu, Zn, Mn, Al, Cr, Cd, Pb, Co ve Ni elementleri için sırasıyla; 0.7, 0.04, 0.3, 0.14, 1.00, 3.10⁻³, 1.10⁻³ ve 4.10⁻³, 3.10⁻⁴ ve 2.10⁻²).

$$THQ = EDI / RfD$$

Total THQ ya da HI (Tehlike İndeksi) olarak ifade edilen değer, araştırılan tüm elementlerin toplam THQ değerleri ile hesaplanır (USEPA, 2019). HI değerinin 1'den büyük olması tüketici açısından kanserojen olmayan sağlık risklerinin olduğunu göstergesidir.

$$HI (THQ) = THQ1 + THQ2 + \dots + THQn$$

Yaşam boyu kanser riski (CR) hesaplamaları USEPA 2019 tarafından belirlenmiş olan formüle göre hesaplanmıştır. CR değerlerinin >10⁻⁵ olması, tüketilen gıdanın tüketici için kanserojen etki riskinin daha yüksek olduğunu göstermektedir (USEPA, 2019). Yaşam boyu kanser riski hesaplamalarında, EWI THQ formüllerinin yanı sıra farklı olarak CsF (cancer slope factor) değeri kullanılmaktadır. CsF hesaplamalarında kullanılan CsF değerleri (Pb, Cr ve Cd için sırasıyla 8.5x10⁻³, 0.5 ve 6.3) kullanılmıştır (USEPA, 2019).

$$CR = EDI \times CsF$$

İstatiksel Analizler

Manto (kas) dokudan hesaplanan verilerin istatiksel analizi öncesinde normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Ağır metal birikim seviyeleri arasındaki farkların tespiti için tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) ve istasyonlar arasındaki farklılıkları belirlemek için T testi kullanılmıştır. İstatistik analizler SPSS 17.0 paket programı (SPSS Inc., Chicago, IL. USA) kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

P. longirostris dokularındaki metal birikim düzeyleri

P. longirostris bireylerinin kas dokularında Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn birikim düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 2). En fazla metal birikimi Antalya'da Fe (35.976±2.992 mg kg⁻¹) metalinde, en az birikiminin ise yine aynı istasyonun Cd (0.002±0.001 mg kg⁻¹) metalinde rastlanmıştır.

İskenderun'da metal birikim düzeyleri Fe> Zn> Al> Cu> Mn> Cr> Pb> Ni> Co> Cd ve Antalya'da Fe> Al> Zn> Cu> Mn> Pb> Ni> Cr> Co> Cd şeklinde sıralanmıştır. İskenderun istasyonunda Fe den sonra en fazla birikimin Zn ve Al olduğu, Antalya istasyonunda ise Fe den sonra en fazla birikimin Al olduğu tespit edilmiştir. Cd, Cr, Co, Ni ve Pb en fazla İskenderun, Al, Fe ve Zn ise en fazla Antalya istasyonundan hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Derin su pembe karidesi (*P. longirostris*) kas dokusundaki metal birikim düzeyleri (ORT±SS).

Table 2. Metal accumulation levels in mantle tissues of deep water rose shrimp (*P. longirostris*) (mg/kg, wet weight).

Metaller	İstasyonlar	
	İskenderun	Antalya
Al	7,958±0,219 ^a	21,748±1,776 ^b
Cr	0,647±0,154 ^a	0,103±0,004 ^b
Co	0,030±0,002 ^a	0,017±0,001 ^b
Ni	0,417±0,079 ^a	0,122±0,005 ^b
Cd	0,010±0,002 ^a	0,002±0,001 ^b
Pb	0,477±0,048 ^a	0,259±0,141 ^a
Mn	1,005±0,168 ^a	1,292±0,172 ^{a,b}
Fe	14,287±1,651 ^a	35,976±2,992 ^b
Cu	1,293±0,134 ^a	2,112±0,115 ^b
Zn	8,417±0,871 ^a	10,023±0,523 ^a

(a,b) yatay olarak aynı metalin istasyonlar arasındaki farklılığını gösterir. Farklı harflerle gösterilen veriler, istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).

Letters a and b show differences among stations. Data shown with different letters are statistically significant at the differences p<0.05 level.

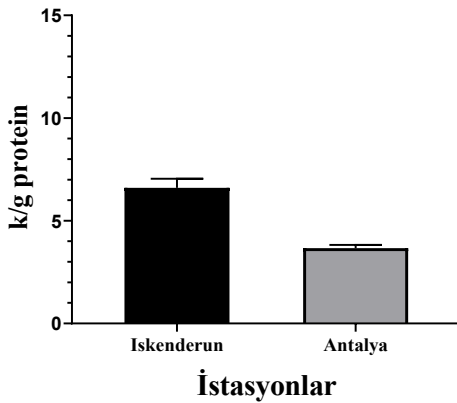
Kas dokudan hesaplanan Cr, Co, Ni, Cd, Fe ve Cu birikim ortalamaları incelenmiş ve İskenderun ile Antalya'dan yakalanan karidesler arasındaki farklılığının önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Pb ve Zn birikim düzeyleri farklılıklarının önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0,05).

Oksidatif Stres Parametreleri MDA ve KAT

İskenderun ve Antalya istasyonlarından yakalanan derin su pembe karidesinin kas dokularından hesaplanan MDA ve KAT seviyeleri Şekil 3 de verilmiştir. İskenderun ve Antalya istasyonlarından alınan derin su pembe karidesinin MDA seviyeleri sırasıyla 11,06±0,37 nmol mg⁻¹ protein ve 8,63±0,13 nmol mg⁻¹ protein hesaplanmıştır. İskenderun ve Antalya körfezlerinden yakalanan derin su pembe karidesinin KAT seviyeleri ise sırasıyla; 6,61±0,44 kg⁻¹ protein ve 3,67±0,16 k g⁻¹ protein hesaplanmıştır.

İskenderun ve Antalya bölgesinden alınan derin su pembe karidesinin kas dokusundaki MDA ve KAT düzeyleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 3).

KAT



Şekil 3. Derin su pembe karidesinin (*P. longirostris*) MDA ve KAT değerleri.
Figure 3. MDA and CAT values of deep water rose shrimp (*P. longirostris*).

Çizelge 3. *P. longirostris*'in MDA ve KAT hesaplamaları.

Table 3. MDA and CAT levels of *P. longirostris*.

	MDA	CAT
İskenderun	11,0660±0,367 ^a	6,606±0,440 ^a
Antalya	8,626±1,133 ^a	3,670±0,157 ^a
F	4,837	5,316
Sig	0,093	0,082

Independent Simple T Test.

Tüketici Sağlığı Açısından THQ, HI ve CR

İnsan gıdası olarak tüketime sunulan derin su pembe karidesi tüketiminin muhtemel sağlık risklerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan EWI hesaplamaları sonuçları Çizelge 4'de, THQ hesaplamaları sonuçları Çizelge 5'de ve CR hesaplamaları ise Çizelge 6'da verilmiştir.

Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn için otoriteler tarafından belirlenen tolere edilebilir haftalık alım

(PTWI) değerleri sırasıyla 2000, 2450, 700, 35, 6250, 1750, 980, 5600, 3500 ve 7000 ($\mu\text{g kg}^{-1}$) dir. Bu kapsamda Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn için PTWI limitleri birey vücut ağırlıkları göz önünde bulundurularak sırasıyla; 140000, 171500, 49000, 2450, 437500, 122500, 68600, 392000, 245000 ve 490000 ($\mu\text{g kg}^{-1}$) hesaplanmıştır. Hesaplanan EWI

değerlerinin PTWI düzeyleri ile karşılaştırılabilen Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn birikimleri bakımından limitlerin altında olduğu ve derin su pembe karidesi tüketiminde bu metallerin haftalık alım tolerans limitleri açısından herhangi bir risk oluşturmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. Derin su pembe karidesinden hesaplanan tahmini haftalık alım düzeyleri (EWD).

Table 4. The estimated weekly intake (EWI) levels of deep water rose shrimp.

		Metaller										
		İstasyon	Al	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
EWI	İskenderun		1×10^{-2}	2×10^{-5}	5×10^{-5}	1×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-1}	2×10^{-3}	7×10^{-4}	8×10^{-4}	1×10^{-2}
	Antalya		4×10^{-2}	4×10^{-6}	3×10^{-5}	2×10^{-4}	4×10^{-3}	6×10^{-2}	2×10^{-3}	2×10^{-4}	4×10^{-4}	2×10^{-2}

Çizelge 5. Derin su pembe karidesinden hesaplanan hedef tehlike oranı (THQ).

Table 5. The target hazard quotient (THQ) of deep water rose shrimp.

		Metaller										
		İstasyon	Al	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
THQ	İskenderun		2×10^{-6}	2×10^{-6}	2×10^{-5}	5×10^{-5}	8×10^{-6}	5×10^{-6}	2×10^{-5}	5×10^{-6}	3×10^{-5}	7×10^{-6}
	Antalya		5×10^{-6}	5×10^{-7}	1×10^{-5}	8×10^{-6}	1×10^{-5}	1×10^{-5}	2×10^{-5}	1×10^{-5}	2×10^{-5}	8×10^{-6}

TTHQ (HI)

İskenderun	0,000119
Antalya	0,000102

Derin su pembe karidesi tüketimi ile oluşabilecek olası sağlık riskleri doğrudan ve kesin bir şekilde belirlenemese de potansiyel sağlık risklerinin belirlenmesi amacıyla THQ değeri önemli bir parametredir. THQ>1 olması; metal tüketiminin tüketici açısından risk teşkil ettiğini ortaya koymaktadır. İncelenen tüm metallere ait THQ değerlerinin tehlikeli eşeğin altında olduğu (<1) belirlenmiştir.

Çizelge 6. Derin su pembe karidesinden hesaplanan yaşam boyu kanser riski düzeyleri (CR).

Table 6. The lifetime cancer risk (CR) levels of deep water rose shrimp.

		Metaller			
		İstasyonlar	Pb	Cd	Cr
CR	İskenderun		9,6811E-07	1,5714E-05	7,7233E-06
	Antalya		5,26535E-07	3,45506E-06	1,2385E-06

CR: Yaşam Boyu Kanser Riski.

Sağlıklı insanlarda CR değerinin USEPA'ya göre 1×10^{-5} ve altında olması gerekmektedir. İskenderun ve Antalya Körfezi'nden yakalanan *P. longirostris* tüketimi ile vücuda alınan metallere kaynaklı olası kanserojen riskleri incelendiğinde USEPA tarafından belirlenen risk düzeylerin altında olduğu ve ömür boyu tüketildiğinde insanlarda kanserojen etkilere neden olmayacağı belirlenmiştir.

Yazkan ve ark. (2004), Antalya Körfezi'nde bazı yumuşakça ve karideslerdeki Cu, Zn ve Cd birikim düzeylerini araştırmışlardır. Araştırmacılar derin su

pembe karidesinde Cu birikimini 5.73 mg kg^{-1} , Zn birikimini 12.66 mg kg^{-1} ve Cd birikimini 0.27 mg kg^{-1} tespit etmişlerdir. Çalışmada Cu birikimi $2.112 \pm 0.115 \text{ mg kg}^{-1}$, Zn birikimi $10.023 \pm 0.523 \text{ mg kg}^{-1}$ ve Cd birikimi $0.002 \pm 0.001 \text{ mg kg}^{-1}$ hesaplanmıştır. İki çalışmada da kas dokularından hesaplanan Cu, Zn ve Cd birikimi düzeyleri arasındaki farklılığın çalışmaların yapıldığı zaman farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gökoğlu ve ark., (2008) Antalya Körfezi'nde 3 farklı karides türünde yaptıkları çalışmada *P. longirostris* bireylerinin kas dokularında birikim gösteren Cu, Cd, Zn, Fe ve Mn düzeylerini araştırmıştır. Araştırmacılar çalışmalarının sonucunda birikim düzeylerini Zn> Fe> Mn> Cu> Cd, şekilde sıralamışlardır. Çalışmada ise Fe> Zn> Cu> Mn> Cd olarak hesaplanmıştır.

Ayas ve ark. (2016), Mersin Körfezi'nde yaptıkları çalışmalarında derin su pembe karidesi kas dokusunda Cd, Cr ve Pb birikimi düzeylerini sırasıyla $0.50 \pm 0.22 \mu\text{g g}^{-1}$, $2.38 \pm 0.51 \mu\text{g g}^{-1}$ ve $3.78 \pm 0.88 \mu\text{g g}^{-1}$ bildirmişlerdir. Bu çalışmada İskenderun ve Antalya'dan yakalanan derin su pembe karideslerinin kas dokularında Cd birikimleri sırasıyla $0.010 \pm 0.002 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $0.002 \pm 0.001 \text{ mg kg}^{-1}$, Cr birikimleri $0.647 \pm 0.154 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $0.103 \pm 0.004 \text{ mg kg}^{-1}$, Pb birikimleri ise $0.477 \pm 0.048 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $0.259 \pm 0.141 \text{ mg kg}^{-1}$ hesaplanmıştır.

Korkmaz ve ark., (2016) Mersin ilinde tüketilen *P. semisulcatus* karidesinin tüketilebilir kas dokusunda Cr, Mn ve Ni birikimlerinin tolere edilebilir günlük ve

haftalık limitlerin oldukça altında olduğu ve insan tüketimi açısından sorun teşkil etmeyeceği kanısına varıldığı bildirilmiştir. Bu çalışma ile kıyaslandığında, tüketilebilirlik açısından günlük ve haftalık limitlerin benzer şekilde olduğu, her iki çalışmada da insan gıdası olarak ilgili türlerin tüketiminin risk teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

Kaya ve Türkoğlu, (2017) İskenderun Körfezi'nden yakalanan yeşil kaplan karidesinde Ni, Mn, Cr, Cd, Pb ve Co birikimlerini araştırmışlardır. Çalışmalarında Ni, Mn, Cr, Cd, Pb ve Co birikimlerini sırasıyla 0.110 ± 0.010 mg kg⁻¹, 0.382 ± 0.018 mg kg⁻¹, 0.215 ± 0.020 mg kg⁻¹, 0.008 ± 0.001 mg kg⁻¹, 0.100 ± 0.009 mg kg⁻¹ ve 0.027 ± 0.003 mg kg⁻¹ tespit etmişlerdir. Bu çalışma ile kıyaslandığında araştırmacıların yeşil kaplan karideslerinden hesapladıkları Pb birikimini, çalışmada derin su pembe karidesinin kas dokusunda hesaplanan birikimden daha düşük hesaplamışlardır. Diğer tüm metal seviyeleri ise, çalışmada hesaplanan konsantrasyonlardan yüksek olup, Ni konsantrasyonu seviyeleri ise her iki çalışmada da benzerlik göstermektedir.

Çiftçi ve ark., (2021) İskenderun Körfezi'nde yaptıkları birikim çalışmasında kış mevsiminde *Penaeus semiculcatus* bireylerinin kas dokularında birikim gösteren Al, Fe ve Zn konsantrasyonlarını sırasıyla 6.2139 ± 1.23 µg g⁻¹, 61.2304 ± 3.31 µg g⁻¹ ve 48.1944 ± 1.58 µg g⁻¹ hesaplamışlardır. Çalıştıkları metalleri birikim açısından Fe>Zn>Al şeklinde sıralamışlardır. Benzer şekilde bu çalışmada da İskenderun Körfezi'nden yakalanan *P. longirostris* bireylerinin kas dokularında birikim gösteren metaller Fe>Zn>Al şeklinde sıralanmıştır. Konsantrasyon miktarları olarak değerlendirildiğinde, Al birikimlerinin her iki çalışmada da birbirine yakın olduğu fakat araştırmacıların yeşil kaplan karidesi bireylerinden hesapladıkları Fe ve Zn birikimlerinin, çalışmada derin su pembe karideslerinden hesaplanan birikimlerden çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın çalışmaların yapıldığı tür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

El-Said ve ark., (2021) Mısır bölgesindeki kabuklu (Crustacean) şubesine ait denizel canlılardaki Al, Fe, Zn, Cu, Mn, Ni, Co, Cd ve Pb metal birikim düzeylerini araştırmışlardır. Çalışmaları neticesinde derin su pembe karidesinde Al, Fe, Zn, Cu, Mn, Ni, Co, Cd ve Pb birikim düzeylerini sırasıyla 225.32 µg g⁻¹, 43.17 µg g⁻¹, 53.18 µg g⁻¹, 11.75 µg g⁻¹, 1.93 µg g⁻¹, 1.94 µg g⁻¹, 0.94 µg g⁻¹, 0.65 µg g⁻¹ ve 3.39 µg g⁻¹ bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında EDI, THQ ve TTHQ hesaplamaları yapmışlar ve karides tüketiminden kaynaklı bir risk olmadığı sonucuna varmışlardır.

Çalışmada derin su pembe karideslerinin kas dokularında yapılan analizlerde lipid peroksidasyonu

göstergesi olan MDA düzeyleri ile antioksidan bir enzim olan KAT aktivitesi İskenderun Körfezi'nde dağılım gösteren karideslerin Antalya Körfezi'nde dağılım gösteren karideslerden daha yüksek bulunmuştur. İskenderun istasyonunda özellikle Co ve Cr birikiminin Antalya istasyonunda yaşayan karideslerde hesaplanan birikimlerden daha fazla olduğu dikkati çekmektedir. Belirtilen metallerin daha önce yapılan çalışmalarda oksidatif strese neden olarak MDA düzeylerini arttırdığı gösterilmiştir. Zhang ve ark. (2021), Palaemonid (*Palaemon macrodactylus*) türü karideste yaptıkları çalışmada canlıları farklı konsantrasyonlarda Cd metaline maruz bırakmışlar ve karideslerin fizyolojik tepkisini test etmişlerdir. Cd metalindeki artışın KAT enzim aktivitesi üzerinde önemli bir inhibasyona ve MDA düzeylerinde artışa neden olduğu, buna bağlı olarak canlıda total antioksidan kapasitede azalmaya sebep olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmaya paralel olarak İskenderun Körfezi'ndeki Cd birikiminin MDA içeriğinin yüksek olmasına ve buna paralel KAT aktivitesinde inhibasyona neden olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde çalışmada da Antalya Körfezi'nde yaşayan karideslerdeki Cd birikiminin İskenderun Körfezi'nde yaşayan karideslerdeki birikime göre daha düşük olduğu tespit edilmiş olup Cd metalinin canlıya olan etkisini desteklemektedir.

Wang ve ark., (2012) beyaz karidesi (*Litopenaeus vannamei*) farklı pH değerlerine (5.4, 6.7, 8.0 ve 9.3) maruz bırakıp, stres değerlerini KAT enzim aktivitesi ve MDA üretim seviyesine göre değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada asidik pH (5.4 ve 6.7) ve bazik pH (9.3) değerlerine uzun süre maruz kalan karideslerde radikal değerlerin yükseldiği, buna bağlı olarak KAT enziminin mRNA sentezindeki artışla canlının ROS'a karşı kendini korumaya aldığını kanıtlamışlardır. Buna ek olarak pH değişiminin MDA değerindeki artışa neden olduğunu bulmuşlardır. Buna ek olarak pH 8.0 değerinin beyaz karideslerde MDA değerinde artışa neden olmadığı böylece bu pH değerinin beyaz karideslerde optimum değer olduğu sonucuna varmışlardır.

Kaymak ve ark. (2015), Yeşilirmak akarsuyunda tatlı su kefali (*Squalius cephalus*) ve *Capoeta banarescui* türleriyle yaptıkları çalışmada ağır metal kirliliğinin canlılar üzerindeki etkisini oksidatif stres parametreleriyle karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında ağır metal kirliliğinin yoğun olduğu örnekleme bölgesindeki canlılarda KAT ve SOD enzim aktivite değerlerinde düşüş, buna karşılık MDA değerlerinde ise artış gözlemlenmiştir.

Chen ve ark., (2020) Pasifik beyaz karidesi (*Litopenaeus vannamei*) 4 hafta boyunca üç farklı Co konsantrasyonuna (0, 100 ve 1000 µg l⁻¹) maruz bırakılmışlardır. Kobalta kronik maruz kalmanın MDA düzeylerinde artışa ve antioksidan savunma mekanizmalarında azalmaya neden olduğunu

gözlemlemiştir. Bununla birlikte ortaya çıkan oksidan hasara karşı antioksidan savunma mekanizmaları devreye girmiş ve güçlü antioksidan enzimlerden biri olan KAT seviyesi artış göstermiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada Doğu Akdeniz'in İskenderun ve Antalya Körfezi'nde dağılım gösteren derin su pembe karidesinin (*P. longirostris*) insan gıdası olarak tüketilen kas dokularında en fazla metal birikimine Antalya Körfezi'nden yakalanan karideslerde Fe (35.976 ± 2.992 mg kg⁻¹) rastlanmıştır. İskenderun Körfezi'nden yakalanan karideslerde metal birikim düzeyleri Fe > Zn > Al > Cu > Mn > Cr > Pb > Ni > Co > Cd ve Antalya Körfezi'nden yakalanan karideslerde birikim Fe > Al > Zn > Cu > Mn > Pb > Ni > Cr > Co > Cd şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 2). İskenderun Körfezi'nden yakalanan karideslerde Fe den sonra en fazla birikimin Zn ve Al olduğu, Antalya Körfezi karideslerinde ise Fe den sonra en fazla birikimin Al olduğu tespit edilmiştir. Cd, Cr, Co, Ni ve Pb en fazla İskenderun, Al, Fe ve Zn ise en fazla Antalya Körfezi'nde yaşayan karideslerde hesaplanmıştır. Mevcut çalışmada kas dokusunda yapılan analizlerde lipid peroksidasyonu göstergesi olan MDA düzeyleri ile antioksidan bir enzim olan KAT aktivitesi İskenderun Körfezi'ndeki karideslerden alınan kas örneklerinde Antalya Körfezi karideslerine göre daha yüksek bulunmuştur. İskenderun Körfezi'nde yaşayan karideslerde özellikle Co ve Cr birikiminin Antalya Körfezi karideslerinden daha fazla olduğu dikkati çekmektedir. Belirtilen metallerin daha önce yapılan çalışmalarda oksidatif strese neden olarak MDA düzeylerini arttırdığı bilinmektedir. Çalışmada bulduğumuz sonuçlar da önceki çalışmaları desteklemektedir.

Çalışmada İskenderun ve Antalya Körfezi'nde dağılım gösteren derin su pembe karidesi tüketiminin kısa vadede veya uzun vadede tüketici sağlığı risk değerlendirmeleri açısından herhangi bir risk teşkil etmediği anlaşılmıştır. Ayrıca ağır metal riski açısından ilgili türün ömür boyu tüketildiğinde insanlarda kanserojen etkilere neden olmayacağı hesaplanmıştır. İnsan popülasyonunun her yıl arttığı ve her geçen gün alıcı ortam olarak yoğun bir şekilde su kaynaklarının kullanıldığı düşünüldüğünde, denizlerin xenobiotik yükü de her geçen gün artmaktadır. Yapılan bu güncel çalışma bir durum tespit çalışması niteliğinde olmakla birlikte bir biyozileme çalışmasıdır. Çalışmanın yapıldığı tarihte derin su pembe karidesinin insan sağlığı açısından risk oluşturmadığı sonucuna varılmıştır. Fakat bu sonuç ileride yapılacak izleme çalışmaları ile periyodik olarak tekrarlanmalıdır. Böylece sağlıklı yaşam için tercih edilen su ürünleri kaynaklarının gerçekte ne derecede sağlıklı olduğu da kontrol edilmiş ve tasdiklenmiş olacaktır.

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

- Aebi H 1974. Catalase. In: Bergmeyer HU ed. Methods of enzymatic analysis academic. New York. 673-7.
- Ayas D, Köşker AR, Durmuş M, Bakan M 2016. Determination of seasonal changes on some heavy metal (Cd, Pb, Cr) levels of shrimp and prawn species from North-Eastern editerranean Sea, Gulf of Mersin, Turkey. Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research, 2(2): 42-49.
- Baboli MJ, Velayatzadeh M 2013. Determination of heavy metals and trace elements in the muscles of marine shrimp, *Fenneropenaeus merguensis* from persian gulf. Journal of Animal and Plant Sciences, 23(3): 786.
- Bradford MM 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 7(72): 248-254.
- Canlı M, Atli G 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental Pollution, 121: 129-136.
- Chen C, Xu C, Qian D, Yu Q, Huang M, Zhou L, Qin JG, Chen L, Li E 2020. Growth and health status of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, exposed to chronic water born cobalt. Fish and Shellfish Immunology, 100: 137-145. doi: 10.1016/j.fsi.2020.03.011. Epub 2020 Mar 6. PMID: 32151686.
- Çelik U, Oehlenschläger J 2007. High contents of cadmium, lead, zinc and copper in popular fishery products sold in Turkish supermarkets. Food Control, 18: 258-260.
- Çiftçi N, Ayas D, Bakan M 2021. The Comparison of Heavy Metal Level in Surface Water, Sediment and Biota Sampled from the Polluted and Unpolluted Sites in the Northeastern Mediterranean Sea. Thalassas: An International Journal of Marine Sciences, 37(1): 319-330.
- Duysak Ö 2019. Determination of seasonal metal concentrations in seawater of the İskenderun Bay in the Eastern Mediterranean, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 28(1): 495-501.
- El-Said GF, El-Sadaawy MM, Shobier AH, Ramadan SE 2021. Human health implication of major and trace elements present in commercial crustaceans of a traditional seafood marketing region, Egypt. Biological Trace Element Research, 199(1): 315-

- 328.
- Fang W, Wei Y, Liu J 2016. Comparative characterization of sewage sludge compost and soil: heavy metal leaching characteristics. *Journal of Hazardous Materials*, 310: 1-10.
- FAO 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products pp. 5–100, FAO fishery circular, 464 sy.
- Gokoglu N, Yerlikaya P, Gokoglu M 2008. Trace elements in edible tissues of three shrimp species (*Penaeus semisulcatus*, *Parapenaeus longirostris* and *Palaemon serratus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(2): 175-178.
- Hammouda A, el-R Khalil MM, Salem A 1995. Lipid peroxidation products in pleural fluid for separation of transudates and exudates. *Clinical Chemistry*, 41(9): 1314-1315.
- Karunanidhi K, Rajendran R, Pandurangan D, Arumugam G 2017. First report on distribution of heavy metals and proximate analysis in marine edible puffer fishes collected from Gulf of Mannar Marine Biosphere Reserve, South India. *Toxicology Reports*, 4: 319-327.
- Kaya G, Turkoglu S 2017. Bioaccumulation of heavy metals in various tissues of some fish species and green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*) from Iskenderun Bay, Turkey, and risk assessment for human health. *Biological Trace Element Research*, 180(2): 314-326.
- Kaymak N, Winemiller KO, Akin S, Altuner Z, Polat F, Dal T 2015. Stable isotope analysis reveals relative influences of seasonal hydrologic variation and impoundment on assimilation of primary production sources by fish in the Upper Yesilirmak River, Turkey. *Hydrobiologia*, 753(1): 131-147.
- Korkmaz C, Ay Ö, Çolakfakıoğlu Ç 2016. Mersin İlinde Tüketime Sunulan Kabuklu ve Yumuşakça Türlerinin Kas Dokularında Ağır Metal Düzeyleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 12(2): 101-109. Doi: 10.22392/egirdir.283168
- Lao Q, Su Q, Liu G, Shen Y, Chen F, Lei X, Qing S, Wei C, Zhang C, Gao J 2019. Spatial distribution of and historical changes in heavy metals in the surface seawater and sediments of the Beibu Gulf, China. *Marine Pollution Bulletin*, 146: 427-434.
- Marra A, Mona S, Sà RM, D'Onghia G, Maiorano P 2015. Population genetic history of *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda) in the western and central Mediterranean Sea. *PloS one*, 10(3): e0117272.
- Özcan O, Erdal H, Çakırca G, Yonden Z 2015. Oksidatif stres ve hücre içi lipid, protein ve DNA yapıları üzerine etkileri. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, 6(3): 331-336. Doi: 10.5799/ahinjs.01.2015.03.0545.
- Pourang NJ, Dennis H, Ghourchian H 2005. Distribution of heavy metals in *Penaeus semisulcatus* from Persian Gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage. *Environmental Monit Assess*, 100: 71.
- Rainbow PS, White SL 1989. Comparative strategies of heavy metal accumulation by crustaceans: Zinc, copper and cadmium in a decapod, an amphipod and a barnacle. *Hydrobiologia*, 174: 245–262.
- Saha N, Mollah MZI, Alam MF, Rahman MS 2016. Seasonal investigation of heavy metals in marine fishes captured from the Bay of Bengal and the implications for human health risk assessment. *Food Control*, 70: 110-118.
- Sezgin M, Aydemir E, Ateş AS, Katağan T, Özcan T 2007. On the presence of the non-native estuarine shrimp, *Palaemon longirostris* H. Milne-Edwards, 837 (Decapoda, Caridea), in the Black Sea. *Aquatic Invasions*, 2(4): 464-465.
- TGK (Türk Gıda Kodeksi) 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. Erişim 20.06.2021. <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.15692ek.doc>
- TÜİK 2019. Su Ürünleri İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2018-30697#:~:text=Kişi%20başın,a%20ortalama%20balık%20tüketimi,6%20C14%20kg%20olarak%20gerçekleşti.> Erişim Tarihi: 18.06.2021
- Turan F, Eken M, Ozyılmaz G, Karan S, Uluca H 2020. Heavy metal bioaccumulation, oxidative stress and genotoxicity in African catfish *Clarias gariepinus* from Orontes river. *Ecotoxicology*, 29(9): 1522-1537. doi: 10.1007/s10646-020-0225w.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) (2019) Regional screening level (RSL) summary table (TR=1E06 THQ=1.0). <https://sempub.epa.gov/work/HQ/197414.pdf>
- Wang WN, Li BS, Liu JJ, Shi L, Alam MJ, Su SJ, Wu J, Wang L, Wang AL 2012. The respiratory burst activity and expression of catalase in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, during long-term exposure to pH stress. *Ecotoxicology*, 21(6): 1609-1616.
- Yazkan M, Özdemir F, Gölükcü M 2004. Cu, Zn, Pb and Cd contents in some molluscs and crustacea caught in the Gulf of Antalya. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28(1): 95-100.
- Yi Y, Tang C, Yi T, Yang Z, Zhang S 2017. Health risk assessment of heavy metals in fish and accumulation patterns in food web in the upper Yangtze River, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 145: 295-302.
- Zhang C, Jin Y, Yu Y, Xiang J, Li F 2021. Cadmium-induced oxidative stress, metabolic dysfunction and metal bioaccumulation in adult palaemonid shrimp *Palaemon macrrodactylus* (Rathbun, 1902). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208: 111591.

Fast and Economical Biosorption of Lead (II) Heavy Metal in Aqueous Solutions by *Bacillus licheniformis* sp.

Mehmet Fırat BARAN^{1*}, Zahir DÜZ², Ayşe BARAN³, Cumali KESKİN⁴

¹Medical Laboratory Techniques, Vocational Higher School of Healthcare Studies, Mardin Artuklu, ² Science Faculty, Chemistry Department, Dicle University, Diyarbakir, Turkey, ³ Mardin Artuklu University, Institute of Science, Mardin, Turkey, ⁴ Mardin Artuklu University, Department of Medical Services and Techniques, Mardin, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0001-8133-6670>, ²<https://orcid.org/0000-0002-3642-4206>, ³<https://orcid.org/0000-0002-2317-0489>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-3758-0654>

✉: m.firatbaran@gmail.com

ABSTRACT

Lead is used in many areas of industry. Considering the prevalence of use, there is an intense lead and heavy metal content in the wastes resulting from these applications, and the toxic pollution caused by these metals affects the nearest water source directly or indirectly. Lead poses a serious threat to all life forms in the ecosystem, even at low concentrations in water. Lead recovery with environmentally friendly methods is both easier and more economical. *Bacillus licheniformis* sp. type was used as a biosorbent in the study. Nearly 98.4% of lead was removed by using the batch biosorption method, at 25 °C, pH 5.5, with an adsorption capacity of 42.92 in 120 minutes. from the water. The properties of the biosorbent, such as its morphological appearance, were characterized by scanning electron microscopy (SEM). Besides, the functional groups affecting biosorption in the surface structure were investigated by fourier transform Infrared spectroscopy (FT-IR) while its resistance to heat treatment was measured by thermal gravimetric analysis (TGA-DTA). The lead(II) element content in the aqueous solution was also determined by inductively coupled plasma optical emission spectroscopy (ICP-OES).

Environmental Sciences

Research Article

Article History

Received :

Accepted :

Keywords

Aqueous Solutions

Bacillus licheniformis sp.

Biosorption

Biosorbent

SEM

Bacillus licheniformis sp. İle Sulu Çözeltilerde Kurşun (II) Ağır Metalinin Hızlı ve Ekonomik Biyosorbsiyonu

ÖZET

Kurşun endüstrinin birçok alanında kullanılmaktadır. Kullanım yaygınlığı düşünülürse buna bağlı olarak bu uygulamaların sonucunda ortaya çıkan atıklarda yoğun kurşun ağır metal içeriği bulunmakta ve büyük oranda en yakın su kaynağını doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir. Suda yüksek konsantrasyonlarda bulunması ile tüm yaşam formları için ciddi tehdit oluşturmaktadır. Bunların çevre dostu yöntemlerle iyileştirilmesi hem daha kolay hem de ekonomiktir. Çalışmamızda Dicle Nehri topraklarından izole edilen *Bacillus licheniformis* sp. kullanılarak sulardaki kurşun miktarı kesikli biyosorbsiyon yöntemi kullanılarak 25 °C de pH 5.5 da 120 dakikada 42.92 biyosorbsiyon kapasitesiyle % 98.4 oranında önemli ölçüde iyileştirildi. Biyosorbentın taramalı alan mikroskopisi (SEM) kullanılarak morfolojik görünümü, fourier İnfrared spektroskopisi (FT-IR) dataları ile yüzey yapısında biyosorbsiyona etki eden fonksiyonel gruplar ve ısı işlem karşısında gösterdiği direnç de termal gravimetrik analiz (TGA-DTA) verileri ile karakterize edildi. Sulu çözeltideki kurşun element içeriği İndüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektroskopisi (ICP-OES) cihazı ile tespit edildi.

Çevre Bilimi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :

Kabul Tarihi :

Anahtar Kelimeler

Atık su

Bacillus licheniformis sp.

Biyosorpsiyon

Biyosorbent

SEM

Atıf İçin: Baran MF, Düz Z, Baran A, Keskin C, 2022. Farklı Biyosorbentler Kullanarak Su Ortamında Ağır Metallerin Biyosorbsiyon Metodu ile Giderilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 847-858. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.976340>

INTRODUCTION

Wastes generated as a result of the operation of industrial facilities directly or indirectly affect water resources. The heavy metals in the content of these wastes cause serious consequences by threatening all life forms with their toxic effects and their capacity to result in environmental pollution (Chellaiah, 2018). Considering the necessity of water for all living organisms, increased toxicity due to heavy metal pollution in water resources is a crucial problem (Amirah et al., 2017). Lead (Pb) is the leading cause of heavy metal pollution. It is one of the toxic metals that cause environmental pollution and various health problems in many parts of the world (Hoyle-Gardner, 2021).

Many people, especially children, are exposed to heavy metals, which have toxic effects even at very low concentrations, in the environment. When these accumulate in the body, the immune system is suppressed. Their neurotoxicity and ability to inhibit the activity of critical enzymes related to the synthesis of vital biomolecules, as well as their carcinogenicity are some of the biomagnifications (Syed and Chinthala, 2015).

Lead is frequently used in the manufacture of car batteries, the printing industry, paint manufacturing, petrochemicals, fuel consumption, and photographic materials. There is a high concentration of lead content in the wastes resulting from these processes. Lead is one of the most dangerous heavy metals and is toxic even at low concentrations. It is highly soluble in water and is very harmful to all tissues in the human body, especially the kidneys and immune system (Morcali and Baysal, 2019; Zahra, 2012). Therefore, it is necessary to effectively reduce its concentration in aqueous environments and to choose the best method for improving the quality of the water (Zhang et al., 2013).

There are different methods and techniques for the removal of heavy metals from fluids. Chemical precipitation (Eltarahony et al., 2020), ion exchange (Dąbrowski et al., 2004), solvent extraction (Fillipi et al., 1998), reverse osmosis (Bakalár et al., 2009), evaporation (Mattenberger et al., 2008), adsorption (Baran and Duz, 2019) methods are some of them. Among these, heavy metal removal by the adsorption technique is widely used. The metal holders used for this technique are called adsorbents (Kouli et al., 2020).

Recently, there has been an increasing interest in the biosorption method using biosorbent in adsorption applications in this field as it is environmentally friendly, easy, displays a high adsorption efficiency,

and its application stages are economical (Shokoohi et al., 2020). Among the biosorbents used for these applications, there are certain studies where various biological sources such as bacteria (Abedinzadeh et al., 2020), yeasts (Lu and Wilkins, 1996), algae (Rangabhashiyam and Balasubramanian, 2019), fungi (Qin et al., 2020), shellfish (M. Keshvardoostchokami, L. Babaei, A.A. Zamani, A.H. Parizanganeh, 2017) and, plants (Turkyilmaz et al., 2018) were used.

Gram-positive bacteria are preferred in applications using bacteria as a biosorbent. Such bacteria have a thick peptidoglycan layer, a feature that increases metal removal by providing high metal adsorption (Reith and Mayer, 2011).

Bacillus licheniformis, one of the members of the *Bacillus* genus of the Bacillaceae family, is a gram-positive species commonly found in nature. These bacteria have enzymatic activities such as catalase and oxidase and also show spore-forming properties. *B. licheniformis* is a bacterium that offers positive advantages with its strong resistance to adverse environments, resistance to high temperatures, efficient production of various enzymes, and carrying no risk of pathogenicity. In addition to having a thick peptidoglycan layer on the cell wall, teichoic and teichouronic acids in their structure are responsible for 60% of metal binding. (Huang et al., 2020; Samarth et al., 2012). In recent years, different biomasses have been used to increase biosorbent efficiency.

This study aims to perform the rapid removal of lead Pb (II) heavy metal from the aqueous solution by the environmentally friendly and economical batch biosorption method using the gram-positive *Bacillus licheniformis* sp. (*B. licheniformis* sp.) strain isolated from the soils of the Tigris river. The maximum metal removal capacity was determined by determining the experimental conditions. TGA-DTA, SEM-EDX, FTIR, thermodynamic and kinetic parameters were used to evaluate biosorption changes. As a result, it was determined that the biosorbent used was effective in metal removal.

MATERIAL and METHOD

Isolation of Bacterial Strains

Soil samples were taken for bacterial isolation from the coastal soils of the Tigris river. 1 gram of the soil sample was weighed and mixed with 4.5 mL of sterile distilled water. Then it was incubated at 80 °C for 10 minutes (Lennete et al., 1985). Dilutions were made to obtain colonies from the prepared soil sample. The diluted sample was inoculated on a nutrient agar medium containing 10% NaCl and incubated at 37 °C. Colonies formed in the medium were identified according to their morphological structures. Colonies

showing *Bacillus* morphology were inoculated on nutrient agar medium and were grown at 37 °C for 1 day (Sneath et al., 1986). Taxonomic identification of *Bacillus licheniformis* sp. was determined by Dr Hüsamettin Aygün from Dicle University.

Stock Solution

0.798 g of $Pb(NO_3)_2$ was taken and dissolved with a sufficient amount of deionized water and the total volume was completed to 500 ml concentrations (5.0, 10.0, 15.0, 20.0, 25.0, 30.0, 40.0 and 50.0 mg/l).

Instruments and Equipment

The characterization of the biosorbent was determined via Mattson 1000 model fourier infrared spectroscopy (FT-IR), Shimadzu TGA-50 model thermogravimetric analysis (TGA-DTA), and EVO 40 LEQ model SEM data. Perkin-Elmer OPTIMA 5300 inductively coupled plasma optical emission spectroscopy (ICP-OES) was used for determining the adsorbed Pb(II) amount.

Preparation of Biosorbent

Bacillus licheniformis sp. strain which was isolated from Tigris river soils was used as the bio sorbent for the application. This micro-organism, which is a member of the Gram-positive bacilli, has a thick peptidoglycan layer. The structure of the peptidoglycan layer is a large polymer formed by cross-linking N-acetylglucosamine (NAG) and N-acetylmuramic acid (NAM) pentapeptide chains. In addition, teichoic acid in the structure of such bacteria has a large metal binding capacity (Reith and Mayer, 2011; Samarth et al., 2012; Tocheva et al., 2013).

Appropriate amounts of media were prepared for the growth of biosorbent using nutrient agar, and nutrient broth solid forms. *B. licheniformis* sp. was inoculated in a nutrient broth agar medium. It was incubated for 24 hours at 37 °C. After the growth, the micro-organisms were taken from the solid medium and inoculated into the previously prepared 1.0 liter nutrient broth medium. It was allowed to grow in a shaking bath at 37 °C for 24 hours. The medium content was then centrifuged at 7.000 rpm for 15 minutes. The pellet at the bottom was subjected to a series of washings with sterile distilled water. The dried biomass was passed through a 180 µm sieve. It was then stored in a sterile container ready for use in the biosorption study.

Pb(II) Ion Biosorption by Batch Method

Physical biosorption with *B. licheniformis* sp. was performed using the batch method (Verma et al., 2013), (Nazarzadeh et al., 2018). The method is based on the principle of removing heavy metals from the aqueous solution by being held by the adsorbent via the agitation process (Mwandira et al., 2020; Nazmara et

al., 2020).

The Pb (II) ion solutions were prepared at varying concentrations from 5.0 mg/L to 50.0 mg/L. As a result of the experiments, the optimum pH for biosorption was determined as 5.5. Pb ion solutions at varying concentrations of 5.0-50.0 mg/L in a 100 mL glass flask were mixed with 25 mg of biosorbent. The biosorption was carried out at 150 rpm at different temperatures (25, 35 and 45 °C) for 60 minutes in the shaken environment. The biosorption capacity was calculated using the following equation (Masoumi and Ghaemy, 2014).

$$q_e = ((C_0 - C_e) \cdot V) / m \quad (1)$$

In the equation q_e = adsorption capacity of the adsorbent (mg/g), C_0 = initial concentration of adsorbed substance (mg/L), C_e = concentration of adsorbed substance at equilibrium (mg/L), V = volume of solution (L), m = weight of biosorbent (stands for mg).

Desorption of Adsorbed Metal Ions in Biosorbent

B. licheniformis sp. were weighed 25 mg and placed in 100 ml flasks. The optimum pH was adjusted at a concentration of 5 ppm by dilution from the previously prepared Pb(II) stock solution. The metal solution was placed in flasks and shaken at 150 rpm for 30 minutes. The sample was taken, centrifuged, and the amount of lead was determined in the ICP-OES device. Then, HCl (hydrochloride) and HNO_3 (nitric acid) solutions prepared at 0.01, 0.05 and 0.10 M (molar) concentrations were added to the remaining biosorbent in the tubes and centrifuging was performed. The Pb ion analysis was performed on the ICP-OES device. The metal concentration (Cd) recovered at the end of desorption was subtracted from the bio-sorbed metal concentration (Ca). The obtained difference was divided by the metal concentration (Ca) and multiplied by 100 to calculate the % recovery.

$$\%A = ((Ca - Cd)) / Ca \times 100 \quad (2)$$

RESULTS and DISCUSSION

Characterization of Biosorbent

Functional Groups of surface structure with FT-IR spectroscopy data

In the FT-IR spectroscopy data performed in the range of 450.0 and 40,000 cm^{-1} in figure 1 and table 1, the strong asymmetric stretch band at 3267.24 cm^{-1} belonging to the -OH and -NH functional groups on the surface of the biosorbent shifted as a result of the interaction between the adsorbed metal and the adsorbent. Frequency shifts in the 1727.06 and 1633.16 cm^{-1} bands of the Amide I and Amid II groups also occurred due to C-O- stretching. In addition, 1230.78 and 1230.78 due to P=O and C-O- stretching. The shifts in the 1052.42 bands show that Pb(II) metal is bound through these groups (Kariuki et al., 2017; Sabri et al., 2018; Zhang et al., 2013).

Table 1. Functional group frequencies of the surface of Pb (II) loaded/unloaded by *B. licheniformis sp.* (ν , cm^{-1})
Çizelge 1. *Pb (II)* yüklenmiş/yüklenmemiş *B. licheniformis sp.*'in yüzey yapılarına ait fonksiyonel grupların frekansları (ν , cm^{-1})

	-OH, -NH	-CH ₂ -	Amide I	Amide II	-OH bending	C-H, COO-	P=O (phosphodiester)	C-O- Stress
Pb Unloaded	3277.67	2929.61	1727.06	1633.16	1440.35	1385.23	1230.78	1052.42
Pb loaded	3267.24	2928.77	1725.66	1631.01	1440.35	1390.32	1228.11	1050.26

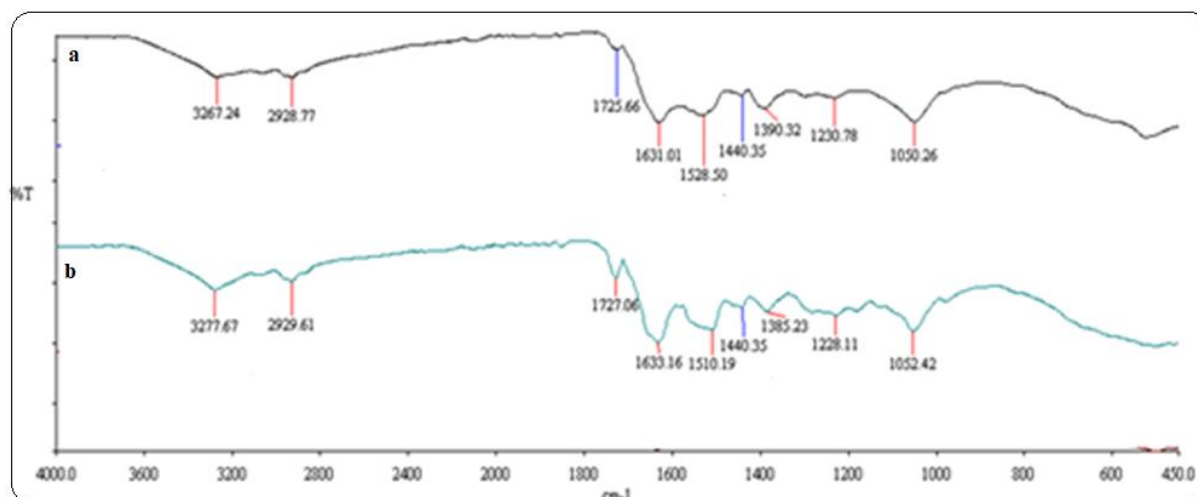


Figure 1. FTIR spectrum data of *B. licheniformis sp.* biosorbent a. After Pb(II) metal ion biosorption, b. Before biosorption

Şekil 1. *B. licheniformis sp.* biyosorbentinin FTIR spektrum verileri; a). *Pb(II)* metal iyonu biyosorpsiyonu sonrası, b). *Biyosorbentinin uygulama öncesindeki*.

TGA-DTA Analysis Data

The thermal gravimetric analysis was used to determine the biosorbent mass loss. (Zendehdel et al., 2019). The temperature range was determined as 25-1000 °C (Amirah et al., 2017). Figure 1, in the TGA and DTA data of the biosorbent mass losses, it is seen that the 4.70 % mass loss in the 25-107 °C range is due to the physically adsorbed water from the biosorbent. It is seen that the mass loss, which is 5.51% at temperatures of 107-198 °C, is related to water, which occurs by the combination of cellulosic -OH groups (Maranescu et al., 2019). The 37.51% mass loss that occurred in the range where the temperature was 198-337 °C occurred with carbonization. At the intermediate value where the temperature is 337-804 °C, a mass loss of 45.55% occurred, which shows that carbon is converted into carbon dioxide (Baran and Duz, 2019) (Figure 2 and Table 2).

Table 2. TGA-DTA data of biosorbent mass loss rates
Çizelge 2. *Biyosorbentin TGA-DTA ile kütle kayıp oranları*

Temperature range	% Mass loss
25-107 °C	4.70
107-198 °C	5.51
198-337 °C	37.51
337-804 °C	45.55

SEM Micrograph Images

The appearance of the morphological structures of the biosorbent before and after biosorption was evaluated via SEM images. When the SEM micrograph is examined, it is seen that there is a metallic glow with the effect of the metal adsorbed on the bacteria in their morphological appearance after the interaction with the Pb (II) metal ion (Ayucitra et al., 2017; Dahaghin et al., 2017). In addition, significant morphological shrinkage and irregular shape appearance (Su et al., 2020) occurred in the biosorbent (bacterial cells) after metal biosorption against the control biosorbent without metal interaction (Figure 3).

Biosorption Isotherm

The biosorption 5.0, 10.0, 15.0, 20.0, 25.0, 30.0, 40.0, and 50.0 mg/L concentrations at 298, 308, and 318 kelvin (K) temperatures versus metal ion equilibrium concentration versus metal ion amount adsorbed per milligram of biosorbent via the Langmuir (Taleb et al., 2020) and Freundlich (Khameneh and Moharreri, 2020) equations the compatibility with the adsorption isotherm was tested.

The Langmuir equation

Molecules adsorbed on the surface are in the form of a monolayer. The adsorption does not occur on the entire

surface, but in the form of intermittent coverings. The energy of adsorption is constant on the whole surface

and there is no interaction between the molecules attached to the surface (Nasab et al., 2020).

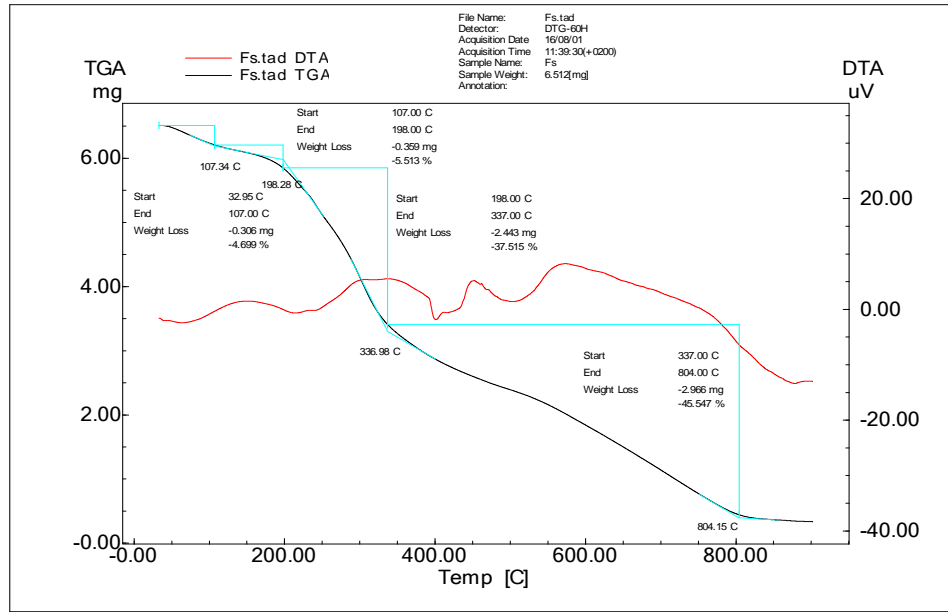


Figure 2. Mass losses of biosorbent against heat treatment with TGA-DTA data
Şekil 2. Biyosorbentin TGA-DTA verileri ile ısıl işlem karşısında kütle kayıpları

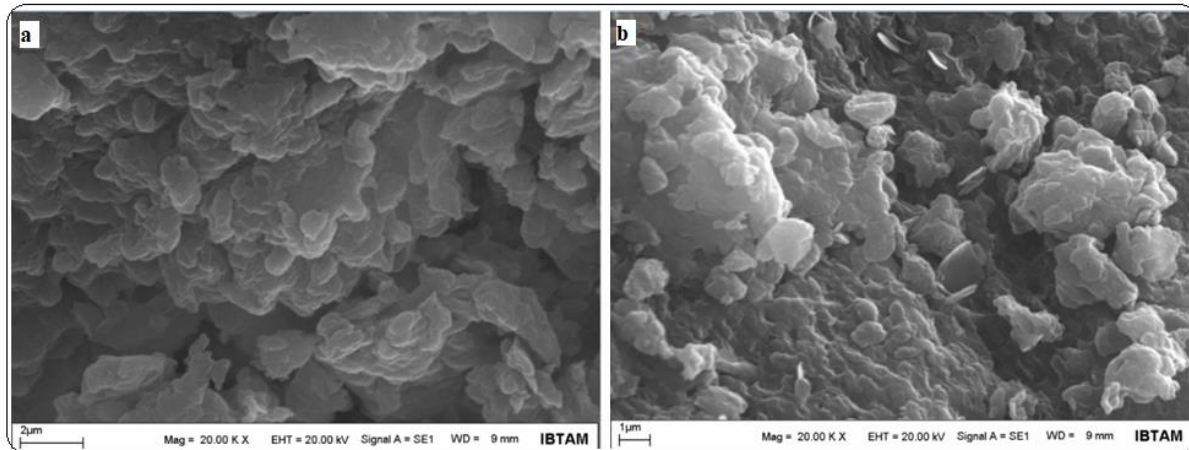


Figure 3. SEM micrograph images of the biosorbent, (a) before metal interaction and (b) after metal interaction
Şekil 3. Biyosorbentin SEM görüntüleri, (a) metal etkileşiminden önceki ve (b) metal ile etkileşiminden sonra ki mikrografisi

$$Q_e = Q_{max} \frac{bC_e}{1+bC_e} \quad (3)$$

When equality is established;

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{Q_{max}b} + \frac{1}{Q_{max}} C_e \quad (4)$$

Q_e (mg); the number of metal ions adsorbed on unit amount of adsorber, Q_{max} (mg); monolayer capacity, C_e (mg); concentration of the metal in the equilibrium solution, b (L); It represents the Langmuir adsorption equilibrium constant. In this equation, when C_e versus C_e/Q_e is plotted, Q_{max} is calculated from the slope of the line and b constant is calculated from the shift value.

The Freundlich equation:

The Freundlich equation shows that there is a direct proportionality between the metal concentration in the solution and the adsorbent surface. As the metal concentration increases, the adsorbed concentration also increases. This experimental equation is based on multilayer adsorption on a heterogeneous surface. Although the Freundlich isotherm is widely used, it cannot provide sufficient information for monolayer adsorption capacity, unlike the Langmuir model. The Freundlich equation (Wu et al., 2020) is expressed as:

$$\log q_e = (\log k) + \frac{1}{n} \log C_e \quad (5)$$

q_e : the number of metal ions adsorbed on the unit

amount of adsorbent, C_e : the concentration of the metal in the equilibrium solution, k : the adsorption capacity of the biomass, n : the effect of the concentration on the adsorption capacity.

Adsorption isotherm data with Langmuir and Freundlich equations are given in table 3 and figure 4.

Table 3. Freundlich and Langmuir constants for Pb(II) biosorption on biosorbent

Çizelge 3. Biyosorbent üzerinde Pb(II) biyosorpsiyonuna ilişkin Freundlich ve Langmuir sabitleri

T (K)	Freundlich constant			Langmuir constant		
	K_F (l/dak)	n	R^2	Q_m (mg/g)	B (l/mg)	R^2
298	14.25	3.36	0.778	33.67	1.151	0.9952
308	17.58	3.51	0.7878	38.46	1.699	0.9931
318	21.04	3.65	0.8082	42.92	2.354	0.9920

(K_F : Freundlich Constant (adsorption capacity L/g), Q_m : Langmuir constant maximum metal sorption (mmol/g); n : Freundlich Constant, b : Langmuir adsorption equilibrium constant (L/mmol), R^2 : Correlation coefficient.)

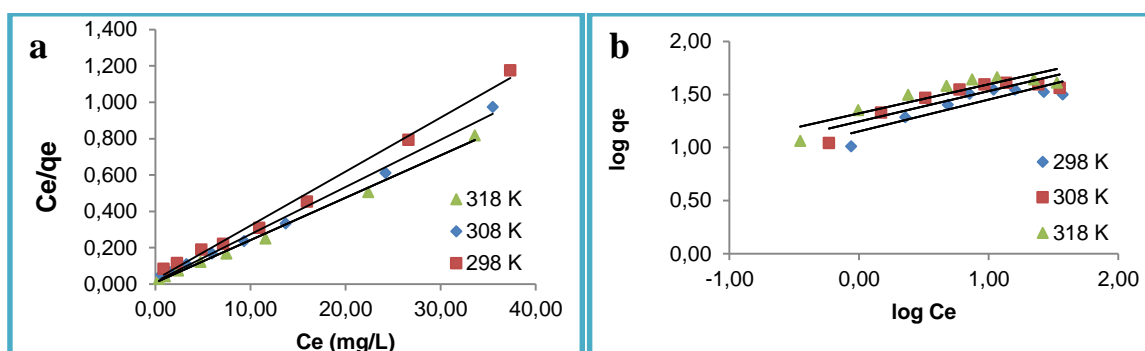


Figure 4. The biosorption isotherms of Pb(II) of the biosorbent at different temperatures a. Langmuir type, b. Freundlich type radiographs

Şekil 4. Biyosorbentin farklı sıcaklıklarda Pb(II)'nin biyosorpsiyon izotermelerinin a. Langmuir tipi, b. Freundlich tipi grafikleri

The magnitude of the R^2 values of the isotherms plotted using the experimental data of Pb(II) metal on the biosorbent in Table 1 shows that the isotherms are compatible with the Langmuir type (Wen et al., 2018). Monolayer biosorption capacities (Q_m) ranged from 32 to 44 mg/g depending on temperature. There is no significant difference between the monolayer biosorption capacity of the biosorbent. With the increase in temperature, the biosorption capacity also increased steadily (Ajmal et al., 2003).

Biosorption Kinetics

The biosorption kinetics of Pb(II) was evaluated using two kinetic models. These are Pseudo-First Order and Pseudo-Second Order kinetic models. The kinetic models determine how the constant uptake rate of the adsorbent affects the residence time at the solid and solution interface (Zu et al., 2020).

Pseudo-First Order kinetic model equation:

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - k_1/2.303 t \quad (6)$$

q_e and q_t ; the number of metal ions adsorbed at equilibrium and time t (mg/g), k_1 ; stands for pseudo-first-order adsorption rate constant (min^{-1}) (Yang et al., 2014).

Pseudo-second degree kinetic model equation:

$$dq/dt = k_2(q_e - q_t)^2 \quad (7)$$

q_e and q_t ; the amount of metal ions adsorbed at equilibrium and time t (mg/g), k_2 ; is expressed as the pseudo-second degree adsorption rate constant (g/mg min) (Zhang et al., 2013).

To explain the biosorption mechanism, the kinetic data of Pb(II) metal ion removal was modelled. From the experimental data fixed by linear regression analysis in equations 6 and 7, pseudo-first-order coefficients of determination and pseudo-second-order kinetic models were evaluated. All parameters related to both kinetic models are indicated in Table 4 and shown in Figures 5 (a, b). When the correlation coefficients (R^2) from each kinetic model are compared, it is seen that they fit the pseudo-second kinetic model. (Zendehdel et al., 2019).

Activation Energy and Thermodynamic Parameters in Biosorption

Since the best kinetic model for the biosorption of Pb(II) on Fs was determined as the pseudo-second-order kinetic model, the k_2 rate constants in the Arrhenius equation were applied to calculate the activation energy of the adsorption process. Arrhenius equation is given below: (Baran and Duz, 2019).

$$\ln k = \ln A_0 - E_a/RT \quad (8)$$

Table 4. Biosorption kinetics of Pb(II) at different temperatures Pseudo-First and Pseudo-Second order rate constants

Çizelge 4. Farklı sıcaklıklarda Pb(II)'nin biyosorpsiyon kinetiği Pseudo-First ve Pseudo -Second merteye hız sabitleri

Temperature (°C)	Pseudo-First order constant			Pseudo-Second order constant		
	K _{pf} (1/dak)	q _e (mg/g)	R ²	K _{ps} (g/mgdak)	q _e (mg/g)	R ²
25	0.0309	5.6247	0.9526	0.0221	22.1239	0.9948
35	0.0474	3.6966	0.9825	0.0362	23.6407	0.9960
45	0.0859	3.2107	0.9476	0.0520	24.5098	0.9977

(K_{pf}: Pseudo-first order constant, K_{ps}: Pseudo-second order constant, q_e: The number of metal ions adsorbed on 1 g of adsorbent at equilibrium, R²: Correlation coefficient)

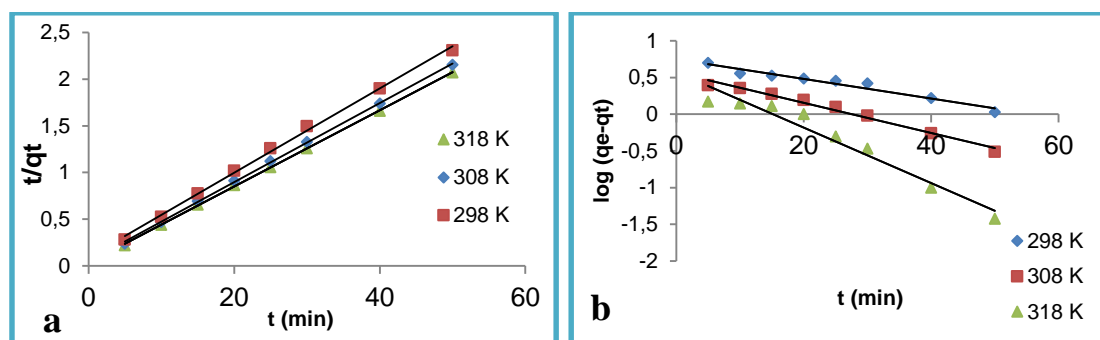


Figure 5. Biosorption kinetics of Pb(II) of the biosorbent at different temperatures a. Pseudo-second order b. Pseudo-first order graphs

Şekil 5. Biyosorbentin farklı sıcaklıklarda Pb(II)'nin biyosorpsiyon kinetiği a. Yalacı-ikinci merteye b. Yalacı-birinci merteye merteye grafikleri

In the equation, k; the value of the rate constant calculated from the kinetic model with which the biosorption is compatible, E_a; Biosorption activation energy (J/mol), A₀; Arrhenius constant, R; Ideal gas constant (8.314 J/mol.K), T; It represents temperature

(Kelvin).

The activation energy of Pb(II) biosorption was found to be 33.70 (table 5). Results with activation energy (E_a) of between 5 and 50 kJ/mol are considered physical adsorption (Deniz and Saygideger, 2010).

Table 5. Activation energy (E_a) values in biosorption of Pb(II) at different temperatures

Çizelge 5. Farklı sıcaklıklarda Pb(II)'nin biyosorpsiyonunda aktivasyon enerjisi (E_a) değerleri.

T (K)	1/T	k _{ps}	lnk _{ps}	E _a (kJ/mol)
298	3.36×10 ⁻³	0.0221	-3.8106	33.70
308	3.25×10 ⁻³	0.0362	-3.3202	
318	3.14×10 ⁻³	0.0520	-2.9561	

The thermodynamic parameters, which are functions of temperature under constant pressure (1atm) and differ with increasing temperature, are calculated from the following equations:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_d \quad (9)$$

In the equality; K_d, equilibrium constant, C_a; the amount of metal ion adsorption at equilibrium (mol/L), C_s; expressed as the amount remaining in solution at equilibrium (mol/L) (Deniz and Saygideger, 2010).

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \quad (10)$$

$$\ln K_d = (\Delta S^\circ)/R - (\Delta H^\circ)/RT \quad (11)$$

In equations; ΔH[°], ΔS[°], and ΔG[°] represent standard enthalpy, entropy, and free energy changes, respectively (Biswas et al., 2020). Thermodynamic parameters obtained for the removal of Pb(II) with Fs

biomass are given in Table 6. In addition, the negative value of ΔG indicates that the biosorption process

It is an indication that it happens spontaneously. The positive value of ΔS[°] is a value indicating an increase in disorder at the solid-liquid interface during biosorption. As a result, the positive ΔH[°] indicated that the biosorption process was endothermic (Ajmal et al., 2003; Subramani et al., 2019).

Effect of Biosorbent Dose and Time on Biosorption

The effect of increasing the amount of biosorbent in Pb(II) solution with an initial concentration of 10 mg/L on metal biosorption was investigated. It was observed that increasing the amount of biosorbent caused a decrease in the equilibrium concentration. The use of biosorbent in high concentrations causes a decrease in

the surface area effective for biosorption due to agglomeration in parts (Mousavi et al., 2019) (Figure 6(a)). The interaction time in biosorption is an important parameter in adsorbing Pb (II) ions by

biosorbent. As seen in Figure 6(b), Pb(II) ions were adsorbed by the biosorbent very quickly in a short time. Prolongation of time slowed down the biosorption reaction (Herald et al., 2018).

Table 6. Thermodynamic parameters of biosorption of Pb(II).

Çizelge 6. Pb(II)'nin biyosorpsiyonunun termodinamik parametreleri.

T(K)	1/T	Inb	ΔG° (kJ/mol)	ΔH° (kJ/mol)	ΔS° (j/molK)
298	3.36×10 ⁻³	0.141	-0.568		
308	3.25×10 ⁻³	0.530	-1.527	28.18	95.82
318	3.14×10 ⁻³	0.856	-2.485		

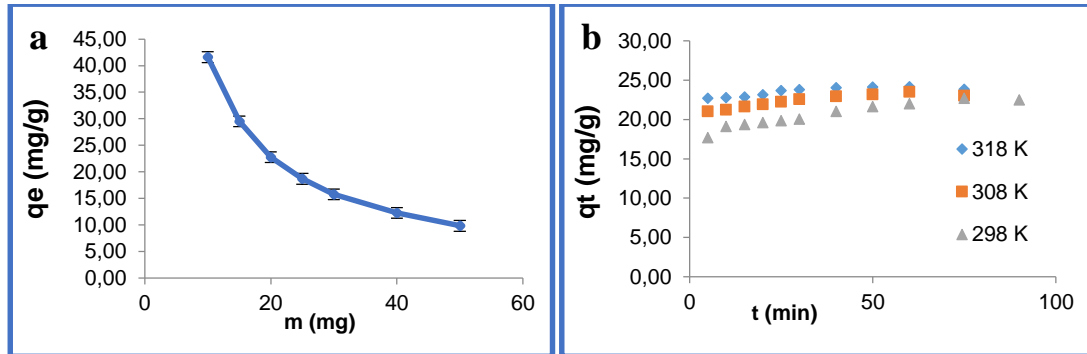


Figure 6. a. Effect of adsorbent dose on Pb(II) biosorption at 25 °C b. Effect of time on the biosorption of Pb(II) by Fs biosorbent at different temperatures

Şekil 6. a. 25 °C'de Pb(II) biyosorpsiyonuna adsorbent dozu etkisi b. biyosorbentin farklı sıcaklıklarda Pb(II)'nin biyosorpsiyona zamanın etkisi.

Effect of pH on Biosorption

The effect of pH on the adsorption of Pb(II) metal ion on biomass was investigated in the range of 1.0-10.0 and adsorption capacities were calculated accordingly. As can be seen in Figure 7, the pH factor is an important parameter that affects the adsorption behaviour. It was observed that the highest capacity occurred at pH 5.5. In addition, pH affects the solubility of the metal and the functionality of the microbial sorbent surface (Pugazhendhi et al., 2018; Sabri et al., 2018).

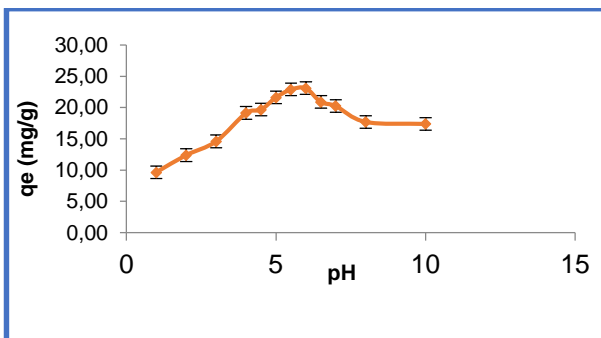


Figure 7. pH effect on biosorption

Şekil 7. Biyosorbsiyona pH'nin etkisi.

Desorption of Biosorbent

Metal recovery after biosorption is important in evaluating the efficacy and reusability of the biosorbent. In the recovery of Pb(II) metal ion adsorbed

on the biosorbent as a result of biosorption, 0.01, 0.05 and 0.10 concentrations of HCl and HNO₃ solutions were applied and the most effective result was 0.10 NHO₃ solution with 98.6% lead recovery. (Table 7 and Figure 8).

Table 7. Desorption of Pb (II) metal ion adsorbed in biosorbent with HCl and HNO₃ (T=25 °C, Co=5 ppm, rpm=150 rpm, t=60 min and m=25 mg)

Çizelge7. Biyosorbentin HCl ve HNO₃ ile desorpsiyonu (T=25 °C, Co=5 ppm, hız=150 rpm, t=60 dak ve m=25 mg)

	Solution Concentration (mol/L)	% Desorption Efficiency
HCl	0.01	64.8±0.14
	0.05	75.9±0.19
	0.10	91.3±0.12
HNO ₃	0.01	68.7±0.09
	0.05	79.4±0.28
	0.10	98.6±0.15

N=3, 95% confidence interval

In a study by Bangaraiah et al., they reported 75% heavy metal removal in a study using biomass. In another similar study, Hoyle-Gardner et al. reported that it has a metal recovery capacity of about 89% in lead biosorption. In conclusion, *Bacillus licheniformis* sp. The bacteria used in this study proved to be good adsorbents in metal removal in aqueous solutions. Biosorption conditions; Metal removal can be improved

with parameters such as temperature, time, pH, amount of biosorbent and time. It shows that bacteria can be used effectively for Pb(II) removal from aqueous solutions and wastewater when appropriate

experimental conditions are provided.

The studies carried out to remove Pb(II) metal ions from water by biosorption are given in Table 8.

Table 8. Biosorption studies for the removal of Pb(II) metal ions in water.

Çizelge 8. Pb (II) metal iyonunun sulara giderimi için yapılan biyosorbsiyon çalışmaları.

Biosorbent	Biosorbent Amount (g)	pH	T (°C)	Time (Hour)	% Removal	References
<i>Talaromyces islandicus</i>	4.56	5	30	2	90	(Sharma et al., 2020)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0.02	7	25	0.66	85	(Sabri et al., 2018)
Algae (Mixed culture)	5.52	6	30	1.1	95.43	(Mousavi et al., 2019)
<i>Ralstonia solanacearum</i>	0.1	6	35	12	90	(Pugazhendhi et al., 2018)
<i>Sargassum muticum</i>	0.3	5	20	0.5	96	(Hannachi and Hafidh, 2020)
<i>B. licheniformis</i>	0.7	6	30	12	98	(Wen et al., 2018)
<i>B. licheniformis sp.</i> This study	0.25	5.5	25	1	98.4	-

CONCLUSIONS

Since heavy metals are toxic, they are undesirable for ecological balance and living things. The most important of these is water pollution. Many methods are applied for metal removal in water. One of these methods is the biosorption method. In the study, bacterial biomass and lead biosorption in aqueous solutions was studied. In the study, Pb(II) metal ion, which has a toxic effect even at low concentrations, was detected in *B. licheniformis sp.* and was effectively removed with its biomass. The FT-IR, TGA-DTA, and SEM data were used to determine the characterization of the biosorbent. At the same time, factors affecting biosorption such as biosorbent dose, biosorption kinetics and isotherm, temperature, pH, and time were investigated. It was determined that *B. licheniformis sp.* biosorbent removed Pb(II) ions significantly rapidly with an adsorption capacity of 42.92. The biosorption method applied in the study has the advantage of being an environmentally friendly, economical and easy to apply process. In addition, the fact that the bacterial biomass (Fs) used is resistant to extreme conditions and there is no risk of pathogenicity provides a great advantage. Adsorption capacity can be increased by improving the factors affecting biosorption and changing the optimization conditions. In addition, the reproducibility of the used biomass was proven by desorption.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Dicle University Scientific Research Coordinator (DÜBAP) for financially supporting my doctoral project (FEN.15.018).

Contribution of the Authors as Summary

The contribution of the authors is equal

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest

REFERENCES

- Abedinzadeh M, Etesami H, Ali H, Sha S 2020. Combined use of municipal solid waste biochar and bacterial biosorbent synergistically decreases Cd(II) and Pb(II) concentration in edible tissue of forage maize irrigated with heavy metal-spiked water. *Heliyon* 6(8): 1–14.
- Ajmal M, Ali R, Rao K, Anwar S, Ahmad J, Ahmad R 2003. Adsorption studies on rice husk : removal and recovery of Cd (II) from wastewater. *Bioresource Technology* 86: 147–149.
- Amirah N, Zahri M, Nurul S, Jamil A, Chuah L, Jia S, Choong T, Yaw S, Nourouzi M, Salimah N, et al. 2017. Journal of Water Process Engineering Equilibrium and kinetic behaviour on cadmium and lead removal by using synthetic polymer. *Journal of Water Process Engineering* 17: 277–289.
- Ayucitra A, Gunarto C, Kurniawan V, Hartono SB 2017. Preparation and characterisation of biosorbent from local robusta spent coffee grounds for heavy metal adsorption. *Chemical Engineering Transactions* 56(2010): 1441–1446.
- Bakalár T, Búgel M, Gajdošová L 2009. Heavy metal removal using reverse osmosis. *Acta Montanistica Slovaca* 14(3): 250–253.
- Bangaraiah, P., Peele, K.A., Venkateswarulu, T.C. 2021. Removal of lead from aqueous solution using chemically modified green algae as biosorbent:

- optimization and kinetics study. *International Journal of Environmental Science and Technology* 18, 317–326.
- Baran MF, Duz MZ 2019. Removal of cadmium (II) in the aqueous solutions by biosorption of *Bacillus licheniformis* isolated from soil in the area of Tigris River. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 1–16. doi:10.1080/03067319.2019.1669583.
- Biswas JK, Banerjee A, Sarkar B, Sarkar D 2020. Exploration of an Extracellular Polymeric Substance from Earthworm Gut Bacterium (*Bacillus licheniformis*) for Bioflocculation and Heavy Metal Removal Potential. *Applied Sciences* 10(349): 1–15.
- Chellaiah ER 2018. Cadmium (heavy metals) bioremediation by *Pseudomonas aeruginosa*: a minireview. *Applied Water Science* 8(6): 1–10.
- Dąbrowski A, Hubicki Z, Podkościelny P, Robens E 2004. Selective removal of the heavy metal ions from waters and industrial wastewaters by ion-exchange method. *Chemosphere* 56(2): 91–106.
- Dahaghin Z, Mousavi HZ, Sajjadi SM 2017. A novel magnetic ion-imprinted polymer as a selective magnetic solid-phase for separation of trace lead(II) ions from agricultural products, and optimization using a Box–Behnken design. *Food Chemistry* 237: 275–281.
- Deniz F, Saygideger SD 2010. Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies of Acid Orange 52 dye biosorption by *Paulownia tomentosa* Steud. leaf powder as a low-cost natural biosorbent. *Bioresource Technology* 101(14): 5137–5143.
- Eltarahony M, Zaki S, Abd-el-haleem D 2020. Aerobic and anaerobic removal of lead and mercury via calcium carbonate precipitation mediated by statistically optimized nitrate reductases. *Scientific Reports* 10: 1–20.
- Fillipi BR, Scamehorn JF, Christian SD, Taylor RW 1998. A comparative economic analysis of copper removal from water by ligand-modified micellar-enhanced ultrafiltration and by conventional solvent extraction. *Journal of Membrane Science* 145(1): 27–44.
- Hannachi Y, Hafidh A 2020. Biosorption potential of *Sargassum muticum* algal biomass for methylene blue and lead removal from aqueous medium. *International Journal of Environmental Science and Technology* 17(9): 3875–3890.
- Herald E, Lestari WW, Permatasari D, Arimurti DD 2018. Biosorbent from tomato waste and apple juice residue for lead removal. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 6(1): 1201–1208.
- Hoyle-Gardner, J., Jones, W., Badisa, V.L.D., Mwashote, B., Ibeanusi, V., Gaines, T., Lowenthal, H., Tucker, L., 2021. Lead metal biosorption and isotherms studies by metal-resistant *Bacillus* strain MRS-2 bacterium. *Journal of Basic Microbiology* 61: 697–708.
- Huang J, Huang A, Lu L, Jiang W, Zhang D, Wu Q, Li P, Zhong X 2020. Improving the yield of *Anoectochilus roxburghii* by *Bacillus licheniformis* cultured in *Agaricus bisporus* industrial wastewater. *Electronic Journal of Biotechnology* 48: 13–22.
- Kariuki Z, Kiptoo J, Onyancha D 2017. Biosorption studies of lead and copper using rogers mushroom biomass '*Lepiota hystrix*'. *South African Journal of Chemical Engineering* 23: 62–70.
- Keshvardoostchokami M, Babaei L, Zamani AA, Parizanganeh AH 2017. Synthesized chitosan/iron oxide nanocomposite and shrimp shell in the removal of nickel, cadmium and lead from aqueous solution. *Global Journal of Environmental Science and Management* 3(3): 267–278.
- Khameneh SKES, Moharreri MHHMM 2020. A modified ionic liquid clay to remove heavy metals from water: investigating its catalytic activity. *International Journal of Environmental Science and Technology* 17(4): 2043–2058.
- Kouli M, Banis G, Savvidou MG, Ferraro A, Hristoforou E 2020. A Study on Magnetic Removal of Hexavalent Chromium from Aqueous Solutions Using Magnetite/Zeolite-X Composite Particles as Adsorbing Material. *International Journal of Molecular Sciences* 21: 1–19.
- Lennete EH, Ballows A, Hausler JWJ, Shadomy JH 1985. *Manual of Clinical Microbiology*. Vol 4, USA, 1149sy.
- Lu Y, Wilkins E 1996. Heavy metal removal by caustic-treated yeast immobilized in alginate. *Journal of Hazardous Materials* 49(2–3): 165–179.
- Maranescu B, Lupa L, Visa A 2019. Synthesis, characterization and rare earth elements adsorption properties of phosphonate metal-organic frameworks. *Applied Surface Science* 481(11): 83–91.
- Masoumi A, Ghaemy M 2014. Removal of metal ions from water using nano hydrogel tragacanth gum-g-polyamidoxime: Isotherm and kinetic study. *Carbohydrate Polymers* 108: 206–215.
- Mattenberger H, Fraissler G, Brunner T, Herk P, Hermann L, Obernberger I 2008. Sewage sludge ash to phosphorus fertiliser: Variables influencing heavy metal removal during thermochemical treatment. *Waste Management* 28(12): 2709–2722.
- Morcali MH, Baysal A 2019. The miniaturised process for lead removal from water samples using novel bioconjugated sorbents. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 99(14): 1397–1414.
- Mousavi SA, Almasi A, Navazeshkh F, Falahi F 2019. Biosorption of lead from aqueous solutions by algae biomass: Optimization and modelling. *Desalination and Water Treatment* 148: 229–237.

- Mwandira W, Nakashima K, Togo Y, Sato T, Kawasaki S 2020. Cellulose-metallothionein biosorbent for removal of Pb(II) and Zn(II) from polluted water. *Chemosphere* 246: 125733.
- Nasab SG, Teimouri A, Hemmasi M, Jafari Z 2020. Removal of Cd (II) ions from aqueous solutions by nanodiopside as a novel and green adsorbent: Optimisation by response surface methodology. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 1–22. doi:10.1080/03067319. 2019. 1699917.
- Nazarzadeh E, Mansour M, Kasirian N 2018. Development of effective nano-biosorbent based on poly m- phenylenediamine grafted dextrin for removal of Pb (II) and methylene blue from water. *Carbohydrate Polymers* 201: 539–548.
- Nazmara S, Oskoei V, Zahedi A, Rezanasab M, Fallahizadeh S, Vahidi-kolur R 2020. Removal of humic acid from aqueous solutions using ultraviolet irradiation coupled with hydrogen peroxide and zinc oxide nanoparticles. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 00(00): 1–15.
- Pugazhendhi A, Boovaragamoorthy GM, Ranganathan K, Naushad M, Kaliannan T 2018. New insight into effective biosorption of lead from aqueous solution using *Ralstonia solanacearum*: Characterization and mechanism studies. *Journal of Cleaner Production* 174: 1234–1239.
- Qin H, Hu T, Zhai Y, Lu N, Aliyeva J 2020. The improved methods of heavy metals removal by biosorbents: A. *Environmental Pollution* 258: 113777.
- Rangabhashiyam S, Balasubramanian P 2019. Characteristics, performances, equilibrium and kinetic modelling aspects of heavy metal removal using algae. *Bioresource Technology Reports* 5: 261–279.
- Reith J, Mayer C 2011. Peptidoglycan turnover and recycling in Gram-positive bacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology* 92: 1–11.
- Sabri MA, Ibrahim TH, Khamis MI, Al-Asheh S, Hassan MF 2018. Use of *Eucalyptus camaldulensis* as Biosorbent for Lead Removal from Aqueous Solution. *International Journal of Environmental Research* 12(4): 513–529.
- Samarth DP, Chandekar CJ, Kaustubh R 2012. Biosorption of Heavy Metals from Aqueous Solution using *Bacillus licheniformis* Introduction: *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology* 10(2): 12–19.
- Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Holt JG 1986. *Bergey's manual of systematic bacteriology* 2. Williams and Wilkins, Baltimore, 1104sy.
- Sharma R, Talukdar D, Bhardwaj S, Jaglan S, Kumar R, Kumar R, Akhtar MS, Beniwal V, Umar A 2020. Bioremediation potential of novel fungal species isolated from wastewater for the removal of lead from liquid medium. *Environmental Technology and Innovation* 18: 100757.
- Shokoohi R, Salari M, Molla M, Ghiasian SA, Faradmal J, Faraji H 2020. The sorption of cationic and anionic heavy metal species on the biosorbent of *Aspergillus terreus*: Isotherm, kinetics studies. *Environmental Progress Sustainable Energy* 39(2): 1–9.
- Su Y, Zhao Y, Zhang W, Chen G, Qin H, Qiao D, Chen Y, Cao Y 2020. Removal of mercury (II), lead (II) and cadmium (II) from aqueous solutions using *Rhodobacter sphaeroides* SC01. *Chemosphere* 243: 125166.
- Subramani BS, Shrihari S, Manu B, Babunarayan KS 2019. Evaluation of pyrolyzed areca husk as a potential adsorbent for the removal of Fe 2 + ions from aqueous solutions. *Journal of Environmental Management* 246(June): 345–354.
- Syed S, Chinthala P 2015. Heavy Metal Detoxification by Different *Bacillus* Species Isolated from Solar Salterns. *Scientifica* 2015: 1–8.
- Taleb A, Kumar R, Al-rashdi AA, Seliem MK, Barakat MA 2020. Fabrication of SiO₂/CuFe₂O₄/ polyaniline composite: A highly efficient adsorbent for heavy metals removal from the aquatic environment. *Arabian Journal of Chemistry* 13(10): 7533–7543.
- Tocheva EI, López-Garrido J, Hughes HV, Fredlund J, Kuru E, Vannieuwenhze MS, Brun Y V, Pogliano K, Jensen GJ 2013. Peptidoglycan transformations during *Bacillus subtilis* sporulation. *Molecular Microbiology* (2013) 88(4): 673–686.
- Turkyilmaz A, Sevik H, Cetin M, Ahmaida Saleh EA 2018. Changes in heavy metal accumulation depend on traffic density in some landscape plants. *Polish Journal of Environmental Studies* 27(5): 2277–2284.
- Verma A, Singh A, Bishnoi NR, Gupta A 2013. Biosorption of Cu (II) using free and immobilized biomass of *Penicillium citrinum*. *Ecological Engineering* 61: 486–490.
- Wen X, Du C, Zeng G, Huang D, Zhang J, Yin L, Tan S, Huang L, Chen H, Yu G 2018. A novel biosorbent prepared by immobilized *Bacillus licheniformis* for lead removal from wastewater. *Chemosphere* 200: 173–179.
- Wu Z, Chen X, Yuan B, Fu M 2020. *Chemosphere* A facile foaming-polymerization strategy to prepare 3D MnO₂ modified biochar-based porous hydrogels for efficient removal of Cd (II) and Pb (II). *Chemosphere* 239: 124745.
- Yang G, Tang L, Lei X, Zeng G, Cai Y, Wei X 2014. *Applied Surface Science* Cd (II) removal from aqueous solution by adsorption on -ketoglutaric acid-modified magnetic chitosan. *Applied Surface Science* 292: 710–716.
- Zahra N 2012. Lead Removal from Water by Low-Cost Adsorbents: A Review. *Pakistan Journal Analytical Environmental Chemistry* 13(1): 1–8.

- Zendehdel M, Ramezani M, Shoshtari-yeganeh B, Salmani A 2019. Simultaneous removal of Pb (II), Cd (II) and bacteria from aqueous solution using amino-functionalized Fe_3O_4 / NaP zeolite nanocomposite Simultaneous removal of Pb (II), Cd (II) and bacteria from aqueous solution using. *Environmental Technology* 40(28): 3689–3704.
- Zhang B, Fan R, Bai Z, Wang S 2013. Biosorption characteristics of *Bacillus gibsonii* S-2 waste biomass for removal of lead (II) from aqueous solution. *Environmental Science and Pollution Research* 20: 1367–1373.
- Zu S, Ahmad N, Norharyati W, Salleh W, Yusof N, Yusop ZM, Hamdan R, Awang NA, Ismail NH 2020. Pb (II) removal and its adsorption from aqueous solution using zinc oxide/graphene oxide composite. *Chemical Engineering Communications* 208(5): 646-660.

Investigation of Radioactivity Concentration in Olive Oil

Tahsin ÖZER^{1*}, Tezcan CANIK², Ali İhsan ÖZTÜRK³

¹Osmaniye Korkut Ata University Bahçe Vocational School Bahçe, Osmaniye, Türkiye, ^{2,3}Osmaniye Korkut Ata University, Faculty of Science and Letters, Department of Chemistry Osmaniye, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-0344-7118>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4266-0333>, ³<https://orcid.org/0000-0002-3912-0670>

✉: tahsinozer@osmaniye.edu.tr

ABSTRACT

It is obvious that healthy eating will only be with healthy foodstuffs, and the foods consumed can affect social life and religious life in addition to physical and mental health. The concentration of radioactivity that may be in basic foodstuffs such as oil can increase the dose rate taken with food. In the study, no measurable U-238, Ra-226, Th-232, K-40, Cs-137 and Cs-134 concentrations were found in olive oils obtained from olives grown in Osmaniye, Düziçi and Erzin regions. The absence of measurable radionuclide concentrations in olive oils is a positive result. It is a desirable property that the olive oil that people consume as food is clean and does not contain radioactivity.

Food Sciences

Research Article

Article History

Received : 31.03.2021

Accepted : 16.07.2021

Keywords

Olive oil
Radioactivity
Osmaniye

Zeytinyağında Radyoaktivite Konsantrasyonunun İncelenmesi

ÖZET

Sağlıklı beslenmenin, ancak sağlıklı gıda maddeleri ile olacağı aşikar olup tüketilen gıdalar, beden ve ruh sağlığının yanında, sosyal hayatı ve dini yaşamı etkileyebilmektedir. Yağ gibi temel gıda maddelerinde olabilecek radyoaktivite konsantrasyonu, besinler ile alınan doz oranını artırabilir. Yapılan çalışmada Osmaniye, Düziçi ve Erzin bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında, ölçülebilir U-238, Ra-226, Th-232, K-40, Cs-137 ve Cs-134 konsantrasyonuna rastlanılmadı. Zeytin yağlarında ölçülebilir radyonüklid konsantrasyonuna rastlanılmaması olumlu bir sonuçtur. İnsanların gıda olarak tükettiği zeytinyağının temiz ve radyoaktiviteden arı olması istenen bir özelliktir.

Gıda Bilimi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 31.03.2021

Kabul Tarihi : 16.07.2021

Anahtar Kelimeler

Zeytinyağı
Radyoaktivite
Osmaniye

To Cite: Özer T, Canik T, Öztürk AI 2022. Investigation of Radioactivity Concentration in Olive Oil. KSU J. Agric Nat 25 (4): 859-863. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.906850>.

Atf İçin: Özer T, Canik T, Öztürk AI 2022. Zeytinyağında Radyoaktivite Konsantrasyonunun İncelenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 859-863. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.906850>.

INTRODUCTION

Living things need nutrients to survive. Although plants produce the nutrients they need, humans cannot. They take it ready from the outside. Foods taken can affect an individual's physical and mental health, even his social life and personality (Kahraman, 2012). In this regard, the content of the foods taken is very important. In daily life, basic foodstuffs such as flour and oil form the basis of other foods. More or less fat is used in the preparation of almost every food. Oils can be of vegetable or animal origin.

Olive is the fruit of the 'Olea europaea' tree from the 'Oleaceae' family. The homeland of olive, a typical Mediterranean plant, is Anatolia. Over time, it spread to Greece, Italy, Africa, Spain, France and America. Today, it is cultivated between 25-45 north and 15-35

south latitudes (Öztürk, Yılmaz and Özer, 2020). The olive tree blooms in March-May. Olive fruits reach the size of hazelnuts in mid-August. The color of the olive fruit is green at first and turns black as it ripens. The ripening of olive fruits can be followed with the color change in the fruits. As the ripening increases in olive fruits, the oil content in the fruits also increases. When there is no green fruit left on the tree, the oil content reaches the highest level (Menduh, 2015). Olive oil is obtained from olive fruits by physical methods such as pressing, centrifugation and filtration. The color of the oil can vary from clear green to yellow. The oil has a unique smell and taste (Öztürk, Yılmaz and Özer, 2020). Since olive oil is produced from olive fruits without chemical processing, it can be consumed like fruit juice. In addition, it ranks first among vegetable oils in terms of prefer ability (Canik, 2020).

Olive oil is defined as a physically obtainable, clear yellow colored, natural consumable product with a pleasant smell and taste. 98% of olive oil is free fatty acids and glycerides (major components), 2% is phenolic compounds, sterols, sequalene, triterpenes form pigments (minor components). Approximately 98% of the chemical composition of olive oil consists of saponifiable substances and 2% of non-saponifiable substances. Unsaponifiable (sterol, phenols, pigment, flavonoid, volatile components etc.) substances give flavor to olive oil. Since the minor components in olives differ according to the species, there are also differences in olive oil quality. There are many factors that affect the quality of olive oil. The quality of olive oil may vary depending on factors such as the type of olive tree, growing conditions (climatic conditions of the region where it grows, precipitation, agricultural activities), harvesting, storage and processing of the olive fruit (Canik, 2020).

Radionuclides in the air, soil and water where the plant is located can pass to humans by means of plants and animals. The transition of radionuclides from soil to plant can vary considerably according to soil and plant types (Karahana, 1997). The reason for this difference is the soil's clay and organic matter content, pH and cation exchange capacity. The high clay content in the soil provides retention of cesium, reducing its uptake by the roots (Karataşlı and Özer, 2017). In the literature review, it was seen that studies were conducted to determine natural radionuclides in soil, water and food. Distribution of terrestrial radio nuclides in surface soil samples in Osmaniye province and its surrounding (Ugur *et al.*, 2013), measurement of environmental gamma radiation in Osmaniye (Özer *et al.*, 2018), radiation activity of peanuts grown in Osmaniye (Karataşlı and Özer, 2017), from Osmaniye Heavy metal and basic elements found in the collected peanut samples (Kurnaz *et al.*, 2018) and the nutritional content of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) grown in Adana province (Turfan *et al.*, 2018) were investigate. We could not find a study on determining the radioactivity of olive oil from the literature review. Considering the olive and olive growing potential of the region, it is aimed to contribute to the literature in determining the radioactivity of olive oil.

MATERIALS and METHODS

Olive oil samples used in radioactivity measurements were obtained from olives produced in Osmaniye Korkut Ata University central campus, Düziçi Vocational School campus and in the garden of farmers in Erzin district of Hatay province in 2019. Three olive oil samples from each region were taken directly from the producer. Olive oils were kept in closed glass containers covered with aluminum foil in places that do not receive sunlight until the

measurement and analysis. Before sending the oils in these containers to the laboratory for radioactivity analysis, approximately 400 g of each sample was placed in plastic containers and coded according to the location of the place where they were taken. Before the measurements were made, the samples were kept in suitable sample containers for one month under storage conditions in the laboratory for radioactive stability. Before the analysis, the energy and absolute efficiency calibration of the detector was made.

Area of Investigation:

Osmaniye in southern Turkey, in the Çukurova region, at the foot of the Amanos Mountains, 20 km from the Mediterranean Sea, is 121 m above sea level. It is an Anatolian city established between 35 52' and 36 42' Eastern Meridians, 36 57' and 37 45' northern parallels. On the west side of the city, the Adana plain has plains extending to the east. In the south are Amanos Mountains (Gâvur Mountains) extending from Iskenderun Bay to the east, Taurus Mountains in the north and northwest direction, Dumanlı, Düldül and Tırtıl Mountains in the east. Height increases from south to north and east. Most of the surface shapes are available in Osmaniye (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2019). The annual average temperature of the study area is Osmaniye 18.5, Düziçi 17.1 and Erzin (Hatay) 18.3 °C (Canik, 2020). 77% of Osmaniye agricultural land is located in the center and 5% is in Düziçi district. 76% of olive production is done in the center and 2% in Düziçi district (Canik, 2020). Many agricultural products, including peanuts, wheat and olives, are grown in the city (Karataşlı and Özer, 2017). The number of olive trees planted in Osmaniye province, the amount of olives and olive oil produced is given in Table 1.

According to the 2020 TUIK data, 32.30% of olive oil, 62.49% of the table olives produced in the Eastern Mediterranean, where the provinces of Hatay, Kahramanmaraş and Osmaniye are located, were produced in the province of Osmaniye. Of table olives produced in Turkey 6.18%, 3.87% of the olive oil production is realized in Osmaniye. In terms of the number of olive trees, 20.8% of the olive trees in the Eastern Mediterranean region and 2.7% of the olive trees in Turkey are located in Osmaniye (TUIK, 2020). Table 1 clearly shows that the yield rate of table olives and olive oil grown in Osmaniye is higher than that of the region and Turkey.

As can be seen from Figure 1, the province of Osmaniye is located in the Taurus belt, between the Yumurtalık Fault and the Amanos Mountains. Figure 1-b shows the simplified geology of Osmaniye and the generalized stratigraphic columns of the geological units in the vicinity of Osmaniye. The stratigraphy of the province of Osmaniye and its surrounding area

presents an accumulation extending from the lower Paleozoic to the upper Cretaceous, Eocene, Miocene and Plio-Quaternary. The Osmaniye region is one of the interesting aspects of the Taurus Mountains, as it has rock stratigraphic units representing all systems of the Cambrian-tertiary range. The stratigraphy of the province of Osmaniye and its surrounding area

presents units from the lower Paleozoic to the upper Cretaceous, Eocene and Plio-quaternary. The middle-upper Devonian age, which forms the lower level of the Paleozoic units, consists of coral limestone, sandstone and silt stone-shale. Carbonates and ophiolite complex are observed in the Mesozoic unit (Ugur *et al.*, 2013).

Table 1. Olives and olive oil produced throughout the Eastern Mediterranean region and Turkey (TUIK, 2020)
Çizelge 1. Doğu Akdeniz bölgesi ve Türkiye genelinde üretilen zeytin ve zeytinyağı

	Osmaniye (80)	Hatay, Osmaniye (TR63)	Kahramanmaraş, Turkey (TR)
Number of Table Fruiting Trees (Number)	2 017 223	5 380 986	50 469 104
Number of Fruit Trees for Olive Oil Production (Number)	1 871 894	13 292 399	108 912 926
Table Olive Number of Non-Fruiting Trees (Number)	480.604	1 386 213	9 337 984
The Number of Trees Without Fruit for Olive Oil Production (Number)	654 288	4 085 182	18 443 238
Table Olives Collective Fruit Orchards Area (decare)	77 186	229 381	2 334 583
Area of Collective Fruit Orchards for Olive Oil Production (decare)	83 074	605 481	6 536 185
Yield (Table Olive)	16	9	10
Yield (Olive Oil Production)	17	7	7
Table Olives Production Amount (Ton)	31 703	50 735	513 140
Production Amount for Olive Oil Production (Ton)	31 089	96 261	803 486

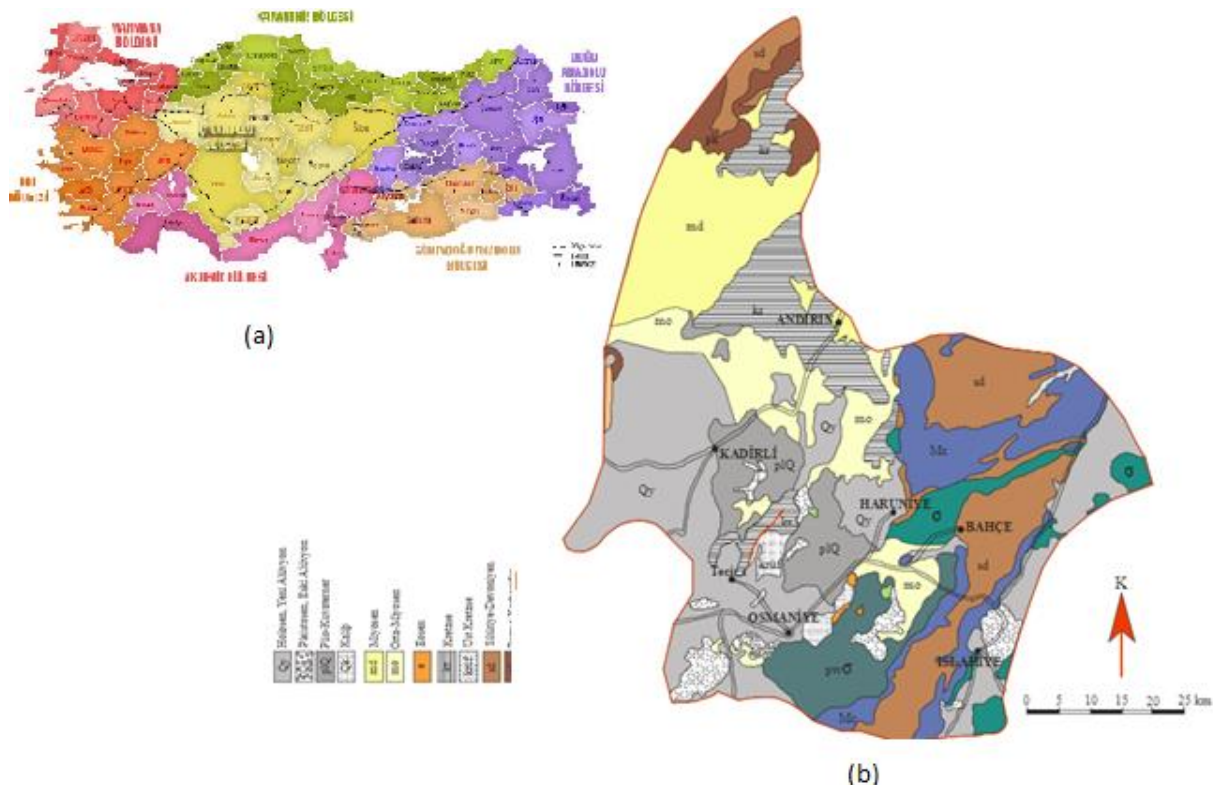


Figure 1. (a) Map of Turkey Provinces and Cities (Anonim1, 2021), (b) Osmaniye Province Geological Map (Karatashi ve Özer, 2017; Anonim2, 2021)

Şekil 1. (a) Türkiye Bölgeleri ve İller Haritası, (b) Osmaniye İli Jeoloji Haritası

FINDINGS and DISCUSSION

The radioactivity analyzes of U-238, Ra-226, Th-232, K-40, Cs-137 and Cs-134 were performed using

Gamma-Ray spectrometry analysis method in three olive oil samples taken from different parts of Osmaniye, Osmaniye Düziçi and Hatay Erzin regions. Measurements were made with Ortec GMX70P4-S

HPGe detector at Ankara University Nuclear Sciences Institute. The detector's efficiency percentage is set at 78.5%. Olive oil samples prepared were taken in Marinelli bottles. The radioactivity concentration unit was determined in Bq / kg. The amount and times of samples taken for analysis are given in Table 2.

Table 2 Mass and time values of olive oil samples used in radioactivity analysis

Çizelge 2. Radyoaktivite analizinde kullanılan zeytin-yağı örneklerinin kütle ve süre değerleri

Zone	Mass (g)	Duration (s)
Osmaniye	387.05	248 690
Düziçi	374.45	338 469
Erzin	372.77	259 099

Radioactivity concentration values of olive oil samples taken from three different regions of Osmaniye, Düziçi and Hatay Erzin were determined below the

Table 3 Activity concentrations in olive oil samples (Bq / kg)

Çizelge 3. Zeytinyağı örneklerinde aktivite konsantrasyonları (Bq/kg)

Sample Area		U-238	Ra-226	Th-232	K-40	Cs-137	Cs-134
Osmaniye	This work	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Osmaniye	This work	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Düziçi	This work	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Hatay Erzin	This work	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Osmaniye	Peanut ^a	--	7.6±1.0	3.2±1.0	289.6±5.5	<MDA	--
Düziçi	Peanut ^a	--	5.17±0.28	0.87±0.21	234.81±10.95	0.27±0.01	--
Rize Pazar	Blackberry ^b	--	5.17±0.28	0.87±0.21	234.81±10.95	0.27±0.01	--
Osmaniye	Soil ^c	10.4	--	12.2	243.4	--	--

^a (Karataşlı and Özer, 2017), ^b (KIRIŞ, 2019), ^c (Ugur *et al.*, 2013)

When Table 3 is examined, it is seen that the Th-232 activity concentration is 12.2 in the soil sample taken from Osmaniye and 3.2 Bq / kg in the peanut taken from Osmaniye-Düziçi, but less than 0.7 Bq / kg in olive oil. This situation is a normal and understandable result. We cannot expect a linear relationship for every radioisotope in the transition to olive oil. After all, the chemical behavior of U and Th and other elements are different. Therefore, it is extremely normal that the activity in olive oil and peanut is lower than the value in the soil where these plants are grown. When the literature is reviewed, it is seen that these discussions were made in tea samples after the Chernobyl nuclear accident, and even theses were prepared on this subject. For example, it has been determined that the activity of Cs-137, Cs-134 that passes into the tea according to the brewing conditions (time, temperature, etc.) of the tea and even the amount of potassium (K-40 activity) taken by the tea plant with the intention of fertilizer (nutrient) has been found to change. Demirel (1990) examined the transition of Cs-137 activity in the soil to wheat, barley, bean, lettuce, corn and grass plants in his doctoral thesis. In the study carried out, the

MDA criteria and at an acceptable level for health. The radioactivity results of the substances U-238, Ra-226, Th-232, K-40, Cs-137 and Cs-134 are given in Table 3. Measurable activity concentrations of radionuclides in olive oil samples were not found. Therefore, it was not necessary to calculate the annual effective dose in order to determine the radioactive risk value. In the literature study, no study was found to determine the radioactivity concentration of olive oil. However, studies to determine radioactivity concentrations on soil, water and peanuts have been carried out before in the study area. These studies are important in terms of giving an idea to the reader. Therefore, the concentration values in soil, peanut and black nuts are given in Table 3. The MDA shown in Table 3 represents the Minimum measurable activity value. MDA values for the device used in this study: 0.6 Bq / kg (Ra-226), 0.7 Bq / kg (Th-232), 0.35 Bq / kg (K-40), 0.1 Bq / kg. (Cs-137), 0.1 Bq / kg (Cs-134) and 1.7 Bq / kg (U-238).

East Black Sea region teas containing Cs-137 activity were given to the soil and it was observed that the Cs-137 activity was transferred to the plants between 0.041% and 1.057% in the measurements made on wheat, barley, corn, lettuce, beans and grasses grown in this soil (Demirel, 1990). The activity in the soil did not pass to the plants linearly, it varied from plant to plant. In this respect, the study is in accordance with the literature.

The most valuable aspect of this study is that the olive oil that people consume as food is clean and free from radioactivity. In addition, Cs-137 in peanuts is also very low and a good result that is desired to be under MDA.

CONCLUSION

Natural and artificial radioactivity in the regions where people live and in the environments where plants and animals are grown can adversely affect human health. Today show increased consumption of olive oil, studies towards recognition of olives and olive oil produced in Turkey has made it important to examine the radioactivity concentration. As a result

of the analysis, the radioactivity concentrations of U-238, Ra-226, Th-232, K-40, Cs-137 and Cs-134 in olive oil samples were determined to be lower than the MDA values. The fact that the radioactivity concentrations in the olive oil samples used in the study are below acceptable levels is seen as positive for the olive and olive oil production in the region.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by OKÜBAP (Scientific Research Projects Unit of Osmaniye Korkut Ata University) with the project number OKÜBAP-2019-PT3-007.

Researchers' Contribution Rate Statement Summary

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Conflict of Interest Statement

The article authors declare that there is no conflict of interest between them.

REFERENCES

- Anonim 2019. TC Osmaniye Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Osmaniye İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/osman-ye_2018_-cdr_son-20190828_111313.pdf (Date of Receipt: 13.03.2021).
- Anonim1 2021. Türkiye İller ve Bölgeler Haritası - Laf Sözlük. <https://www.lafsozluk.com/2011/04/turkiye-iller-ve-bolgeler-haritasi.html> (Accessed: 13 March 2021).
- Anonim2 2021. MTA Genel Müdürlüğü. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/500bas> (Accessed: 13 March 2021).
- Canik, T 2020. Investigation of the Quality of Olive Oils in Düziçi (Vocational School), Osmaniye Center (Karacaoğlan Campus) and Erzin Region. Osmaniye Korkut Ata University Institute of Science, Department of Chemistry, Master's Thesis, 64 p.
- Demirel, H 1990. Investigation Of The Transfer Of Cs-137 Activity From Soil To Wheat, Barley, Bean, Lettuce, Corn And Grass Plants. Gazi University Institute of Science Nuclear Engineering, Ph.D Thesis, 68 p.
- Kahraman, A 2012. The Method of Determine the Lawful (Halal) and the Prohibited (Haram) in Foodstuff. Cumhuriyet Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, XVI (1) : 453–478.
- Karahan, G 1997. İstanbulun Çevresel Doğal Radyoaktivitesinin Tayini ve Doğal Radyasyonların Yıllık Etkin Doz Eşdeğeri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nükleer Mühendislik Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 134 s.
- Karataşlı M, Özer T 2017. Investigation of Radiation Activity Growing Peanuts in Osmaniye. Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences, 21 (3) : 1017-1023. doi: 10.19113/sdujbed.52578.
- Kırış, E 2019. Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Karayemiş Bitkisinin (*Prunus laurocerasus* L.) Meyve ve Toprak Örneklerinin Radyolojik Değerlendirilmesi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (2) : 229-238. doi: 10.17714/gumusfenbil.398293.
- Kurnaz A, Abugoufa A.H.A, Karataşlı M, Özer T, Turfan N, Turhan Ş 2018. Determination of Essential Elements and Heavy Metals of Groundnuts by XRF Spectrometric Method. Ecology 2018. 19-23 June 2018, Kastamonu.
- Menduh B 2015. Isolation of oleuropein compound in olive, olive seed and olive leaf and compare of amount. Balıkesir University Institute of Science Chemistry, MSc Thesis, 55 p.
- Özer T, Karataşlı M, Kurt D, Aydın S, Öztürk A.İ 2018. Measurement of Environmental Gama Radiation in Osmaniye, Turkey. NSP2018. Trabzon-Turkey, 12-14 September 2018, Trabzon.
- Öztürk A. İ, Yılmaz Ö, Özer T 2020. Derde Deva Mucizevi Bitki Zeytin ve Zeytinyağı Analizleri. HiperYayın, İstanbul, 73 p.
- TUİK (2020) Türkiye İstatistik Kurumu Web sayfaları, https://tuikweb.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=1001 (Accessed: 12 March 2021).
- Turfan N, Kurnaz A, Karataşlı M, Özer T, Turhan Ş 2018. Analysis of Nutrition Contents in Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Samples Grown in Adana Province, Turkey. ICCELIS2018. 26-29 April 2018, Kastamonu.
- Ugur F A, Turhan S, Goren E, Gezer F, Yegingil Z, Sahan H 2013. A Survey of Distribution of Terrestrial Radionuclides in Surface Soil Samples in and Around the Osmaniye province, Turkey. Radiation Protection Dosimetry, 154 (4) : 483–489. doi: 10.1093/rpd/ncs259.

Ultras ses Uygulamasının Elma Suyu İlaveli Trabzon Hurması Nektarının Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Burcu DÜNDAR¹

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-9919-5711>

✉: bdundar@cu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, turuncu renge, kendine özgü tat ve yapıya sahip, lif, antioksidan, fenolik bileşikler bakımından zengin bir meyve olan Trabzon hurması (*Diospyros kaki*), nektara işlenerek değerlendirilmiş ve nektarlara farklı yoğunluklarda (15, 30 ve 60 dk - 24 kHz) ultras ses enerjisi uygulanmıştır. Nektarların 20-60 s⁻¹ kayma hızı aralığı ve sabit sıcaklıktaki bazı reolojik özellikleri belirlenmiştir. Hurma nektarının akış davranışını açıklayan en uygun modelin Ostwald-de Waele olduğu ($R^2>0.98410$), sırasıyla 1.4640 - 0.5308 ve 0.2815 - 0,3954 aralığında değişim gösteren modele ait kıvam indeksi (k , mPa.s) ve akış davranış indeksi (n) parametreleri ile birlikte ortaya konulmuştur. Nektarlara uygulanan ultras ses uygulama süresi arttıkça nektarların viskozite değerinde 112.70 'den 59.75 mPa.s seviyesine önemli düzeyde azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bu nedenle, ultras ses uygulamasının Trabzon Hurması nektarı gibi yüksek viskoziteli ürünlerin viskozitesini azaltarak tüketimini kolaylaştırma potansiyeli bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gıda Bilimi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 31.12.2020

Kabul Tarihi : 29.07.2021

Anahtar Kelimeler

Trabzon Hurması nektarı

Ultras ses

Reoloji

Ostwald-de Waele

The Effect of Ultrasound on Rheological Properties of Persimmon Nectar

ABSTRACT

In this study, persimmon (*Diospyros kaki*), a fruit rich in fiber, antioxidants and phenolic compounds which has orange color, distinctive taste and texture, was evaluated by producing nectar, and different intensities of ultrasound energy (15, 30 and 60 min - 24 kHz) were applied to nectars. The shear rate range between 20-60 s⁻¹ and some rheological properties of the nectars at constant temperature were determined. It was revealed that Ostwald-de Waele is the best model that explains the rheological behavior of persimmon nectar ($R^2>0.98410$) with the consistency coefficient (k , mPa.s) ve flow behaviour index (n) parameters changing between 1.4640-0.5308 and 0.2815-0.3954, respectively. It was determined that as the ultrasound application time applied to the nectars increased, the viscosity value of nectars decreased from 112.70 to 59.75 mPa.s. Therefore, it can be concluded that ultrasound application has potential to facilitate the consumption of high viscosity products such as persimmon nectar by reducing the viscosity.

Food Science

Research Article

Article History

Received : 31.12.2020

Accepted : 29.07.2021

Keywords

Persimmon nectar

Ultrasound

Rheology

Ostwald-de Waele

Atıf İçin: Dündar B 2022. Ultras ses Uygulamasının Elma Suyu İlaveli Trabzon Hurması Nektarının Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 864-871. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.851184.

To Cite: Dündar B 2022. The Effect of Ultrasound on Rheological Properties of Persimmon Nectar. KSU J. Agric Nat 864-871. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.851184.

GİRİŞ

Anavatanı Çin olan Trabzon Hurmasının (*Diospyros kaki*) Çin'den Japonya'ya oradan da diğer ülkelere yayıldığı bilinmektedir. Hurma, Türkiye'de ilk olarak, Karadeniz Bölgesi'ne Rusya'dan girmiş ve subtropik

iklim gösteren bölgelerinde yayılım göstermiştir (Tuzcu ve Şeker, 1996). Türkiye'de yetiştirilmeye başlanması çok eskilere dayanmakta olup o dönemde Trabzon üzerinden diğer illere dağıldığından "Trabzon Hurması" adını da almıştır. Dünya'nın büyük bir bölümünde "Kaki" diye, Amerika'da ise

“Persimmon” olarak adlandırılmaktadır (Parseker Yönel ve ark., 2008). Bu meyve Türkiye’de yerel olarak, Hurma, Rus Hurması, Japon Hurması, Trabzon Hurması, Batum Hurması ve Cennet Meyvesi gibi adlarla da tanınmaktadır. Hurma meyvelerinin fenolik bileşikler ve askorbik asit bakımından zengin olması, bu meyvenin antioksidan aktivitesinin yüksek olmasını sağlamaktadır. Özellikle A ve E vitaminleri yanında zengin karbonhidrat ve tanen içeriği sebebiyle (Parseker Yönel ve ark., 2008), fonksiyonel ürünler içinde önemli bir yere sahip olan Trabzon hurmasına olan talep son yıllarda artmaktadır (Özkan ve Can, 2013). Hurma yaprakları ve meyvelerinde proantosiyandinler (Jung ve ark., 2005; Suzuki ve ark., 2005), flavonoid oligomerleri, tanninler, fenolik asitler ve kateşin gibi maddeler bulunmaktadır (Lee ve ark., 2012; Jo ve ark., 2003). Trabzon hurması, özellikle β -kriptoksantin’e dönüşebilen β -karoten bakımından zengindir (Kumazawa ve ark., 2002). Veberic (2010), hurma meyvesinde β -karotenlerin çoğunlukta olup onu β -kriptoksantin ve α -karotenlerin takip ettiğini bildirmiştir. Ayrıca ek olarak flavanoellagitannin ve procyanidino-ellagitannin (proantosiyandinler and ellagitanninler) hurmada bulunan önemli fitokimyasal bileşenlerdir (Butt ve ark., 2015). Türkiye’de hurma tüketiminin artış göstermesindeki en önemli sebeplerin başında ‘Fuyu’, ‘Jiro’, ‘Izu’ gibi buruk olmayan yeni çeşitlerin ülkeye girişi (Ercisli ve Akbulut, 2009), hasat sonrası depolama imkanlarının artması, meyvelerdeki besin içeriğinin, özellikle yüksek A vitamini, kalsiyum, potasyum, tanenler, antioksidan ve fenolik bileşikler bakımından zengin olması gelmektedir (Celik ve Ercisli, 2008; Ercisli ve ark., 2008; Veberic ve ark., 2010; Altuntas ve ark., 2011).

Enerjinin ses dalgaları titreşimi yardımı ile meydana getirildiği ultrases uygulamalarında, 20 kHz - 10 MHz aralığında değişim gösteren frekanslar kullanılmaktadır. Bu uygulamaların sınıflandırılmalarında, üretilen ses alanının enerji miktarı en önemlidir. Ses gücü (W), ses yoğunluğu (W/m^2), ses enerjisi yoğunluğu ise ($W.s/m^3$) ile karakterize edilmektedir (Dolatowski ve ark., 2007; Knorr ve ark., 2004). Ses enerjisi, sürekli dalga-tipi bir hareket oluşturarak ortama girdiğinde, bu hareketin bir sonucu olarak boylamsal dalgalar oluşur ve bu durum ortamdaki partiküller üzerinde sıkışma ve gevşeme yaratır. Uygulanan ses dalgasının büyüklüğü ve frekansa bağlı olarak farklı uygulamalara olanak sağlayan bir seri fiziksel, kimyasal ya da biyokimyasal etkiler meydana gelebilmektedir. Yüksek şiddete sahip ultrases uygulanan sıvılarda yüksek ve düşük basınçlı dalgalar oluşmaktadır (Knorr ve ark., 2004). Düşük basınçlı dalga oluşumu sırasında, ultrasonik dalgalar küçük vakum baloncuklar meydana getirmekte ve bu

baloncuklar daha fazla enerji absorblayamayacak hacme ulaştığı zaman yüksek basınçlı dalgalar meydana gelmekte ve içe doğru patlamaktadır. Bu olay sonucunda 1000 atm’nin üzerinde oldukça yüksek basınç ve enerji açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan enerji, kabarcıkların bulunduğu bölgede sıcaklık artışı ve bazı kimyasal reaksiyonların oluşumu ile sonuçlanmaktadır (Vercet ve ark., 2001). Gıda teknolojisinde ultrases, sıvı gıdalardaki enzimatik reaksiyonların aktivasyonu, fermentasyonun hızlandırılması, karıştırma, homojenizasyon, katı materyalin sıvı içine disperse olması, hücrelerin parçalanması, ekstraksiyon (hücre içi materyalin ekstraksiyonu, enzim eldesi), sıvı akımdaki yağın emülsifiye edilmesi, spreyleme, gazların ayrılması (degassing), kristalizasyon, kurutma, enzimatik ve mikrobiyal inaktivasyon gibi işlemlerde tek başına ya da yardımcı işlem olarak kullanılmaktadır (Mason ve ark., 2005; Wu ve ark., 2008).

Meyve sularının reolojik davranışını açıklamak için meyve suyuna bağlı olarak değişen Newtonyen (bir parametre), Bingham ve Power-Law (iki parametre), Herschel-Bulkley modelleri (üç parametre) gibi birçok reolojik model kullanılmıştır. Sıvı gıdalar genellikle Newtonyen akış sergilememektedir. Bu nedenle, davranışlarını açıklamak için daha karmaşık modellerin kullanılması gerekmektedir. Meyve/sebze sularına uygulanan bazı teknolojik işlemler ürünün viskozitesi üzerinde önemli düzeyde etki gösterebilmektedir (Vandresen ve ark., 2009). Literatürde meyve sularının reolojik modellenmesi ile ilgili çalışmalar bulunmasına rağmen Trabzon hurması nektarının reolojik özellikleri ya da ultrasesin bu özellikler üzerine etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, Trabzon hurması nektarının akış davranışı ve enzimatik / mikrobiyolojik inaktivasyon amacıyla uygulanan ısıl işleme alternatif olarak gösterilen teknolojilerden biri olan ultrasesin, hurma nektarının bazı reolojik özellikleri üzerine etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu etkinin belirlenmesi, ultrasesin dahil edildiği bir işlemin tasarlanmasında ya da nektarın duyuşal özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanımı açısından önem arz etmektedir. Ayrıca, nektarların reolojik özelliklerini en iyi şekilde açıklayan modelin belirlenmesi amacıyla farklı modellerin uygunluğu değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve METOD

Materyal olarak yerel marketten temin edilen hurma ve berrak elma suyu (%100) kullanılmıştır. Meyve suyuna işlenmeyen Trabzon hurması suyunu tüketilebilir hale getirebilmek amacıyla elma suyu, sitrik asit, şeker ve su ilaveleri gerçekleştirilmiştir (Parseker Yönel ve ark., 2008). Trabzon hurması

nektarı üretimi için yapılan duyusal değerlendirme sonuçlarına göre en yüksek beğeni alan nektar formülasyonu çalışmada kullanılmıştır.

Trabzon Hurması Nektarı Üretimi

Hurma nektarların üretimi amacıyla yerel marketten temin edilen Trabzon hurmalarına, toz, toprak, tarımsal ilaç kalıntıları gibi istenmeyen unsurların uzaklaştırılması ve mikroorganizma yükünün azaltılması amacıyla yıkama işlemi uygulanmıştır. Ardından yaprak, sap gibi yabancı unsurlarla, olgunlaşmamış, yeşil, sarı ya da ezilmiş, çürümüş ve bozulmuş meyveler ayrılmıştır. Seçme-ayıklamadan sonra, sap kısımlarından ürüne fenolik madde geçişini ve renkte değişimi engellemek amacıyla sap ayırma uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sapları ayrılan meyveler önce parçalayıcı (Waring, USA) kullanılarak 20 s boyunca homojenize edilmiştir. Elde edilen Trabzon hurması püresinden bulanık nektar üretmek için en uygun nektar formülasyonunu belirlemek üzere duyusal değerlendirme yapılmış ve belirlenen nektar formülasyonu ile üretim gerçekleştirilmiştir. Nektar üretiminde kullanılan elma suyu ilavesi ise yerel marketten temin edilen berrak elma suyu (%100) ile gerçekleştirilmiştir. Farklı suda çözünür kuru madde değerleri (%0.50, 0.60 ve 0.70) ve hurma/elma oranlarına (4/3, 4/2 ve 4/1) sahip nektarlar duyusal analizler sonrasında genel beğeni bakımından karşılaştırılmıştır. Trabzon hurması nektarı üretimi için en yüksek genel beğeniye sahip formülasyonda meyve oranı %70, hurma/elma oranı 4/3, asitlik %0.60, briks değeri 14°B olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda hurma püresine elma suyu, şeker, sitrik asit ve su ilaveleri kütle denklilikleri ile hesaplanan miktarlarda gerçekleştirilerek nektar üretilmiştir. Hammaddeden kaynaklanabilecek farklılıkların önüne geçilebilmesi için yapılan her üretimde kullanılan hurmaların asitlik ve briks değeri belirlenmiş ve söz konusu ilave miktarları tekrar hesaplanarak üretilen tüm nektarların asitlik ve briks bakımından standart özelliklere (%0.60 asitlik, 14°B) sahip olması sağlanmıştır.

Ultrases Uygulamaları

Ultrases uygulamaları, UP200S (Hielscher, Germany) cihazıyla 24 kHz frekansta ve cihazın standartlarına uygun olan S14 prob kullanılarak gerçekleştirilmiştir (EK 1). Uygulamalar sırasında sıcaklık (termometre, Celsi TP101, Turkey), süre ve cihazın hurma nektarına ilettiği enerji dijital ölçüm cihazları (TT-TECHNIC PMG-1 Wattmetre 16A 3680W, P.R.C.) ile belirlenmiştir. Trabzon hurması nektarından 500 mL örnek alınarak çift cidarlı cam beherde, nektarlara belirlenen sürelerde (15, 30 ve 60 dk) ultrases işlemi uygulanmıştır. Ultrases işlem koşulları belirlenirken literatürden yararlanılmıştır (Bhat ve Goh, 2017).

İşlem süresince sıcaklığın istenen değerlerde kalmasını sağlamak için soğutmalı/ısıtmalı su sirkülatörünü de içermekte olan ultrases ekipmanı kullanılarak hedeflenen sıcaklık değerinden sapma miktarının $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ile sınırlı kalması sağlanmıştır (EK 1). Termosonikasyon uygulamaları boyunca kaydedilen güç değerlerinin ortalaması 149.8 W, sıcaklık değerlerinin ortalaması ise 30°C olarak saptanmıştır. Çalışmada sıcaklıktan bağımsız olarak ultrasesin etkisi araştırıldığı için uygulama sıcaklığı yüksek olmayacak şekilde ($30\pm 2^{\circ}\text{C}$) koşullar belirlenmiştir.

Viskozite Ölçümü

Trabzon hurması nektarlarına ait viskozite değerleri, silindirik problu viskozimetre (Brookfield viscometer, Model LVTDV-1, CP40 spindle, USA) kullanılarak 9 mL örnek ile üç tekerrürlü olarak oda sıcaklığında (25°C) ve sabit kayma hızında (50 s^{-1}) gerçekleştirilmiştir.

Reolojik Modellerin Değerlendirilmesi

Kontrol örneği ve ultrases uygulanan örneklerin her biri için 20, 30, 40, 50 ve 60 s^{-1} olmak üzere artan kayma hızlarında, nektarlara ait kayma gerilimi değerleri viskozimetre (Brookfield viscometer, Model LVTDV-1, MA, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Castilhos ve ark., 2017). Reolojik ölçümler boyunca, kayma gerilimi (N/m^2), kayma hızı ($1/\text{s}$) ve viskozite değerleri kaydedilmiştir. Deneysel üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen deneysel verilerin dört farklı reolojik modele (Newtonyen (2), Ostwald-de Waele (3), Bingham (4), Herschel-Bulkley (5)) uygunluğu Lingo 18.0 ve Microsoft Excel 2016 programları kullanılarak değerlendirilmiştir. Deneysel verilerin değişimini en uygun şekilde açıklayan modelin seçiminde elde edilen R^2 değerleri göz önüne alınmıştır.

$$\tau = \mu\gamma \quad (1)$$

μ Newtonyen viskozitesi ($\text{Pa}\cdot\text{s}$), γ kayma hızı (s^{-1}), τ ise kayma gerilimini (mPa) ifade etmektedir.

$$\tau = k(\gamma)^n \quad (2)$$

$$\tau = \tau_0 + k\gamma \quad (3)$$

$$\tau = \tau_0 + k(\gamma)^n \quad (4)$$

k kıvam indeksi ($\text{mPa}\cdot\text{s}$), τ_0 başlangıç kayma gerilimi (mPa) ve n ise akış davranış indeksini ifade etmektedir.

İstatistiksel Analizler

Depolama boyunca elde edilen veriler, SPSS paket programı (Chicago, IL, USA) ile tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre önemli bulunan uygulamaların ortalamaları ($P<0.05$) Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır ve ilgili ortalamalar sunulmuştur (Bewick ve ark., 2004).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Reolojik Özelliklerin Karakterizasyonu

Çizelge 1’de dört farklı reolojik modelin, nektarlara ait deneysel verilerdeki değişimi açıklayabilirliğini belirlemek amacıyla hesaplanan R^2 değerleri verilmiştir. Ostwald-de Waele modelinin en yüksek R^2 değerlerine (0.98410, 0.999733, 0.998448 ve 0.999776) sahip olması nedeniyle, Trabzon hurması nektarının reolojik özelliğini en iyi tanımlayan model olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneği ve ultrases uygulanan tüm örneklerde, Ostwald-de Waele en uygun model olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, bazı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda, farklı çeşit üzümlerden elde edilen üzüm sularının reolojik davranışını en iyi açıklayan

modelin Ostwald-de Waele olduğu bildirilmiştir (De Castilhos ve ark., 2017; De Castilhos ve ark., 2018). Havuç suyunda yapılan bir çalışmada ise taze örnek Newtonyen özellik gösterirken, pastörizasyon işlemi sonrasında havuç suyunun psödoplastik akış davranışına sahip olduğu ve Newtonyen dışındaki modellere (Bingham, Casson, Ostwald-De-Waele ve Herschel-Bulkley) yüksek oranda uyum sağladığı bildirilmiştir (Vandresen ve ark., 2009). Kayma hızının artışıyla birlikte viskozitede azalma gösteren sıvılar psödoplastik sıvılar olarak tanımlanmaktadır. Psödoplastik akış, kayma incelmeleri (shear thinning) olarak da bilinmektedir. En çok rastlanan Newtonyen olmayan akış çeşididir. Kuvvet yasası (power-law) eşitliği ile ifade edilir (Kalkan, 2011).

Çizelge 1. Trabzon hurması nektarına ait deneysel verilerin farklı reolojik modellere uygulanması ile elde edilen korelasyon katsayıları

Table 1. The correlation coefficients obtained from the modeling of experimental values of permisson nectar

Uygulama <i>Application</i>	Model <i>Model</i>	Model Eşitliği <i>Model Equation</i>	R^2
Kontrol <i>Control</i>	Newtonyen	$\tau = \mu \dot{\gamma}$	0.74102 ± 0.0152
	Ostwald-de Waele	$\tau = k(\dot{\gamma})^n$	0.98410 ± 0.0010
	Bingham	$\tau = \tau_0 + k\dot{\gamma}$	0.96310 ± 0.0017
	Herschel-Bulkley	$\tau = \tau_0 + k(\dot{\gamma})^n$	0.97885 ± 0.0008
U15	Newtonyen	$\tau = \mu \dot{\gamma}$	<<1
	Ostwald-de Waele	$\tau = k(\dot{\gamma})^n$	0.999733 ± 0.0001
	Bingham	$\tau = \tau_0 + k\dot{\gamma}$	0.988682 ± 0.0012
	Herschel-Bulkley	$\tau = \tau_0 + k(\dot{\gamma})^n$	<<1
U30	Newtonyen	$\tau = \mu \dot{\gamma}$	<<1
	Ostwald-de Waele	$\tau = k(\dot{\gamma})^n$	0.998448 ± 0.0005
	Bingham	$\tau = \tau_0 + k\dot{\gamma}$	0.992598 ± 0.0020
	Herschel-Bulkley	$\tau = \tau_0 + k(\dot{\gamma})^n$	0.998256 ± 0.0007
U60	Newtonyen	$\tau = \mu \dot{\gamma}$	<<1
	Ostwald-de Waele	$\tau = k(\dot{\gamma})^n$	0.999776 ± 0.0002
	Bingham	$\tau = \tau_0 + k\dot{\gamma}$	0.990991 ± 0.0005
	Herschel-Bulkley	$\tau = \tau_0 + k(\dot{\gamma})^n$	0.966491 ± 0.0097

*Standart hata

*Standard error

Farklı ultrases enerji yoğunlukları uygulanan Trabzon hurması nektarlarına ait deneysel kayma hızı ve kayma gerilimi verileri ile oluşturulan reogramlar Şekil 1’de verilmiştir. Örneklerin tamamında kayma hızı arttıkça kayma gerilimi de artış göstermiştir. En yüksek kayma gerilimi en düşük UEY uygulamasında (U15) elde edilirken, en düşük kayma gerilimi değerleri, en yüksek UEY (U60) uygulamasında elde edilmiştir. Nektarlara uygulanan ultrases enerji yoğunluğu arttıkça kayma gerilimi azalma göstermiştir. Ultrases uygulanan örneklerin reogramlarının eğimleri değerlendirildiğinde ise ultrases enerji yoğunluğu arttıkça kayma gerilimi, kayma hızındaki değişimden daha az etkilendiği belirlenmiştir. Şekil 1’de verilen aşağı doğru içbükey eğriler değerlendirilecek olursa nektarların psödoplastik davranışa sahip olduğu söylenebilir. Üzüm sularında kayma hızı ve kayma

gerilmesi arasındaki ilişkinin de Newtonyen olmadığı bildirilmiştir (De Castilhos ve ark., 2017; De Castilhos ve ark., 2018).

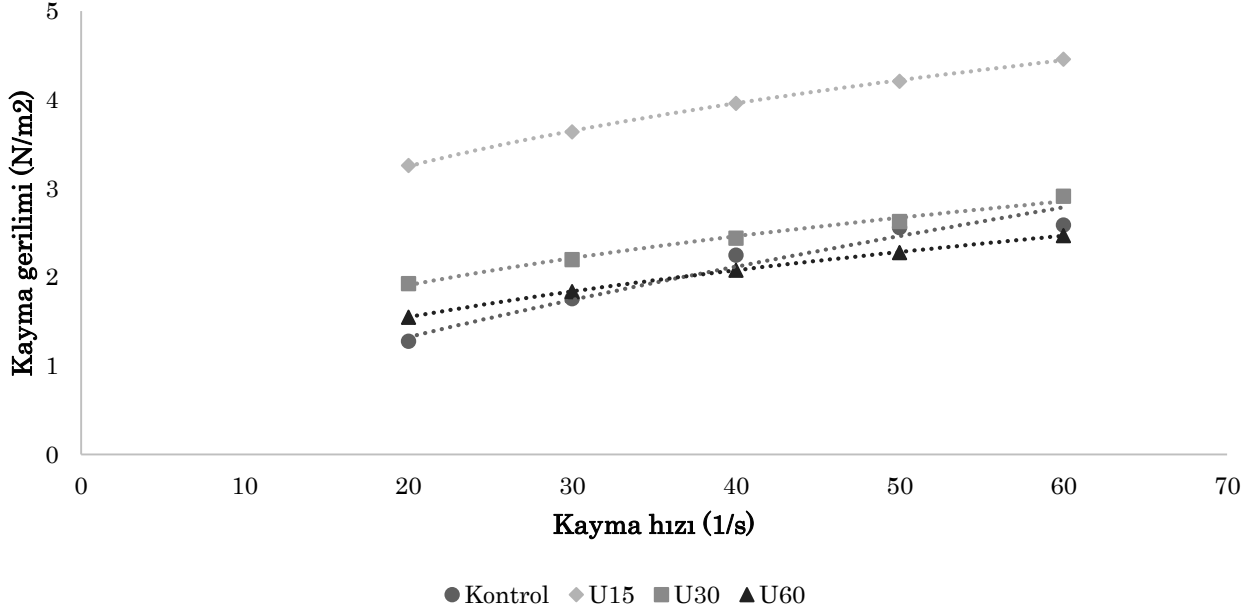
Çizelge 2’de elde edilen deneysel veriler kullanılarak belirlenen Ostwald-de Waele modeline ait kıvım indeksi (k , mPa.s) ve akış davranış indeksi (n) parametreleri verilmiştir. Söz konusu modele ait tüm n değeri beklenildiği gibi 1’den küçüktür ve bu nedenle psödoplastik akış söz konusudur (Vandresen ve ark., 2009). Farklı sürelerde ultrases uygulanan nektarların akış davranışına ait k ve n değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde fark göstermektedir ($P < 0.05$).

Viskozite değerleri

Şekil 2’de kontrol ve farklı sürelerde ultrases uygulanan hurma nektarlarına ait viskozite değerleri

verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kontrol, U30 ve U60 örneklerinin arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmamasına karşın U15 nektarlarının viskozite değerinin önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Nektarlara uygulanan ultrases enerji yoğunluğunun artışıyla viskozite değerlerinin başlangıçta artış gösterdiği, daha yüksek ultrases enerji yoğunlukları uygulandığında ise (U60) viskozitede istatistiksel olarak önemli düzeyde olmasa

da azalma olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). Abid ve ark. (2014) kontrole kıyasla 30 ve 60 dk ultrases uygulanan elma suyu örneklerinin viskozite değerlerinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Söz konusu artışı, bağlı formdaki makromoleküllerin ultrases etkisiyle serbest hale geçerek koloidal sistemdeki konsantrasyonlarının artarak meyve suyunun daha viskoz hale gelmesi ile açıklamışlardır.



Şekil 1. Farklı sürelerde ultrases uygulanan Trabzon hurması nektarlarına ait reogram
Figure 1. Rheogram of Permisson nectars applied ultrasound during different time

Çizelge 2. Trabzon hurması nektarlarına ait deneysel sonuçlardan elde edilen Ostwald-de Waele modeline parametreler

Table 2. The parameters of Ostwald-de Waele model obtained from experimental results of Permisson nectar

Uygulama Application	k	n	R^2
Kontrol (Control)	0.175394 ± 0.017854^d	0.678927 ± 0.027223^a	0.98410 ± 0.0018
U15	1.463981 ± 0.07627^a	0.281493 ± 0.002844^c	0.999733 ± 0.0002
U30	0.787258 ± 0.001291^b	0.319507 ± 0.004642^c	0.998448 ± 0.0008
U60	0.530777 ± 0.11767^c	0.395405 ± 0.042555^b	0.999776 ± 0.0003

^{a,b,c,d} Farklı harflerle gösterilen aynı sütundaki ortalamalar arasındaki fark önemli düzeydedir ($P<0.05$).

k : kıvam indeksi, n : akış davranış indeksi

^{a,b,c,d} Mean values within a row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

k : the consistency coefficient, n : flow behavior index

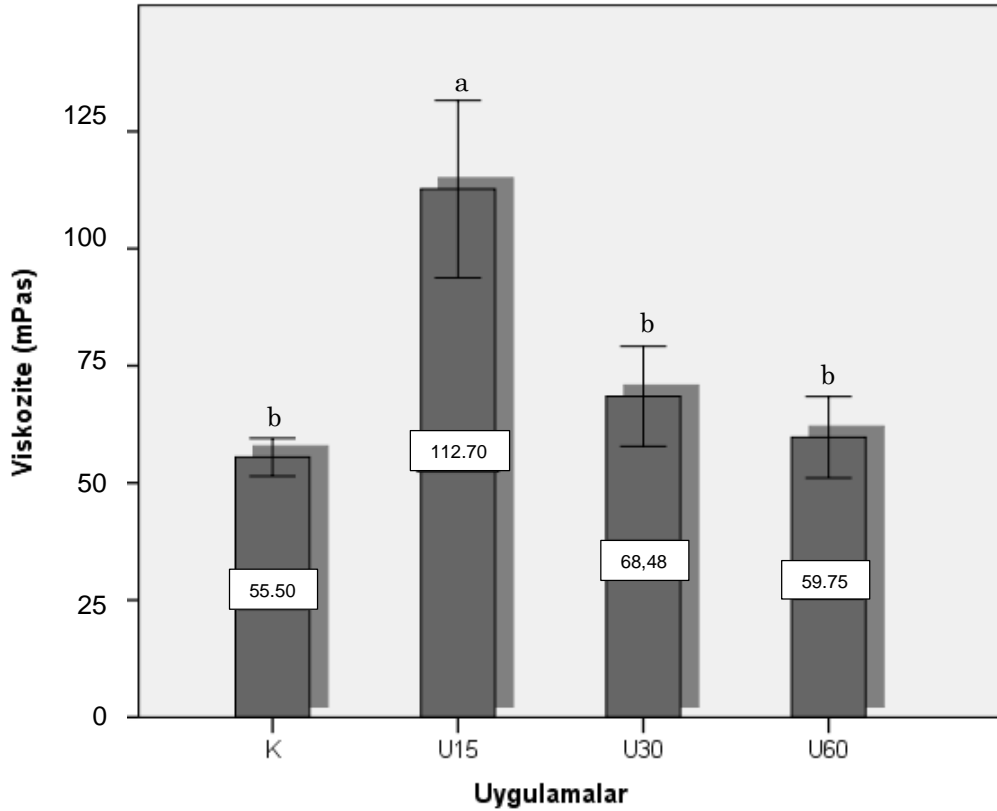
U15 uygulaması sonrasındaki viskozite artışı da Trabzon hurması nektarındaki elma suyu ilavesi ve makromoleküllerde meydana gelmesi muhtemel değişimlerden kaynaklanmakta olabilir. Diğer yandan, Bhat ve Goh (2017), çilek suyunda, Bora ve ark. (2017) ise muz suyunda ultrases uygulamasının viskozite değerlerinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Trabzon Hurması nektarında ultrases uygulama süresinin artışıyla viskozite değerinde önemli düzeyde olmayan azalmanın nedeni, uygulama sırasında meydana gelen kavitasyonun neden olduğu sıcaklık ve basınç değişimlerinin

polimerik yapıların, özellikle pektinin, parçalanmasına yol açması olabilir (Sorria ve Villamiel, 2010). Meyvede bulunan ve viskoziteyi etkileyen pektin molekülü, ultrases ile kısmi parçalanmaya uğramaktadır. Fakat aynı zamanda ultrases, meyve suyunda çözünür şeker içeriğinin artmasına da neden olabilmektedir (Costa ve ark., 2013; Zou ve Jiang, 2016). Viskozite, pH, gıdanın içerdiği protein, pektin ya da polisakkaritlerin molekül ağırlığı, hidrojen bağları ve diğer moleküller arası kuvvetler gibi bir çok faktörden etkilenmektedir. Bunlara ilaveten, meydana gelen

kavitasyonun gıda üzerine etkisinin boyutu, kavitasyonun meydana geldiği sıvı ortamın viskozitesinden etkilenmektedir. Viskoz olan ürünlerde ultrasesin gıda içerisine difüzyonu sınırlanmakta ve kavitasyon oluşumu azalmaktadır (del Socorro Cruz-Cansino ve ark., 2015; Seshadri ve ark., 2003; Earshaw ve ark.,2005). Ultrases uygulama süresi artışı ile hurma nektarlarının viskozite değerlerinin azalması arasında doğrusal bir

ilişki gözlemlenmesinin nedenleri, bu değişimlerin meydana gelmesi olabilir.

Elde edilen sonuçlara göre, üretilen nektara sterilizasyon amaçlı uygulanacak ısı işlemi kaliteyi korumak amacıyla ultrases ile sürekli bir sistemde kombine edileceği bir işlem tasarımı, uygulanacak UEY değişiminin viskozitede ve dolayısıyla sistem boyunca akış hızında değişime neden olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 2. Trabzon hurması nektarlarına ait viskozite değerleri

Figure 2. Viscosity values of Permisson nectars

a,b,c,d Farklı harfler ile ifade edilen ortalama değerler, önemli düzeyde birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

a,b,c,d Mean values with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Meyve sularının reolojik özellikleri ve bu özelliklerin uygulanan teknolojik işlem ile değişiminin belirlenmesi, ürünün kalitesi ve üretim aşamalarının uygun şekilde modifikasyonu ile enerji tüketiminin azaltılabilmesi bakımından önem arz etmektedir. Yapılan çalışma ile taze tüketimine alternatif olarak Trabzon hurması meyveleri, nektara işlenmiştir. Trabzon hurması nektarlarına farklı sürelerde ultrases uygulanarak süre artışının nektarların viskozite değerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde değişime neden olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, ultrases uygulamasının dahil edildiği bir Trabzon hurması nektarı üretiminde, özellikle de sürekli sistemde çalışılması halinde, nektarın viskozitesindeki değişimin göz önüne alınarak sürecin planlanması ile enerji tüketiminin azaltılması

açısından fayda sağlanabilecektir. Trabzon hurması nektarının viskozitesini azaltmak için uygulanan ultrases enerji yoğunluğu artırılmalıdır. Ayrıca, üretilen Trabzon hurması nektarlarının akış davranışlarının, uygulanan ultrases işleminin süresinden bağımsız olarak, değerlendirilen matematiksel modeller arasında, Ostwald-de Waele modeline en yüksek oranda uyum gösterdiği belirlenmiştir. Ultrasesin ya da ısı işlemi ile kombinasyonunun, farklı meyve suyu ya da nektarların reolojik özellikleri üzerine etkisinin, ileriki çalışmalar ile ortaya konulması katkı sağlayıcı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Değerli yardımlarından dolayı, sayın hocalarım Prof.Dr. Koray Palazoğlu ve Doç.Dr. Asiye Akyıldız'a

teşekkür ederim.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Makale tek yazarlıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdullah N, Chin NL 2014. Application of Thermosonication Treatment in Processing and Production of High Quality and Safe-to-drink Fruit Juices. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 2: 320-327.
- Abid M, Jabbar S, Wu T, Hashim MM, Hu B, Lei S, Zeng X 2014. Sonication enhances polyphenolic compounds, sugars, carotenoids and mineral elements of apple juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 21: 93-97.
- Altuntas E, Cangı R, Kaya C 2011. Physical and Chemical Properties of Persimmon Fruit. *Int Agrophys* 25: 89-92.
- Bewick V, Cheek L, Ball J 2004. Statistics review 9: one-way analysis of variance. *Critical care*, 8(2): 1-7.
- Bhat R, Goh KM 2017. Sonication Treatment Convalesce the Overall Quality of Hand-pressed Strawberry Juice. *Food Chemistry* 215: 470-476.
- Bora SJ, Handique J, Sit N 2017. Effect of Ultrasound and Enzymatic Pre-treatment on Yield and Properties of Banana Juice. *Ultrasonics Sonochemistry* 37: 445-451.
- Celik A, Ercişli S, 2008. Persimmon cv. Hachiya (*Diospyros kaki* Thunb.) Fruit: Some Physical, Chemical and Nutritional Properties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(7-8): 599-606.
- Costa MGM, Fonteles TV, de Jesus ALT, Almeida FDL, de Miranda MRA, Fernandes FAN, Rodrigues S 2013. High-intensity Ultrasound Processing of Pineapple Juice. *Food Bioprocess Technology* 6(4): 997-1006.
- De Castilhos MBM, Betiol LFL, Carvalho GR, Telis-Romero J 2017. Experimental Study of Physical and Rheological Properties of Grape Juice Using Different Temperatures and Concentrations. Part I: Cabernet Sauvignon. *Food Research International*, 100: 724-730.
- De Castilhos MBM., Betiol LFL, de Carvalho GR, Telis-Romero J 2018. Experimental Study of Physical and Rheological Properties of Grape Juice Using Different Temperatures and Concentrations. Part II: Merlot. *Food Research International* 105: 905-912.
- Del Socorro Cruz-Cansino N, Ramírez-Moreno E, León-Rivera JE, Delgado-Olivares L, Alanís-García E, Ariza-Ortega JA, Jaramillo-Bustos DP 2015. Shelf Life, Physicochemical, Microbiological and Antioxidant Properties of Purple Cactus Pear (*Opuntia Ficus Indica*) Juice After Thermoultrasound Treatment. *Ultrasonics Sonochemistry* 27: 277-286.
- Dolatowski ZJ, Stadnik J, Stasiak D, 2007. Applications of Ultrasound in Food Technology. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 6(3): 88-99.
- Earnshaw RG, Appleyard J, Hurst RM 1995. Understanding Physical Inactivation Processes: Combined Preservation Opportunities Using Heat, Ultrasound and Pressure. *Int. J. Food Microbiol.* 28: 197-219.
- Ercisli S, Akbulut M, Ozdemir O, Sengul M, Orhan E 2008. Phenolic and Antioxidant Diversity Among Persimmon (*Diospyros kaki* L.) Genotypes in Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 59(6): 477-482.
- Jo C, Son JH, Shin MG, Byun MW 2003. Irradiation Effects on Color and Functional Properties of Persimmon (*Diospyros kaki* L. folium) Leaf Extract and Licorice (*Glycyrrhiza Uralensis* Fischer) Root Extract during Storage. *Radiation Physics and Chemistry* 67(2): 143-148.
- Jung ST, Park YS, Zachwieja Z, Folta M, Barton H, Piotrowicz J, Gorinstein S 2005. Some Essential Phytochemicals and The Antioxidant Potential in Fresh and Dried Persimmon. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 56(2): 105-113.
- Kalkan FC 2010. Aritma Çamurlarında Reolojik Karakterizasyonun Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 93sy.
- Knorr D, Zenker M, Heinz V, Lee DU 2004. Applications and Potential of Ultrasonics in Food Processing. *Trends in Food Science & Technology*, 15(5): 261-266.
- Kumazawa S, Taniguchi M, Suzuki Y, Shimura M, Kwon MS, Nakayama T 2002. Antioxidant Activity of Polyphenols in Carob Pods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(2): 373-377.
- Lee JH, Lee YB, Seo WD, Kang ST, Lim JW, Cho KM 2012. Comparative Studies of Antioxidant Activities and Nutritional Constituents of Persimmon Juice (*Diospyros kaki* L. cv. Gapjubaekmok). *Preventive Nutrition and Food Science* 17(2): 141.
- Mason TJ, Riera E, Vercet A, Lopez-Buesa P 2005. Application of ultrasound. In *Emerging Technologies For Food Processing* 323-351.
- Özkan HU, Can HZ 2013. Farklı Dönemlerde Hasat Edilen Trabzon Hurması (*Diospyros kaki* L.) Meyvelerinin Kalite Özelliklerinin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 50(2): 137-144.

- Parseker Yönel S, Uylaser V, Yonak S 2008. Trabzon Hurmasının Bileşimi ve Besleyici Değeri. Türkiye, 10: 21-23.
- Seshadri R, Weiss J, Hulbert GJ, Mount J 2003. Ultrasonic processing influences rheological and optical properties of highmethoxyl pectin dispersions, Food Hydrocolloids 17: 191-197.
- Soria AC, Villamiel M 2010. Effect of Ultrasound on The Technological Properties and Bioactivity of Food: A review. Trends in Food Science & Technology 21(7): 323-331.
- Suzuki T, Someya S, Hu F, Tanokura M 2005. Comparative Study of Catechin Compositions in Five Japanese Persimmons (*Diospyros kaki*). Food Chemistry 93(1): 149-152.
- Tuzcu O, Seker M 1996. The Situation of Persimmon (*Diospyros kaki* L.) Cultivation and Germplasm Resources in Turkey. V Temperate Zone Fruit in the Tropics and Subtropics 441: 107-114.
- Vandresen S, Quadri MG, de Souza JA, Hotza, D 2009. Temperature effect on the rheological behavior of carrot juices. Journal of Food Engineering, 92: 269-274.
- Veberic R, Jurhar J, Mikulic-Petkovsek M, Stampar F, Schmitzer V 2010. Comparative Study of Primary and Secondary Metabolites in 11 Cultivars of Persimmon Fruit (*Diospyros kaki* L.). Food Chemistry 119(2): 4.
- Vercet A, Burgos J, Crelier S, Lopez P 2001. Inactivation of Proteases and Lipases by Ultrasound. Innovative Food Science and Emerging Technologies 2(2): 139-150.
- Wu J, Gamage TV, Vilkhukh KS, Simons LK, Mawson R 2008. Effect of Thermosonication on Quality Improvement of Tomato Juice. Innovative Food Science and Emerging Technologies 9(2): 186-195.
- Zou Y, Jiang A 2016. Effect of Ultrasound Treatment on Quality and Microbial Load of Carrot Juice. Food Sci. Technol. (Campinas) 36(1): 111-115.



EK-1. Trabzon hurması nektarına ultrases işlemi uygulaması
Supp. -1. Ultrasound application in persimmon nectar

Factors Influencing the Food Purchase Points of Syrian and Iraqi Refugees in Samsun Province, Turkey

Abdulrazak Mousa GHAZAL¹, Mehmet BOZOĞLU²

^{1,2}Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture Department of Agricultural Economics 55139 Atakum, Samsun, Turkey.

¹<https://orcid.org/0000-0002-5234-5719>, ²<https://orcid.org/0000-0001-8333-1865>

✉: ashak7@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the factors influencing the food purchase points of Syrian and Iraqi refugees in the urban districts of Samsun province of Turkey. The primary data of the study were collected through a questionnaire from 252 household representatives of Syrian and Iraqi refugees. Factor analysis (FA) technique, descriptive analysis, Person's correlation (r), t-test, and ANOVA tests were used to address the objective of the study. The result showed that the refugees chose the local markets for fresh vegetables and fruit, supermarkets for meat and dairy products, and markets for cereal products. The price of the product and hygiene conditions were influential factors in-store selection for the refugees. However, nationality, gender, marital status, age, and district among the socio-demographic variables, the number of workers and income level among the economic variable, and, payment method among the behavioral variables had influences on the store preferences of refugees for at least for two type food categories. Furthermore, the store choices of the refugees were also affected by store attributes, consumer characteristics, and food categories.

Agricultural Economics

Research Article

Article History

Received : 19.02.2021

Accepted : 20.08.2021

Keywords

Refugees
Consumer Preferences
Food Categories
Store Choice
Samsun

Türkiye'nin Samsun İlindeki Suriyeli ve Iraklı Sığınmacıların Gıda Satın Alma Noktalarını Etkileyen Faktörler

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin Samsun ilinin kentsel ilçelerindeki Suriyeli ve Iraklı mültecilerin gıda alım noktalarını etkileyen faktörlerin araştırılmasıdır. Çalışmanın birincil verileri, 252 Suriyeli ve Iraklı mülteci hane halkı temsilcisinden anket yoluyla toplanmıştır. Araştırmanın amacına yönelik olarak faktör analizi (FA) tekniği, betimsel analiz, Kişi korelasyonu (r), t-testi ve ANOVA testleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, mültecilerin taze sebze ve meyve için yerel pazarları, et ve süt ürünleri için süpermarketleri ve tahıl ürünleri için bakkalları tercih ettiğini göstermektedir. Mültecilerin mağaza seçiminde ürünün fiyatı ve hijyen koşulları kriterlerinin etkisi bulunmaktadır. Ancak; sosyo-demografik değişkenlerden uyruk, cinsiyet, medeni durum, yaş ve semt, ekonomik değişkenden çalışan sayısı ve gelir düzeyi ile davranış değişkenlerinden ödeme yöntemi mültecilerin az iki yiyecek kategorisindeki mağaza tercihlerini etkilemektedir. Bununla birlikte, mültecilerin mağaza tercihlerini mağaza ve tüketici özellikleri ile gıda kategorilerinden de etkilenmiştir.

Tarım Ekonomisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 19.02.2021

Kabul Tarihi : 20.08.2021

Anahtar Kelimeler

Sığınmacılar
Tüketici Tercihleri
Gıda Kategorileri
Mağaza Seçimi
Samsun

To Cite: Ghazal AM, Bozoğlu M 2022. Factors Influencing the Food Purchase Points of Syrian and Iraqi Refugees in Samsun Province, Turkey. KSU J. Agric Nat 25 (4): 872-881. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.883333>

Atıf İçin: Ghazal AM, Bozoğlu M 2022. Türkiye'nin Samsun İlindeki Suriyeli ve Iraklı Sığınmacıların Gıda Satın Alma Noktalarını Etkileyen Faktörler. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 872-881 <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.883333>

INTRODUCTION

Retail store networks are quickly growing in many

industrial and agricultural nations. Likewise, food store chain has been expanding in past few years. Food retailing incorporates business that sells food

items. Store, market, bakkal (customary little staple shops), and pazar (road produce markets) are the primary food retail network in Turkey. The Turkish

food retail sector has developed and progressed through the last decade from 72 to 109 billion USD (Figure 1).

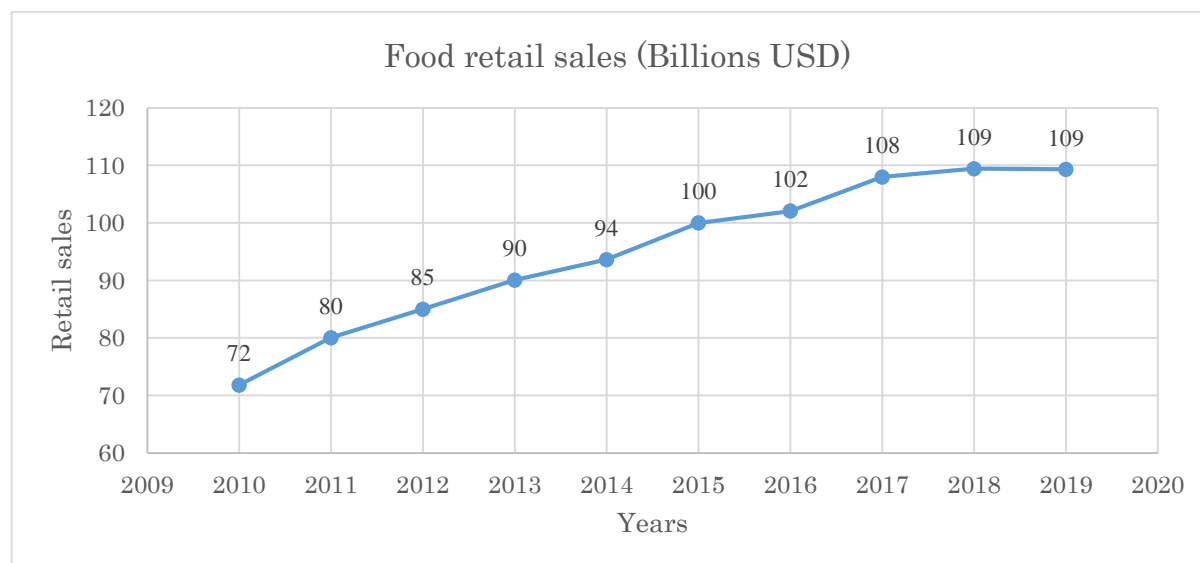


Figure 1. Developments in food retail sales in Turkey (Anonymous, 2020)

Şekil 1. Türkiye’de gıda perakende satışlarındaki gelişmeler (Anonymous, 2020)

Turkey has 3.9 million refugees and immigrants in the country and it is reported as the largest refugee population of any country in the world (Anonymous, 2019). A deep insight into refugees’ purchasing behaviors is beneficial for marketing companies to develop their marketing and pricing strategies and improve their services, products, and distribution channels (Louviere et al., 2000). The changes in consumer behavior and utility levels such as interest, values, motives, and opinions gave away growth in retail market formats and points of sale in the area (Prasad and Reddy, 2007; Kumar, 2012). Martinue (1958) classified consumer behavior factors into functional and psychological forms. Store choice was tested in terms of food categories and store attributes. Becker et al. (2000) determined that the origin of the country and the market location influence the quality selection for beef meat in Germany. Hoek et al. (2015) found that price and quality of products were significant elements in the shift of store choice. Chamburi and Batt (2013) segmented consumers into modern and traditional markets (meat) and modern, traditional, and transient markets (fruit and vegetables). Fox et al. (2004) found that formats of retail stores in Malaysia explained the varieties of services provided to fresh fruit consumers. Hygiene and clean picking of fruit products are considered to be the most effective attributes for the selection of fresh vegetables and fruits in Turkey (Dal and Kizilaslan, 2018). Durmaz et al. (2011) revealed that price, choice of selection, and freshness of products were essential attributes for the selection of supermarkets. Store location, convenience for the customers, and promotion are significant factors for

store satisfaction (Wel et al., 2012; Jere et al., 2014).

Store selection for the food basket is influenced by consumer characteristics. In many studies (Chamhuri and Batt, 2013; Terano et al., 2015), the age factor got leveraged in-store selection for fresh meat products. Whereas, the income level of the customers was found a significant influencing factor on store choice for fruit and vegetables (Ohen et al., 2014). Carpenter and Moore (2006) found that a low level of income and education is a serious abstraction of people in the supercenter format. Gehrt and Yan (2004) found that only income was related to retail attribute importance. Socio-economic factors such as education, income, and family size shaped the perceptions of consumers' selection towards store choice (Baltas and Argouslidis, 2007; Prasad and Reddy, 2007). Akpınar et al. (2009) showed that consumers with a high level of income, education, and age groups below 35 years preferred super-hypermarkets for vegetables and fruit products. Carpenter and Moore (2006) reported that households with large family sizes and female groups prefer supercenter formats.

The statement of the problem arises from various actions. The research problem of this study was organized from different literature on consumer behaviors, immigrants' behaviors, and point of purchase choices. In light of the problems addressed above, this study aimed (i) to determine the factors influencing the refugees’ purchase point choices of food products, (ii) to investigate the preferences of refugees across various points of food sale, and (iii) to understand the differences among the refugees during choosing point of purchase.

MATERIAL and METHODS

Materials

The site selection was purposive, Samsun province. The current study targeted all Syrian and Iraqi immigrants, who are residents in Samsun province. The sample household size from the refugee population was determined as 252 families using a random sampling design given in Formula 1 (Tejada and Punzalan, 2012):

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

Where

n: sample size, N: 680

Z: 1.96 for the confidence level of 95%

e: 0.05 acceptance level of sampling error

$$n = \frac{680}{1 + 680(0.05)^2} \approx 252$$

The primary data were obtained from face-to-face interviews with the responsible members of selected sample families from food purchases during October 2019-February 2020 for measuring attitudes of consumers towards a point of purchasing according to consumer attitudes and store attitudes, the five-point Likert scale ranging from strongly disagree (1) to strongly agree (5) was used to measure the weight of responses.

Four main purchase points would be used in the current study to accomplish the objectives of the study, five food categories (vegetables, fruits, meat products, dairy products, and cereals), four retail formats (1. Supermarket, 2. Market, 3. Grocery, and 4. Local market or Pazar) and some other variables as well.

Methods

Different descriptive measures such as frequency distributions, mean, minimum, and maximum values of respondents were applied in this study for the analysis. The normality test was evaluated by using the Shapiro-Wilk test. According to the result of the Shapiro-Wilk test, the variables were normally distributed. Therefore, an Independent simple t-test technique, ANOVA technique, and Correlation analysis (Pearson's r) were applied to measure the association among numeric variables. The factor analysis (FA) technique was applied in this study to reduce the number of variables. In the case of a minimum of 100 observations and larger, FA is used (Hair et al, 2014). Factor rotation or factor loadings explain the correlation between each variable and the factor. This test is conducted to measure the degree of correspondence between the variables and the factors. Since factor loading in our sample of 252 respondents equals 0.35 and above, they are significant (Hair et al., 2014). The Kaiser-Meyer-Olkin test (KMO) was

used to check whether the sample used in this study is adequate or not. The KMO value is greater than 0.6 and the factorability of the correlation matrix can be assumed (Hair et al., 2010). Factor analysis is applied to 28 items. The purpose of this procedure is to minimize 28 variables to a smaller group. The refugees were asked to express the importance of these factors during the food purchasing process.

RESULTS and DISCUSSIONS

Description of respondents' characteristics

Descriptive statistics for respondents' socio-demographic, economic, and behavioral variables were given in Table 1. The results showed that (44.8%) and (55.2%) were Syrian and Iraqi, respectively and the share of male respondents was (62.3%), females were (37.7%), While (51.2%) of the respondents were married, (47.2%), and 1.6% were single and divorced, respectively. The average age of the respondents was 30 years with the average family size per household being five. Relative to the educational level, the majority of respondents (47.2%) were university graduates, (21.8%) and (14.3%) of the respondents completed high school education degrees and postgraduate, respectively and only 5.2 percent had no formal education, and 5.2 percent had formal education level among the selected respondents. The majority of the respondents (61.1%) were residents of Ilkadim district, (20.6%), and (18.3%) in Atakum and Canik districts, respectively.

Considering the economic characteristics of the respondents, about 38% were employed, 35.7% and 25.8% were students and unemployed, while 51.2% of refugee households were unemployed, 32.9% had one worker, and 13.5% had two workers and 2.4% had three workers respectively. About 36% of refugee households reported that their monthly income level was between TL 2000 and 3000, 18% of them had in between TL 1500 and 2000 and, 16% reported that their monthly income was below TL 1500. The majority of respondents in the study area (84.9%) did not benefit from cash assistance, while only 15.1% of them were at receiving end of this facility.

Relative to behavioral variables, the majority of families (75.8 %) reported that the father or mother was the decision-maker for family activities like food purchases, and shopping together. About (8%) of food shopping, is done by other members of a family. Relative to the number of meals per day by a family, about (50%) had three meals daily and (43.7%) of them had excess to two meals in a day for the family. The majority of respondents (77.9%) paid direct cash for their needs while the rest of the (22.1%) used credit card facilities.

Table 1. Descriptive statistics for socio-demographic, economic, and behavioral variables
Çizelge 1. Sosyo-demografik, ekonomik ve davranışsal değişkenler için tanımlayıcı istatistikler

Variables <i>Değişkenler</i>		No. of Respondents <i>Denek sayısı</i>	Percent (%) <i>Oran (%)</i>	
Socio-demographic	Nationality	Syrian	113	44.8
		Iraqi	139	55.2
	Gender	Male	157	62.3
		Female	95	37.7
	Marital status	Married	129	51.2
		Single	119	47.2
		Divorced	4	1.6
	Age group	18 – 25 years	100	39.8
		26 – 35 years	79	31.5
		36 – 45 years	44	17.5
		More than 45	29	11.2
	Household size	Less than 3	29	11.5
		From 3 to 4	64	25.4
		From 5 to 6	95	37.7
		More than 6	64	25.4
		Level of education	Illiterate	13	5.2
	Primary		13	5.2
	Secondary		16	6.3
High school	55		21.8	
University	119		47.2	
Postgraduate	36		14.3	
District of residence	Canik	46	18.3	
	Ilkadam	154	61.1	
	Atakum	52	20.6	
Economic	Job status of family members	Unemployed	65	25.8
		Employed	97	38.5
		Student	90	35.7
	Number of workers in household	None	129	51.2
		1 worker	83	32.9
		2 workers	34	13.5
		3 workers	6	2.4
	Monthly household income	Less than 1500 TL	41	16.3
		1500 -2000 TL	47	18.7
		2000-3000 TL	73	29.0
		More than 3000 TL	91	36.1
	Benefit from cash assistance	Yes	38	15.1
No		214	84.9	
Behavioral	Who makes a purchase?	Father or mother	182	75.8
		Father and mother	19	7.9
		Children	39	16.3
	Number of meals eaten	Two meals	110	43.7
		Three meals	125	49.6
		Four meals	17	6.7
	Payment type in food shopping	Cash	183	77.9
		ATM card	52	22.1

Point of purchase attributes: factor analysis results

Table 2 showed that the value of Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (0.836) was greater than 0.6, the value of Bartlett's test of sphericity ($\chi^2= 5052.846$, $df = 378$, $p= 0.000$) was less than 0.05 and this indicated that the data is fit for factor analysis. The results of factor loadings or rotation are shown in table 2. Out of 28 variables, seven factors had eigenvalues greater than

one and their cumulative value equals (75.15%) indicating that seven factors explain 75.15% of the total variance. The reliability or Cronbach's Alpha of the factors influencing point of sale choice ranged from 0.797 to 0.901. They have an acceptable reliability level because their values were greater than 0.60 (Hair et al., 2014). The loading value must be greater than 0.35 to be significant.

The first factor was named (healthy condition), with an Eigenvalue of 9.38, Cronbach's alpha of 0.898, and included six variables. The second factor of place or facilities of sale point, with an Eigenvalue of 2.86, and Cronbach's alpha of 0.900, had six variables. The third factor was labeled as culture and habits, with Eigenvalue 2.61, and Cronbach's alpha of 0.901. The fourth factor represents the product factor with Eigenvalue 1.93, and Cronbach's alpha of 0.886. The fifth factor represents characteristics of staff in the sale points, with Eigenvalue 1.79, and Cronbach's alpha of 0.797. The sixth factor was named a price,

with Eigenvalue 1.36, and Cronbach's alpha of 0.837. The seventh factor is related to store ownership, with Eigenvalue 1.08. The refugees were asked to express the importance of these factors during the food purchasing process. The results indicated that the price factor (4.07) had the highest average score, this was followed by the product characteristics factors (4.02), the third-factor healthy conditions (3.87), the fourth-factor characteristics of staff (3.77), the fifth-factor culture and habits (3.69) and the final factor was social relations with the store owner (3.60).

Table 2. Factor analysis results and reliability

Çizelge 2. Faktör analizi sonuçları ve güvenilirlik

Factors <i>Faktörler</i>	Mean Score	Factor 1	Factor 2	Factor3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7
<i>Healthy conditions</i>	3.87							
Pesticide residue	3.78	.889						
Food safety	4.02	.818						
Hygiene of the store	3.90	.816						
Organic product	3.82	.798						
GMO or hormone product	3.72	.766						
Product nutritional value	3.94	.741						
<i>Place and facilities</i>	3.74							
Transportation service	3.65		.934					
Bulk shopping	3.68		.839					
Availability of products in all seasons	3.79		.826					
Parking facilities	3.59		.822					
Easy access to stores	3.85		.800					
Distance	3.89		.609					
<i>Culture and habits</i>	3.69							
Homeland products	3.73			.901				
Turkish products	3.68			.884				
Family effects	3.72			.872				
Friends' effects	3.60			.781				
Product origin	3.71			.767				
<i>Product characteristics</i>	4.02							
Product taste	4.11				.953			
Availability of various products	4.02				.871			
Product quality	4.07				.829			
Product appearance	3.89				.762			
<i>Characteristics of staff</i>	3.77							
Respect and kindness	3.85					.885		
Employee behavior	3.73					.827		
Their languages	3.73					.687		
<i>Price</i>	4.07							
Price suitability	4.14						.941	
Promotion	4.18						.787	
Gifts	3.89						.774	
<i>Social relation</i>	3.60							
store ownership	3.60							.705
Eigenvalue		9.38	2.86	2.61	1.93	1.79	1.36	1.08
Total variance		33.50	43.80	53.13	60.04	66.44	71.29	75.15
Cronbach's Alpha		0.898	0.900	0.901	0.886	0.797	0.837	
Bartlett's Test of Sphericity	Chi-square (χ^2) = 5052.846, df = 378, $p < 0.01$							
KMO	0.836							

Pearson's r results are shown in Table 3. The findings indicated that despite the importance of these seven factors for consumers, they had no associations with store choice through purchasing vegetables, fruit, dairy, and cereals products. As expected, healthy

conditions ($p < 0.10$) and place of the store had a significant positive correlation ($p < 0.05$) for the meat products category. Relative to store ownership had a positive correlation for vegetables and cereals products ($p < 0.10$), respectively.

Table 3. Pearson's r results by food categories

Çizelge 3. Gıda kategorilerine göre Pearson'ın r sonuçları

Store attributes <i>Mağaza özelliği</i>	Vegetables <i>Sebze</i>	Fruit <i>Meyve</i>	Dairy products <i>Süt ürünleri</i>	Meat products <i>Et ürünleri</i>	Cereals <i>Hububat</i>
Healthy conditions	0.57	0.14	0.46	0.09*	0.9
Place and facilities	0.85	0.57	0.12	0.03**	0.52
Culture and habits	0.89	0.80	0.23	0.47	0.9
Product characteristics	0.64	0.15	0.17	0.95	0.63
Staff characteristics	0.9	0.39	0.60	0.34	0.50
Price	0.49	0.34	0.72	0.17	0.40
Store ownership	0.06*	0.39	0.32	0.55	0.07*

*, **, and *** indicate statistically significant at 10%, 5%, and 1% levels, respectively

Two stages of analysis were conducted in this study to address the objective of the study in a meaningful way. In the first stage, identification of the store attributes influencing store choice selection for food categories, and secondly, identify the differences among refugees through the purchasing process mechanism. The current study confirmed that the price dimension is determined as the most influential factor and it is followed by product characteristics. Due to the poor economic conditions that refugees were facing in the selected study area, made their preferences for the selection of stores according to price level and products suitable for health. The findings were in line with Chamhuri and Batt (2013) and Hoek et al., (2015). Also, Theodoridis and Chatzipanagiotou (2006) revealed that personnel, pricing, products, and in-store convenience were statistically significant driver attributes towards format choice. In contrast, Carpenter and Moore (2006) confirmed that cleanliness was the most important attribute. Dal and Kizilaslan (2018) also confirmed that Turkish consumers paid the most attention to cleanliness. In the meat case, the consumer was influenced by two factors, hygienic

conditions and facilities available for the meat products. Fresh meat products posed a higher level of risk to consumers and social relations with retailers influence refugees to select markets, especially for cereal products and household items. The findings indicated that the impacts of store attributes were significant to consumers but insignificant through the selected store for food categories. The findings were consistent with those (Uusitalo, 2001).

Consumers' preferences on the points of food sale

Table 4 showed that the results of consumers' preferences on the points of food purchases. The results showed that the majority of refugee householders preferred to buy fresh vegetables (82.9%) and fruit (79.0%) from local markets (Pazar), while the majority of refugee householders preferred to buy dairy products (61.1%) and meat products (61.5%) from supermarkets. Whereas 40.5% of refugee households preferred to buy cereals products from markets. However, greengrocery was not generally preferred by refugee respondents for cereals, dairy, and meat products.

Table 4. Consumers' preferences on the points of food purchases (%)

Çizelge 4. Tüketicilerin gıda satın alma noktalarına ilişkin tercihleri (%)

Food category <i>Gıda kategorisi</i>	Point of sale (%) (<i>Satış noktası (%)</i>)			
	Supermarket <i>Süpermarket</i>	Market <i>Market</i>	Greengrocery <i>Manav</i>	Local market <i>Mahalle pazarı</i>
Vegetables	8.7	0.4	7.9	82.9
Fruit	9.5	1.6	9.9	79.0
Dairy products	61.1	17.5	0.8	20.6
Meat products	61.5	27.4	1.2	9.9
Cereals	33.7	40.5	1.2	24.6

With respect to consumers' preferences, several studies reported that the preference of stores differs according to food categories (Chamhuri and Batt,

2013; Dal and Kizilaslan, 2018). The findings in Table 4 showed that the supermarket is the best point to purchase meat and dairy products, traditional

markets, or (local markets) are preferred for fresh food products in fruit and vegetables and the market was preferred by refugee households for cereal products because of being homeland products and their ownerships were Arab people. Chamhuri and Batt (2013) pointed out three clusters for fresh fruit and vegetables (modern retail shoppers, transient shoppers, and traditional market shoppers) and two clusters for meat whereas the respondents were more selective through buying. As shown above, ownership of a store influences consumer decisions. The findings indicated that local markets or neighborhood markets in Turkey have a competitive price advantage in line with (Wel et al., 2012; Dal and Kizilaslan, 2018).

Factors Influencing Consumers' Food Purchase Points

Table 5 showed the differences in refugee households' food store preferences based on socio-demographic variables and food categories. The findings indicated that there had been statistically significant differences in nationality through buying vegetables ($p<0.05$), fruit ($p<0.10$), dairy products ($p<0,01$), and meat products ($p<0.05$), whereas there had been statistically significant differences for gender through buying dairy ($p<0.10$), meat ($p<0.10$) and cereals ($p<0.01$). There had been statistically significant differences in marital status through buying vegetables ($p<0.05$) and dairy products ($p<0.10$).

Table 5. The differences in refugee households' food store preferences concerning socio-demographic variables
Cizelge 5. Sığınmacı hanehalklarının sosyo-demografik değişkenlerine göre gıda satın alma tercihlerindeki farklılıklar

Socio-demographic Variables <i>Sosyo-demografik değişkenler</i>	Mean Score of Food Categories <i>Gıda kategorisinin ortalama skoru</i>				
	Vegetables <i>Sebze</i>	Fruit <i>Meyve</i>	Dairy products <i>Süt ürünleri</i>	Meat products <i>Et ürünleri</i>	Cereals <i>Hububat</i>
Nationality					
Syrian	3.53	3.47	2.16	1.75	2.26
Iraqi	3.75	3.67	1.53	1.47	2.09
p-value	0.05**	0.08*	0.00***	0.02**	0.26
Gender					
Male	3.62	3.56	1.92	1.68	2.31
Female	3.71	3.62	1.63	1.46	1.94
p-value	0.44	0.61	0.06*	0.08*	0.01***
Marital status					
Married	3.76	3.67	1.98	1.67	2.24
Single	3.50	3.48	1.62	1.52	2.11
Divorced	4.00	3.75	2.00	1.25	1.50
p-value	0.04**	0.23	0.06*	0.33	0.34
Age					
18–25 years	3.52	3.51	1.49	1.43	2.00
26–35 years	3.71	3.61	2.19	1.67	2.43
36–45 years	3.73	3.64	2.00	1.93	2.18
More than 45 years	3.82	3.71	1.61	1.46	2.00
p-value	0.26	0.71	0.00***	0.02**	0.08*
Household size					
Less than 3	3.41	3.41	1.83	1.48	2.28
From 3 to 4	3.75	3.66	1.94	1.70	2.25
From 5 to 6	3.68	3.54	1.85	1.59	2.26
More than 6	3.61	3.50	1.61	1.55	1.89
p-value	0.36	0.52	0.46	0.69	0.17
Education level					
Illiterate	3.46	3.69	1.54	1.54	1.77
Primary	4.00	4.00	2.00	1.62	2.08
Secondary	3.44	3.00	1.56	1.63	1.81
High	3.60	3.62	1.56	1.45	2.04
Bachelor	3.71	3.65	1.56	1.66	2.24
Master	3.56	3.39	1.91	1.58	2.44
p-value	0.43	0.04**	0.33	0.85	0.26
District					
Canik	3.91	3.83	2.35	1.83	2.28
Atakum	3.56	3.49	1.64	1.53	2.08
Ilkadim	3.63	3.36	1.83	1.60	2.31
p-value	0.07*	0.09*	0.00***	0.16	0.36

*, **, and *** indicate statistically significant at 10%, 5%, and 1% levels, respectively

However, there had been statistically significant differences in age factor through buying dairy products ($p < 0.01$), meat products ($p < 0.05$), and cereals ($p < 0.10$). There had been statistically significant differences for the education factor through buying only fruit ($p < 0.05$). The results also revealed that the district had significant differences in buying vegetables ($p < 0.10$), fruit ($p < 0.10$), dairy, and meat products ($p < 0.01$). Finally, the length of stay and household size had no statistically significant differences through buying food categories ($p > 0.10$).

To identify the significant differences among refugees, t and ANOVA tests were used. The results confirmed that socio-demographic variables such as nationality, gender, marital status, age, education level, and district had an influence on point of purchase choice at least for one food category. The results suggested

that household size had no significant differences in store choice and these findings were inconsistent with Carpenter and Moore (2006), and Prasad and Reddy (2007). These findings confirmed that family size had a significant influence on the type of food and grocery retail outlets.

Table 6 showed the differences in refugee households' food store preferences based on economic variables and food categories. Job-status had no significant differences through buying food categories ($p > 0.10$), whereas the number of workers had significant differences through buying dairy products ($p < 0.05$) and cereal products ($p < 0.05$). Household income had significant differences through buying vegetables ($p < 0.05$) and dairy products ($p < 0.01$). Finally, cash assistance had no statistically significant impact on store choice through buying all food categories ($p > 0.10$).

Table 6. The difference in refugee households' food store preferences concerning economic variables

Çizelge 6. Ekonomik değişkenlerle ilgili olarak sığınmacı hanhalklarının gıda satın alma tercihlerindeki farklılıklar

Economic Variables <i>Ekonomik değişkenler</i>	Mean score of food categories <i>Gıda kategorisinin ortalama skoru</i>				
	Vegetables <i>Sebze</i>	Fruit <i>Meyve</i>	Dairy products <i>Süt ürünleri</i>	Meat products <i>Et ürünleri</i>	Cereals <i>Hububat</i>
Job-status					
Unemployed	3.69	3.66	1.55	1.46	2.11
Employed	3.73	3.63	1.90	1.62	2.15
Student	3.53	3.48	1.90	1.67	2.22
p-value	0.27	0.39	0.13	0.38	0.82
Number of workers					
No person	3.70	3.67	2.03	1.70	2.36
One person	3.63	3.49	1.63	1.55	1.99
Two persons	3.56	3.44	1.50	1.38	1.91
Three persons	3.5	3.83	1.33	1.17	1.83
p-value	0.80	0.38	0.02**	0.19	0.04**
Income level					
Less than 1500 TL	3.73	3.68	1.56	1.63	2.17
1500 -2000 TL	3.91	3.83	2.04	1.74	2.34
2000-3000 TL	3.45	3.45	2.15	1.68	2.21
More than 3000 TL	3.64	3.52	1.53	1.43	2.04
p-value	0.04**	0.12	0.00***	0.18	0.53
Cash assistance					
Yes	3.76	3.76	1.87	1.50	2.08
No	3.63	3.55	1.90	1.61	2.18
p-value	0.39	0.19	0.74	0.49	0.61

*, **, and *** indicate statistically significant at 10%, 5%, and 1% levels, respectively

Economic variables such as the number of workers in the household and household income level had influences on the point of purchase choice at least for one food category. The results were in line with (Prasad and Reddy, 2007). These findings confirmed the importance of occupation in-store choice. Whereas the job status had no significant influence on store

choice and there were differences in the price of food products, especially for fruit and vegetables in Turkey. Therefore, the level of income played an important role in-store choice.

Table 7 showed the differences in refugee households' food store preferences based on behavioral variables. The factor of food buyers had significant differences

through buying dairy products ($p < 0.05$) and the factor of the number of daily meals had no significant differences through buying food categories ($p > 0.10$). Finally, the payment method factor had significant differences between buying vegetables ($p < 0.10$) and fruit ($p < 0.01$).

Finally, behavioral variables such as buyer and Table 7. The difference in refugee households' food store preferences concerning behavioral variables

Çizgi 7. Davranışsal değişkenlerle ilgili olarak sığınmacı hanehalklarının gıda satın alma tercihlerindeki farklılıklar

Behavioural Variables <i>Davranışsal değişkenler</i>	Mean score of food categories <i>Gıda kategorisinin ortalama skoru</i>				
	Vegetables <i>Sebze</i>	Fruit <i>Meyve</i>	Dairy products <i>Süt ürünleri</i>	Meat products <i>Et ürünleri</i>	Cereals <i>Hububat</i>
Buyer					
Father or Mother	3.70	3.63	1.90	1.57	2.23
Father and mother	3.79	3.68	1.16	1.42	1.84
Children	3.51	3.56	1.85	1.77	2.21
p-value	0.39	0.88	0.04**	0.34	0.39
N. of Meals					
Two	3.69	3.59	1.88	1.59	2.20
Three	3.60	3.57	1.70	1.63	2.17
Four	3.76	3.65	2.18	1.35	1.94
p-value	0.63	0.94	0.21	0.51	0.69
Payment method					
Cash	3.72	3.69	1.82	1.55	2.17
ATM	3.46	3.33	1.87	1.62	2.33
p-value	0.06*	0.01***	0.81	0.66	0.39

*, **, and *** indicate statistically significant at 10%, 5%, and 1% levels, respectively

CONCLUSIONS

This study investigated the different factors influencing refugee households' preferences on the points of food retail purchases in Samsun province of Turkey. The results reported that price and product were the most important attributes and the consumers' preferences on the points of food purchases pertain also to food categories purchased. Local markets (pazar) seemed to be the most preferred choice for fresh vegetables and fruit, whereas the supermarket was the most preferred choice for meat and dairy products. Markets were the best choice of cereals products. It is concluded from the research that each point of food sale was preferred for specific food categories by refugee households.

Results of store choice and consumer characteristics, the results found that socio-demographic (nationality, gender, marital status, age, education level, district), economic (number of workers and income level), and behavioral (buyer, payment method) factors had significant impacts on the store choice. Whereas, the factors of job status, length of stay, cash assistance, and the number of meals eaten had no statistically significant impacts on store choice through buying food products.

payment method had an influence on point of purchase choice at least for one food category and the credit or debit cards could be used to buy fruits and vegetables from supermarkets, there was no option for consumers to pay shopping bills with credit or debit cards in local markets for the selected study area.

In conclusion, refugee households' shopping behavior is still an important issue as a result of the increasing refugee population in the world. Overall, the findings had implications for food retailers and refugees. The retail sector management in Turkey should take account into refugees' preferences to fulfill their desires and needs and the points of purchase should motivate buying health and safety products. These retailers should increase consumers' perceptions of health and safety products. Moreover, refugees should focus on the healthy attributes of food more than the price attribute.

Acknowledgments

The authors would like to thank all refugees who joined and responded to this study.

Authorship contribution statement

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Conflicts of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

REFERENCES

Akpınar MG, Ozkan B, Oral M A, Kizilay H 2009.

- Consumer Preferences for Fresh Fruit and Vegetables Supply Chain: Modern (Super-Hipermarket) Retailers. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 22(2): 211-221.
- Anonymous 2019. Global Focus. Retrieved in January, 01, 2011 from <https://reporting.unhcr.org/node/2544?y=2019#year>
- Anonymous 2020. Retail Sales Indics, 2010- 2019. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Retail-Sales-Indices-December-2020-37355>
- Baltas G, Argouslidis PC 2007. Consumer Characteristics and Demand for Store Brands. *International Journal of Retail and Distribution Management*. 35(5): 328-341.
- Becker T, Benner E, Glitsch K 2000. Consumer Perception of Fresh Meat Quality in Germany. *British Food Journal*, 102(3): 246-266.
- Carpenter JM, Moore M 2006. Consumer Demographics, Store Attributes, And Retail Format Choice in The US Grocery Market. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 34(6): 434-452.
- Chamhuri N, Batt PJ 2013. Segmentation of Malaysian Shoppers by Store Choice Behaviour in Their Purchase of Fresh Meat and Fresh Produce. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 20(6): 516-528.
- Chamhuri N, Batt PJ 2013. Understanding the Relationship Between Perceived Quality Cues and Quality Attributes in The Purchase of Meat in Malaysia. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing*, 25(3): 187-208.
- Dal B, Kizilaslan H 2018. Factors of Fresh Vegetable and Fruit Supply Point in The City Center of Tokat Province. *J. Agric Nat. Kahramanmaras Sutcu Imam Univ*, 21(Special Issue): 80-85.
- Durmaz Y, Celik M, Oruc R 2011. The Impact of Cultural Factors on The Consumer Buying Behaviors Examined Through an Empirical Study. *International Journal of Business and Social Science*, 2(5): 109-114.
- Erdogan C 2020. Turkey Retail Foods. (Accessed 01.06.2020). <https://www.fas.usda.gov/databases/global-agricultural-information-network-gain>
- Fox EJ, Montgomery A L, Lodish LM 2004. Consumer Shopping and Spending Across Retail Formats. *The Journal of Business*, 77(2): 25-S60.
- Gehrt KC, Yan RN 2004. Situational, Consumer, And Retailer Factors Affecting Internet, Catalog, And Store Shopping. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 32(1): 5-18.
- Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE 2014. *Multivariate Data Analysis: Pearson New International Edition*, London
- Hoek AC, Pearson D, James SW, Lawrence MA, Friel S 2015. Healthy and Environmentally Sustainable Food Choices: Consumer Responses to Point-Of-Purchase Actions. *Food Quality and Preference*, 58: 94-106.
- Jere MG, Adererele BA, Jere A 2014. Exploring Factors That Influence Store Patronage Amongst Low-Income Consumers in Cape Town, South Africa. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(20): 152.
- Louviere JJ, Hensher DA, Swait JD 2000. *Stated Choice Methods: Analysis and Applications*. Cambridge University Press.
- Kumar A 2012. The Changing Buying Behaviour of Customers in Organized Retail Sector of Pune City. *International Journal of Research in Social Sciences*, 2(1): 247-263.
- Martineau P 1958. Social Classes and Spending Behaviour. *Journal of Marketing*, 23(2): 121-130.
- Ohen SB, Umeze GE, Cobham ME 2014. Determinants of Market Participation by Cucumber Farmers in Odukpani Local Government Area, Cross River State, Nigeria. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5(2): 188-196.
- Prasad CJ, Reddy DR 2007. A Study on The Role of Demographic and Psychographic Dynamics in Food and Grocery Retailing. *Vision*, 11(4): 21-30.
- Tejada, J. J., Punzalan, J. R. B., 2012. On the misuse of Slovin's formula. *The Philippine Statistician*, 61(1): 129-136.
- Terano R, Binti Yahya R, Mohamed Z, Bin Saimin S 2015. Factor Influencing Consumer Choice Between Modern and Traditional Retailers in Malaysia. *International Journal of Social Science and Humanity*, 5(6): 509.
- Theodoridis PK, Chatzipanagiotou KC 2009. Store Image Attributes and Customer Satisfaction Across Different Customer Profiles Within the Supermarket Sector in Greece. *European Journal of Marketing*, 43(5/6): 708-734.
- Uusitalo O 2001. Consumer Perceptions of Grocery Retail Formats and Brands. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 29 (5): 214-225.
- Wel CAC, Hussin SR, Omar NA, Nor SM 2012. Important Determinant of Consumers' Retail Selection Decision in Malaysia. *World Review of Business Research*, 2(2): 164-175.

İğdır İli'nde Organik Gıda Bilgi Düzeyinin Belirlenmesi

İbrahim Hakkı KADIRHANOĞULLARI^{1*}, Meryem KONU KADIRHANOĞULLARI², Mehmet Kazım KARA³, Ahmet Metin KUMLAY⁴

¹İğdır Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, İğdır, ²Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO, Kars, ³İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, İğdır, ⁴İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, İğdır.

¹<https://orcid.org/0000-0002-9640-8910>, ²<https://orcid.org/0000-0001-7359-7061>, ³<https://orcid.org/0000-0003-4926-6881>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-9765-8674>.

✉: i.kadirhanogullari@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, İğdır İli'nde tüketicilerin organik gıda bilgi düzeyini belirlemektir. Veri Madenciliği Karar Ağacı yönteminden Ki-kare otomatik etkileşim detektörü (CHAID) algoritması kullanılan çalışmanın verileri Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi'ne göre 165 tüketiciden elde edilmiştir. Özgüllük (specificity) değeri 88.6 olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda organik gıda bilgi düzeyleri tüketicilerin demografik özelliklerine göre değişim göstermektedir. İğdır İli'nde evli olan bireylerin bekârlara oranla daha bilgili olduklarını ifade ettikleri görülmüştür. Evli olan bireylerde eğitim durumu ve hanedeki birey sayısı arttıkça bilgi düzeylerinin de arttığı görülmektedir. Katılımcıların büyük kısmı organik ürünlerin fiyatlarını uygun bulmadığını, sertifikalı olmasına dikkat edildiğini, gıda üretimi ve satışı yapan firmalara yeterince güvenilmediğini, organik gıda çeşitliliğinin yeterli bulunmadığını, gıdaların marketlerde genetiği değiştirilmiş organizma (GDO), hormonlu ya da organik diye ayrılmasını ve farklı fiyatlandırma yapılmasını istediklerini belirtmişlerdir. Aynı zamanda organik gıda ürünleri için ne kadar fazla fiyat ödemeye razı olursunuz araştırma sorusu için katılımcıların büyük kısmı %10 daha fazla fiyat ödemeye razı olduklarını ifade etmişlerdir. Organik gıda satın alma sıklığı araştırma sorusu için tüketicilerin çoğu 'haftada bir kaç kere' şeklinde belirtmişlerdir.

Determining Organic Food Knowledge Level in Iğdır

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the organic food knowledge level of consumers in Iğdır province. The data of the study was obtained by using the Chi-square automatic interaction detector (CHAID) algorithm from the Data Mining Decision Tree method, from 165 consumers according to the Simple Random Sampling Method. As a result of the study, organic food knowledge levels vary according to the demographic characteristics of the consumers. It has been observed that married individuals in Iğdır province stated that they were more knowledgeable than singles. It is observed that the level of knowledge of the married individuals increases as the educational level and the number of individuals in the household increase. Most of the participants stated that they do not find the prices of organic products appropriate, that they paid attention to be certified, that the companies which produce and sell food are not trusted enough, and that the organic food variety is not found sufficient. They want the food to be separated as genetically modified organism (GMO), hormonal or organic in the markets with different pricing. At the same time, the research question of 'how much would you be willing to pay for organic food products' was answered in such a way that it showed that most of the participants were willing to pay 10% more. For the organic food purchase frequency research question, most of the consumers stated 'a few times a week.'

İstatistik

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 03.03.2021

Kabul Tarihi : 26.08.2021

Anahtar Kelimeler

Organik gıda

Karar ağacı

Bilgi düzeyi

İğdır

Statistics

Research Article

Article History

Received : 03.03.2021

Accepted : 26.08.2021

Keywords

Organic food

Decision tree

Knowledge level

Iğdır

Atıf Şekli:	Kadirhanoğulları İH, Konu Kadirhanoğulları M, Kara MK, Kumlay AM 2021. Iğdır İlinde Organik Gıda Bilgi Düzeyinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 882-889. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.890284
To Cite :	Kadirhanoğulları İH, Konu Kadirhanoğulları M, Kara MK, Kumlay AM 2021. Determining Organic Food Knowledge Level in Iğdır. KSU J. Agric Nat 25 (4): 882-889. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.890284

GİRİŞ

Birim alandan daha fazla verim elde etmek amacıyla yoğun olarak uygulanan konvansiyonel tarım; toprağın çok fazla işletilmesi, ürün niteliğinin bozulması, çevrenin kirlenmesi, doğal dengenin değişmesi ve ürünlerde tortu oluşumu gibi zararların meydana gelmesine sebep olmuştur. Bu olumsuzlukları gidermek, sağlıklı ürün üretimi ve tüketimi amacıyla bilinçli üreticiler ve tüketicilerin bir araya gelmesiyle organik tarım kavramı ortaya çıkmış ve gelişmiştir (Öztürk, 2004; Bayram ve ark., 2007).

Organik tarım kavramı ilk defa İngiltere’de 1910 yılında ortaya çıkmıştır. Bundan sonra, 1924 yılında Dr. Rudolf Steiner’in ‘Biyodinamik Tarım Yöntemi’ kursunun içeriğinde, 1930’lu yıllarda Müller ve Rush ‘Kapalı Tarım’ konusunu değerlendirirken ve Lemaire-Boucher Fransa’da bazı alglerin bitkilerde doğal dayanıklılığı çoğaltmak gayesiyle kullanılabileceğini ifade eden araştırmalarında bu kavramın izlerine rastlamak mümkündür. İkinci dünya savaşından dolayı organik tarım gelişimi Avrupa ülkelerinde yavaşlamış fakat bazı çevreci üreticilerin ferdi gayretleri ile devam etmiştir. Almanya’da 1972 yılında IFOAM (Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu)’nun kurulması ile organik tarım bambaşka bir nitelik kazanmıştır (Ak, 2004).

Organik tarım; zararlı girdilerin kullanılmasından daha çok çevresel süreçlere, biyolojik çeşitliliğe ve yerel koşullara adapte edilen toprağın, biyolojik çeşitliliğin ve insanın sağlığını gözetilen üretim sistemine denir. Organik tarım ortak olduğumuz çevreye yarar sağlamak ve iyi yaşam kalitesini tavsiye etmek için geleneği, yenilikçiliği ve bilimi birleştiren sistemler bütünüdür (IFOAM, 2021).

Sağlık ve çevre ile ilgili kaygıların çoğalması ve sosyo-ekonomik şartların gelişmesi gibi faktörlerden dolayı organik tarıma olan rağbet artmıştır. Tüketicilerin organik tarım ve gıdalarına taleplerinin çoğalmasından dolayı organik tarımla uğraşan çiftçi sayısı da doğal olarak fazlaşmıştır. Büyüyen talep sonucu uluslararası ticaret gelişmiştir. Üretildiği ülkelerde iç talep ve pazar bulunmadığı halde bazı ülkeler, talep gören ve Avrupa’da üretilmeyen organik ürünleri üretmeye ve ihraç etmeye başlamışlardır (Demiryürek, 2011).

Organik tarım Türkiye’de 1985’li yıllarda ithalatçı ülkelerin istekleri üzerine az bir üretici topluluğu tarafından başlatılmış, zamanla geniş topluluğa yayılarak ticari bir boyut kazanmıştır (Karabaş ve

Gürler, 2012).

Resmi ve özel sektör kurum ve kuruluşları, yazılı ve görsel basın, çiftçi eğitimleri, üreticiler ve tüketiciler için önemli olan bilgi kaynaklarını oluşturmakta, organik tarım ve organik ürün talebindeki artışın meydana gelmesinde rol oynamaktadır. Organik tarımın yaygınlaşmasına ve organik pazarların oluşmasına katkı sağlayan bu bilgi kaynakları vasıtasıyla organik üretim teşvik edilmekte ve bilinçli tüketici sayısını artırmaktadır (Torun, 2011).

2019 yılı FİBL tarafından açıklanan araştırma verilere göre dünyada toplam 72.2 milyon hektar organik tarım arazisi bulunmaktadır. Okyanusya 35.9 milyon hektar (%49.6) arazi ile organik tarım alanlarının en geniş sahasına sahiptir. Ardından Avrupa 16. milyon hektar (% 22.9), Latin Amerika’da 8.2 milyon hektar (% 11.5), Asya 5.9 milyon hektar, (% 8.2), Kuzey Amerika 3.6 milyon hektar, (% 5) ve Afrika 2 milyon hektar (%2.8) gelmektedir. Avustralya 35.6 milyon hektar organik tarım arazisi ile en önde gelen ülke olurken akabinde Arjantin (3.6 milyon hektar) ve Çin (2.2 milyon hektar) gelmektedir. Türkiye’de ise 0.5 milyon hektar arazide organik tarım yapılmaktadır. Kişi başı organik gıda tüketim miktarına bakıldığında en çok tüketen ülkeler olarak 338 Euro ile İsviçre ve ardından 344 Euro ile Danimarka gelmektedir. Türkiye’de kişi başına 0.60 Euro’luk organik ürün tüketilmektedir (FİBL, 2021).

Iğdır İli’nin üç ülkeye komşu ve mikro klima iklimine sahip olmasından dolayı Iğdır’daki tüketici tercihlerinin Veri Madenciliği Karar Ağacı Yöntemi ile belirlenmesi bu çalışmada amaçlanmıştır. Elde edilecek bulguların il ekonomisine, kırsal kalkınmaya, tüketici bilinçlenmesine ve organik gıda hakkında yapılacak daha sonraki çalışmalara katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

MATERYAL ve METOD

Bu çalışmanın materyalini Iğdır İli’nde yaşayan ve organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olma faktörünü belirlemek amacıyla, etik kurul izni alınarak örnekleme yoluyla seçilen bireylere yüz yüze görüşme yöntemiyle elde edilen anket verileri oluşturmuştur (Şekil 1).

Örnekleme Yöntemi

Iğdır ili merkez nüfusu 140267 olup (Anonim, 2020a) bu ana kitleyi en iyi temsil etmesi için aşağıda formülü verilen “Basit Tesadüfi Örnekleme Kitle Oran Tahmini” metodu (Yamane, 2010) kullanılarak

elde edilen anket verileri değerlendirilmeye tabii tutulmuştur



Şekil1. Iğdır il haritası (Anonim, 2021)

Figure 1. Iğdır province map (Anonymous, 2021)

$$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot pq}{(N - 1)D^2 + t^2 pq}$$

n= Örneğe alınacak birey sayısı

N= Küme büyüklüğü (140267)

D= Kabul edilen veya arzu edilen örnekleme hatası (%10)

t= t kritik değeri (2.576)

q= 1-p (0.5)

p= Hesaplanması istenen oran (0.5)

$$n = \left(\frac{140267 \times 2.576^2 \times 0.5 \times 0.5}{(140267 - 1) \times 0.1^2 + 2.576^2 \times 0.5 \times 0.5} \right) = 165$$

Iğdır ili kentsel alanında tüketicilerin organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmasıyla alakalı yeterince veri bulunmadığından p ve q değerleri 0.5 olarak alınmış, p=organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olanlar, q= organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmayanlar olarak kabul edilmiştir. Seçilen örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu belirlenmiş ve anket 165 kişiye uygulanmıştır.

İstatistik Analizler

Bu çalışmada veri madenciliği süreci yöntem olarak izlenmiş ve modelleme aşamasında karar ağacı algoritması kullanılmıştır.

Kolay yorumlanması ve anlaşılabilir olmasından dolayı karar ağaçları, karar vericiler için avantaj sağlayan algoritma olup sınıflandırma ve tahmin için çoklukla kullanılan bir veri madenciliği yaklaşımıdır (Çalış ve ark., 2014; Karadas ve Kadirhanogullari, 2017; Karakaya ve ark.,2018).

CHAID, Exhaustive CHAID ve CART algoritmaları ordinal, nominal ve scale özelliğe sahip değişkenler ile model oluşturmada oldukça etkili bir şekilde

kullanılmakta ve CART algoritması, bir düğümü tekrar tekrar iki alt düğüme bölerek ikili bölme kriterleri temelinde bir karar ağacı yapısı oluşturmalarına izin verir (Duru et al., 2017; Eyduran et al., 2017). Bölme işlemi başarılı oldukça sonuç gruplarının üyeleri arasında daha fazla benzerlik ortaya çıkmaktadır (Sun and Hui, 2008).

Karar ağacı analizinden sonra elde edilen sınıflandırma sonuçlarından genel doğruluk ve özgüllük değerleri hesaplamasında Çizelge 1'de gösterilen ölçütlerden yararlanılmıştır (Sackett, 1973; Çamlıca ve Dişçi, 2008).

Çizelge 1. Testlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Ölçütler

Table1. Usually Used Criteria in the Evaluation of Tests

Test Sonucu	(+)	(-)	Toplam
Test (+)	a(DP)	b(YP)	a+b
Test (-)	c(YN)	d(DN)	c+d
Toplam	a+c	b+d	a+b+c+d

DP: Doğru pozitif; YP: Yalancı pozitif; YN: Yalancı negatif; DN: Doğru negatif.

Özgüllük (Spesifite) : Gerçekte organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olan bireyler içinde testin organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olan bireyleri bulabilme özelliği olarak tanımlanmaktadır.

Özgüllük (Spesifite) = (DN / (YP+DN)) * 100 = % olarak ifade edilir.

Özgüllük kısaca bir testin organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olan bireyleri bulma yeteneği olarak da tanımlanabilir.

Testin Genel Gücü (Test Geçerliliği) : Testin doğru teşhis koyabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır.

Test Geçerliliği = ((DP+DN) / (DP+DN+YP+YN)) * 100 = % olarak ifade edilir.

Testin gücü veya geçerliliği testin doğru olarak teşhis

koyduğu organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olan ve olmayan kişilerin sayısının tüm sonuçlar içindeki yüzdesi olarak tanımlanmaktadır. Organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olma durumu bağımlı değişkeni ile yaş, cinsiyet, eğitim durumu, medeni durum, meslek durumu, aylık hane halkı geliri bağımsız değişkenleri için Veri Madenciliği Karar Ağacı yönteminden Ki-kare otomatik etkileşim detektörü (CHAID) algoritması SPSS 25 istatistik paket programı ile kullanılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

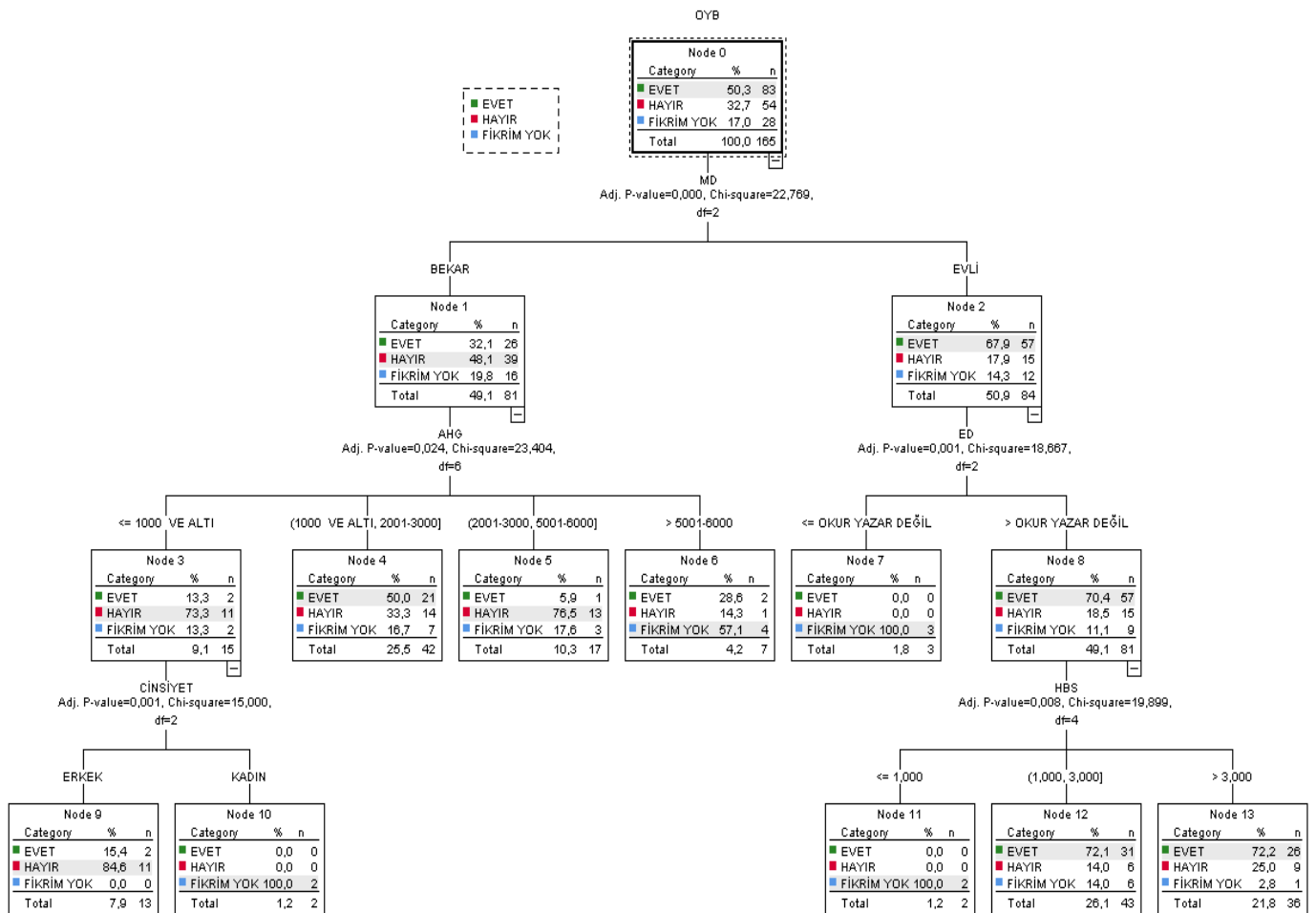
BULGULAR ve TARTIŞMA

Şekil 2'de anketi cevaplayan 165 kişiden 83 kişi (%50.3) organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olduğunu belirtirken, 54 kişi (%32.4) yeterli bilgiye sahip olmadığını ve 28 kişi (%17) fikri olmadığını belirtmiştir. Organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olma bağımlı değişkeni için CHAID Algoritması ile meydana gelen karar ağacına bakıldığında, ağacın ilk olarak, medeni durum sorusundan dallandığı görülmektedir. Organik

gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olma bağımlı değişkeni için ağacın dallanmasındaki en etkili faktörün "Medeni Durum" olduğu görülmektedir. Medeni durumu bekâr olanlardan 26 kişi (%32.1) organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olduğunu, 39 kişi (%48.1) yeterli bilgiye sahip olmadığını ve 16 kişi (%19.8) fikri olmadığını belirtmiştir. Bir sonraki ağaç dallanmasında bekâr olan bireylerin aylık hane halkı gelirinden dallandığı görülmektedir. Aylık hane halkı geliri $\leq 1001\text{₺}$ olanlardan 2 kişi (%13.3) organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olduğunu, 11 kişi (%73.3) yeterli bilgiye sahip olmadığını ve 2 kişi (%13.3) fikri olmadığını belirtmiştir. Aylık hane halkı geliri $\leq 1001\text{₺}$ olanların cinsiyet faktöründen dallandığı görülmektedir.

Çizelge 2'deki sonuçlara göre; Özgüllük (specificity) 88.6, Genel doğruluk (accuracy) 70.9 olarak bulunmuştur.

Kadın bireylerden 2 kişi (%100) organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmada fikrinin olmadığını bildirmiştir.



Şekil 2. Organik Gıda Ürünleri Hakkında Yeterli Bilgiye Sahip Olma Karar Ağacı
Figure 2. Having Sufficient Knowledge About Organic Food Products Decision Tree

Çizelge 2. Karar Ağacı Analizi Sınıflandırma Sonuçları

Table 2. Decision Tree Analysis Classification Results

Observed	Predicted		
	Evet	Hayır	Fikrim Yok
Evet	78	3	2
Hayır	29	24	1
Fikrim Yok	14	3	11

Medeni durumu evli olanlardan 57 kişi (%67.9) organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olduğunu, 15 kişi (%17.9) yeterli bilgiye sahip olmadığını ise 12 kişi (%14.3) bildirmiştir. Medeni durumu evli olanların eğitim durumu faktöründen dallandığı görülmektedir. Eğitim durumu okuryazar olmayan 3 kişi (%100) organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmada fikrinin olmadığını bildirmiştir. Eğitim durumu okuryazar olanlardan 57 kişi (%70.4) organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olduğunu, 15 kişi (%18.5) yeterli bilgiye sahip olmadığını ve 9 kişi (%11.1) fikri olmadığını belirtmiştir. Eğitim durumu okuryazar olanların hanedeki birey sayısından dallandığı görülmektedir. Hanedeki birey sayısı ≤ 1 olanlardan 2 kişi (%100) organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmada fikrinin olmadığını görülmektedir. Hanedeki birey sayısı 2 ve 3 olanlardan 31 kişi (%72.1) organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olduğunu, 6 kişi (%14) yeterli bilgiye sahip olmadığını ve 6 kişi (%14) fikir bildirmediği görülmektedir. Hanedeki birey sayısı > 3 olanlardan 26 kişi (%72.2) organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olduğunu, 9 kişi (%25) yeterli bilgiye sahip olmadığını ve 1 kişi (%2.8) fikir bildirmediği görülmektedir.

Çalışmaya katılan bireylerden 20 kişi (%12.1) organik ürünlerin fiyatlarını uygun bulurken, 114 kişi (%69.1) uygun bulmadığı ve 31 (%18.8) kişi fikir bildirmediği görülmektedir. Organik ürünleri alırken sertifikalı olmasına dikkat eden 74 kişi (%44.8) bulunurken, 56 kişi (%33.9) dikkat etmediği ve 35 kişi (%21.2) fikir bildirmediği görülmektedir. Katılımcılardan 31 kişi (%18.8) gıda üretimi ve satışı yapan firmalara çok güveniyorken, 106 kişi (64.2) güvenmediği ve 28 kişi (17.0) fikir bildirmediği görülmektedir. Organik gıda çeşitliliğinin yeterli olduğunu düşünen 31 kişi (%18.8) varken, 104 kişi (%63) yeterli olmadığını düşünmekte ve 30 kişi (%18.2) fikir bildirmediği görülmektedir. 131 kişi (%79.4) marketlerde GDO, hormonlu ya da organik diye gıdaların ayrılmasını ve fiyatlandırmanın farklı yapılmasını isterken 26 kişi (15.8) istememekte ve 8 kişi (%4.8) fikir bildirmediği görülmektedir.

Organik olmayanlara göre organik gıda ürünleri için 47 kişi (%28.5) %10, 38 kişi (%23) %20, 27 kişi

(%16.4) %30, 19 kişi (%11.5) %40, 22 kişi (%13.3) %50, 6 kişi (%3.6) %75, 5 kişi (%3) %100 ve 1 kişi (%0.6) %100'den daha fazla fiyat ödemeye razı olduğunu belirtmiştir.

Her gün organik gıda satın alan 12 kişi (%7.3), haftada bir kaç kere alan 52 kişi (%31.5), haftada bir alan 23 kişi (%13.9), ayda bir kaç kere alan 47 kişi (%28.5), ayda bir alan 17 kişi (%10.3), bir kaç ayda bir alan 5 kişi (%3) ve hiç almayan 9 kişi (%5.4) bulunmaktadır.

Çalışmanın araştırma bulgularında elde edilen sonuçlarda ilk olarak, organik gıda ürünleri hakkında yeterli bilgiye sahip olma bağımlı değişkeni için ağacın dallanmasındaki en etkili faktörün "Medeni Durum" olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebinin evli bireylerin çevreye ve sağlığa daha fazla duyarlı olmaları, yaş itibarıyla bekârlara kıyasla daha olgun olmaları, organik gıdalara karşı daha bilgili ve farkında olmaları, çocuk sahibi olmaları sebebiyle bu tür konularla daha fazla ilgilendikleri ve sorumluluk sahibi olmaları sebebiyle bu konuya ilişkin algıda seçici olmaları düşünülebilir. Nitekim İnci ve ark., (2017) çalışmalarında bu bulguyu destekler nitelikte organik ürün tüketme durumu ile medeni durum ile arasındaki ilişkiyi Ki-kare testi ile belirlemişler ve araştırma sonucunda evli tüketicilerin bekâr bireylere oranla, bekâr tüketicilerin de diğer (dul veya boşanmış) bireylere oranla daha çok organik ürün tükettiklerini saptamışlardır. Bu sonuç yapılan çalışma ile benzerlik taşımaktadır ki, çalışmada evli olan bireylerin, bekâr olan bireylere kıyasla organik gıdalar hakkında daha fazla bilgi sahibi oldukları görülmektedir. Benzer çalışmalara bakıldığında örneğin; Dokic ve ark. (2014), Sırbistan'da yaptıkları çalışma ile organik gıda tüketimini etkileyen faktörleri araştırmışlar ve evlilerin bekârlara oranla daha sık organik gıda tüketimi gerçekleştirdiklerini gözlemlemişlerdir. Bayram (2019) yaptığı çalışmada medeni durumlarına göre organik gıda satın alma tutumlarının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirlemiş, medeni durumu evli olanların organik gıda satın alma tutumları medeni durumu bekâr olanlara nazaran daha yüksek seviyede olduğunu belirtmiştir.

Evli olanlar iki homojen sınıfa, okuryazar olanlar ve okuryazar olmayanlar olarak ayrılmıştır. Okuryazar olmayanlar terminal düğüm olup, okuryazar olanların organik gıda ürünleri hakkında daha fazla bilgiye sahip olunduğu görülmüştür. Bu durumun sebebi olarak eğitim seviyesi arttıkça daha fazla şey öğrenildiği ve organik gıdalar hakkında araştırma yaparak daha çok bilgi kazanıldığı düşünülebilir. Bu bulgu alan yazında eğitim durumunun etkisine yönelik bazı çalışmaların bulgularıyla paralellik göstermektedir. Örneğin Duman (2021) çalışmasında

tüketicilerin yaşam standartları ve eğitim seviyelerinin yükselmesi, bilgiye kolay erişim, gelişen çevresel ve sosyal bilinç gibi gelişmeler ve popüler hale gelen organik kavram için farkındalığın artması da organik ürünlere yönelik tüketici ilgisinin ve satın alma niyetinin artarak gelişmesini etkilediğini belirtmiştir.

Okuryazar olanların hanedeki birey sayısından dallandığı görülmektedir. Hanedeki birey sayısı arttıkça organik gıda ürünleri hakkındaki bilgi düzeyleri artmıştır. Bu durumun sebebi olarak birey sayısının artmasıyla bireylerin sürekli birbirleriyle etkileşim halinde bulunması ve bilgi paylaşımı yapılması düşünülebilir. Hanedeki birey sayısı üç homojen gruba ayrılmış ve her üçü de terminal düğüm olarak kalmışlardır.

Diğer yandan ağaca bakıldığında bekâr olan bireylerin aylık hane halkı gelirinden dallandığı görülmektedir. Aylık hane halkı geliri ≤ 1001 ₺ olanların cinsiyet faktöründen dallandığı görülmektedir. Organik gıda tüketiminde bilgi, cinsiyet, hanedeki birey sayısı, hane halkı gelir

durumu gibi faktörlerin önemli rol oynadığı bilinmektedir (Kadirhanogulları ve ark., 2021). Özer ve ark. (2016), yaş, eğitim ve gelir gibi faktörlerin su ürünleri tüketim alışkanlıklarını önemli derecede ekilediğini belirtmiştir. Bu kaynaklar gösteriyor ki demografik verilerin tüketim alışkanlığında önemli rol oynamaktadır.

Çizelge 3'te araştırmaya katılan katılımcıların organik gıda hakkındaki düşünceleri verilmiştir. Katılımcıların büyük kısmı (n=114, %69.1) organik ürünlerin fiyatlarını uygun bulmadığını, sertifikalı olmasına dikkat ettiğini (n=74, %44.8), gıda üretimi ve satışı yapan firmalara yeterince güvenmediğini (n=106, %64.2), organik gıda çeşitliliğinin yeterli bulmadığını (n=104, %63), marketlerde GDO, hormonlu ya da organik diye gıdaların ayrılmasını ve fiyatlandırmanın farklı yapılmasını istediklerini (n=131, %79.4) belirtmişlerdir. Bu durumun sebebi olarak güven açısından sertifikalı olmasına dikkat edildiği, insanların aldıkları ürünle ilgili bilgiye ihtiyaç duydukları söylenebilir.

Çizelge 3. Tüketicilerin Organik Gıda Hakkındaki Düşünceleri
Table 3. Consumers' Opinions on Organic Food

	Evet	%	Hayır	%	Fikrim Yok	%
Organik Ürünlerin Fiyatları Uygun Mudur?	20	12.1	114	69.1	31	18.8
Organik Ürünleri Alırken Sertifikalı Olmasına Dikkat Eder Misiniz?	74	44.8	56	33.9	35	21.2
Organik Gıda Üretimi ve Satışı Yapan Firmalara Çok Güveniyor Musunuz?	31	18.8	106	64.2	28	17.0
Organik Gıda Çeşitliliğinin Yeterli Olduğunu Düşünüyor Musunuz?	31	18.8	104	63.0	30	18.2
Marketlerde GDO, hormonlu ya da organik diye gıdaların ayrılmasını ve fiyatlandırmanın farklı yapılmasını ister misiniz?	131	79.4	26	15.8	8	4.8

Çizelge 4'te araştırmaya katılan katılımcıların "Organik olmayanlara göre organik gıda ürünleri için ne kadar fazla fiyat ödemeye razı olursunuz" sorusu hakkındaki düşünceleri verilmiştir. Tüketiciler tarafından bir ürünün talep edilmesini sağlayan en önemli nedenlerinden biri de fiyattır. Gelişmekte olan ülkelerde tüketiciler herhangi bir gıda ürününün markasına, ambalaj kalitesine, ürünün içeriğine ve güvenilirlik gibi özelliklerine bakmadan önce ürün etiketinde aradıkları ilk tercih ürün fiyatıdır (Ağır ve ark., 2014).

Katılımcıların büyük kısmı 47 kişi (%28.5) %10 daha fazla fiyat ödemeye razı olduğunu belirtmiştir. Bu bulgu alan yazında bazı çalışmaların bulgularıyla paralellik göstermektedir. Örneğin; Seçer (2010) yaptığı çalışmada tüketicilerin (%43,1) organik ürün tüketmelerini engelleyen en önemli unsurun fiyat olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Ağır ve ark., (2014) tüketicilerin büyük bir kısmı (%85) organik ürün fiyatlarını diğer ürünlerin fiyatlarına göre daha pahalı bulmaktadırlar şeklinde belirtmişlerdir.

Çizelge 4. Organik olmayanlara göre Organik gıda ürünleri için ne kadar fazla fiyat ödemeye razı olursunuz?

Table 4. How much more would you be willing to pay for organic food products compared to nonorganic ones?

	N	%
% 10	47	28.5
% 20	38	23.0
% 30	27	16.4
% 40	19	11.5
% 50	22	13.3
% 75	6	3.6
% 100	5	3.0
% 100'den Fazla	1	0.6

Çizelge 5'te araştırmaya katılan katılımcıların 'Ne sıklıkla organik gıda ürünleri satın alırsınız' sorusu hakkındaki düşünceleri verilmiştir. Katılımcıların büyük kısmı 52 kişi (%31.5), Haftada Bir Kaç Kere şeklinde belirtmişlerdir. Bu durum organik gıdaların fiyatlarının pahalı olması sebebiyle daha sık

tüketilmediği şeklinde düşünülebilir. Nitekim Bulut (2018) yaptığı çalışmada tüketiciler organik gıdaları fiyatlarını pahalı bulmaları nedeniyle devamlı olarak tüketememektedirler şeklinde belirtmiştir.

Çizelge 5. Ne sıklıkla organik gıda ürünleri satın alırsınız?

Table 5. How often do you buy organic food products?

	N	%
Her Gün	12	7.3
Haftada Bir Kaç Kere	52	31.5
Haftada Bir	23	13.9
Ayda Bir Kaç Kere	47	28.5
Ayda Bir	17	10.3
Bir Kaç Ayda Bir	5	3.0
Hiç	9	5.4

SONUÇ ve ÖNERİLER

Artan nüfusun besin ihtiyacını karşılamak için tarımsal üretimde faaliyete geçirilen yeni yöntem ve uygulamaların, sürdürülebilir tarımda oluşturduğu risk, insanı yeni çözüm yollarını bulmaya yönlendirmektedir. Tarımda yapılmak istenen maksimum verim elde etme ve fayda sağlayabilme isteği, bilim insanlarını, organik gıda üretimine yöneltmektedir. Yoğun olarak, 1980'li yılların başından bu yana gerçekleştirilmek istenen bu çalışmalar, organik tarım ve gıdanın ilk olarak maddi ve manevi iş yüküne nazaran; kaliteli, besin değeri ve üretim oranı yüksek bir uygulamayla karşılaşacağını göstermektedir. Gıda tüketicisinin organik gıdayı tanıma ve tüketmede hangi noktada olduğunu araştıran bu çalışmada Iğdır İli'ndeki tüketicilerin organik gıda ürünleri hakkındaki bilgi düzeyleri ve düşünceleri değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular ışığında çalışma sonucunda Iğdır İli'nde evli olan bireylerin bekârlara oranla daha bilgili olduklarını ifade ettikleri görülmüştür. Evli olan bireylerde eğitim durumu ve hanedeki birey sayısı arttıkça bilgi düzeylerinin de arttığı görülmektedir. Katılımcıların büyük kısmı organik ürünlerin fiyatlarını uygun bulmadığı, sertifikalı olmasına dikkat edildiğini gıda üretimi ve satışı yapan firmalara yeterince güvenilmediğini, organik gıda çeşitliliğinin yeterli bulunmadığını, gıdaların marketlerde GDO, hormonlu ya da organik diye ayrılmasını ve farklı fiyatlandırma yapılmasını istediklerini belirtmişlerdir. Aynı zamanda organik

Sonuç olarak hızlı bir şekilde önemi artan organik tarımda üretici ve tüketicilerin bazı bilgi gereksinimleri olduğu bilinmektedir. Doğru ve sağlıklı bilgi almak için bilginin kaynağını bilmek, ulaşmak ve en uygun şekilde kullanmak gerekmektedir (Torun, 2011). Nitekim organik gıda tüketilmemesinin nedenleri arasında bilgi eksikliği ve organik gıdaların zor bulunması gösterilmiştir

(Aydın, 2011). Organik gıdalar hakkında bilgilendirmeler yapılırken tüketicilerin demografik özelliklerini dikkate alınacak şekilde yapılması fayda sağlayacaktır. Ayrıca Eryılmaz ve ark. (2015), organik gıda ürünlerinin maliyetleri düşürüldüğünde, bilhassa kitlesel iletişim araçlarından faydalanılarak organik gıda tüketiminin artırılması için yapılacak reklam ve tanıtım faaliyetlerinin katkı sağlayabileceğini belirtmiştir. Tüm bu sonuçlar gösteriyor ki tüketicilerin bilgi düzeylerinin artırımı ürüne rağbeti artırmaktadır.

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

- Ağır H B, Poyraz N, Yılmaz H İ, Boz İ 2014. Tüketicilerin organik ürün algısı: Kayseri ili örneği. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi. 3-5 Eylül 2014, Samsun
- Ak İ 2004. Ekolojik tarım ve hayvancılık. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. 26-28 Haziran 2013, Kelkit
- Anonim 2021. <https://www.lafsozluk.com/2009/03/igdir-ilinin-ilceleri-ve-nufus-sayilari.html>
- Aydın G 2011. Tüketicilerin gıda güvenliği bilinç düzeylerine etki eden faktörlerin analizi: samsun ili kentsel alan örneği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 95 Sy
- Bayram A S 2019. Organik gıda, üretimi, tüketimi ve organik gıda tüketici eğiliminin değerlendirilmesi: 2019 Türkiye geneli örneği. İstanbul Okan Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Gastronomi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 107 sy.
- Bayram B, Yolcu H, Aksakal V. 2007. Türkiye'de organik tarım ve sorunları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 38(2): 203-206.
- Bulut E 2018. İstanbul ili'nde organik gıda tüketimini etkileyen özellikler üzerine bir araştırma. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 93 sy.
- Çalış A, Kayapınar S, Çetinyokuş T 2014. Veri Madenciliğinde Karar Ağacı Algoritmaları İle Bilgisayar Ve İnternet Güvenliği Üzerine Bir Uygulama. Endüstri Mühendisliği Dergisi 25(3): 2-19.
- Çamlıca H, Dişçi R 2008. Tanı testlerinde sınır değerlerin belirlenmesi. Türk Onkoloji Dergisi

- 23(1): 26-33.
- Demiryürek K 2011. Organik tarım kavramı ve organik tarımın dünya ve Türkiye'deki durumu. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 28(1): 27-36.
- Dokic I, Dokic N, Pavlovic N, Znidarsic R K 2014. Promotion Of Organic Food In Serbia: Implications From Organic Food Consumers'profile Research. Ekonomika poljoprivrede, 61(4): 837-849.
- Duman Ö 2021. Tüketici tutumu ve sağlık bilincinin organik gıda satın alma niyeti üzerine etkisi Iğdır ili örneği Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Organik Tarım İşletmeciliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 154 sy.
- Duru M, Duru A, Karadas K, Eydurun E, Cinli H, Tariq MM, 2017. Effect of carrot (*Daucus carota*) leaf powder on external and internal egg characteristics of hy-line white laying hens. Pakistan J. Zool., 49: 125-132. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.1.125.132>.
- Eryılmaz GA, Demiryürek K., Emir M 2015. Avrupa Birliği ve Türkiye'de organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tüketici davranışları. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30(2): 199-206.
- Eyduran E, Zaborski D, Waheed A, Celik S, Karadas K, Grzesiak W 2017. Comparison of the predictive capabilities of several data mining algorithms and multiple linear regression in the prediction of body weight by means of body measurements in the indigenous beetal goat of Pakistan. Pakistan J. Zool., 49: 257-265. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.1.257.265>
- FİBL, 2021 <https://statistics.fibl.org/index.html> Erişim Tarihi 18.06.2021
- Ifoam 2021. International Federation of Organic Agriculture Movements) (<https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic>.
- İnci H, Karakaya E, Şengül A Y 2017. Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler (Diyarbakır ili örneği). KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi 20 (2): 137-147.
- Kadirhanogulları, İ. H., Karadaş, K., Özger, Ö., Konu Kadirhanogulları M. Karar Ağacı Algoritmaları ile Organik Ürün Tüketici Tercihlerinin Belirlenmesi: Iğdır İli Örneği. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 31(1): 188-196.
- Karabaş S, Gürler A Z 2012. Organik ürün tercihinde tüketici davranışları üzerine etkili faktörlerin logit regresyon analizi ile tahminlenmesi. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (10): 129-156.
- Karadas K, Kadirhanogulları İ H 2017. Predicting Honey Production using Data Mining and Artificial Neural Network Algorithms in Apiculture. Pakistan Journal of zoology 49 (5): 1611-1619.
- Karakaya E, Çelik Ş, Taysı M R 2018. CHAID Algoritması ile Balık Eti Tüketimini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 35(2): 85-93.
- Özer, O. O., Gül Yavuz, G., Gül, U. 2016. Demografik faktörlerin balık eti tüketimindeki etkisi: Ankara ili örneği. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, 4(5): 356-364.
- Öztürk A İ 2004. Türkiye'de organik bal üretimi. I. Uluslararası organik hayvansal üretim ve gıda güvenliği kongresi. 28 Nisan-1 Mayıs 2004, Kuşadası Aydın.
- Sackett D L 1973. The usefulness of laboratory tests in health-screening programs. Clin Chem 19(4): 366-372.
- Sarıkaya N 2007. Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler ve tutumlar üzerine bir saha çalışması. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 14(2): 110-125.
- Seçer A, Emeksiz F, Davran M K, 2010. Tüketicilerin organik ürün tüketim kararlarında çevreye duyarlılığın etkisi. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, 22-24 Eylül, Şanlıurfa.
- Sun, J., Hui, L., 2008. Data Mining Method for Listed Companies, Financial Distress Prediction. Knowledge-Based Systems, 21, No. 1.
- Torun E 2011 Organik tarımda çiftçilerin bilgi kaynakları (Kocaeli ili Kartepe ilçesi örneği). KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 14(4): 53-62.
- Yamane T 2010. Temel Örnekleme Yöntemleri. Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Determination of Crop Evapotranspiration and Single Crop Coefficients of Maize Using by a Weighing Lysimeter in Mediterranean Region in Turkey

Deniz Levent KOÇ^{1*}, Mustafa ÜNLÜ², Arife NUR³, Rıza KANBER⁴

^{1,2,3,4}Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-4495-3060>, ²<https://orcid.org/0000-0002-1889-516X>, ³<https://orcid.org/0000-0002-5044-2726>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-7758-8787>

✉: denizlevent79@hotmail.com

ABSTRACT

Today, accurate irrigation approaches are of great importance due to climate change and a decrease in water resources. FAO methodology based on reference evapotranspiration (ET_0) and crop coefficients (K_c) are commonly used worldwide to determine crop water requirements (ET_c). K_c values of different plants for different areas can be taken from FAO-56 and FAO-24. However, crop coefficients must be determined or calibrated for every relevant region because the climate conditions in the field and surrounding conditions may not be similar to the standard conditions. For this purpose, what crop evapotranspiration and crop coefficients would be in the case of timely (first crop) and late sowing (second crop) of maize were investigated in this study in Adana where the Mediterranean climate characteristics are prevalent during 2012 and 2013 years. A weighing lysimeter was used to obtain ET_c and K_c of maize. ET_0 was calculated using the FAO-56 Penman-Monteith (PM56) method. The results showed that the duration of initial, development, mid-season, and end-season growth stages for first crop maize was 22, 26, 43, and 37 days totaling 128 days, and for second crop maize, it was 14, 24, 42, and 38 days totaling 118 days. The ET_c value of the second crop maize was 14% higher than that value of the first crop maize. The mean K_c values were 0.74, 0.92, 1.63, and 0.42 at the initial, development, mid-season, and end-season growth stages for the first crop maize, whereas they were determined as 0.46, 0.89, 1.68, and 0.92, respectively for the second crop maize.

Soil Science

Research Article

Article History

Received : 29.09.2020

Accepted : 23.08.2021

Keywords

Weighing lysimeter

Evapotranspiration

Crop coefficient

Maize

Türkiye'de Akdeniz Bölgesinde Tartılı Lizimetre Kullanılarak Mısır Su Tüketiminin ve Bitki Katsayılarının Belirlenmesi

ÖZET

Günümüzde, iklim değişikliği ve su kaynaklarının azalması sorunları nedeniyle doğru sulama yaklaşımları büyük önem taşımaktadır. Kıyas bitki su tüketimi (ET_0) ve bitki katsayılarına (K_c) dayalı FAO metodolojisi, bitki su gereksinimlerini (ET_c) belirlemek için dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı bölgeler için farklı bitkilerin K_c değerleri FAO-56 ve FAO-24'ten alınabilir. Ancak, tarladaki iklim koşulları ile çevre koşulları standart şartlara benzemeyebileceği için her bölge için bitki katsayılarının belirlenmesi ya da kalibre edilmesi gerekir. Bu amaçla, 2012 ve 2013 yıllarında Akdeniz iklimi özelliklerinin hakim olduğu Adana'da yapılan bu çalışmada, zamanında (ilk ürün) ve geç ekilen (ikinci ürün) mısırın bitki su tüketimi ve bitki katsayıları belirlenmiştir. Mısır ET_c ve K_c 'sini elde etmek için tartılı lizimetre kullanılmıştır. ET_0 , FAO-56 Penman-Monteith (PM56) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Birinci ürün mısırda başlangıç, gelişme, mevsim ortası ve mevsim sonu büyüme dönemleri sırasıyla 22, 26, 43 ve 37 gün, toplamda 128 gün; ikinci ürün mısırda ise, 14, 24, 42 ve 38 gün ve toplamda 118 gün olarak gerçekleşmiştir. İkinci ürün mısırın ET_c değeri, birinci ürün mısırın ET_c değerinden %14

Toprak Bilimi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 29.09.2020

Kabul Tarihi : 23.08.2021

Anahtar Kelimeler

Tartılı lizimetre

Bitki su tüketimi

Bitki katsayısı

Mısır

daha yüksek bulunmuştur. Başlangıç, gelişme, mevsim ortası ve mevsim sonu büyüme dönemlerinde birinci ürün mısır için ortalama K_c değerleri 0.74, 0.92, 1.63 ve 0.42 iken, ikinci ürün için bu değerler sırasıyla 0.46, 0.89, 1.68 ve 0.92 olarak belirlenmiştir.

To Cite : Koç DL, Ünlü M, Nur A, Kanber R 2022. Determination of Crop Evapotranspiration and Single Crop Coefficients of Maize Using by a Weighing Lysimeter in Mediterranean Region in Turkey. KSU J. Agric Nat 25 (4): 890-900. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.802192.

Atf İçin: Koç DL, Ünlü M, Nur A, Kanber R 2022. Türkiye'de Akdeniz Bölgesinde Tartılı Lizimetre Kullanılarak Mısır Su Tüketiminin ve Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. Türkiye'de Akdeniz Bölgesinde Tartılı Lizimetre Kullanılarak Mısır Su Tüketiminin ve Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 890-900. 802192.

INTRODUCTION

Knowledge of crop evapotranspiration is important for preparing suitable irrigation scheduling and obtaining high-level agricultural production (Ünlü et al., 2010). Crop evapotranspiration must be accurately determined in field conditions. However, it is difficult because evapotranspiration depends on surrounding conditions, climate parameters, plant properties, and water management (Shahrokhnia and Sepaskhah, 2013).

There are several methods in use to determine ET_c directly and indirectly. ET_c can be directly measured using water budget methods (lysimeter and field plots, etc), micro-climatological methods (aerodynamic, BREB, Eddy Co-variance, etc), physiological methods (canopy chamber, and sap flow measurement, etc). The indirect methods use the mathematical models based on the meteorological parameters for estimating crop ET_c (Kanber et al., 2007). Lysimeters are the most accurate and most reliable to measure crop evapotranspiration but are expensive and intrusive to install and operate, and difficult as well as time-consuming. Therefore, the using of the indirect methods to determine ET_0 and K_c are the most practical approaches for estimating ET_c (Allen et al., 1998). ET_0 is usually estimated from weather data. The PM56 equation, which gives results similar to the data measured by lysimeter, is being accepted by FAO as a standard method for predicting ET_0 in all climatic conditions. (Allen et al., 1998).

K_c is an important parameter for determining ET_c (Kjaersgaard et al. 2008; Piccini et al., 2009). There are two types of crop coefficients. These are the single and dual crop coefficients. The single crop coefficient is experimentally determined as the ratio of ET_c to ET_0 (Doorenbos and Kassam, 1984). K_c changes during the growing period because of the variations in the percentage of cover of vegetation (Reddy, 2015). While the plant grows, evapotranspiration changes during the growth period because of the changing of ground cover of plant, crop height, and leaf area. Phenological stages are generally divided into four phases during the growth period of the plant. These are initial, crop development, mid-season, and end-

(late) season (Allen et al., 1998).

The crop coefficients (K_c) are available in the literature (Allen et al., 1998). For example, K_c , ET_c values of different plants for different regions can be found in FAO-56 and FAO-24. However, K_c should be calibrated since the climate in the field conditions differs from the standard conditions (Shahrokhnia and Sepaskhah, 2013; Reddy, 2015). For this reason, many researchers have been studying to determine local K_c and to compare them against to values given in FAO publications.

To date, a lot of studies have been conducted in different locations of the world on the determination of K_c , ET_c of plants (Vaughan, et al., 2007; Lopez-Urea et al., 2009; Ünlü et al., 2010; Mehta and Pandey, 2015). Various crops, from perennial crops to annual crops, were studied in various places. In Bangladesh, Islam and Hossain (2010) determined the crop coefficients of hybrid maize as 0.38, 0.87, 1.36, and 0.75 for initial, development, mid- and end-season stages, respectively. In the same study, observed crop coefficient values differed in somewhat from those suggested by FAO. Shahrokhnia and Sepaskhah (2013) used the weighing lysimeter for determining K_c and ET_c of maize under Fars-Iran conditions. According to results, the single crop coefficients were 0.48, 1.40, 0.31 for the initial, mid-season, and end-season stages, respectively. Based on the review of the research conducted over the years, one can conclude that the measured K_c values for initial and mid-season stages differed from the values suggested by FAO. Piccini et al. (2009) have determined the crop coefficients (K_c) and evapotranspiration (ET_c) of maize using the weighing lysimeters at the high plains of Texas. The results showed that seasonal ET_c of maize changed from 441 to 641 mm. Measured K_c values ranged between 0.2 and 1.2. In a study used lysimeter by Tyagi et al. (2003), the estimated values of K_c for maize by the Penman-Monteith method at the four crop growth stages; namely, initial, crop development, mid-season and maturity, were 0.55, 1.00, 1.23 and 0.64, respectively. In another study used lysimeter by Abedinpour (2015), the K_c values for the initial, crop development, mid-season, and late stages were 0.40-

0.60, 0.70–0.80, 1.1–1.21, and 0.50–0.65, respectively, whereas the values reported for maize by FAO are 0.3, 1.2, 0.3–0.6 for the initial, mid-season and late stage, respectively.

When it comes to Turkey, maize is the crop with the largest cultivation area after wheat and barley. Adana is the second province with the highest maize production as of 2019 with a share of 15%. In the region, maize is produced as the main crop and second crop (Anonymous, 2020). Thus, it is essential to schedule irrigation appropriately in maize, which is such an important product in the region. In line with this purpose, in this study performed in the Çukurova region in Turkey, it is aimed to determine the ET_c and K_c of first crop and second crop maize using a large-scale continuous weighing lysimeter and to compare them against the values obtained by modified-FAO equations.

MATERIAL and METHOD

The experiment was performed at the Research Field of the Çukurova University, Adana, Turkey.

Table 1. Monthly mean climate data during the growing periods in the trial years

Çizelge 1. Deneme yıllarında mısır büyüme dönemlerinde aylık ortalama iklim verileri

Years(Yıl)	April	May	June	July	August	September	October
2012	T (°C)						
	VPD (kPa)	18.0	21.2	26.1	28.9	29.6	27.4
	RH (%)	0.79	0.80	1.47	1.68	1.48	1.08
	Rn (MJ.m ⁻² .d ⁻¹)	62.1	68.5	65.2	63.1	59.6	59.2
	P (mm)	18.0	80.8	7.8	4.2	0.0	0.0
	u ₂ (m.s ⁻¹)	1.0	1.1	0.6	0.4	0.5	0.5
	I (mm)			160.6	142.7		
	2013	T (°C)			24.9			19.1
VPD (kPa)				1.06	27.4	27.7	24.5
RH (%)				66.3	1.13	1.21	1.14
Rn (MJ.m ⁻² .d ⁻¹)				15.2	69.1	67.4	62.9
P (mm)				0.6	15.8	14.1	10.5
u ₂ (m.s ⁻¹)				1.3	0.0	18.6	40.8
I (mm)					111.3	218.7	0.5

Note: T: Temperature (Sıcaklık), VPD: Saturation vapor pressure deficit (doymun buhar basıncı açığı), RH: Relative humidity (Oransal nem), Rn: Net radiation (Net radyasyon), P: Precipitation (Yağış), u₂: Wind speed at 2 m height (2 m yükseklikteki rüzgar hızı), I: Irrigation (Sulama)

The soil of the experimental area is cataloged as Paleixerollic Chromoxerert. The soil texture in the experimental area is clay and the soil have poor organic matter. There is no salinity and drainage problem (Ünlü, 2000). For 210 cm depth, average field capacity, and permanent wilting point were 36.6% and 18.7%, respectively. The average bulk density of soil was about 1.22 g.cm⁻³. All the physical and chemical soil characteristics were determined by the routine laboratory and field methods given by USSS (1954), Hizalan and Ünal (1966), Güzel (1982). The soil placed in the lysimeter was taken from the same

land (Ünlü et al., 2010). According to the long-term mean climate parameters of the meteorology station between 1970 and 2018, annual precipitation was 668.7 mm, most of it occurs throughout the winter season; relative humidity (RH_{long}) was 66%; air temperature (T_{long}) was 19.3 °C; wind speed (u_{long}) was 1.4 m s⁻¹; daily evaporation (e_{long}) was 4.2 mm; and daily sunshine (SS_{long}) was 7.4 h (MGM, 2019).

During the study, all the climatic data were obtained by the climate station constituted in the experimental field. The trial was conducted in 2012 and 2013. Averaged meteorological parameters for those years were: annual precipitation (P₂₀₁₂ and P₂₀₁₃) of 1073 and 413 mm; average temperature (T₂₀₁₂ and T₂₀₁₃) of 19.5 and 19 °C; mean humidity (RH₂₀₁₂ and RH₂₀₁₃) of 63.9 and 63.2%; wind speed (u₂₀₁₂ and u₂₀₁₃) of 0.7 and 0.81 m s⁻¹; daily evaporation (e₂₀₁₂ and e₂₀₁₃), 4.1 mm for both years; and daily sunshine (SS₂₀₁₂ and SS₂₀₁₃) of 8.7 and 9.6 h, respectively for growing seasons. The monthly mean climatic values during the experimental years were given in Table 1.

land (Ünlü et al., 2010).

Weighing lysimeter

To measure crop evapotranspiration, a precision weighing lysimeter was used in the study. The dimensions of the lysimeter were (2x2x2.5) m. Its accuracy was 0.025 mm, and it was located in the 1.2 ha field covered by irrigated maize and the upwind fetch distance was 110 m. A neutron probe was placed inside the tank in the lysimeter to the continual measurement of soil water content in the soil profile (Howell et al., 1985). In the bottom of the tank, there

was a washed pea pebble layer and a sand layer above of its. A free drainage system was placed into the gravel layer, and the vacuum drainage system was established between the soil and sand. The weighing equipment was programmed to take and record weight readings every 5 seconds for calculating hourly and daily evapotranspiration. The weight data registered on the visor were stored in a data logger (Ünlü et al., 2010). Successive weighing data, irrigation, and drainage water amounts were used to determine the crop evapotranspiration in the lysimeter.

Crop evapotranspiration measurements

Dekalb 6630 maize cultivar were planted on the 118th day of the year (DOY) of 2012 with 0.7 m row

distance and 0.18 m spacing as the first crop and on the 169th DOY of 2013 with the same distance and spacing as the second crop after wheat. The maize cultivar was planted by hand in the lysimeter and its surrounding area of 6 m. It was planted in the other parts of the field with the pneumatic sowing machine, simultaneously. Rows were directed from north to south. Around the lysimeter, 8 to 10 labeled areas which were 1 m² each one, were selected for observations of the variation between lysimeter and field conditions during the seasons. Some observations on the growth of maize were given in Table 2. The fertilizer doses of 20 kg da⁻¹ pure nitrogen, and 10 kg da⁻¹ phosphor, P₂O₅ were applied to maize by a drip irrigation system.

Table 2. Field observations for first and second crops maize

Çizelge 2. Birinci ve ikinci ürün mısır için yapılan tarla gözlemleri

	First Crop Maize (<i>Birinci Ürün Mısır</i>)	Second Crop Maize (<i>İkinci Ürün Mısır</i>)
Variety (<i>Çeşit</i>)	Dekalb 6630	Dekalb 6630
Sowing (<i>Ekim</i>)	28/04/2012	19/06/2013
Emergence (<i>Çıkış</i>)	04/05/2012	24/06/2013
First Irrigation (<i>İlk Sulama</i>)	05/06/2012	23/07/2013
Last Irrigation (<i>Son Sulama</i>)	02/08/2012	02/09/2013
Harvest (<i>Hasat</i>)	02/09/2012	14/10/2013

The experimental area including the lysimeter was irrigated by a drip irrigation system. Irrigation applications for first crop maize started on 5th June of 2012 when the maximum allowable depletion (MAD) in the 90 cm soil depth was 50%. Sequential irrigations were applied every week. Class A Pan method and percentage of wetted area were used to calculate irrigation water amounts (Equation 1).

$$I = e_{pan} \times k_{cp} \times p_w \quad (1)$$

where, I, irrigation, mm; e_{pan}, pan evaporation, mm; k_{cp}, crop-pan coefficient, (k_{cp} was taken as 0.70 for all irrigation season). p_w, wetted percent of the irrigated area which was used as 0.60 for all irrigation events. During the growing season, 9 irrigations were applied and 34 mm irrigation water was given for first crop maize on the average.

Irrigations for second crop maize started on 23rd July of 2013 when MAD was 50%. At the first irrigation, soil moisture level before irrigation was filled to the field capacity. Other applications were repeated almost weekly. The water amount for irrigations was computed according to Equation 1. K_{cp} and P_w were kept the same as those in 2012. For second crop maize, 7 irrigations were applied and an averaging of 47 mm of water was applied at each irrigation. Irrigations were ended when maize tassel and grains in the cob almost for a month (more than one month for second crop maize) before harvest. The mature cobs were hand- harvested on the same day.

Since the soil water content during the growing season was higher than the critical soil water content, the measured evapotranspiration was considered to be crop evapotranspiration of maize (Doorenbos and Pruitt, 1984; Allen et al., 1998).

Evapotranspiration of both in the lysimeter and in the field were determined using the water balance method (Equation 2).

$$ET_c = I + P - D_p \pm \Delta SW \quad (2)$$

where ET_c is the daily crop evapotranspiration (mm), I is the irrigation (mm), P is the precipitation (mm), D_p is the deep percolation (mm), and ΔSW is the change of the soil water content (mm). Deep percolation was volumetrically measured in the lysimeter and using the irrigation water amount, soil water content before irrigation, and field capacity of the soil depth of the 210 cm in the field (Kanber et al., 1992). Change of the soil water content was determined by the differences in the weights of the tank in the lysimeter and measurements of the soil water content were determined by using the neutron method in the field.

Reference evapotranspiration (ET₀)

ET₀ was computed by the PM56 equation (Equation 3) because it is being accepted as the most correct method (Allen et al., 1998).

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma(900/(T + 273))u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (3)$$

where ET_0 is the reference evapotranspiration (mm day^{-1}), R_n is the net solar radiation at the crop surface ($\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$), G is the soil heat flux ($\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$), Δ is the slope of the saturation vapor pressure-temperature function ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), γ is the psychrometric constant ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), T is the daily average of air temperature at the 2 m above of the ground ($^\circ\text{C}$), u_2 is the wind speed at height 2 m from the ground (m s^{-1}), e_s is saturation vapor pressure (kPa), e_a is actual vapor pressure (kPa), and $(e_s - e_a)$ is the saturation vapor pressure deficit of the air (kPa). The calculation procedure of the equation and other climatic parameters were presented by Allen et al. (1998), Allen et al. (2005), and Zotarelli et al. (2013).

Determination of crop coefficients (K_c)

The single crop coefficients were determined for the first crop maize and the second crop maize according to FAO (Allen et al., 1998). Therefore, the measured ET_c by lysimeter was divided by the ET_0 estimated by the FAO Penman-Monteith Equation as seen below (Equation 4).

$$K_{c-ini} = K_{c-ini(Fig 29)} + \frac{(I - 10)}{(40 - 10)} [K_{c-ini(Fig 30)} - K_{c-ini(Fig 29)}] \quad (5)$$

$$K_{c-mid} = K_{c-mid(tab)} + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad (6)$$

$$K_{c-end} = K_{c-end(tab)} + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad (7)$$

where, K_{c-ini} , K_{c-mid} and K_{c-end} are the corrected K_c values, K_{c-ini} (Fig 29), K_{c-ini} (Fig 30), $K_{c-mid(tab)}$ and $K_{c-end(tab)}$ are the values mentioned in the FAO figures and table (Allen et al. 1998), I , average irrigation or infiltration depth (mm), RH_{min} is the minimum relative humidity (%), u_2 is the wind speed at the 2 m height (m s^{-1}) and h is the crop height (m).

RESULTS and DISCUSSION

Reference Evapotranspiration (ET_0)

The daily ET_0 was calculated using the PM56 method. The daily ET_0 for the first crop maize during the 2012 growing season changed from 1.2 to 6.2 mm day^{-1} , and daily mean ET_0 was 4.8 mm day^{-1} , while total ET_0 was 610.6 mm. Daily ET_0 for second crop maize during the 2013 growing season, varied from 1.9 to 9.2 mm day^{-1} , and daily mean ET_0 was 4.6 mm day^{-1} , while total ET_0 was 547 mm. During the growing season of second crop maize, maximum and minimum ET_0 values were higher than those of the growing season of the first crop maize. This may be the result of the later planting date, and growth stages of the second crop maize coincided with warmer periods.

$$K_{c-singl} = \frac{ET_c}{ET_0} \quad (4)$$

Then, the crop growth was divided into initial, developmental, mid-season, and late-season stages. The length of the growth stages of maize was determined according to the percentage of groundcover and other growing parameters such as date of germination, maturity, change of leaves color and etc (Doorenbos and Pruitt, 1984; Allen et al., 1998).

The experimental coefficients of K_c values were compared with K_c estimated by FAO approaches. The single crop coefficients for a large number of crops were given for average conditions in sub-humid climate regimes with $RH_{min} \approx 45\%$, and $u_2 \approx 2 \text{ m s}^{-1}$ (Allen et al., 1998). FAO has also presented correction equations (Equation 5-7) for crop coefficients for other areas having climates where RH_{min} differs from 45% or where u_2 larger or smaller than 2 m s^{-1} during the mid- and late growth stages and different soil characteristic and infiltration or irrigations bigger than or equal to 40 mm depths for initial growth stage.

Besides, total ET_0 in the second crop maize was a little lower than that in the growing season of first crop maize. On the other hand, the total rainfall was 133 and 56.5 mm in the growing seasons of the first and second crop maize, respectively. In addition to this, 128 days of the growing season of first crop maize was longer than 118 days of the growing season of the second crop maize.

Crop Evapotranspiration (ET_c)

The daily first crop maize ET_c reached its maximum value after 65 days from the planting (Figure 1a). Afterward, the maize ET_c started to decrease until harvest. The maximum maize ET_c rate was 13.9 mm per day. The daily second crop maize ET_c reached its maximum value (13.3 mm per day) after 49 days from planting (Figure 1b). The maximum maize ET_c observed in this study was practically the same with that obtained in Texas High Plains (Howell et al. 1997, 1998; Music and Dusek 1980), where the maximum ET_c ranged from 13 to 14 mm per day. In the other study, the maximum maize ET_c has been reported as 12 mm per day by Piccinni et al. (2009).

The total measured ET_c of first and second crop maize

during the growing seasons was 618 and 715 mm, respectively. The second crop maize ET_c was 14 % higher than that of the first crop. This may be due to the fact that the seeds were planted in the summer months when the air temperature was too high resulting in high soil evaporation and transpiration. Tolk et al. (1998) reported ET_c values between the range of 328 and 617 mm and Howell et al. (2008)

reported these values between the ranged of 418 and 671 mm. These values changed between 670 and 790 mm and 741 and 802 mm as reported by Musick and Dusek (1980) and Howell et al. (1997). Compared to the ET_c values reported by others, ET_c values in this study were slightly higher or lower showing a general agreement.

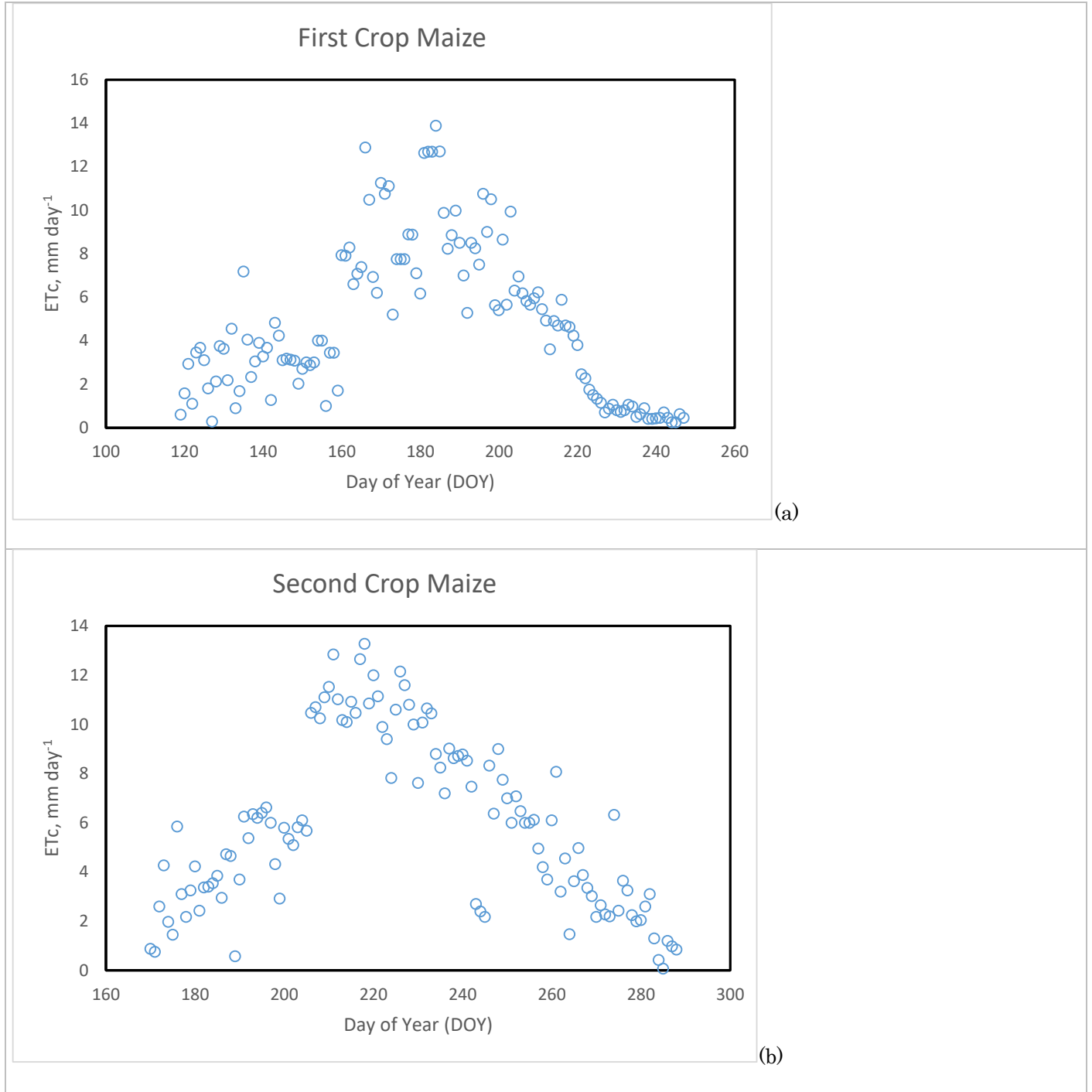


Figure 1. Daily evapotranspiration values of first crop (a) and second crop (b) maize from lysimeter measurements

Şekil 1. Birinci ürün (a) ve ikinci ürün (b) mısır için lizimetreden elde edilen günlük bitki su tüketimleri

Mazie crop ET_c in each growth stage was given in Table 3. The crops ET_c of growth stages for the FAO approach were estimated using the product of the FAO K_c and the ET_0 values. FAO methodologies predicted seasonal ET_c values 26% and 42% lower than the measured lysimeter for first crop maize and second crop maize, respectively. Reductions in the FAO- ET_c values in the first and second crop maize plants occurred at different rates in the growth stages. The highest reduction rates of 61% and 24% were obtained for the first crop for the initial and mid-season growth stages, respectively. For the second crop maize, the highest reduction was calculated for development and late growth stages with 40% and 69%, respectively. Similarly, in a study with maize and wheat performed by Shahrokhnia and Sepaskhah (2013), The measured K_c values for the initial and mid-season stages differed from the FAO values. Also, the FAO approach for the single crop coefficient method showed better predictions on a daily scale whereas the dual crop coefficient method was more accurate on a seasonal basis in the same study performed by Shahrokhnia and Sepaskhah (2013). Similar results to our study were reported by

Malek and Sepaskhah (1981), Liu and Luo (2010). According to Malek and Sepaskhah (1981), the reason for the differences between the measured ET_c values and the FAO-Predicted ET_c values at places in the semi-arid regions such as the Çukurova region was related to the impact of the advection. In addition to this, when the ground was fully covered by the plant canopy, latent and sensible heat is absorbed more by crop canopy, causing in higher crop evapotranspiration (ET_c) and crop coefficient (K_c). Besides, the reason for the differences ET_c values during both seasons between timely (first crop) and late sowing (second crop) maize may be due to the fluctuation of the weather parameters such as temperature, radiation, precipitation, humidity, wind speed. (Liu and Luo, 2010; Shahrokhnia and Sepaskhah, 2013).

Maize grain yields were about 600 kg da⁻¹ for the first crop maize and 617 kg da⁻¹ for the second crop maize with total crop water use efficiencies of 0.97 and 0.86 kg da⁻¹ mm⁻¹, respectively. Irrigation water use efficiencies for the first and second crop maize were slightly higher than those of the total crop water use efficiencies with 1.98 and 1.87 kg da mm⁻¹.

Table 3. ET_c values of first and second crop maize in the different growth stages

Çizelge 3. Birinci ve ikinci ürün mısırın farklı gelişme dönemlerindeki ET_c değerleri

Maize (Mısır)	Growth Stages (Gelişme Dönemleri)	Measured ET_c (mm) (Ölçülmüş ET_c (mm))	FAO-Single ET_c (mm) (FAO Tahmini ET_c (mm))
First Crop Maize (Birinci Ürün Mısır)	Initial (Başlangıç)	61	24
	Development (Gelişme)	116	100
	Mid-season (Mevsim Ortası)	365	270
	End-season (Mevsim Sonu)	76	69
	Seasonal (Mevsimsel)	618	457
Second Crop Maize (İkinci Ürün Mısır)	Initial (Başlangıç)	40	26
	Development (Gelişme)	129	102
	Mid-season (Mevsim Ortası)	407	246
	End-season (Mevsim Sonu)	139	43
	Seasonal (Mevsimsel)	715	417

Single Crop Coefficient (K_c)

The duration of initial, development, mid- and end-season growth stages for first crop maize was 22, 26, 43, and 37 days totaling 128 days, and for second crop maize, it was 14, 24, 42 and 38 days with a total of 118 days, (Figure 2). At the early stages of growth (initial and development stages) the single crop coefficients for the second crop maize were reduced by 18% compared to the first crop maize. This may be a result of the fact that the second crop was planted in the summer months when the temperature was higher. However, at the last two growth stages, the mid and last seasons, the single crop coefficients were similar for both first and second crop maize.

In Table 4, the measured K_c and FAO single K_c of maize in each growth stage have been presented. The

crop coefficients for first and second crop maize were determined according to FAO-56 paper (Allen et al., 1998), and then corrected using Equation 5-7. The mean K_c values of first crop maize were 0.74, 0.92, 1.63, and 0.42, whereas they were measured as 0.46, 0.89, 1.68, and 0.92 at the initial, development, mid- and end-growth stages, respectively for second crop maize.

The average seasonal measured K_c value for the second crop maize was 6% higher than the measured K_c value for the first crop maize. This may be a result of the fact that the ET_c values in the different growth stages were higher, whereas ET_0 values were smaller than those expected in the second crop maize. Similarly, measured the K_c values were 28% higher in the first crop maize and 30% higher in the second crop maize than those predicted by the FAO method.

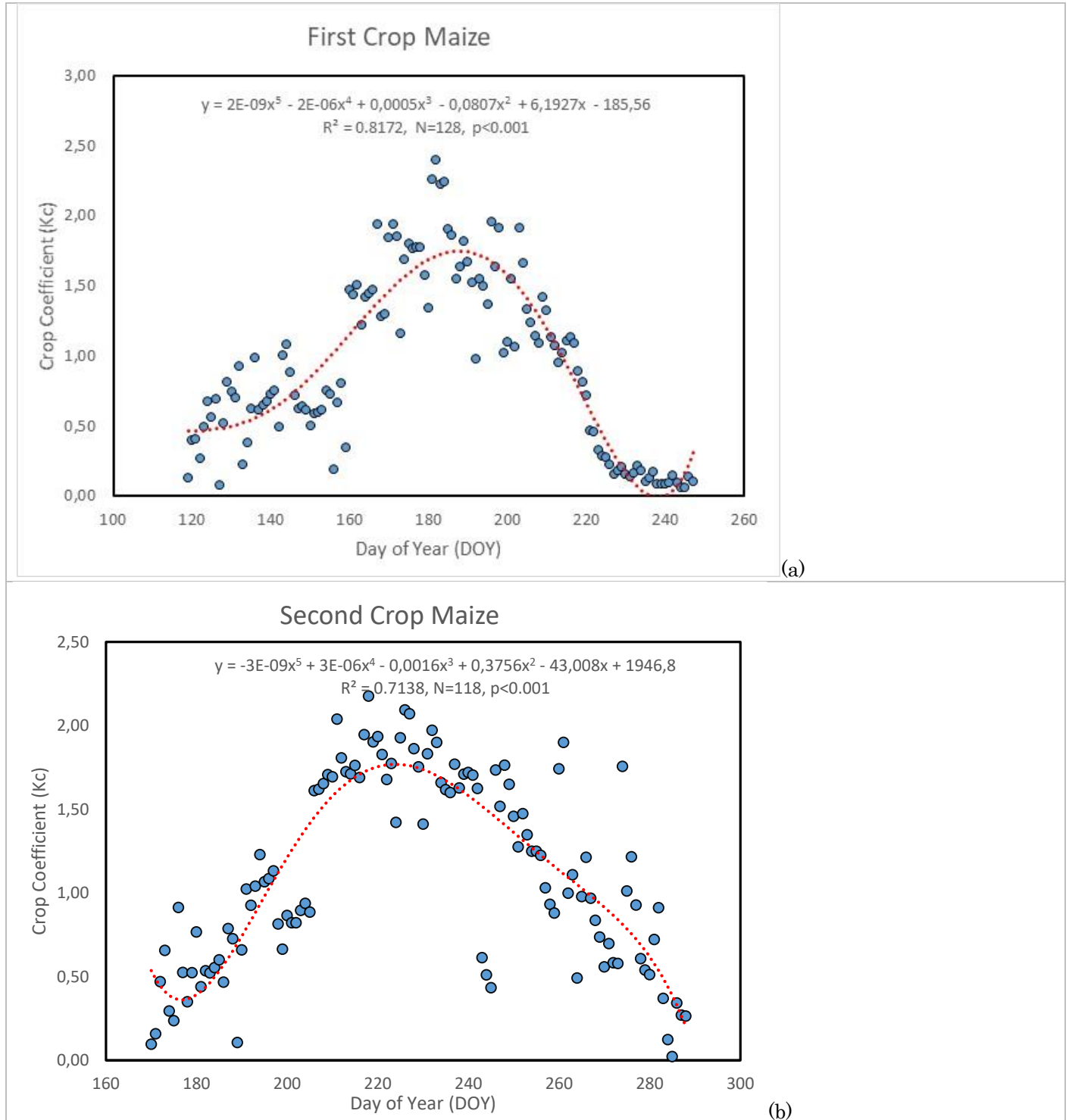


Figure 2. Polynomial relationship between daily K_c and DOY for first crop (a) and second crop (b) maize
Şekil 2. Birinci ürün (a) ve ikinci ürün (b) mısır için günlük K_c ve DOY arasındaki ilişki

On the other hand, no difference was found between the average seasonal K_c values (0.66 and 0.69) predicted by the FAO method for the first and second crop maize. The greatest K_c reductions were observed in initial and development growth stages with an average of 32% for first crop maize and 28% for second crop maize. This can result from the fact that

the K_{c-ini} and K_{c-dev} values were significantly influenced by irrigation strategies. Many researchers found varying results regarding maize K_c values. For example, the mean K_c values of maize were 0.48, 1.40, and 0.31 at the initial, mid- and end-season stages, respectively in a study by Shahrokhnia and Sepaskhah (2013). The average, maximum, and

minimum K_c values were 0.92, 1.33 and 0.42 in another study by Kang et al. (2003). In a study performed by Mirzaei etc. (2011), the K_c values during the growing season was 0.59, 1.19 and 0.85 for initial, mid and end stage respectively. The K_c value estimated by field water balance method in the initial stage was greater than FAO method but K_c values in the mid end seasons were lesser than FAO method over the growth season. In another study performed by Abedinpour (2015), the measured K_c values were

different up to some extent from the FAO reported values and according to the Abedinpour the cause of this might be that FAO K_c values are generalized ones and recommended for a wide range of climatic conditions. Other causes might be that different maize varieties have different crop water use and evapotranspiration patterns. Therefore, determination of K_c for crops in different regions and climates is important to improve irrigation water management.

Table 4. K_c of first and second crop maize for the different growth stages

Çizelge 4. Birinci ve ikinci ürün mısırın farklı gelişme dönemlerindeki K_c değerleri

Sowing Time (<i>Ekim Zamanı</i>)	Growth Stages (<i>Gelişme Dönemleri</i>)	Measured K_c (<i>Ölçülmüş K_c</i>)	FAO-Single K_c (<i>FAO Tahmini K_c</i>)
First Crop Maize (<i>Birinci Ürün Mısır</i>)	Initial (<i>Başlangıç</i>)	0.74	0.37
	Development (<i>Gelişme</i>)	0.92	0.77
	Mid-Season (<i>Mevsim Ortası</i>)	1.63	1.16
	End-Season (<i>Mevsim Sonu</i>)	0.42	0.36
Second Crop Maize (<i>İkinci Ürün Mısır</i>)	Initial (<i>Başlangıç</i>)	0.46	0.37
	Development (<i>Gelişme</i>)	0.89	0.87
	Mid-Season (<i>Mevsim Ortası</i>)	1.68	1.17
	End-Season (<i>Mevsim Sonu</i>)	0.92	0.35

The relationship between K_c and DOY was fitted to a fifth-order polynomial equation for first crop maize and second crop maize with a similar significant correlation coefficient $R^2=0.82$ and $R^2=0.71$ (Figure 2). Other studies presented a second degree- up to fifth-order polynomial (Kuo et al. 2006; Shahrokhnia and Sepaskhah, 2013). The maximum measured K_c occurred at 63 days after planting in the first crop maize, whereas in the second crop maize maximum K_c was measured at 48 days after planting. Because of second crop maize was planted during the summer months, its maximum K_c value was reached 15 days

$$K_c = 2E-09(DOY)^5 - 2E-06(DOY)^4 + 0.0005(DOY)^3 - 0.0807(DOY)^2 + 6.1927(DOY) - 185.56 \quad (8)$$

$$(R^2 = 0.8172, N = 128, p < 0.001)$$

$$K_c = -3E-09(DOY)^5 + 3E-06(DOY)^4 - 0.0016(DOY)^3 + 0.3756(DOY)^2 - 43.008(DOY) + 1946.8 \quad (9)$$

$$(R^2 = 0.7138, N = 118, p < 0.001)$$

CONCLUSION

In this study, the greatest differences between the measured K_c and FAO-predicted K_c occurred at the initial growing stage for first crop maize, whereas it occurred at the end-season growing stage for second crop maize. This should be considered in using FAO K_c values in Çukurova region conditions. In this study, FAO methodologies predicted K_c values 28% and 30% lower than the measured K_c values for first crop maize and second crop maize, respectively. Generally, the underestimation of FAO single K_c , especially for arid and semi-arid regions, was showed by other similar studies. (Miranda et al., 2006; Ko et al., 2009; Mirzaei et al., 2011; Abedinpour, 2015). As a result, it can be said that the real K_c values may not

be the same as the FAO values for locations in the whole world. Therefore, it is recommended to perform a local calibration of K_c for each plant for each region in future studies. Additionally, the K_c values obtained by this study performed in the Çukurova region can be used for effective water management of maize cultivated in a region that a similar climate prevails.

be the same as the FAO values for locations in the whole world. Therefore, it is recommended to perform a local calibration of K_c for each plant for each region in future studies. Additionally, the K_c values obtained by this study performed in the Çukurova region can be used for effective water management of maize cultivated in a region that a similar climate prevails.

ACKNOWLEDGEMENTS

First crop maize data used in this study were based on the master's thesis of Arife Nur, one of the authors of this article. The values of ET_c and K_c provided in that thesis during 2012 were compared to results obtained a second crop maize study performed in the same field during 2013.

Statement of Conflict of Interest

The authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Abedinpour M 2015. Evaluation of Growth-Stage-Specific Crop Coefficients of Maize Using Weighing Lysimeter. *Soil and Water Research* 10(2):99-104.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M 1998. *Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56*, FAO, Rome, Italy, 300 p.
- Allen RG, Walter IA, Elliott R, Howell T, Itenfusi D, Jensen M 2005. *The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation*. ASCE-EWRI Task Committee Report, 59 p.
- Anonymous 2020. Ürün Masaları Mısır Bülteni. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/M%C4%B0LL%C4%B0%20TARIM/MISIR%20KASIM%20B%C3%9CLTEN%C4%B0.pdf>.
- Doorenbos J, Pruitt WO 1984. *Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 24*, FAO, Rome, Italy, 144 p.
- Güzel N 1982. *Fertility of Soils. Notes of Laboratory Applications*. University of Çukurova, Faculty of Agriculture. Publication Number 165, Adana, 38 p.
- Hizalan E, Ünal H 1966. *Important Chemical Analysis of Soils*. University of Ankara, Faculty of Agriculture Publication Number 278, 885 p.
- Howell TA, McCormic LR, Phene CJ 1985. *Design and Installation of Large Weighing Lysimeters*. *Transactions of the ASAE*, 28(1):106-112.
- Howell TA, Steiner JL, Schneider AD, Evett SR, Tolk JA 1997. *Seasonal and Maximum Daily Evapotranspiration of Irrigated Winter Wheat, Sorghum and Corn: Southern High Plains*. *Transactions of the ASAE* 40:623-634.
- Howell TA, Tolk JA, Schneider AD, Evett SR 1998. *Evapotranspiration, Yield and Water Use Efficiency of Corn Hybrids Differing in Maturity*. *Agronomy Journal* 90(1): 3-9.
- Howell TA, Evett SR, Tolk JA, Copeland KS, Colaizzi PD, Gowda PH 2008. *Evapotranspiration of Corn and Forage Sorghum for Silage*. World Environmental and Water Resources Congress, Ahupua'a.
- Islam MS, Hossain MA 2010. *Determination of Crop Coefficient of Hybrid Maize by Lysimeter Study*. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 35(1): 77-82.
- Kanber R, Ünlü M, Koç DL, Tekin S, Kapur B 2007. *Bitki Su Tüketiminin Ölçümünde ve Kestiriminde Kullanılan Kimi Yöntemler*. *Türk Cumhuriyetleri Sulama Suyu Yönetimi Çalıştayı* 12-14 Eylül 2007, Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Ankara, 31s.
- Kanber R, Yazar A, Köksal H, Oğuzer V 1992. *Evapotranspiration of Grapefruit in Eastern Mediterranean Region of Turkey*. *Scientia Horticulturae* 52(1-2): 53-62.
- Kang S, Gu B, Du T, Zhang J 2003. *Crop Coefficient and Ratio of Transpiration to Evapotranspiration of Winter Wheat and Maize in a Semi-Humid Region*. *Agricultural Water Management* 59:239-254.
- Kjaersgaard JH, Plauborg F, Mollerup M, Petersen CT, Hansen S 2008. *Crop Coefficients for Winter Wheat in a Sub-Humid Climate Regime*. *Agricultural Water Management* 95: 918- 924.
- Ko J, Piccinni G, Marek T, Howell T 2009. *Determination of Growth-Stage-Specific Crop Coefficients (Kc) of Cotton and Wheat*. *Agricultural Water Management* 96(12):1691-1697.
- Kuo SF, Ho SS, Liu CW 2006. *Estimation Irrigation Water Requirements with Derived Crop Coefficients for Upland and Paddy Crops in Chinana Irrigation Association, Taiwan*. *Agricultural Water Management* 82: 433-451.
- Liu Y, Luo Y 2010. *A Consolidated Evaluation of the FAO-56 Dual Crop Coefficient Approach using the Lysimeter Data in the North China Plain*. *Agricultural Water Management* 97(1): 31-40.
- López-Urrea R, De Santa M, Olalla F, Montoro A, López-Fuster P 2009. *Single and Dual Crop Coefficients and Water Requirements for Onion (Allium cepa L.) under Semiarid Conditions*. *Agricultural Water Management* 96:1031-1036.
- Malek A, Sepaskhah AR 1981. *Evaluation of Advection in the Badjgah Area*. *Iranian Journal of Agriculture Science* 1(1-4):29-44.
- Mehta R, Pandey V 2015. *Reference Evapotranspiration (ET_o) and Crop Water Requirement (ET_c) of Wheat and Maize in Gujarat*. *Journal of Agrometeorology* 17 (1):107-113.
- MGM, 2019. <http://www.mgm.gov.tr/mevbis>
- Miranda FR, Gondim RS, Costa CAG 2006. *Evapotranspiration and Crop Coefficients for Tabasco Pepper (Capsicum Frutescens L.)*. *Agricultural Water Management* 82(1-2):237-246.
- Mirzaei M, Sohrabi T, Jahanbania H, Faghih M, Teang SL 2011. *Evaluation of Evapotranspiration Coefficient and Daily Crop Reference Evapotranspiration in a Semi-Arid Region Based on Field Water Balance and FAO Method*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(12):1850-1856.
- Musick JT, Dusek DA 1980. *Irrigated Corn Yield Response to Water*. *Transactions of the ASAE* 23(92-98):103.

- Piccinni G, Ko J, Marek T, Howell T 2009. Determination of Growth Stage-Specific Crop Coefficients (Kc) of Maize and Sorghum. *Agricultural Water Management* 96:1698-1704.
- Reddy KC 2015. Development of Crop Coefficient Models of Castor and Maize Crops. *European Journal of Agronomy* 69:59-62.
- Shahrokhnia MH, Sepaskhah AR 2013. Single and Dual Crop Coefficients and Crop Evapotranspiration for Wheat and Maize in a Semi-Arid Region. *Theoretical and Applied Climatology* 114:495-510.
- Tolk JA, Howell TA, Evett SR 1998. Evapotranspiration and Yield of Corn Grown on Three High Plains Soils. *Agronomy Journal* 90:447-454.
- Tyagi NK, Sharma DK, Luthra SK 2003. Determination of evapotranspiration for maize and berseem clover. *Irrigation Science* 21:173-181.
- Ünlü M, 2000. Çukurova Koşullarında Mikrometeorolojik Yöntemlerle Pamuk Su Tüketiminin ve Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, 106 sy.
- Ünlü M, Kanber R, Kapur B 2010. Comparison of Soybean Evapotranspiration Measured by Weighing Lysimeter and Bowen Ratio Energy Balance Methods. *African Journal of Biotechnology* 9(30): 4700-4713.
- USSL 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Salinity Laboratory Staff USDA Handbook No.60 United States Department of Agriculture Washington, D.C. 159 p.
- Vaughan PJ, Trou TJ, Ayars JE 2007. A Processing Method for Weighing Lysimeter Data and Comparison to Micrometeorological ETo Predictions. *Agricultural Water Management* 88:141-146.
- Zotarelli L, Dukes MD, Romero CC, Migliaccio KW, Morgan KT 2013. Step by Step Calculation of the Penman-Monteith Evapotranspiration (FAO-56 Method). University of Florida, The Agricultural and Biological Engineering Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, AE459, Gainesville, 10 p.

Erciyes Dağı Civarındaki Volkanik Ana Materyal Üzerinde Oluşan Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması

Zekeriya KARA¹✉ Kadir SALTALI² Tuğrul YAKUPOĞLU³

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Üniversite-Sanayi-Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi, Kahramanmaraş, ²KSÜ Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kahramanmaraş, ³Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Yozgat

¹<https://orcid.org/0000-0001-7855-4968>, ²<https://orcid.org/0000-0001-5301-1350>, ³<https://orcid.org/0000-0003-4291-3046>

✉: zekeriyaakara0261@gmail.com

ÖZET

Volkanik ana materyal üzerinde oluşan toprakların sürdürülebilir kullanımı için özelliklerinin belirlenmesi ve buna göre amenajman tedbirlerinin uygulanması gerekir. Bu çalışmanın amacı, Erciyes dağının doğusu ile Tomarza ilçesi arasında kalan volkanik kökenli tarım topraklarının bazı fiziksel ve aşınabilirlik özelliklerini belirlemektir. Çalışma alanından toplam 58 adet yüzey toprak örneği (0-30 cm) alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, toprakların ortalama organik madde içeriği (%0.93), kil (%12) ve toplam kireç (%0.87) içeriklerinin düşük, kum (%60) içeriklerinin ise yüksek olduğu saptanmıştır. Kıvam limitlerinden likit limit %20 ve plastik limit %14 olup düşük seviyededir. Toprakların aşınabilirlik parametreleri değerlendirildiğinde; agregat stabilitesi (%23) ve strüktür stabil indeksinin (%15) düşük olduğu, dispersiyon oranının (%53) ise yüksek olduğu saptanmıştır. Elde edilen verilere göre çalışılan toprakların yüksek oranda erozyona uğrama eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir. Toprakların düşük organik madde ve kireç içeriğinden dolayı organik düzenleyicilerden gıyda (yaklaşık Organik madde %40 ve Kireç %50) önerilebilir. Ayrıca toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirmek için yeşil gübreleme ve azaltılmış toprak işleme uygulanabilir.

Toprak Bilimi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 7.04.2021

Kabul Tarihi : 24.09.2021

Anahtar Kelimeler

Volkanik toprak
Toprak aşınabilirliği
Erozyon
Likit limit
Plastik limit

Investigation of Some Physical Properties of Developed Soils on the Volcanic Parent Material Around Erciyes Mountain

ABSTRACT

For the sustainable use of the soils formed on the volcanic parent material, their characteristics should be determined and management measures should be applied accordingly. The aim of this study is to determine some physical and erodibility characteristics of volcanic agricultural soils located between the east of Erciyes Mountain and Tomarza district. A total of 58 surface soil samples (0-30 cm) were taken from the study area. Soil samples were analysed according to widely used analysis methods. As a result of the research, it was determined that the average organic matter content of soils (0.93%), clay (12%) and total lime (0.87%) contents were low, whereas sand (60%) contents were high. Among the consistency limits, the liquid limit was found to be 20% and the plastic limit was 14%, which were both considered as low levels. When the erodible parameters of the soils were evaluated; it was found that aggregate stability (23%) and structure stability index (15%) were low, while the dispersion ratio (53%) was high. According to the data obtained, it is estimated that the studied soils have a high erosion tendency. Due to the low organic matter and lime content of the soils, Gyttja (about 40% Organic Matter and 50% Lime) can be recommended as an organic regulator. In addition, green manuring and reduced tillage can be applied to improve the physical properties of soils.

Soil Science

Research Article

Article History

Received : 7.04.2021

Accepted : 24.09.2021

Keywords

Volcanic soil
Soil erodibility
Erosion
Liquid limit
Plastic limit

- Atıf İçini:** Kara Z, Saltalı K, Yakupoğlu T 2022. Erciyes Dağı Civarındaki Volkanik Ana Materyal Üzerinde Oluşan Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 901-908. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.911270>
- To Cite:** Kara Z, Saltalı K, Yakupoğlu Y 2022. Investigation of Some Physical Properties of Developed Soils on the Volcanic Parent Material Around Erciyes Mountain. KSU J. Agric Nat 25 (4): 901-908. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.911270>

GİRİŞ

Topraklar doğal ekosistemin ve tarımsal üretimin temel unsurudur. Bu nedenle tarım topraklarının korunumu ve sürdürülebilirliği tüm canlılar için hayati önem taşımaktadır. Erozyon tarımda sürdürülebilirliğin en tehdit edici faktörlerindendir. Toprak erozyonu temel olarak toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Bunlar toprakların organik madde içeriği, agregat yapısı, strüktür, dispersiyon oranı, kil içeriği ve tipi gibi faktörlerdir (Morales ve ark., 2013). Organik madde toprak strüktürünün stabilitesini ve devamlılığını sağlamada olumlu etkilere sahiptir (Harmankaya, 1999). Toprakların kil içeriği agregatlaşmada en önemli faktörlerden biridir (Dengiz, 2007; Şimşek ve ark., 2013; Gümüş ve ark., 2016). Birçok araştırmacı, toprakların organik maddesi ile kil miktarının agregatlaşmada etkili olduğunu bununla birlikte topraklardaki organik madde ve kil içeriğinin artışına bağlı olarak agregatlaşmanın da arttığını bildirmişlerdir (Ertuğrul, 1971; Sönmez, 1980; Haynes ve Swift, 1990; Chenu ve ark., 2000; Canbolat ve Avağ, 2004).

Türkiye'nin farklı bölgelerinde volkanik dağlar ve bu dağların etrafında volkanik tarım toprakları bulunmaktadır. Erciyes Dağı volkanik kökenli dağ olup bu dağın çevresinde volkanik topraklar yayılım göstermektedir (Keskin, 2003). Erciyes Dağı çevresinde volkanik ana materyaller üzerinde oluşmuş topraklar ve çevre ile ilişkisi konusunda yapılan bir araştırmada; bölgede Cd, Cr ve Ni'in ignimbirit ana materyali üzerinde oluşmuş topraklarda ve Co, Cu, Mn, Pb ve Zn'nun ise volkan külü ana materyali üzerinde gelişmiş topraklarda yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Kılıç ve ark., 2010). Aynı araştırmacılar Erciyes Dağı eteklerinden başlayarak doğusunu kapsayan yaklaşık 1300 km²'lik bir alanda yürüttükleri çalışmada, toprakların (0-30cm) elektriksel iletkenlik değerleri 27-600ms/cm, KDK 3.4-46meq/100g, Ca 0.91-30meq/100g, kil 7.7-45%, kum 37-90% ve organik madde ise 0.01-3.4% arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Volkanik topraklar genel olarak düşük kireç ve organik madde içeriği ve agregatlaşma oranlarının ise zayıf olduğunu belirtmişlerdir (Dingil ve ark., 2012). Volkanik toprakların kaba bünyeli olmasının yanı sıra organik madde içeriklerinin düşüklüğü bu tür toprakların sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu anlamda, Erciyes dağı ile Tomarza ilçesi arasında yer alan volkanik tarım topraklarının erozyona karşı duyarlılıklarının belirlenmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Erciyes dağı ile Kayseri-Tomarza ilçesi arasında yer alan volkanik ana materyal üzerinde oluşmuş tarım topraklarının bazı fiziksel özellikleri ve aşınabilirlik özelliklerinin belirlemek ve sürdürülebilir kullanım için öneri geliştirmektir.

MATERYAL ve METOD

Çalışmada, Kayseri'nin Tomarza ilçesi ile Erciyes dağının doğusunda yer alan volkanik kökenli topraklar materyal olarak kullanılmıştır. Şekil 1'de görüldüğü gibi toplam 58 adet toprak örneği (0-30cm) GPS cihazı ile koordinatları belirlenerek alındı. Toprak örnekleri meyvesi ve çekirdeği için kışlık kabak yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarından alınmıştır. Alınan örnekler polietilen torbalara konuldu ve toprak örnekleri kurutma odasında kurutulduktan sonra ahşap tokmakla dövülerek ilgili analizlerde kullanılmak üzere her bir analizin gerektirdiği açıklığa sahip eleklerden geçirildi.

Genel İklim Özelliği

Kayseri ilinde step iklimi hâkimdir. Bölgede kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları kurak ve sıcak geçmektedir. Dağlarla çevrili olan kayseri ortalama yükseliği 1057m'dir (Dadaşer ve ark., 2011). Kayseri ilinin yıllık ortalama yağış miktarı 350 - 400 mm arasında değişir iken yıllık ortalama bağıl nem yaklaşık %65'dir (Kartal ve Özer, 2011). Uzun yıllar meteorolojik verilere göre (1960 ile 2012 yılları), ortalama en düşük sıcaklık Ocak ve Şubat (-6.8°C-5.3°C) aylarında, ortalama en yüksek sıcaklık Temmuz ve Ağustos (30.5°C, 30.4°C) aylarında görülmektedir. Ayrıca en düşük yağış ağustos ayında, en yüksek yağış Nisan ayında gerçekleşmektedir (KMİM, 2013)

Genel Jeolojisi

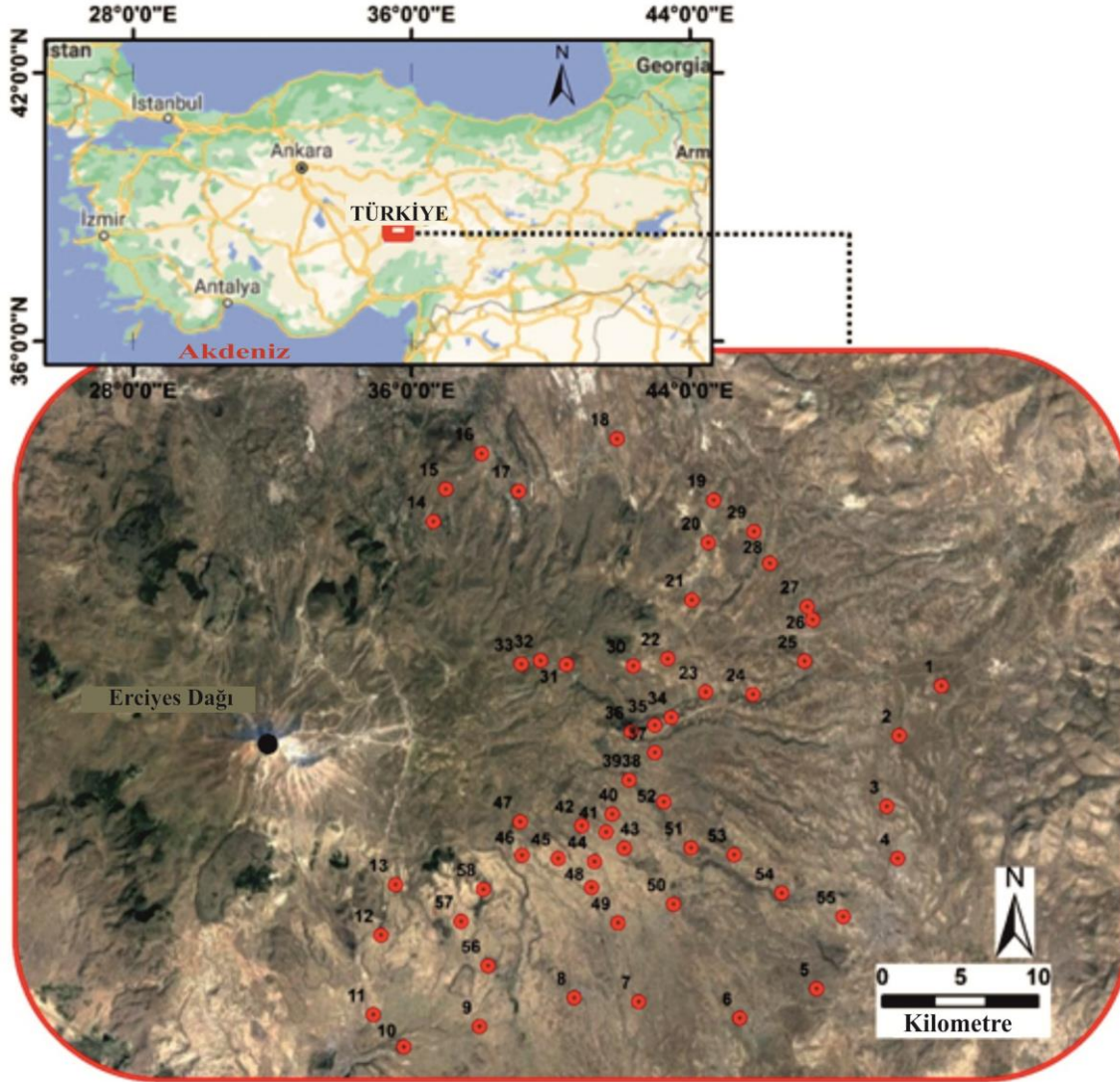
Kayseri ili sınırları içinde Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik zamanlarına ait birimler görülmektedir. Kayseri merkez ve yakın çevresi graben çöküntü alanı içerisinde yer almaktadır. Bu graben Kuvaterner tektonizması sonucu oluşmuştur. Kayseri ve ilçelerinde farklı jeolojik zamanlarda karasal ve denizsel ortamlarda oluşmuş kayalar (metamorfik, tortul, ofiyolit ve volkanik) bulunmaktadır. Volkanik kayalar Kayseri ili ve ilçelerinde yoğun bir şekilde görülmektedir. Erciyes dağı çevresi olmak üzere Kayseri'nin İncesu, Develi ve Tomarza ilçelerinde özellikle çok yoğun volkanik kayalar (ignimbirit,

andezitik, volkan külü vb.) görülmektedir (Güner ve ark., 1984)

Kimyasal Analizler

Toprakların organik madde içeriği yaş yakma metoduna göre, toplam kireç içeriği ise Scheibler

kalsimetre yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 1994). Toprak reaksiyonu cam elektrodlu pH-metre cihazı ile belirlenmiştir (Thomas, 1996). Toprakların toplam tuz miktarı Tüzener (1990) tarafından geliştirilmiş formül yardımı ile hesaplanmıştır.



Şekil 1 Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin haritada gösterimi
Figure 1 Displaying soil samples taken from the study area on the map

Fiziksel Analizler

Toprak bünyesi Bouyoucos hidrometre yöntemine göre (Tüzener, 1990), ıslak agregat stabilitesi ise eleme yöntemine göre belirlenmiştir (Kemper ve Rosenau, 1986). Toprakların dispersiyon oranı ve strüktür stabilize indeksinin belirlenmesinde Lal (1988) tarafından önerilen yöntemine göre belirlenmiştir. Toprakların likit limit değerleri Casagrande aleti kullanılarak (Head 1984), plastik limit ise Sowers (1965) yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Toprakların hacimsel büzülme analizleri ASTM (1974) yöntemine göre yapılmıştır.

İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistiği yapılmıştır. Veriler arasındaki ilişkileri belirlemede çok değişkenli istatistik yöntem (TBA analizi) kullanılmıştır (Yurtseven, 1984).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma topraklarının tanımlayıcı istatistik sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Volkanik toprakların ortalama pH'sı 6.23, kireç içeriği %0.87 ve organik madde içeriği ise %0.93 olarak tespit edilmiştir. Toprakların ortalama kireç ve organik madde içeriği düşük sınıfında yer almaktadır (Güçdemir, 2006).

Dingil ve ark. (2012), volkanik toprakların genel olarak düşük kireç ve organik madde içeriğine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Volkanik toprakların geo-genetik yapılarına bağlı olarak karbonat üretmediğini ve bu alanlarda görülen kireç içeriğini ise dört farklı sebebe bağlayarak açıklamışlardır (Özaytekin ve Karakaplan, 2012). Alp (2009),

volkanik toprakların organik madde düşüklüğünü horizonlardaki düşük kil içeriği ve humus-metal komplekslerinin azlığı ile ilişkilendirmiştir. Volkanik toprakların ortalama tuz içeriği %0.02 olup, tuzsuz sınıfta yer almaktadır (Richards, 1954). Başka bir ifade ile tarımsal açıdan bir risk oluşturmamaktadır.

Çizelge1 Toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinin tanımlayıcı istatistik sonuçları

Table 1 Descriptive statistical results of soil Physico-chemical properties

Değişkenler	Birim	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Ortalama	Değişkenlik Katsayısı	Standart Hata	Standart Sapma
pH		5.02	7.58	6.23	2.56	0.070	0.530
Tuz	%	0.01	0.10	0.02	0.09	0.002	0.019
Kil	%	2.93	36.75	12.53	33.82	1.047	7.974
Silt	%	2.48	38.60	27.70	36.12	1.173	8.937
Kum	%	54.57	62.61	59.77	8.04	0.292	2.222
CaCO ₃	%	0.39	3.16	0.87	2.77	0.058	0.442
OM	%	0.47	2.35	0.93	1.88	0.048	0.367
DO	%	16.80	71.61	53.55	54.81	1.964	14.958
AS	%	8.00	66.00	23.24	58	1.748	13.310
SSI	%	4.97	37.37	15.17	32.4	1.024	7.798
LL	%	14.11	36.85	20.76	22.74	0.677	5.155
PL	%	8.33	25.57	14.42	17.24	0.544	4.142
Sv	%	0.01	0.07	0.02	0.06	0.002	0.013

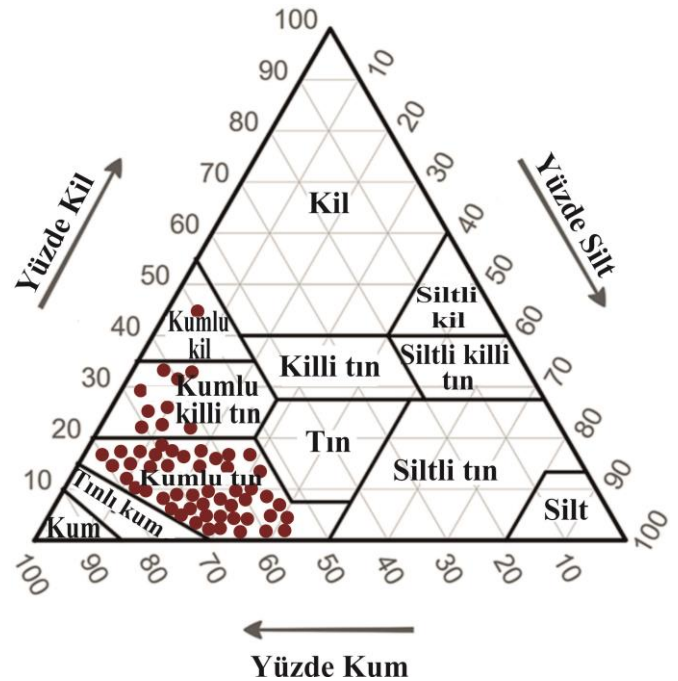
OM: Organik Madde, LL: Likit Limit, PL: Plastik Limit, AS: Agregat Stabilitesi, DO: Dispersiyon Oranı, SSI: Strüktür Stabilite İndeksi, Sv: Hacimsel Büzülme

Araştırma topraklarının en düşük kil içeriği %2.93, en yüksek %36.75 ve ortalama %12.53 olarak tespit edilmiştir. Toprakların en düşük kum içeriği %54.57, en yüksek %62.61 ve ortalama %59.77 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Toprakların 48 adeti kumlu tın, 9 adeti kumlu killi tın ve 1 adet ise kumlu kil sınıfında yer almıştır (Şekil 2). Süphan Dağı çevresinde volkanik topraklar üzerinde yapılan çalışmada, alınan tüm toprak (15 adet) örnekleri kumlu bünye sınıfında yer aldığını bildirmişlerdir (Kara ve ark., 2018).

Çalışılan toprakların en düşük dispersiyon oranı %16.8, en yüksek %71.61 ve ortalama %53.55 olarak tespit edilmiştir (Çizelge1). Toprak örneklerinin tamamında dispersiyon oran değeri %15'in üzerinde belirlenmiştir. Dispersiyon oran değerinin %15'in üzerinde olması, toprakların erozyona karşı duyarlı olduğunu ve su teması ile kolayca dağılabileceğini rapor edilmiştir (Özdemir, 2002). Dispersiyon Oran değeri %15'den büyük olan toprakların su erozyonuna karşı dayanaksız olduğunu belirtmiştir (Bryan 1968). Saygın ve ark. 2019 'da yürüttükleri çalışmada, toprakların düşük dispersiyon oranını organik madde zenginliğine bağlamışlardır. Toprak özelliklerinden

%kum içeriği ile Dispersiyon oranı arasında pozitif, %kil ile Dispersiyon oranı arasında ise negatif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir (Özdemir ve Atalay 2019). Buna göre çalışma topraklarının taşınmaya meyilli olduğu görülmektedir. Volkanik toprakların

dispersiyon oranlarının yüksekliği, düşük kil ve organik madde içeriğinin yanı sıra yüksek kum oranı ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 2 Volkanik toprakların bünye dağılımı
Figure 2 Texture distribution of volcanic soils.

Toprak değişkenlerinin açıklanmasında değişkenlik katsayısı önemli bir göstergedir (Çizelge 1). Wilding (1985), değişkenlik katsayısını aldığı değerlere göre düşük (<15%) orta (15-35%) ve yüksek (>35%) olarak sınıflandırmıştır. Bu çalışmada, DO, AS ve silt yüksek, kil, SSI, LL ve PL orta, pH, tuz, kum, kireç, OM ve Sv ise düşük değişkenlik özellik göstermiştir (Çizelge 1). Süphan dağı civarında yapılan çalışmada, toprak değişkenlerinden agregat stabilitesinin değişkenlik katsayısı yüksek, pH, tuz, kireç ve OM ise düşük sınıfta belirlenmiştir (Kara ve ark. 2018).

Toprakların agregat stabilitesi 8-66% arasında değişim gösterir iken ortalama %23.24 olarak belirlenmiştir (Çizelge1). Bu sonuçlara göre volkanik topraklar stabil bir yapı göstermemektedir. Bu durum, toprakların yüksek kum, düşük kil ve düşük organik madde içermesi ile açıklanabilir. Agregat stabilitesi toprakların bazı fiziko-kimyasal (kum, kil ve OM) özellikleri ile doğrudan ilişkilidir (Saygın ve ark., 2019). Organik madde ve kil toprak parçacıklarını birleştirerek agregatlaşmada önemli rol oynamaktadır (Chenu ve ark., 2000; Zhang ve ark., 2005). Toprakların kil miktarı agregat miktarlarının yanında büyüklüğünde de artışlar sağlamaktadır (Özdemir, 1998). Wagner ve ark. (2000), farklı kil fraksiyonu kapsamına sahip topraklarda yaptığı çalışmada, kil miktarı yüksek olan toprakların agregat oluşturmada daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Toprakların kil içeriği ile agregat stabilitesi arasında pozitif (Dagesse, 2011; Gümüş ve ark., 2016) ve kum ile agregat stabilitesi arasında ise önemli negatif ilişkilerin olduğunu belirtmişlerdir (Almajmaie ve ark., 2017).

Çizelge 1'de görüldüğü üzere toprakların en düşük strüktürel stabilite indeksi (SSI) %4.96- %37.37 arasında ve ortalama %15.17 olarak tespit edilmiştir.

Toprakların SSI değerleri büyüdükçe erozyona uğrama eğilimleri azalmaktadır. Aşkın (1997), SSI değeri %40 altında olan toprakların erozyona uğrama eğilimlerinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Buna göre toprakların SSI değerlerinin düşük olması erozyona uğrama eğilimlerinin yüksek olacağı şeklinde yorumlanabilir.

Toprakların en düşük likit limit değeri %14.11, en yüksek %36.85 ve ortalama %20.76 belirlenmiştir. Atterberg limitlerinden plastik limit %8.33-25.57 arasında değişim göstermiş olup ortalama %14.42 olarak tespit edilmiştir (Çizelge1). Polidori (2007), kıvam limitlerinin kil içeriği ile pozitif, kum içeriği ile de negatif ilişki sergilediğini bildirmiştir. Bazı araştırmacılar, toprakların artan kum miktarına bağlı olarak kıvam indeks değerlerinin azalma gösterdiğini bildirmişlerdir (Canbolat ve Öztaş, 1997; Bektaş, 2012). Toprak kıvam limitlerinden likit limit değeri %30'un altında ise düşük, %30-50 arası orta ve %50'nin üstü ise yüksek olarak nitelendirmişlerdir (Demiralay ve Güresinli, 1979). Volkanik topraklar

için belirlenen likit limit değerleri Demiralay ve Güresinli (1979), tarafından ileri sürülen sınıflama sistemine göre az plastikliğe sahip topraklar sınıfındadır. Bu sonuçlara göre çalışma toprakları, düşük kil ve organik madde içeriğine bağlı olarak düşük Atterberg limit değerleri vermiştir.

Volkanik toprakların hacimsel büzülme oranları %0.01-0.07 arasında olup ortalama %0.02 olarak belirlenmiştir. Boivin ve ark. (2004), toprakların büzülme kapasitesinin kil miktarı ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Çalışma alanından elde edilen düşük hacimsel büzülme oranları toprakların düşük kil içeriği ile ilişkilendirilmiştir.

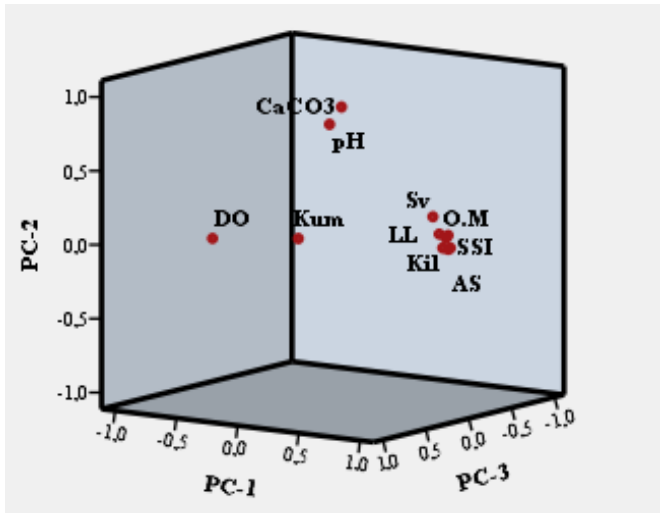
Temel bileşen analizinde amaç, değişkenlerin birbirleri ile olan ilişkileri açıklar iken, daha anlaşılır bir boyuta indirgemek ve daha anlamlı bileşimler elde etmektir (Çelik, 2012). Volkanik toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinin temel bileşen analizi (TBA) Çizelge 2'de verilmiştir. Değişkenlerin temel bileşen analizinde özdeğeri ≥ 1 'den büyük 3 bileşenli bir sonuç elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre toplam varyansın yaklaşık %82'si bu bileşenler tarafından açıklanmıştır (Çizelge 2). Toprak değişkenlerine ilişkin varyansın %56.52'si açıklayabilen PC-1; Kil, AS, SSI, LL, PL ve Sv ile pozitif, DO ile de negatif yük değerleri vermiştir. Kalaycı (2014), aynı faktör içinde bulunan değişkenlerin birbiri ile kuvvetli ilişkiler sergilediğini belirtmiştir. Volkanik toprakların aşınabilirlik parametreleri (AS, SSI, DO) ile kıvam limitleri (LL, PL) kille güçlü ilişkiler sergilemiştir (Çizelge 2 ve Şekil 3).

Çizelge 2 Volkanik toprakların temel bileşen analizi (TBA)

Table 2 Principal component analysis of volcanic soils (PCA)

Değişkenler	PC-1	PC-2	PC-3
pH	....	0.813	....
Kil	0.971	....	....
Kum	....	....	0.827
CaCO ₃	....	0.888	....
OM	....	....	-0.762
DO	-0.946	....	....
AS	0.935	....	....
SSI	0.940	....	....
LL	0.938	....	....
PL	0.904	....	....
Sv	0.747	....	....
Özdeğer	6.218	1.734	1.059
Varyans Yüzde (%)	56.525	15.765	9.626
Eklenererek Artan Yüzde	56.525	72.290	81.916

OM:Organik Madde, LL:Likit Limit, PL: Plastik Limit, AS: Agregat Stabilitesi, DO: Dispersiyon Oranı, SSI: Strüktür Stabil İndeksi, Sv: Hacimsel Büzülme, **Not:** Mutlak değer içinde >0.6 üstü değerler alınmıştır



Şekil 3. Değişkenler için temel bileşen analizinin (TBA) 3D grafiği

Figure 3 3D graph of principal component analysis (TBA) for variables

Toprakların fiziksel özellikleri konusunda yapılan çalışmalarda toprakların AS ile kil arasında önemli pozitif ilişkiler olduğu saptanmıştır (Wallis ve Stewan, 1961; Chandra ve De, 1978; Douglas ve Goss, 1982). Yakupoğlu ve ark. (2018), toprakların kil içeriği ile kıvam limitleri (LL ve PL) arasında %1 önem seviyesinde pozitif ilişki bulduklarını rapor etmişlerdir. Kara (2019), yaptığı çalışmada toprak değişkenlerinden kil, AS, SSI, LL ve Sv kuvvetli pozitif, DO ile de kuvvetli negatif ilişki gösterdiğini belirtmiştir. Varyansın %15.76'sını açıklayan PC-2'de pH ile kireç pozitif yüklenme göstermiştir (Çizelge2; Şekil 3). Toprak değişkenlerinden pH ve Kireç aynı bileşen içinde yer aldığını ve pozitif yüklenme gösterdiğini rapor etmiştir (Kara, 2019). Demir (2014), toprakların kireç içeriği ile pH arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Varyansın %9.6'sını açıklayabilen PC-3 organik madde ile negatif yüklenme, kum içeriği ile de pozitif yüklenmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, volkanik ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların bazı fiziksel ve aşınma özellikleri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre, volkanik topraklar yüksek kum, düşük organik madde ve düşük kireç içeriğine sahip olduklarından bunlara bağlı olarak kıvam limit değerleri de düşük bulunmuştur. Ayrıca aşınabilirlik parametrelerden agregat stabilitesi (%23) ve yapısal stabilite indeksi (%15) düşük, dispersiyon oranı (%53) ise yüksek belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, toprakların düşük nem içeriğine sahip olmasının yanı sıra erozyona uğrama eğilimlerinin de yüksek olacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle, toprakların çevresel açıdan

sağlıklı ve sürdürülebilir kullanımı için topraklara organik düzenleyicilerden gıda, Leonardit, kompost ve yeşil gübreleme önerilebilir. Ayrıca azaltılmış toprak işleme ve uygun amanejman yöntemleri uygulanabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın bir kısmı 10th International Soil Congress 2019 isimli ve "Successful transformation toward land degradation neutrality: future perspective" temalı kongrede 17-19 Haziran 2019 yılında Ankara da sunulmuştur.

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

- Almajmaie A, Hardie M, Doyle R, Birch C, Acuna T 2017. Influence of soil properties on the aggregate stability of cultivated sandy clay loams. *Journal of Soils and Sediments* 17 (3): 800-809.
- Alp S 2009. Yarı Kurak İklim Şartlarında Volkanik Materyal Üzerinde Oluşan Toprakların Fiziksel, Kimyasal, Mineralojik Özellikleri ve Oluşumu. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya. 111 sy.
- ASTM, 1974. Annual book of ASTM standards. American Society for Testing and Materials. Part 19: 90-92.
- Aşkın T 1997. Ordu İli Toprakların Strüktürel Dayanıklılığının ve Aşınma Duyarlılığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun. 53 sy.
- Bektaş RA 2012. Erzurum Tekman yöresinde farklı arazi kullanımı altındaki toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve mekaniksel özellikleri üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum. 56 sy.
- Bryan RB 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma* 2(1): 5-26.
- Boivin P, Garnier PP, Tessier D 2004. Relationship between clay content, clay type and shrinkage properties of soil samples. *Soil Science Society of America Journal* 68(4): 1145-1153.
- Canbolat MY, Avağ A 2004. Soil physical and chemical properties and the range quality degree of Erzurum-Pasinler Rangelands. *International*

- Soil Congress on Natural Resource Management for Sustainable Development, 7-10 June 2004, Erzurum
- Canbolat MY, Öztas T 1997. Toprağın kıvam limitleri üzerine etki eden bazı faktörler ve kıvam limitlerinin tarımsal yönden değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (1): 120-129.
- Chandra S, De SK 1978. A simple laboratory apparatus to measure relative erodibility of soils. Soil Science 25: 115-119.
- Chenu C, Le Bissonnais Y, Arrouays D 2000. Organic Matter Influence on Clay Wettability and Soil Aggregate Stability. Soil Science Society of America Journal 64(4): 1479-1486.
- Çelik Ş 2012. Türkiye’de İllerin Bitkisel Üretimine Faktör Analizi ile İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 22(2): 69-76.
- Dagesse D 2011. Effect of freeze-drying on soil aggregate stability. Soil Science Society of America Journal 75: 2111-2121.
- Dadaşer Çelik F, Kırmacı K 2011. Kayseri ili kent merkezinde kükürtdioksit ve partiküler madde değerlerindeki değişimlerin incelenmesi: 1990-2007, Ekoloji 20 (79):83-92.
- Demiralay İ, Güresinli YZ 1979. Erzurum Ovası topraklarının kıvam limitleri ve sıkışabilirliği üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10 (1-2): 77-93.
- Demir ÖF 2014. Farklı Ana materyaller Üzerinde Oluşmuş Topraklarda Gıda ve Azot Uygulamalarının Kırmızıbiber (*Capsicum annum* L.) Gelişimine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 60 sy.
- Dengiz O 2007. Assessment of Soil Productivity and Erosion Status for the Ankara-Soğulca Catchment Using GIS. International Journal of Soil Science 2 (1):15-28.
- Dingil M, Şenol S, Akça E, Öztekin ME 2012. Türkiye’de Volkan Külleri Üzerinde Oluşmuş Toprakların Andik Özellikleri ve Sınıflandırılmaları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 22(2): 108-112.
- Douglas JT, Goss MJ 1982. Stability and organic matter content of surface soil aggregates under different methods of cultivation and in grassland. Soil and Tillage Research 2(2): 155-175.
- Ertuğrul H 1971. Erzurum Ovası Topraklarında Toprak-Su Münasebetleri ve Ovanın Sulama Suyu İhtiyacı Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 98 sy.
- Güçdemir İH 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yayınları, Ankara, 424 sy.
- Gümüş İ, Şeker C, Negiş H, Özaytekin HH, Karaarslan E, Çetin Ü 2016. Buğday Ekili Alanlarda Agregat Stabilitésine Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi 5: 236-242.
- Güner Y, Emre Ö ve Baş H 1984. Erciyes Yanardağı’nın Jeolojisi ve Jeomorfolojisi. MTA Temel Araştırmalar Dairesi Başkanlığı, Ankara. MTA Rapor Numarası: 7550: 7-72.
- Harmankaya M 1999. Farklı Organik Artıkların Yalın veya Mineral Gübre İle Beraber Uygulanmasının Toprağın Verim Potansiyeline Etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı, Yüksek lisans Tezi, Konya. 65sy.
- Haynes RJ, Swift RS 1990. Stability of Soil Aggregates in Relation to Organic Constituents and Soil Water Content. Journal of Soil Science 41(1): 73-83.
- Head KH 1984. Manual of Soil Laboratory Testing, Volume I. Soil Classification and Compaction Tests (Third edition) Whittles Publication, London, pp 422
- Kacar B 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Ankara, 705 sy.
- Kalaycı Ş 2014. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Uygulamaları, Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 328 sy.
- Kara Z, Yakupoğlu T, Ballı E, Saltalı K 2018. Relationship Between Some Soil Properties and Erodibility of Agricultural Lands Close the Suphan Mountain. I. International Gap Agriculture & Livestock Congress, 25-27 April 2018, Şanlıurfa.
- Kara Z 2019. Kahramanmaraş Bölgesinde Ofiyolitik Topluluğun Farklı Kesimlerini Temsil Eden Kayaçlar İle Üzerinde Oluşan Toprakların Asbest Mineral İçeriklerinin ve Jeokimyasal Özelliklerinin Araştırılması, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Doktora Tezi, Kahramanmaraş, 243 sy.
- Kartal Ş, Özer U 2011. Determination and Parameterization of Some Air Pollutants as a Function of Meteorological Parameters in Kayseri, Turkey, Journal of the Air & Waste Management Association 48(9): 853-859.
- Kemper WD, Rosenau RC 1986. Aggregate Stability and Size Distribution. (Methods of Soil Analysis: Part I. 2nd edn. Ed: Klute, A. ASA, Madison, WI) 425-442.
- Keskin M 2003. Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction-accretion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. Geophysical Research Letters 30(24): 8046

- Kılıç K, Yalçın H, Doğan HM, Durak A, Topuz D, Güven K, Karaman İ, Öztekin T, Göktolga ZG, Ece A, Özkan Y 2010. Erciyes Strato Volkanından Püskürtülen Ana Materyaller Üzerinde Oluşmuş Topraklar ve Çevre İle Etkileşimleri. Tubitak 106Y307 Nolu Proje, Ankara.
- KMİK 2013. Kayseri Meteoroloji İl Müdürlüğü, Kayseri Meteoroloji İstasyonu Verileri(1960-2012) Kayseri.
- Lal R 1988. Soil Erosion Research Methods, Soil and Water Conservation Society, ISBN 0-935734-18-X, St. Lucie, USA.
- Morales D, Rostagno CM, La Manna L 2013. Runoff and erosion from volcanic soils affected by fire: the case of Austrocedrus chilensis forests in Patagonia, Argentina. Plant and Soil 370: 367-380
- Özaytekin HH, Karakaplan S 2012. Soil formation on the karadağ volcano at asemit-arid environment from the central anatolia. African Journal of Agricultural Research 7(15): 2283-2296.
- Özdemir N 2002. Toprak ve Su Koruma. OMÜ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Samsun, 227 sy.
- Özdemir N 1998. Toprak Fiziği. OMÜ Yayınları, Samsun, 209 sy.
- Özdemir N, Atalay T 2019. Konvansiyonel ve organik çay tarımı uygulamalarının bazı toprak kalite parametreleri ve erozyona duyarlılık üzerine etkileri. Anadolu Tarım Bilim Dergisi 34 (5): 397-405.
- Polidori E 2007. Relationship between atterberg limits and clay contents, Soils and Foundations 47(5): 887-896.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils. U.S. Dep. Agr. Handbook 60. Soil Survey Manual, 1951. U. S. Dept. Agricultural. Handbook 18. Washington D.C.
- Saygın F, Dengiz O, İç S, İmamoğlu A 2019. Bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri ile bazı erodibilite parametreleri arasındaki ilişkilerin mikro havza ölçeğinde değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 20 (1): 82-91.
- Sowers GF 1965. Consistency method of soil analysis. (Part I. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA) 394-397.
- Sönmez K 1980. Atatürk Üniversitesi Elazığ Çiftliğinde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin agregasyon üzerine tesirleri ile ilgili araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 47 sy.
- Şimşek U, Karaoğlu M, Tohumcu F, Gökmen F, Erdel E 2013. Kurak Zonda Ağaçlandırmanın Toprak Organik Maddesi ve Agregat Stabilitesi Üzerine Etkisi. III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi 22-24 Ekim 2013, Tokat
- Thomas G W 1996. Soil pH and Acidity. (Methods of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. Madison, WI., USA: Ed. Sparks, D.L.) 475-491.
- Tüzüner A 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara
- Wagner S, Cattle SR, Scholten T, Felix-Henningsen P 2000. Observing the Evolution of Soil Aggregates From Mixtures of Sand, Clay and Organic Matter In Soil. New Zealand Society of Soil Science 3: 217-218.
- Wallis JR, Stewan L 1961. Erodibility of some californian Midlands soils related to their cations exchange capacity. Journal of Geophysical Research 66: 1225-1230.
- Wilding LG 1985. Soil spatial variability: Its documentation, accommodation and implication to soil surveys. (In: D.R. Nielsen and J. Bouma (Eds.). Soil Spatial Variability Proceedings of a Workshop of the ISSS and the SSA, Las Vegas Pudoc, Wageningen) 166-187.
- Yakupoğlu T, Rızaoğlu T, Dindaroğlu T, Sesveren S, Kara Z, Gündoğan R 2018. Comparison of two different ophiolite districts in terms of some soil physical properties of grounds. Eurasian Journal of Soil Science 7 (1): 1-8
- Yurtseven N 1984. Deneysel İstatistik Metodlar. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 623sy.
- Zhang B, Horn R, Hallett PD 2005. Mechanical resilience of degraded soil amended with organic matter. Soil Science Society of America Journal 69 (3):864-871.

Köyceğiz Lagünü'ndeki (Muğla) Üç Farklı Kefal Türü İçin Balık Boyutları - Otolit Boyutları Arasındaki İlişkiler

İsmail REİS^{1*}, Celal ATEŞ²

^{1,2}Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Avlama Teknolojisi Anabilim Dalı, 48000 Kötekli, Mentеше-Muğla

¹<https://orcid.org/0000-0003-4599-6780>, ²<https://orcid.org/0000-0002-7336-0387>

✉: ismailreis@mu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Köyceğiz Lagünü'ndeki üç kefal balığı türünde balık boyutu ve otolit boyutları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. 119 adet *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, 91 adet *Chelon labrosus* (Risso, 1827) ve 53 adet *Chelon saliens* (Risso, 1810) olmak üzere toplam 263 adet kefal balığının toplam boyu ile sağ ve sol otolitlerinin boyu, genişliği ölçülmüş ve ağırlıkları tartılmıştır. Sağ ve sol otolit ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmadığı için bu çalışmada sağ ve sol otolit ölçümlerinin ortalaması kullanılmıştır. Kefal balıklarının ortalama total boyları *M. cephalus*, *C. labrosus* ve *C. saliens* için sırasıyla 29.0 cm, 26.0 cm, 22.5 cm olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada incelenen balıklarda en büyük otolit boyu 11.66 mm ile *M. cephalus* bireylerinde, en küçük otolit boyu ise 2.93 mm ile *C. saliens* bireylerinde ölçülmüştür. Otolit ölçümleri ve toplam uzunluk arasındaki biyometrik ilişkiler, incelenen tüm türlerin güvenilir boyut tahminleri için oldukça uygun olduğunu göstermiştir ($r^2=0.912$).

Su Ürünleri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 26.02.2021

Kabul Tarihi : 09.09.2021

Anahtar Kelimeler

Otolit biyometrisi

Mugil cephalus

Chelon labrosus

Chelon saliens

Köyceğiz Lagünü

Relationships Between Fish Sizes and Otolith Sizes for Three Different Gray Mullet Species from Köyceğiz Lagoon (Muğla)

ABSTRACT

In this study, the relationships between fish sizes and otolith sizes were investigated in three mullet species from the Köyceğiz Lagoon. Total length of 263 mullets, 119 *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, 91 *Chelon labrosus* (Risso, 1827) and 53 *Chelon saliens* (Risso, 1810), and the length, width and weight of right and left otoliths were measured. The difference between right and left otolith measurements was not statistically significant, thus the average of right and left otolith measurements was used in this study. The average total lengths of mullets were determined as 29.0 cm, 26.0 cm, 22.5 cm for *M. cephalus*, *C. labrosus* and *C. saliens*, respectively. In this study, the largest otolith length was measured in *M. cephalus* individuals with 11.66 mm, and the smallest otolith length was measured in *C. saliens* individuals with 2.93 mm. Biometric relationships between otolith measurements and total length have shown that all studied species are quite suitable for reliable size estimates.

Fisheries

Research Article

Article History

Received : 26.02.2021

Accepted : 09.09.2021

Keywords

Otolith biometry

Mugil cephalus

Chelon labrosus

Chelon saliens

Köyceğiz Lagoon

Atıf Şekli: Reis İ, Ateş C 2022. Köyceğiz Lagünü'ndeki (Muğla) Üç Farklı Kefal Türü İçin Balık Boyutları - Otolit Boyutları Arasındaki İlişkiler. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 909-915. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.885559>

To Cite : Reis İ, Ateş C 2022. Relationships Between Fish Sizes and Otolith Sizes for Three Different Gray Mullet Species from Köyceğiz Lagoon (Muğla). KSU J. Agric Nat 25 (4): 909-915. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.885559>

GİRİŞ

Mugilidae familyasının üyeleri olan kefal balıkları; subtropikal, tropikal ve ılıman denizlerde yaşayabilen dünya çapında bir dağılıma sahip deniz balıklarıdır. Sadece denizlerde değil, aynı zamanda türlere bağlı

olarak kıyı lagünlerinde, göllerde ve nehirlerde yaşam döngüsünün bir kısmını veya tüm yaşam döngülerini de geçirebilmektedirler (González-Castro ve Ghasemzadeh, 2016). Mugilidae türleri ekolojik önemi olduğu kadar dünyanın belirli bölgelerindeki

insan popülasyonları için de önemli bir besin kaynağıdır (Whitfield ve ark., 2012). Mugilidae familyası dünyada 30 cins ve 79 tür balık ile temsil edilmektedir (Froose ve Pauly, 2019; Fricke ve ark., 2020). Türkiye denizlerinde Mugilidae familyasına ait sekiz balık türü yaşamaktadır: *Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*, *Chelon saliens*, *Chelon auratus*, *Chelon ramada*, *Oedalechilus labeo*, *Liza carinata*, *Planiliza haematocheila* (Turan, 2016).

Tüm kemikli balıklarda üç çift otolit (sagitta, asteriscus ve lapillus) bulunur. Sagittalar, kemikli balıkların çoğunda en büyük otolit çiftidir ve büyük boyutu ile farklı büyüme halkaları nedeniyle balıkların yaşını ve büyümesini belirlemek için kullanılır (Harvey ve ark., 2000). Otolitler denge ve işitmede işlev görür; kalsiyum karbonattan oluşurlar ve kemikli balıkların iç kulaklarında bulunurlar (Campana, 2004). Genellikle mide içeriklerinde ve balıkla beslenen yırtıcıların dışkılarında bulunurlar. Otolitlerden elde edilen bilgiler, balık uzunluğu ve büyümesi gibi verilerle birlikte, popülasyon tanımlama, yaşlanma ve beslenme çalışmaları ile stok değerlendirmeleri için yararlı bir araç olabilir (Harvey ve ark., 2000; Hüseyin ve ark., 2010; Jawad ve ark., 2011). Otolitler aynı zamanda şekil ve sindirime karşı dirençleri bakımından türler arası farklılıkları nedeniyle avın boyutunu ve kimliğini tahmin etmek için kullanılırlar (Battaglia ve ark., 2010).

Deniz ve tatlı su balıklarının otolit biyometrisi ve balık boyu-otolit boyu arasında ilişki ile ilgili birçok çalışma mevcuttur, *Lepidorhombus boscii* Bostancı ve Polat (2008), *Pomacanthus arcuatus* Steward ve ark., (2009), *Scomberesox saurus saurus* Agüera ve Brophy (2011), *Carangoides coeruleopinnatus* Jawad ve Almamry, (2012), *Engraulis encrasicolus* ve *Sardina pilchardus* Bilge, (2018) ve *Merlangius merlangus*

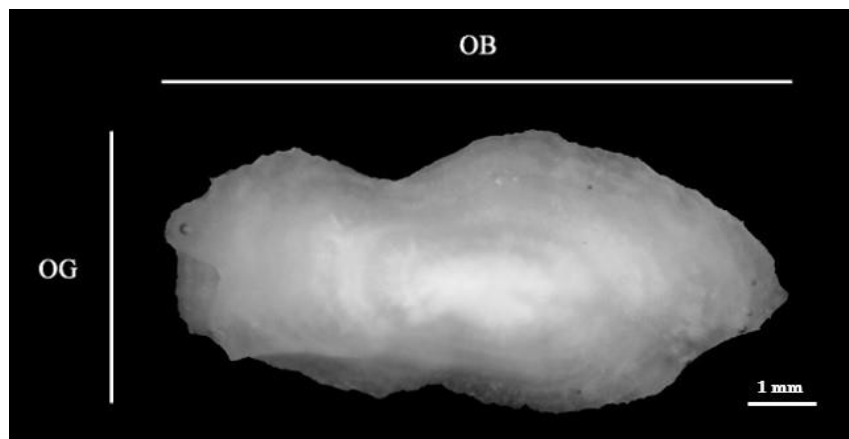
Yıldız, (2020) bunlardan bazılarıdır.

Bu çalışmada, Köyceğiz Lagünü'ndeki üç kefal balığı türünde balık boyu ve otolit boyutları arasındaki ilişkiler incelenmiştir: Has kefal *Mugil cephalus*, kalın dudaklı kefal *Chelon labrosus* ve ilarya balığı *Chelon saliens*. Bu çalışmanın amacı, Köyceğiz Lagünü'ndeki üç kefal balığı türü için balık boyu ile otolit boyutları arasındaki ilişkiler ile morfolojileri hakkında yeni veriler sunmaktır. Bu verilerin mide içeriği ve besin etkileşimleri inceleyen araştırmacılara ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu çalışma Köyceğiz Lagünü'ndeki balık boyutu ve otolit ölçümleri arasındaki ilişkileri inceleyen ilk çalışmadır.

MATERYAL ve METOD

Çalışma materyalini oluşturan toplam 263 adet balık örneği Ocak 2017-Aralık 2017 tarihleri arasında Köyceğiz Lagünü'nden dalyan avcılık yöntemi, uzatma ağı, ıgırıp ve serpme ağ kullanılarak yakalanmıştır. Laboratuvara getirilen balıkların total boyları (TB, ± 0.1 cm) ölçülmüş ve total ağırlıkları (TA, ± 0.01 g) tartılmıştır. Balıkların solungaç boşluğundan girilerek bir pens yardımıyla sağ ve sol sagittal otolitler çıkarıldı ve içerisinde % 10'luk NaOH çözeltisi bulunan petri kaplarında temizlendikten sonra kurutulularak muhafaza edilmiştir.

Fokustan geçen rostrum ve postrostrum eksenindeki en uzun boyut otolit boyu (OB), ventral ve dorsal yüzeyler arasındaki en uzun boyut ise otolit genişliği (OG) olarak tanımlanmıştır (Tuset ve ark., 2008) (Şekil 1).



Şekil 1. Kefal balığı otolitinde Otolit boyu (OB) ve Otolit genişliği (OG).

Figure 1. Otolith length (OL) and otolith width (OWt) in grey mullet otolith.

Her sagittal otolit boyu ve genişliği stereo zoom mikroskobu (Olympus SZX-16) yardımıyla bir oküler mikrometre aracılığıyla distal yüzeyde ve aynı eksen üzerinde mm cinsinden ölçülmüştür. Sağ ve sol otolit

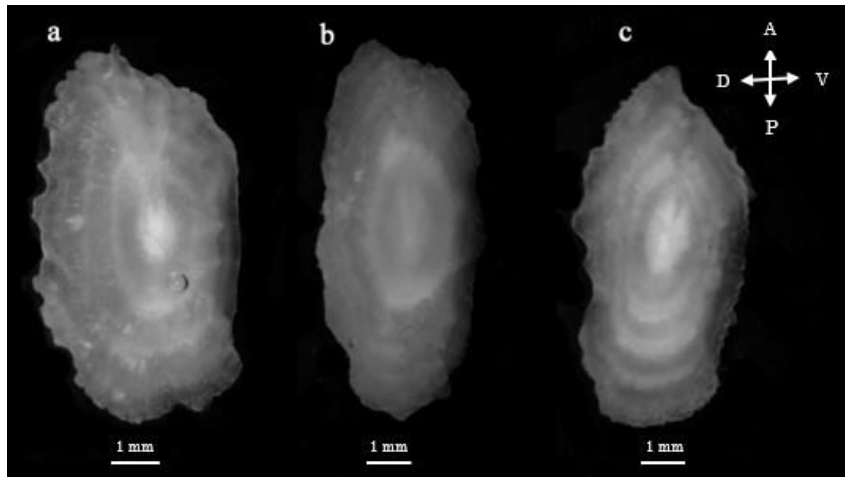
ağırlıkları (OA) hassas terazi ile (± 0.0001 g) tartılmıştır. Sağ ve sol otolitler arasındaki farklar Paired *t*-testi ile araştırılmıştır. Yapılan Paired *t*-testi, sağ ve sol sagitta boyutlarının önemli ölçüde farklı olmadığını ($P>0.05$) göstermiştir. Bu nedenle,

sağ ve sol otolit ölçümlerinin ortalaması kullanılarak her parametre için tek bir regresyon bildirilmiştir. Otolit boyutları ile balık boyu arasındaki ilişkiler, hem doğrusal ($y = ax + b$) hem de üssel ($y = ax^b$) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulmuştur: (TB-OB, TB-OG, TB-OA, TA-OB, TA-OG, TA-OA, OA-OB, OG-OB ve OA-OG). En yüksek r^2 katsayısına sahip olan model, yukarıda belirtilen ilişkileri tanımlamak için seçilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada 119 adet *M. cephalus*, 91 adet *C. labrosus* ve 53 adet *C. saliens* olmak üzere toplam 263 adet kefal balığı incelenmiştir. İncelenen kefal

balıklarında sagittal otolitler boyu eninden uzun dikdörtgenimsi şekildedir. Otolitlerin dorsal ve ventral kenarları kıvrımlı ve düzensiz bir yapıya sahiptir. Otolitlerin rostrum kısmı sivri bir şekildeyken postrostrum kısmı daha yuvarlaktır (Şekil 2). Çalışmada 119 adet *M. cephalus*, 91 adet *C. labrosus* ve 53 adet *C. saliens* olmak üzere toplam 263 adet kefal balığı incelenmiştir. İncelenen kefal balıklarında sagittal otolitlerin boyu eninden daha uzun dikdörtgenimsi şekildedir. Otolitlerin dorsal ve ventral kenarları kıvrımlı ve düzensiz bir yapıya sahiptir. Otolitlerin rostrum kısmı sivri bir şekildeyken postrostrum kısmı daha yuvarlaktır (Şekil 2).



Şekil 2. Kefal balıklarının sol otolit görüntüsü. a. *C. labrosus*, (30.7 cm TB) b. *C. saliens*, (30.7 cm TB) c. *M. cephalus*, (30.7 cm TB). A=Anterior; P=Posterior; D= Dorsal; V= Ventral.

Figure 2. Left otolith image of grey mullet. a. *C. labrosus*, (30.7 cm TB) b. *C. saliens*, (30.7 cm TB) c. *M. cephalus*, (30.7 cm TB). A= Anterior; P= Posterior; D= Dorsal; V= Ventral.

Türlerin ortalama total boy, ağırlık, otolit boyu, otolit ağırlığı, otolit genişliği ve standart sapmaları Çizelge 1'de verilmiştir. Kefal balıklarının ortalama total boyları *M. cephalus*, *C. labrosus* ve *C. saliens* için sırasıyla 29.0 cm, 26.0 cm, 22.5 cm ve ağırlıkları 278.97 g, 198.11 g, 132.24 g olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada incelenen balıklarda en küçük otolit ağırlığı 0.0025 g, en büyük otolit ağırlığı 0.1058 g ve en büyük otolit boyu 11.66 mm ile *M. cephalus* bireylerinde belirlenmiş, en küçük otolit boyu ise 2.93 mm ile *C. saliens* bireylerinde ölçülmüştür.

Araştırmada elde edilen balık ve otolit boyutları arasındaki ilişkiler Çizelge 2'de sunulmuştur. Balık boyu ile otolit boyu arasındaki ilişkiyi belirlemek için doğrusal regresyon analizi, otolit ve balıkların boyları ve ağırlıkları arasındaki ilişkileri tanımlamak için üssel bir regresyon modeli kullanılmıştır. Hesaplanan regresyonlar sonucunda balık ve otolit boyutları arasında korelasyon katsayısı (r^2) yüksek (0.864 – 0.983) olan ilişkiler tespit edilmiştir.

Ayrıca her tür için total boy (TB) – otolit boyu (OB), total boy (TB) – otolit ağırlığı (OA) ve total boy (TB)

– otolit genişliği (OG) grafikleri şekil 3'te verilmiştir.

Bu çalışmada Köyceğiz Lagünü'nde örneklenen kefal balığı otolitleri Tuset ve ark., (2008)'nin otolit atlasında ve Fortunato ve ark., (2014) yapmış oldukları çalışmalarda olduğu gibi boyu eninden uzun dikdörtgen şeklinde ve düzensiz çıkıntılı kenarları ile benzer morfolojik özelliklere sahiptir. Ayrıca, bu çalışmanın otolit morfolojisi sonuçları daha önce Basra Körfezi'nde *M. cephalus* için yapılan (Salehi ve ark., 2016) ve Homa Lagünü'nde *M. cephalus*, *C. labrosus*, *C. saliens*, *C. auratus* (Akyol ve Kınacıgil, 2001) için yapılan çalışmalar ile benzer bulunmuştur.

Sağ ve sol bölge otolit çiftleri otolit boyutları açısından incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmaması ($P>0.05$), otolitlerin birbirinden ayırt edilmeden sağ veya sol otolit seçiminin yapılabileceğini ya da ortalama değerlerin kullanılabilceğini göstermektedir. Bu nedenle kefal balığı ile yapılan otolit morfolojisi çalışmalarının sağ-sol otolit farklılıkları dikkate alınmadan değerlendirilebileceği söylenebilir.

Çizelge 1. Köyceğiz Lagünü'nden avlanan kefal balıklarının total boy, ağırlık, otolit boyu, otolit ağırlığı, otolit genişliği ve standart sapmaları

Table 1. Total length, weight, otolith length, otolith weight, otolith width and standard deviations of grey mullet caught from Köyceğiz Lagoon

Tür Species	N	Balık boyutları (Fish sizes)		Otolit boyutları (Otolith sizes)		
		Total Boy Ortalama(±SS) Min.-Maks. Total length Mean(±SD) Min.-Max.	Ağırlık Ortalama(±SS) Min.-Maks. Weight Mean(±SD) Min.-Max.	Boy Ortalama(±SS) Min.-Maks. Length Mean(±SD) Min.-Max.	Ağırlık Ortalama(±SS) Min.-Maks. Weight Mean(±SD) Min.-Max.	Genişlik Ortalama(±SS) Min.-Maks. Width Mean(±SD) Min.-Max.
<i>M. cephalus</i>	119	29.0 ±8.18 (8.9-46.9)	278.97 ±213.79 (8.17-963.83)	8.04 ±1.67 (3.33-11.66)	0.0460 ±0.03 (0.0025-0.1058)	3.47 ±0.62 (1.98-5.05)
<i>C. labrosus</i>	91	26.0 ±6.72 (10.8-38.9)	198.11 ±115.45 (10.05-545.80)	6.88 ±1.11 (4.14-9.46)	0.0324 ±0.01 (0.0070-0.0740)	3.58 ±0.63 (2.10-4.62)
<i>C. saliens</i>	53	22.5 ±8.64 (7.0-34.4)	132.24 ±100.14 (2.64-334.11)	6.49 ±1.75 (2.93-8.85)	0.0266 ±0,02 (0.0030-0.0616)	3.08 ±0.63 (1.66-3.93)

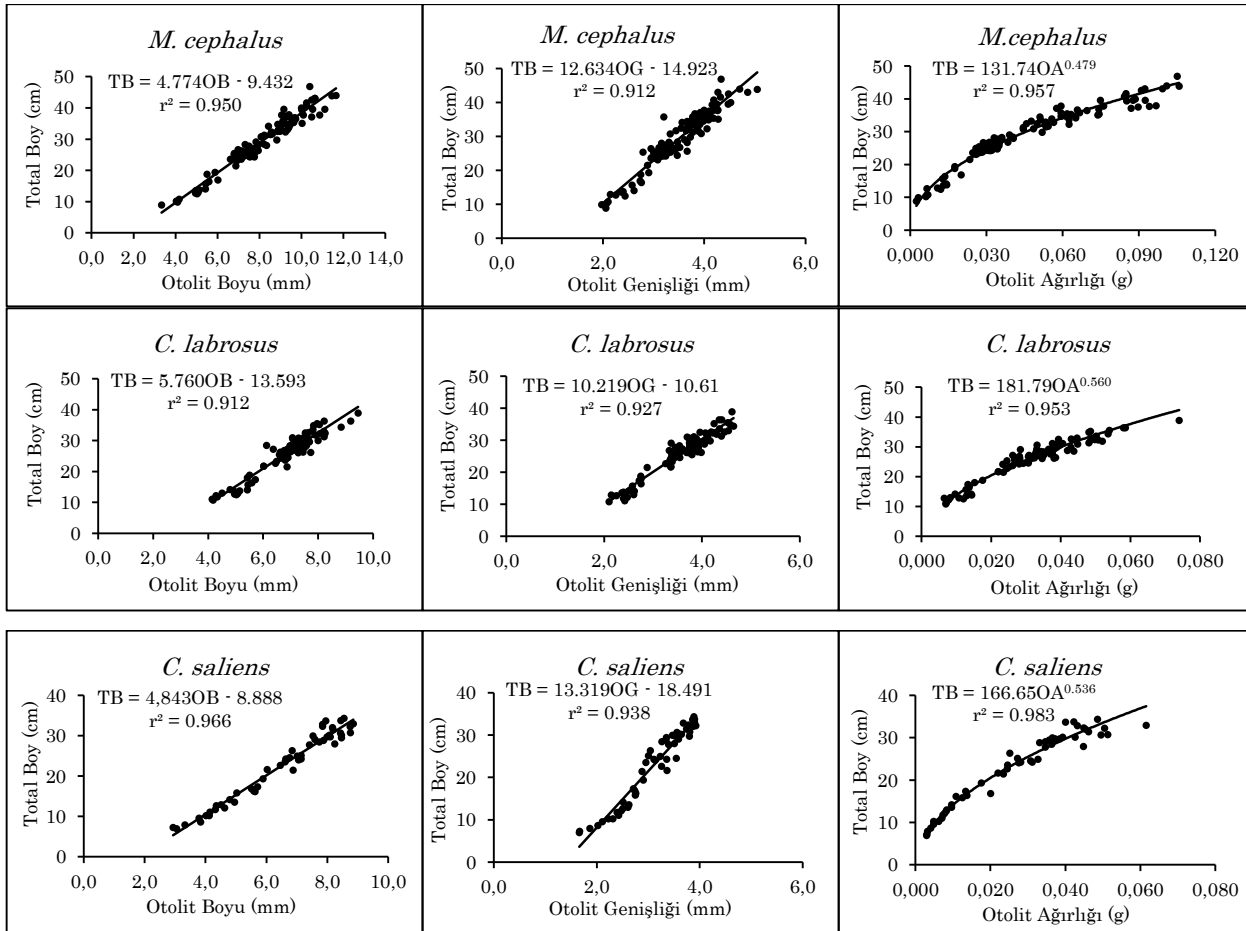
N: Örnek sayısı, Min: Minimum, Maks: Maksimum, ±SS: Standart Sapma

Çizelge 2. Otolit boyutları ile balık boyu ve ağırlığı arasındaki regresyon ilişkisi parametreleri ve tanımlayıcı katsayılar.

Table 2. Regression relationship parameters and descriptive coefficients between fish length and weight with otolith dimensions.

	İlişki Relationship	Regresyon Regression	a	b	r ²
<i>M. cephalus</i>					
Balık boyu Fish length	TB-OB	Doğrusal	4.774	9.432	0.950
	TB-OA	Üssel	131.74	0.479	0.957
	TB-OG	Doğrusal	12.634	-14.923	0.912
Balık Ağırlığı Fish weight	TA-OB	Üssel	0.026	4.331	0.961
	TA-OA	Doğrusal	8139.6	-96.128	0.914
	TA-OG	Üssel	0.340	5.161	0.913
Otolit Otolith	OB-OA	Üssel	9E-05	2,920	0.957
	OB-OG	Doğrusal	0.351	0.656	0.898
	OG-OA	Üssel	0.001	3.480	0.910
<i>C. labrosus</i>					
Balık boyu Fish length	TB-OB	Doğrusal	5.760	-13.593	0.912
	TB-OA	Üssel	181.79	0.560	0.953
	TB-OG	Doğrusal	10.219	-10.61	0.927
Balık Ağırlığı Fish weight	TA-OB	Üssel	0.010	5.023	0.914
	TA-OA	Doğrusal	8126.3	-64.873	0.916
	TA-OG	Üssel	0.447	4.610	0.923
Otolit Otolith	OB-OA	Üssel	9E-05	2.987	0.941
	OB-OG	Doğrusal	0.528	-0.047	0.864
	OG-OA	Üssel	0.001	2.701	0.921
<i>C. saliens</i>					
Balık boyu Fish length	TB-OB	Doğrusal	4.843	-8.888	0.966
	TB-OA	Üssel	166.65	0.536	0.983
	TB-OG	Doğrusal	13.319	-18.491	0.938
Balık Ağırlığı Fish weight	TA-OB	Üssel	0.022	4.432	0.973
	TA-OA	Doğrusal	5891.2	-24.374	0.902
	TA-OG	Üssel	0.101	5.978	0.951
Otolit Otolith	OA-OB	Üssel	0.0001	2.789	0.978
	OB-OG	Doğrusal	2.674	-1.749	0.919
	OA-OG	Üssel	0.0003	3.742	0.945

TA: Total ağırlık, TB: Total boy, OA: Otolit ağırlığı, OB: Otolit boyu, OG: Otolit genişliği, a ve b: İlişki sabitleri, r²: Korelasyon katsayısı



Şekil 3. Köyceğiz Lagününde avlanan kefal balıklarının total boy (TB) – otolit boyu (OB), total boy (TB) – otolit ağırlığı (OA) ve total boy (TB) – otolit genişliği (OG) ilişkileri.

Figure 3. Relationships of total length (TL) - otolith length (OL), total length (TL) - otolith weight (OW) and total length (TL) - otolith width (OWt) of grey mullet caught in Köyceğiz Lagoon.

Sucul ekosistemlerdeki predatörlerin tüketim oranlarını belirlemek için tüketilen avın boyutları hakkında bilgi toplamak gereklidir. Predatör canlıların beslenme alışkanlıklarını inceleyen araştırmacıların otolit morfolojisi ve belirlenmiş denklemlerin tahmini hakkındaki bilgileri kullanarak avların boyutunu ve kütlesini hesaplamaktır (Wood, 2005; Radhakrishnan ve diğ., 2010). Mevcut çalışmanın sonuçları bu ihtiyaca cevap vererek, çeşitli kefal balığı türleri için balık boyu-otolit boyu ilişkileri hakkında bilgi sağlamaktadır. Böylece, incelenen tüm kefal türlerinin uzunluk ve ağırlıkları, bu çalışmada elde edilen regresyonlar yardımıyla yeniden hesaplanabilir.

Otolit ile balık büyüklüğü arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda genellikle otolit uzunluğu kullanılmıştır (Şahin ve Güneş, 1998; Harvey ve ark., 2000; Aydın ve ark., 2004; Longenecker, 2008; Cengiz ve ark., 2012; Felix ve ark., 2013). Bu çalışmada hem otolit boyu (OB) hem de genişliği (OG) dikkate alınmıştır. Çoğu kez birden fazla denklem belirlemek (TB – OB, TB – OG) daha uygundur, çünkü otolit ucunun hasar gördüğü durumlarda balık boyunu

hesaplamak imkansız hale gelir.

Ticari önemi olan türlerin balık boyu - otolit boyu ilişkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur (Harvey ve ark., 2000; Waessle ve ark., 2003; Jawad ve ark., 2011; De La Cruz-Aguero ve ark., 2016; Bilge, 2018; Yıldız, 2020). Ancak, bu çalışmada ele alınan türlerle ilgili balık boyu-otolit boyu ilişkilerini inceleyen çok az çalışma mevcuttur. Dortbudak ve Ozcan (2019) Dicle Nehri'nde abu mullet ile yapmış oldukları çalışmada araştırmamıza benzer şekilde TB-OB, TB-OG, TA-OA ve OB-OG arasındaki ilişkiyi doğrusal bulmuşlardır.

Otolitler, stabil yapıları ve türe özgü özellikleri nedeniyle mide içeriği analizi için güçlü bir araçtır (Polito ve ark., 2011). Balık boyutu ve otolit ölçümleri arasındaki ilişkiler, av türlerinin otolit ölçümlerinden boyutun geriye doğru hesaplanması için yararlı bilgiler sağlamaktadırlar.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, otolit ölçümleri ve toplam uzunluk arasındaki biyometrik ilişkilerin, incelenen tüm türlerin güvenilir boyut tahminleri için oldukça

uygun olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu araştırmanın Köyceğiz Lagünü'ndeki avcı-av ilişkilerini anlamada faydalı olacak bilgi boşluğunu dolduracağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından 17/119 proje numarası ile desteklenmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Agüera A, Brophy D 2011. Use of saggital otolith shape analysis to discriminate Northeast Atlantic and Western Mediterranean stocks of Atlantic saury, *Scomberesox saurus saurus* (Walbaum). Fisheries Research, 110(3): 465-471.
- Akyol O, Kinacigil HT 2001. Comparative body and otolith morphometrics of Mugilidae in Homa Lagoon (Izmir Bay, Aegean Sea). Acta Adriatica, 42(2): 3-14.
- Aydin R, Calta M, Sen D, Coban MZ 2004. Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(9): 1550-1553.
- Battaglia P, Malara D, Romeo T, Andaloro F 2010. Relationships between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy). Scientia Marina, 74: 605-612.
- Bilge G 2018. Relationship between sagittal otolith size and fish size in *Engraulis encrasicolus* and *Sardina pilchardus* (Osteichthyes: Clupeiformes) in the southern Aegean Sea, Turkey. Aquatic Sciences and Engineering, 33(3): 72-76.
- Bostancı D, Polat N 2008. Benekli Pisi, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810)'nın Otolit Yapısı, Otolit Boyutları-Balık Boyu İlişkileri ve Yaş Tayini. Journal of FisheriesSciences.com, 2(3): 375-381.
- Campana SE 2004. Photographic Atlas of Fish Otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 133, NRC Research Press, 978-0-660-19108-9.
- Cengiz Ö, Özekinci U, İşmen A, Öztekin A 2012.

Saroz Körfezi'ndeki (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) benekli pisi balığının, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) total boy-otolit boyu arasındaki ilişki. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 28(5): 429-434.

- De La Cruz-Agüero J, Chollet-Villalpando J G, Valle-López FL 2016. Relationships between sagittal otolith length and fish size for 14 mojarra species (Gerreidae: Perciformes) in Mexico. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 16(3): 629-636.
- Dortbudak M.Y, Özcan G 2019. Otolith Body Length Relationship of Abu Mullet ((Heckel, 1843)) in Tigris River, Sırnak, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 28(10): 7088-7091.
- Felix VR, Martinez-Perez JA, Molina JR, Zuniga REQ, Lopez JF 2013. Morphology and morphometric relationships of the sagitta of *Diapterus auratus* (Perciformes: Gerreidae) from Veracruz, Mexico. Revista de Biología Tropical, 61: 139-147.
- Fortunato RC, Durà VB, Volpedo A 2014. The morphology of saccular otoliths as a tool to identify different mugilid species from the Northeastern Atlantic and Mediterranean Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 146: 95-101.
- Fricke R, Eschmeyer WN, van der Laan R 2020. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references, online version. Updated 3 August 2020. <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Accessed 25 December 2020.
- Froese R, Pauly D 2019. FishBase. [Version 12/2019] <http://www.fishbase.org>
- González-Castro M, Ghasemzadeh J 2016. Morphology and morphometry based taxonomy of Mugilidae. Biology, ecology and culture of grey mullet (Mugilidae). CRC Press, Boca Raton, USA, 1-21.
- Harvey JT, Loughlin TR, Perez MA, Oxman DS 2000. Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. NOAA/National Marine Fisheries Service, Seattle (NOAA Technical Report NMFS, 150).
- Hüssy K, Hinrichsen HH, Fey DP, Walther Y, Velasco A 2010. The use of otolith microstructure to estimate age in adult Atlantic cod *Gadus morhua*. Journal of Fish Biology, 76(7): 1640-1654.
- Jawad LA, Al-Mamry JM 2012. Relationship between fish length and otolith dimensions in the carangid fish (*Carangoides coeruleopinnatus* (Ruppell, 1830)) collected from the Sea of Oman. Journal of FisheriesSciences.com, 6(3): 203-208.
- Jawad LA, Ambuali A, Al-Mamry JM, Al-Busaidi HK 2011. Relationships between fish length and otolith length, width and weight of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagartha* (Cuvier, 1817)

- collected from the Sea of Oman. *Croatian Journal of Fisheries*, 69(2): 51-61.
- Longenecker K 2008. Relationships between Otolith Size and Body Size for Hawaiian Reef Fishes. *Pacific science*, 62(4): 533-539.
- Polito MJ, Trivelpiece WZ, Karnovsky NJ, Ng E, Patterson WP, Emslie SD 2011. Integrating stomach content and stable isotope analyses to quantify the diets of pygoscelid penguins. *PLoS one*, 6(10): e26642.
- Radhakrishnan KV, Liu M, He W, Murphy BR, Xie S 2010. Otolith retrieval from faeces and reconstruction of prey-fish size for Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) wintering at the East Dongting lake National Nature Reserve, China. *Environmental Biology of Fishes*, 89: 505–512.
- Salehi V, Hesni MA, Teimori A, Lashkari MR 2016. The sagittal otolith morphology of four selected mugilid species from Iranian waters of the Persian Gulf (Teleostei: Mugilidae). *International Journal of Aquatic Biology*, 4(5): 318-324.
- Steward CA, DeMaria KD, Shenker JM 2009. Using otolith morphometrics to quickly and inexpensively predict age in the gray angelfish (*Pomacanthus arcuatus*). *Fisheries Research*, 99: 123–129.
- Şahin T, Güneş E 1998. Relationship between otolith and total lengths of flounder (*Pleuronectes flesus luscus* Pallas, 1811) collected in eastern Black Sea coasts of Turkey. *Turkish Journal of Marine Sciences*, 4: 117-123.
- Turan C 2016. Biogeography and distribution of Mugilidae in the Mediterranean and the Black Sea, and North-East Atlantic. In: D Crosetti & SJM Blaber (eds.) *Biology, ecology and culture of grey mullets (Mugilidae)*. CRC Press, Boca Raton, London, New York. pp. 116–127.
- Tuset VM, Lombarte A, Assis CA 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72: 7-198.
- Waessle JA, Lasta CA, Favero M 2003. Otolith morphology and body size relationships for juvenile Sciaenidae in the Rio de la Plata estuary (35-36 °S). *Scientia Marina*, 67: 233–240.
- Whitfield AK, Panfili J, Durand JD 2012. A global review of the cosmopolitan flathead mullet *Mugil cephalus* Linnaeus 1758 (Teleostei: Mugilidae), with emphasis on the biology, genetics, ecology and fisheries aspects of this apparent species complex. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22(3): 641-681.
- Wood AD 2005. Using bone measurements to estimate the original sizes of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) from digested remains. *Fishery Bulletin*, 103(2): 461–466.
- Yıldız T 2020. Relationships between fish sizes and otolith sizes of whiting (*Merlangius merlangus* linnaeus, 1758) from the Western Black Sea. *Aquatic Sciences and Engineering*, 35(3): 69-74.

Akkaraman Kuzularda Cinsiyete Göre Büyüme Eğrilerinin Farklı Yöntemlerle Modellenmesi: Logistik ve Gompertz Modelleme Örneği

Özge-KOZAKLI^{1*}, Ayhan-CEYHAN², Mehmet Ziya-FIRAT³

^{1,2}Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 51240, Bor, Niğde, Türkiye, ³Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 07070, Antalya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-4201-1157>, ²<https://orcid.org/0000-0003-2862-7369>, ³<https://orcid.org/0000-0002-0091-4713>

*ozgekozakli94@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Ayhan Şahenk Tarımsal Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde yetiştirilen Akkaraman ırkı kuzulara ait doğumdan itibaren ayda bir yapılan canlı ağırlık tartımları analiz edilmiştir. Büyüme eğrisi modellerinden Logistik ve Gompertz büyüme modelleri, En Küçük Kareler (EKK), Maximum Olabilirlik ve Bayesci yöntemleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Frekansçı yöntemlerden EKK ve Maximum Olabilirlik yöntemleri kendi aralarında AIC, AICC ve BIC değerleri ile karşılaştırılarak her iki cinsiyet için de en iyi modelin EKK Gompertz modeli olduğuna karar verilmiştir. Bayesci yöntem için EKK tahmin bilgileri önsel olarak kullanılmıştır. Bayesci yöntem ile tahmin edilen modeller DIC değerlerine göre kıyaslanarak iki cinsiyet için de Gompertz modeli seçilmiştir. Çalışma sonucunda Gompertz Modelinin erkek Akkaraman kuzuları için parametre nokta tahminleri: $\beta_0 = 86.296$, $\beta_1 = 2.778$, $\beta_2 = 0.014$; dişi Akkaraman kuzuları için parametre nokta değerleri: $\beta_0 = 54.784$, $\beta_1 = 2.453$, $\beta_2 = 0.014$ olarak tahmin edilmiştir. Ayrıca Bayesci yaklaşım ile model parametrelerine ait dağılımlar Markov Zinciri Monte Carlo (MCMC) yöntemi ile tahmin edilerek erkek Akkaraman kuzulara ait ergin canlı ağırlığın dişi Akkaraman kuzularından daha yüksek olduğuna karar verilmiştir.

Biyometri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 03.08.2021

Kabul Tarihi : 09.09.2021

Anahtar Kelimeler

Akkaraman koyun
Bayesci Yaklaşım
Büyüme Eğrisi Modelleme
En Küçük Kareler Yöntemi
Maksimum Olabilirlik Yöntemi

Modelling of Growth Curve Models According to Sex in Akkaraman Lambs with Different Methods: Logistik and Gompertz Modeling Example

ABSTRACT

In this study, the live weight data of Akkaraman lambs reared in Niğde Ömer Halisdemir University Ayhan Şahenk Agricultural Research Application and Research Center were analyzed. Among the growth curve models, Logistic and Gompertz growth models were estimated using Least Squares Estimation (LSE), Maximum Likelihood Estimation and Bayesian methods. LSE and Maximum Likelihood methods, which are from the frequency methods, were compared with other AIC, AICC and BIC values and the results suggested that the best model for both genders was LSE Gompertz model. For the Bayesian method, LSE estimation information used as a priori. The Gompertz model was selected for the two genders by comparing the models estimated with the Bayesian method according to their DIC values. At the end of the study, parameter point estimates of Gompertz Model for male Akkaraman lambs were $\beta_0 = 86.296$, $\beta_1 = 2.778$, $\beta_2 = 0.014$; while parameter point values for female Akkaraman lambs were $\beta_0 = 54.784$, $\beta_1 = 2.453$, $\beta_2 = 0.014$. In addition, the distributions of the model parameters with the Bayesian approach were estimated by the Markov Chain Monte Carlo (MCMC) method, and it was decided that the expected adult body weight of male Akkaraman lambs was higher than that of female Akkaraman lambs.

Article Subject

Biometry

Research Article

Article History

Received : 03.08.2021

Accepted : 09.09.2021

Keywords

Akkaraman sheep
Bayesian Approach
Growth Curve Modeling
Least Squares Estimation
Maximum Likelihood Estimation

Atıf Şekli:	Kozaklı Ö, Ceyhan A, Fırat M Z 2022. Akkaraman Kuzularında Cinsiyete Göre Büyüme Eğrilerinin Farklı Yöntemlerle Modellenmesi: Logistik ve Gompertz Modelleme Örneği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 916-926. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.946895 .
To Cite :	Kozaklı O, Ceyhan A, Fırat M Z 2022. Modeling of Growth Curve Models According to Sex in Akkaraman Lambs with Different Methods: Logistik and Gompertz Modeling Example. KSU J. Agric Nat 25 (4): 916-926. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.946895 .

GİRİŞ

Türkiye'nin koyun varlığının önemli bir kısmı Akkaraman koyun ırkından oluşmaktadır. Akkaraman ırkı, İç Anadolu bölgesi başta olmak üzere, Batıda Eskişehir ve Kütahya'dan başlayarak, doğuda Sivas'a kadar, sahil bölgeleri dışında Orta Anadolu'da ve Doğu Anadolu'da yetiştirilir (Kaymakçı, 2016). Akkaraman ırkı kuzuların doğum ağırlığı 4.83 kg ve süttan kesim (90. gün) canlı ağırlığı da 23.05 kg olarak bildirilmiştir (Ceyhan ve ark., 2019). Ergin koyunlarda canlı ağırlık yaklaşık 50 kg, koçlarda canlı ağırlık yaklaşık 62 kg kadardır. Laktasyon süt verimi 50-60 kg, laktasyon süresi yaklaşık 140 gün, ikizlik oranı yaklaşık %20 olup 100 koyundan ortalama 100-120 kuzu alınmaktadır (Koncağül ve ark., 2011).

Hayvan yetiştiriciliğinde sıklıkla üzerinde durulan konulardan bir tanesi hayvanların canlı ağırlığındaki artıştır. Hayvanlarda genellikle yaş ile doğru olarak yaşanan biyolojik olaylar sonucunda gerçekleşen ağırlık artışları *büyüme* olarak tanımlanmaktadır (Owens ve ark., 1993; Daşkiran ve ark., 2010; Şahin ve ark., 2014).

Hayvan yetiştiriciliği ile ilgili çalışmalarda büyüme gibi karmaşık biyolojik olayların açıklanması ve tahmin edilebilmesi için çeşitli modeller geliştirilmiştir. Bu modellerden doğrusal olmayan modellere büyüme eğrisi modelleri adı verilmektedir (Şahin ve ark., 2014). Büyüme eğrisi modelleri, zamana bağlı büyüme fonksiyonunu tanımlayan ve belirli bir yaştaki hayvanların beklenen ağırlığını tahmin eden bir dizi parametre sağlar. Von Bertalanffy, Brody, Gompertz, Logistik ve Richards gibi büyüme eğrisi modellerinde ortak olarak β_0 parametresi yaş sonsuza giderken ağırlığın asimtotik limitidir ve ergin canlı ağırlık, β_1 ağırlık ve zamanın başlangıç değeri ile tahmin edilen doğumdan sonra kazanılan canlı ağırlığın ergin ağırlığa oranını ve β_2 maksimum büyüme oranının ergin ağırlığa oranını gösteren parametrelerdir (Yakupoğlu, 1999; Çolak ve ark., 2006; Koncağül ve Cadirci, 2009; Daşkiran ve ark., 2010; Şahin ve ark., 2014).

Büyüme eğrilerinin doğrusal olmayan yapıları nedeni ile parametre tahminleri doğrusal modellere göre daha karmaşık matematiksel işlemler gerektirir. İstatistiksel programların gelişmesi hem doğrusal olmayan modellerin parametre tahminlerini hem de frekanscı yaklaşımlara alternatif olarak Bayesci yaklaşım ile parametre tahminlerini mümkün kılmıştır (Şahin ve ark., 2014; Fırat ve ark., 2016).

Akkaraman (Şireli ve Ertuğrul, 2004), Kıvırcık ve Dağlıç (Akbaş ve ark., 1999), İvesi (Tekel ve ark., 2002), Karacabey Merinosu ve Kıvırcık melezi (Yıldız ve ark., 2009), Norduz (Daşkiran ark., 2010), Pırlak (Çelikeloğlu ve Tekerli, 2014) ve Morkaraman (Esenbuğa ve ark., 2000; Bilgin ve Esenbuğa, 2003; Topal ve ark., 2004) ırkı kuzularla büyüme eğrisi ile ilgili modelleme çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca, Romanov (Tahtalı ve ark., 2020), Batı Afrika Cüce (Gbangboche ve ark., 2008), Santa İnes ve melezi (Silva ve ark., 2012; Sarmiento ve ark., 2006; Santos ve ark., 2014; Rêgo ve ark., 2012; Malhado ve ark., 2008) ve İran Mehraban (Hojjati ve Hossein-Zadeh, 2018) kuzularında da benzer modelleme çalışmaları vardır.

Son yıllarda Tavşanlarda (Blasco ve ark., 2003), Hani Balığına (Alós ve ark., 2010); Japon bildircinlerinde (Fırat ve ark., 2016; Lázaro ve ark., 2017; Mohammadi ve ark., 2019) ve koyunlarda (Salles ve ark., 2020) büyüme eğrisi modellerinin Bayesci yaklaşım ile elde edildiği çalışmalara rastlanmaktadır.

Literatürde Akkaraman ırkında Bayesci yaklaşım ile yapılan büyüme eğrisi modellenme çalışmasına rastlanmamıştır. Bu çalışmada Frekanscı ve Bayesci yaklaşım ile Akkaraman ırkında Logistik ve Gompertz model parametrelerinin cinsiyetlere göre tahmini gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL ve METOD

Hayvan Materyali

Çalışmanın hayvan materyali, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Ayhan Şahenk Tarımsal Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yetiştirilen, 2020 yılının Şubat- Mart aylarında doğan, Akkaraman ırkı 54 baş dişi ve 55 baş erkek olmak üzere toplam 109 baş kuzudan oluşmuştur. İşletmede kuzuların doğum ağırlıkları doğumu takip 24 saat içinde alınmış ve kuzularda canlı ağırlık tartımları aylık olarak yapılmıştır.

Modellerin Formülasyonu

Bir deneysel birim için büyüme modeli genel olarak şu şekildedir.

$$y_j = f(t_j, \theta) + \varepsilon_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Burada y_j gözlenen ağırlık değeri, $f(t_j, \theta)$ modele özgü fonksiyon, θ bilinmeyen parametre vektörü, n toplam gözlem sayısı ve ε_j rassal bağımsız hata terimini simgelemektedir. Çalışmada kullanılan

büyüme modelleri için $f(t_j, \theta)$ fonksiyonları Logistik modeli için:

$$f_1(t_j, \theta_1) = \beta_0 / (1 + \beta_1 \exp(-\beta_2 t)) \quad (2)$$

Gompertz modeli için:

$$f_2(t_j, \theta_2) = \beta_0 \exp(-\beta_1 \exp(-\beta_2 t)) \quad (3)$$

olarak ifade edilmektedir (Fırat ve ark., 2016). Yukarıdaki modellerde, β_0 asimptotik ağırlık anlamına gelir, β_1 biyolojik anlamı olmayan bir sabittir, β_2 olgun ağırlığa göre büyüme oranının bir ifadesi olarak olgunluk endeksidir (Aggrey, 2002; Kızılkaya ve ark., 2006).

Büyüme modellerine ait olabilirlik fonksiyonunda $t = \{t_j, j = 1, 2, \dots, n\}$, $y = \{y_j, j = 1, 2, \dots, n\}$ ve $k = 1, 2$ olmak üzere:

$$L(y|\theta_k, t, \sigma^2) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} \sigma^n} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{j=1}^n \{y_j - f_k(t_j, \theta_k)\}^2 \right] \quad (4)$$

ile ifade edilir (Fırat ve ark., 2016).

Bayesci Çıkarım

Bayes teorisi olasılık yoğunluğunu (sonsal dağılımı) elde etmek için, kullanılan sınırlı numune hakkındaki bilgiler (olabilirlik) ile ilgilenen popülasyona ait geçmiş (önsel dağılım) bilgisini matematiksel olarak birleştirir (Kozaklı, 2020).

$$\pi_1(\theta_1, \sigma^2|y, t) \propto \frac{1}{\sigma_{\hat{\beta}_0}, \sigma_{\hat{\beta}_1}, \sigma_{\hat{\beta}_2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{(\beta_0 - \hat{\beta}_0)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_0}} + \frac{(\beta_1 - \hat{\beta}_1)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_1}} + \frac{(\beta_2 - \hat{\beta}_2)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_2}} \right] \right\} \times \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} \sigma^n} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{j=1}^n \{y_j - f_1(t_j, \theta_1)\}^2 \right] \quad (5)$$

ve Gompertz model için sonsal dağılım;

$$\pi_2(\theta_2, \sigma^2|y, t) \propto \frac{1}{\sigma_{\hat{\beta}_0}, \sigma_{\hat{\beta}_1}, \sigma_{\hat{\beta}_2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{(\beta_0 - \hat{\beta}_0)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_0}} + \frac{(\beta_1 - \hat{\beta}_1)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_1}} + \frac{(\beta_2 - \hat{\beta}_2)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_2}} \right] \right\} \times \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} \sigma^n} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{j=1}^n \{y_j - f_2(t_j, \theta_2)\}^2 \right] \quad (6)$$

olarak ifade edilir. Her bir parametreye ait sonsal dağılımın elde edebilmesi için marjinal olasılık fonksiyonunun elde etmesi gerekmektedir. Bu durumda ise bu integralin analitik olarak bir çözümü bulunmadığı durumlarda sayısal yöntemlerden yararlanılmaktadır (Koptur, 2020). Markov Zinciri Monte Carlo (MCMC) yöntemi önsel dağılımı atanmış olasılıksal durum için Markov Zinciri bir başlangıç değeri ile başlatılır ve bir zincir oluşması için çalıştırılır. Çalışmada başlangıç değerleri olarak frekansçı yöntemden elde edile parametre tahminleri kullanılmıştır. Başlangıçtan durağan hale gelinceye dek oluşan kısım (ısınma periyodu) ihmal edilebildiği ifade edilmektedir (Koptur, 2020). Çalışmada ısınma periyodu 7 000 olarak belirlenmiş, zincir uzunluğu 110 000 olarak belirlenmiştir.

Bayesci yöntemlerin ilk adımı önsel dağılım seçimidir. Bu nedenle ilk olarak bu çalışmanın önsel dağılım seçiminde frekansçı yöntem ile elde edilen parametre tahminlerinden ve varyanslarından yararlanılmıştır. Logistik ve Gompertz modelde kullanılan önseller şunlardır: $\beta_0 \sim N(\hat{\beta}_0, \sigma_{\hat{\beta}_0})$, $\beta_1 \sim N(\hat{\beta}_1, \sigma_{\hat{\beta}_1})$, $\beta_2 \sim N(\hat{\beta}_2, \sigma_{\hat{\beta}_2})$.

Logistik model için vektör olarak ifadesi $\tilde{\theta}_1 = (\hat{\beta}_0, \sigma_{\hat{\beta}_0}, \hat{\beta}_1, \sigma_{\hat{\beta}_1}, \hat{\beta}_2, \sigma_{\hat{\beta}_2})$ şeklindedir. Böylece Logistik model için önsel dağılım; $\eta(\theta_1|\tilde{\theta}_1) \propto \frac{1}{\sigma_{\hat{\beta}_0}, \sigma_{\hat{\beta}_1}, \sigma_{\hat{\beta}_2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{(\beta_0 - \hat{\beta}_0)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_0}} + \frac{(\beta_1 - \hat{\beta}_1)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_1}} + \frac{(\beta_2 - \hat{\beta}_2)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_2}} \right] \right\}$ olacaktır.

Gompertz model için vektör olarak ifade $\tilde{\theta}_2 = (\hat{\beta}_0, \sigma_{\hat{\beta}_0}, \hat{\beta}_1, \sigma_{\hat{\beta}_1}, \hat{\beta}_2, \sigma_{\hat{\beta}_2})$ şeklindedir. Böylece Gompertz model için önsel dağılım; $\eta(\theta_2|\tilde{\theta}_2) \propto \frac{1}{\sigma_{\hat{\beta}_0}, \sigma_{\hat{\beta}_1}, \sigma_{\hat{\beta}_2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{(\beta_0 - \hat{\beta}_0)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_0}} + \frac{(\beta_1 - \hat{\beta}_1)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_1}} + \frac{(\beta_2 - \hat{\beta}_2)^2}{\sigma_{\hat{\beta}_2}} \right] \right\}$ olacaktır.

Bu şekilde modellere ait sonsal dağılımlar önsel dağılım ve modellere ait olabilirlik fonksiyonun çarpımı ile ifade edilir. Logistik model için sonsal dağılım;

Model karşılaştırma kriterleri

Frekansçı yöntemler olan EKK ve Maximum Olabilirlik yöntemleri ile tahmin edilen modellerin kıyaslanmasında Akaiki bilgi ölçütü (AIC, AICC) ve Bayes bilgi ölçütü (BIC) değerleri kullanılmıştır. HKT=Hata Kareler Toplamı, n=Gözlem Sayısı ve p=Modeldeki Parametre Sayısı olmak üzere, AIC değeri şu şekilde hesaplanır:

$$AIC = n \log \left(\frac{SSE}{n} \right) + 2p + n + 2 \quad (7)$$

(Hurvich ve Tsai, 1989). AICC değeri şu şekilde hesaplanır:

$$AICC = n \log \left(\frac{SSE}{n} \right) + \frac{n(n+p)}{n-p-2} \quad (8)$$

(Hurvich ve Tsai, 1989). BIC değeri $q = \frac{n\hat{\sigma}^2}{SSE}$ olmak üzere şu şekilde hesaplanır:

$$BIC = n \log\left(\frac{SSE}{n}\right) + 2(p + 2)q - 2q^2 \quad (9)$$

(Hurvich ve Tsai, 1989). Bayesci yöntem ile yapılan modelleme çalışmalarında en iyi uyuma sahip modele karar verilmesinde sapma bilgi kriteri (DIC) sıklıkla kullanılmaktadır (Forni ve ark., 2009; Fırat ark., 2016). $\bar{D} = -2 \int \log[p(y_t|\theta_k)p(\theta_k|y_t)] d\theta_k$ ve $D(\bar{\theta}_k) = -2 \log[p(y_t|\bar{\theta}_k)]$ olmak üzere DIC değeri şu şekilde hesaplanır:

$$DIC = 2\bar{D} - D(\bar{\theta}_k) \quad (10)$$

Model karşılaştırmalarında, AIC, AICC, BIC ve DIC değeri ne kadar küçük ise modelin daha uyumlu olduğu söylenir (Spiegelhalter ve ark., 2002; Forni ve ark., 2009; Fırat ve ark., 2016).

İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizlerin tamamı SAS 9.4 programında nlin, nlmixed, mcmc prosedürleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Logistik ve Gompertz modelleri 3 yönetime göre tahmin edilmiştir:

- Frekanscı yöntemlerden EKK Yöntemi: Doğrusal olmayan en küçük kareler yöntemi, model parametreleri açısından fonksiyonun doğrusal olmadığı için kısıtlanmamış bir minimizasyon problemidir. Doğrusal en küçük kareler tahmininin aksine, kapalı form çözümleri elde edilemez ve bu nedenle, karelerin toplamını en aza indirmek için Gauss-Newton gibi yöntemler gerekir. Bu nedenle, büyüme fonksiyonlarının parametrelerini tahmin etmek için Gauss-Newton algoritması tercih edilerek SAS 9.4 programının NLIN prosedürü kullanılmıştır.
- Frekanscı yöntemlerden Maximum Olabilirlik Yöntemi: Doğrusal olmayan Maximum Olabilirlik yöntemi, NLIN prosedürü ile elde edilen tahminler iterasyon tekniği için başlangıç değeri olarak kullanılmıştır. Model parametrelerinin tahmini için Dual Quasi-Newton algoritması tercih edilerek SAS 9.4 programının NLMIXED prosedürü kullanılmıştır.
- Bayes yöntemi: SAS 9.4 programının MCMC prosedürü kullanılarak Bayes yöntemi ile parametrelere ait sonsal dağılımlar araştırılmıştır. Sonsal dağılımların tahmininde kullanılan MCMC iterasyon uzunluğu 110000, ısınma periyod uzunluğu 7000 olarak belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan 55 erkek ve 54 dişi kuzuya ait canlı ağırlıkları Logistik ve Gompertz büyüme eğrileri kullanılarak modellenmiştir. Model tahmininde öncelikle frekanscı yöntemlerden EKK ve Maximum Olabilirlik yöntemi kullanılmıştır. Modellerin

parametrelerine ait tahmin, standart sapma, t istatistik ve Prob değerleri Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1'de tüm modellere ait parametre tahminlerinin tamamı Prob değerleri 0.05'den küçük olduğu için tüm katsayıların istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Çalışmanın hayvan materyali ile aynı olan Şireli ve Ertuğrul (2004) çalışmasında Logistik model parametreleri mevcut çalışma parametrelerinden farklılıklar göstermektedir. Bunun sebebinin ölçüm uzunluğundaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Model karşılaştırmasının yapılmadığı Peil ve Henvil (1981), Şireli ve Ertuğrul (2004) çalışmalarında Logistik model, Santos ve ark. (2014) çalışmalarında Gompertz model, koyunlarda canlı ağırlık artışının modellenmesinde kullanılmıştır. Model karşılaştırmasının yapıldığı mevcut çalışmada hesaplanan karşılaştırma istatistikleri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2'de EKK ve Maximum olabilirlik yöntemleri için Gompertz modellerinin AIC, AICC ve BIC değerleri Logistik modellerine göre daha küçük olduğu için Gompertz modellerinin iki cinsiyette de daha başarılı olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca EKK yöntemi ile tahmin edilen Gompertz modellerinin, Maksimum olabilirlik yöntemi ile tahmin edilen Gompertz modellerinden daha iyi olduğu anlaşılmıştır. Benzer şekilde Yıldız ve ark. (2009) Karacabey Merinosu ve Kıvrıkcık melezlerinin 101. güne, Topal ve ark. (2004) Morkaraman kuzularının 1 yaşına, Sarmiento ve ark. (2006) Santa Ines kuzularının 196. güne, Rêgo ve ark. (2012) Santa Ines kuzularında 350. güne kadar kayıt edilmiş canlı ağırlıklarının modellenmesinde Gompertz modelinin Logistik modelden daha iyi olduğuna karar vermişlerdir.

Daşkiran ve ark. (2010) Norduz (198 gün), Gbangboche ve ark. (2008) Batı Afrika Cüce (180. gün), Silva ve ark. (2012) Santa Ines (120-774 gün), Çelikeloğlu ve Tekerli (2014) Pırlak (1 yaş), Tahtalı ve ark. (2020) Romanov (180. gün), Mohammadi ve ark. (2019) Kordi (1 yaş) ve Hojjati and Hossein-Zadeh (2018) İran Mehraban (1 yaş) ırklarında büyüme eğrisi modelleme çalışmaları yapmışlardır. Daşkiran ve ark. (2010) ve da Silva ve ark. (2012) Logistik modeli, Çelikeloğlu ve Tekerli (2014); Hojjati and Hossein-Zadeh (2018); Mohammadi ve ark., (2019) ve Gbangboche ve ark., (2008) Brody modelini, Tahtalı ve ark. (2020) Kübik Spline modelinin Gompertz modeline göre veri seti için daha uyumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Malhado ve ark. (2008) Santa Inês ve Texel melezi koyunlarında yaptıkları modelleme çalışmasında 120 güne kadar canlı ağırlık artışlarını modellemede Gompertz modelinin Logistik modele göre, 120

günden sonraki canlı ağırlık artışını modellemede Logistik modelin Gompertz modelinden daha iyi

olduğunu vurgulayarak mevcut çalışma ile uyumlu bir sonuç raporlamışlardır.

Çizelge 1. Frekanscı Yaklaşım Yöntemlerine Ait Tahmin Sonuçları
Table 1 Estimation Results of Frequent Approach Methods

Yöntem	Model	Cinsiyet	Parametre	Parametre Tahmini	SD	t-istatistik	Prob.	
En Küçük Kareler Yöntemi	Logistik	Erkek	β_0	54.886	7.2601	7.5599	0.017051	
			β_1	8.3794	0.9675	8.6607	0.013071	
			β_2	0.0254	0.0032	7.9200	0.015571	
		Dişi	β_0	42.118	2.93963	14.3278	0.004835	
			β_1	7.0518	0.66059	10.6749	0.008661	
			β_2	0.0290	0.00283	10.2600	0.009366	
	Gompertz	Erkek	β_0	86.296	15.4332	5.5916	0.030520	
			β_1	2.7779	0.1328	20.9130	0.002279	
			β_2	0.0105	0.0015	7.0847	0.019347	
		Dişi	β_0	54.784	2.57845	21.2470	0.002207	
			β_1	2.4527	0.03768	65.0983	0.000235	
			β_2	0.0140	0.00074	18.8923	0.002790	
Maximum Olabilirlik Yöntemi	Logistik	Erkek	β_0	54.8856	4.6763	11.74	<.0001	
			β_1	8.3794	0.6198	13.52	<.0001	
			β_2	0.02535	0.002029	12.49	<.0001	
		Dişi	ϵ_t	0.3874	0.2451	5	1.58	
			β_0	42.1183	1.9055	22.10	<.0001	
			β_1	7.0518	0.4133	17.06	<.0001	
		Gompertz	Erkek	β_2	0.02900	0.001804	16.08	<.0001
				ϵ_t	0.2231	0.1411	1.58	0.1747
				β_0	86.2957	10.7582	8.02	0.0005
	Dişi		β_1	2.7779	0.09084	30.58	<.0001	
			β_2	0.01051	0.001031	10.19	0.0002	
			ϵ_t	0.1312	0.08444	1.55	0.1810	
	Dişi		β_0	54.7844	1.6997	32.23	<.0001	
			β_1	2.4527	0.02399	102.23	<.0001	
			β_2	0.01404	0.000489	<.0001	0.01278	
		ϵ_t	0.02505	0.01603	1.56	0.1789		

Çizelge 2. Frekanscı Yaklaşım Tahmin Sonuçlarına ait İstatistikler
Table 2 Statistics of Frequent Approach Estimation Results

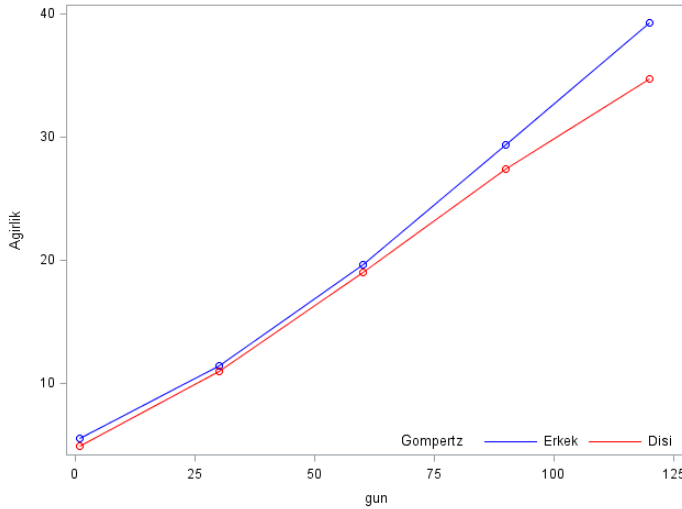
Yöntem	Cinsiyet	Kriter	Logistik	Gompertz
En Küçük Kareler Yöntemi	Erkek	AIC	6.26	0.84
		AICC	35.2585	29.8438
		BIC	-4.74	-10.16
	Dişi	AIC	3.50	-7.43
		AICC	32.4983	21.5657
		BIC	-7.50	-18.43
Maximum Olabilirlik Yöntemi	Erkek	AIC	17.4	12.0
		AICC	57.4	52.0
		BIC	15.9	10.5
	Dişi	AIC	14.7	3.8
		AICC	54.7	43.8
		BIC	13.1	2.2

Mevcut çalışmada Frekanscı yöntem için seçilen Gompertz modeli, erkek kuzular için;

$y_t = 86.296 \exp(-2.7779 \exp(-0.0105t))$, dişi kuzular için; $y_t = 54.78 \exp(-2.45 \exp(-0.014t))$ olarak tahmin edilmiştir. Tahmin edilen bu modellere ait grafik Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1 incelendiğinde erkek kuzularının dişi kuzulara göre daha yüksek canlı ağırlığa sahip olduğu ve dişilere göre daha doğrusal bir yapı gösterdikleri anlaşılmaktadır. Bunun çalışma materyalini oluşturan kuzuların ölçümlerinin ayda bir kez yapılmış olması ve 4. ayda sonlandırılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kocabaş ve ark. (1997) İvesi ve Akkaraman melezi kuzularının canlı ağırlık artışının modellenmesinde doğrusal modeli yetersiz ancak Malya ve Akkaraman melezi kuzularının canlı ağırlık artışının modellenmesinde

doğrusal modeli yeterli bulmuşlardır. Şireli ve Ertuğrul (2004) Akkaraman ırkı için tahmin ettikleri ergin canlı ağırlık değerleri ile kuzuların 6. ay ağırlıkları aralarında istatistiksel olarak fark olmadığını bildirmişlerdir.



Şekil 1. EKK Yöntemi ile Tahmin Edilen Gompertz Modellerine Ait Grafik

Figure 1. Graphics of Gompertz Models Estimated by least-squares Method.

Kocabaş ve ark. (1997) tarafından yapılan çalışmada henüz ergin canlı ağırlığa ulaşmamış hayvanlara ait büyüme bilgilerinin kullanılması durumunda beklenenin aksine daha doğrusal bir yapı gözlenmesi olarak ifade etmişlerdir.

Az bilgi içeren veri setinin Bayesci Yöntem ile modellenmesi için tam bilgi içeren önsel seçimine ihtiyaç duyulmuştur. Bundan dolayı Frekansçı yöntemlerden elde edilen parametre tahminlere ait istatistiksel bilgi kullanılarak Logistik ve Gompertz model parametrelerine ait sonsal dağılımlar MCMC yöntemi ile tahmin edilmiştir. Parametrelere ait, sonsal dağılım, MCMC iterasyon ve korelasyon grafikleri Logistik model için Şekil 2’de, Gompertz model için Şekil 3’de ki gibidir.

Şekil 2 ve Şekil 3’de bulunan MCMC yöntemine ait iterasyon grafiğinin rassal görünüme sahip olması ve korelasyon grafiklerinde anlamlı korelasyon gözlenmemesi tahmin edilen sonsal dağılımların geçerli olduğunu göstermektedir. Model karşılaştırması yapılabilmesi için cinsiyetlere göre tahmin edilen modellere ait DIC değerlerinin değişimi Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3’te tahmin edilen Bayes maddelerine ait DIC değerlerine göre Gompertz modellerinin, Frekansçı yöntemlerle uyumlu bir şekilde, daha iyi olduğuna karar verilmiştir. Bu benzerlikte Frekansçı yöntemden elde edilen sonuçların önsel olarak kullanılmış olmasının yanı sıra Malhado ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada belirttiği gibi ergin ağırlığa henüz ulaşmamış kuzuların

kullanıldığı modelleme çalışmada Logistik model kuzuların büyümesini olduğundan fazla tahmin edebilmektedir. Bayes Gompertz modeli parametrelerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4’deki gibidir.

Table 3. Estimated DIC Statistics of Bayesian Models
Çizelge 3. Bayes Modellerine ait Tahmin Edilen DIC İstatistikleri

Model	Cinsiyet	DIC
Logistik	Erkek	15.015
	Dişi	12.54
Gompertz	Erkek	9.20
	Dişi	1.94

Araştırmada kullanılan koyun ırkı için Gompertz model parametrelerinin tahmin edildiği bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak literatürde farklı koyun ırkları için Frekansçı yöntem ile yapılan modelleme çalışmalarında veri seti ile yüksek uyumu gösteren hata terimi istatistikleri elde edilmiştir (Yıldız ve ark. 2009; Topal ve ark. 2004; Sarmiento ve ark. 2006; Rêgo ve ark. 2012).

Salles ve ark. (2020) Santa Ines kuzularına ait bilgileri kullanarak Logistik model parametrelerini Bayesci yöntem ile tahmin edilmiştir. Bayesci yaklaşım için önsel seçimini tartıştıkları bu çalışmada Santa Ines koyunlarında geçmiş araştırmalardan yararlanarak elde edilen tam bilginin kullanılmasının kestirim başarısını artırdığını raporlamışlardır.

Bayesci yöntem ile yapılan tahminleme çalışmalarının uyum iyiliğinin ötesine geçtiğini bildirilmektedir (Salles ve ark., 2020). Bu araştırmada Frekansçı yöntemler ile elde edilen parametre tahminleri önsel bilgi olarak Bayesci yöntemde kullanıldığı için iki yöntemden elde edilen sonuçlar benzer olarak bulunmuştur. Bayesci yöntem ile elde edilen dağılım bilgilerinin sadece bir sürü için değil tüm Akkaraman ırkı koyunlarını temsil edebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

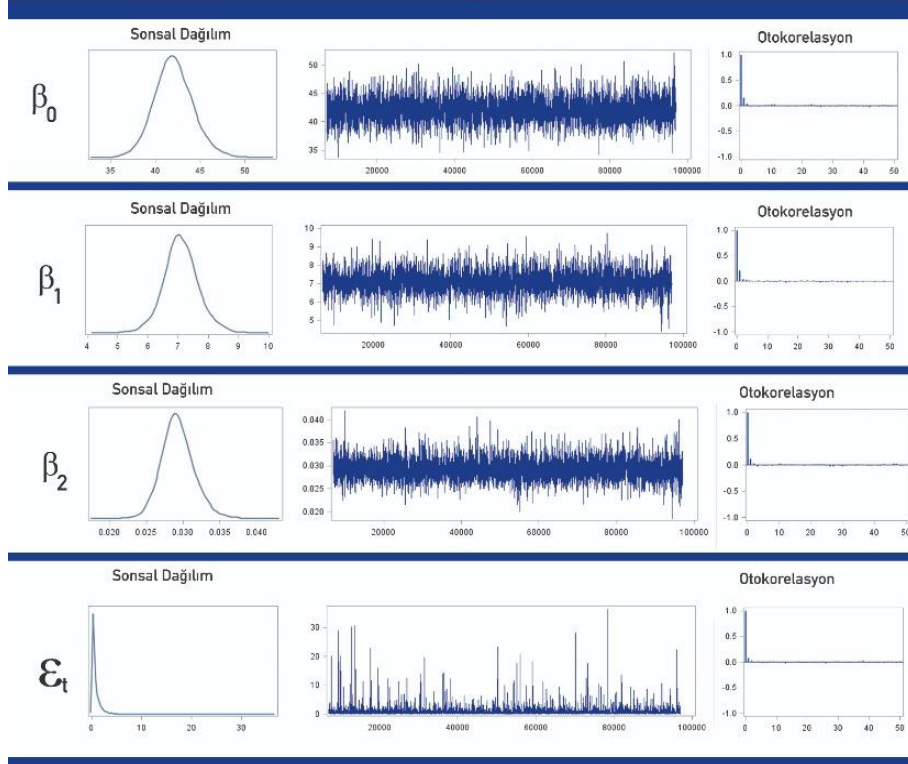
Çalışmada kullanılan erkek ve dişi Akkaraman kuzularına ait canlı ağırlıklar için tahmin edilen büyüme eğrisi modellerinden Gompertz modeli tüm yöntemlerde daha başarılı bulunmuştur. Frekansçı yöntemlerden EKK yöntemi AIC, AICC ve BIC değerleri bakımından Maximum Olabilirlik yöntemine tercih edilmiştir. Erkek Akkaraman kuzuları için EKK Gompertz modeli:

$$y_j = 86.296 \exp(-2.778 \exp(-0.014t)) \quad \text{ve} \quad \text{dişi} \\ \text{Akkaraman kuzuları için EKK Gompertz modeli: } y_j = 54.784 \exp(-2.452 \exp(-0.014t)) \text{ olarak belirlenmiştir.}$$

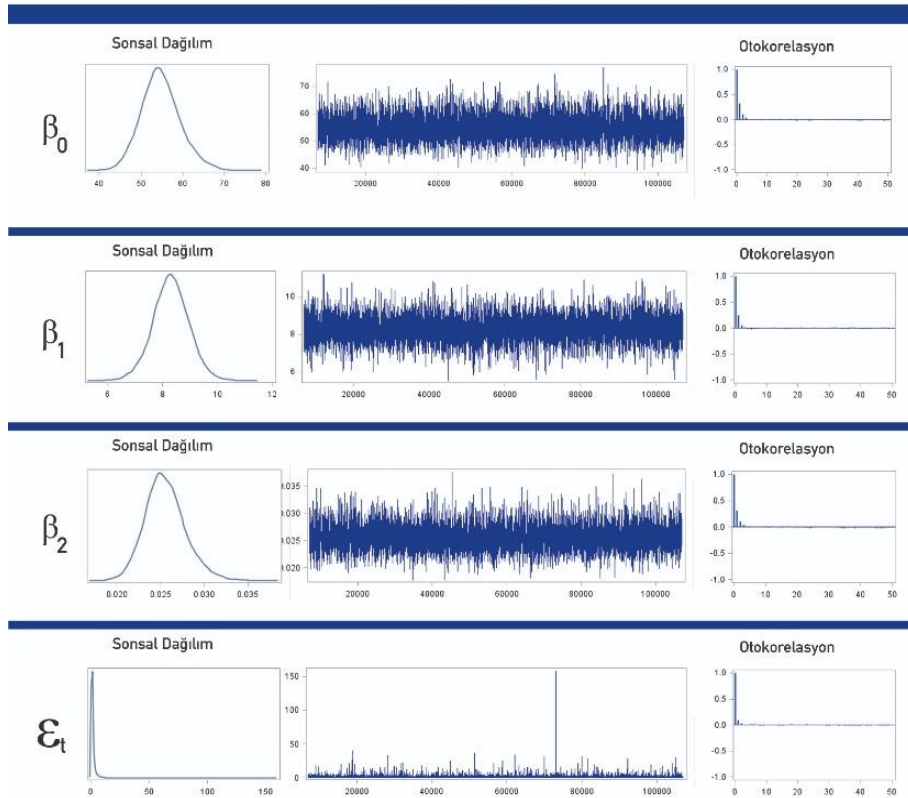
Çalışmada beklenen eğrisel görüntünün aksine daha

doğrusal bir yapı belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak kaynaklandığı düşünülmektedir. kuzularda henüz büyümenin devam etmesinden

DİŞİ

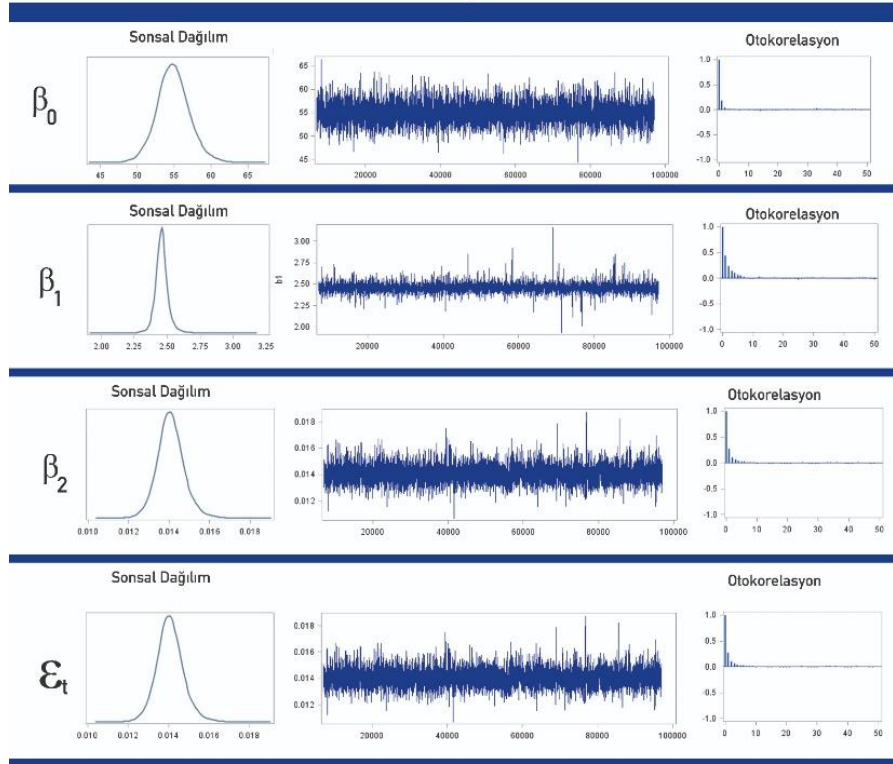


ERKEK

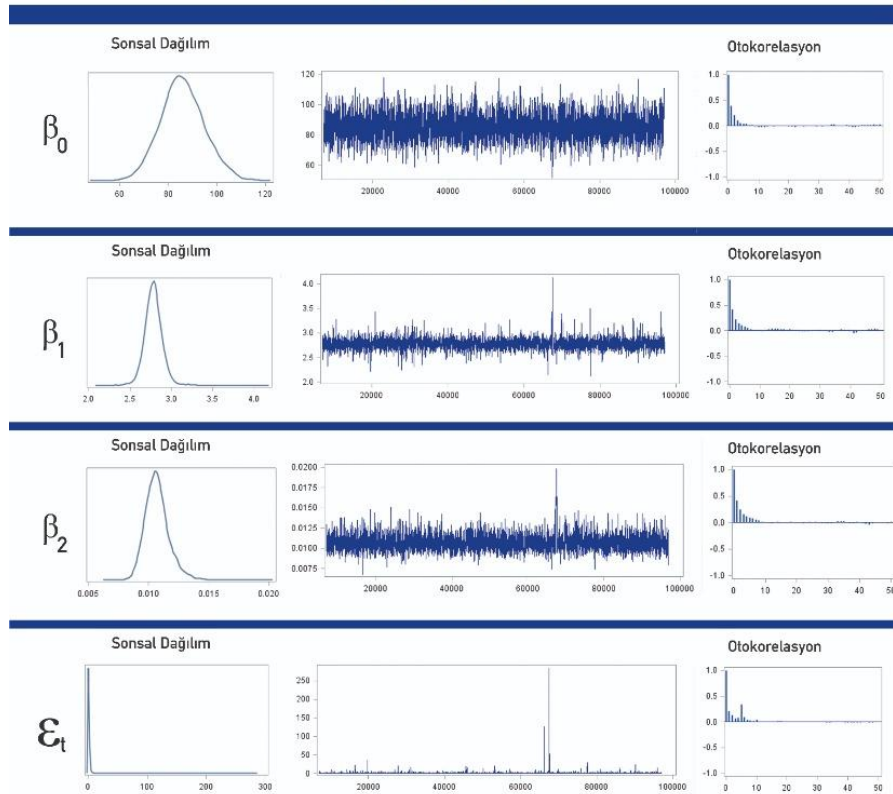


Şekil 2. Bayes Logistik Model Parametrelerine ait Sonsal Dağılım, MCMC İterasyon ve Otokorelasyon Grafikleri
Figure 2. Posterior Distribution, MCMC Iteration and Autokorelation Graphs of Bayesian Logistic Model Parameters

DİŞİ



ERKEK



Şekil 3. Bayes Gompertz Model Parametrelerine ait Sonsal Dağılım, MCMC İterasyon ve Otokorelasyon Grafikleri
Figure 3. Posterior Distribution, MCMC Iteration and Autokorelation Graphs of Bayesian Gompertz Model Parameters

Table 4. Posterior Distribution Descriptive Statistics of Bayes Gompertz Model Parameters

Çizelge 4. Bayes Gompertz Modeli Parametrelerine Ait Sonsal Dağılım Tanımlayıcı İstatistikleri

Model	Cinsiyet	Parametre	Ortalama	SD	% 95 HPD Bölgesi	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Gompertz	Erkek	β_0	85.8400	8.90725	68.1220	103.5
		β_1	2.7830	0.11342	2.5719	2.9966
		β_2	0.0107	0.00103	0.00876	0.0126
		ϵ_t	0.7991	4.50204	0.0364	2.3577
	Dişi	β_0	54.8692	2.18291	50.61	59.29
		β_1	2.4574	0.05541	2.3568	2.5616
		β_2	0.0141	0.00068	0.0128	0.0155
		ϵ_t	0.1703	0.57196	0.00742	0.5368

*HPD: Yüksek Yoğunluk Bölgesi

Veri setinde aylık ortalama değerlerinden yararlanılıyor olması ve sadece 120. güne kadar ölçüm yapılmış olması nedeniyle daha az bilgi bulunmaktadır. Bu durumun ve Akkaraman ırkına ait yapılmış çalışmaların yetersizliğinin bir sonucu olarak EKK modellerine ait parametre bilgileri Bayesci yaklaşım ile tahmin edilen modellerde önsel bilgi olarak kullanılmıştır. Bu nedenle tahmin sonuçları Akkaraman ırkı için genelleylebilir sonuçlar değildir. Canlı ağırlıklar ile ilgili ortalama değer kullanan muhtemel Bayesci yöntem ile modelleme çalışmalarında geçmiş çalışmalardan elde edilmiş tam bilgi kullanılmalıdır.

Tahmin edilen modellerde, DIC değerleri karşılaştırması sonucunda iki cinsiyet için de Bayes Gompertz modelleri Logistik modellere tercih edilebileceği belirlenmiştir. Gompertz modeline ait elde edilen sonsal dağılımlar ve nokta tahminleri incelendiğinde canlı ağırlığın erkeklerde daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Hayvan yetiştiriciliğinde büyüme ve gelişmenin takibi edilmesi ve ıslah amaçlı kullanılması işletme ekonomisi içinde çok önemlidir. Bu bağlamda hayvanlarda büyüme modellerinin tahmin edilmesi ile ilgili her ırk için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

TEŞEKKÜR

Çalışma verilerinin toplandığı Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Ayhan Şahenk Tarımsal Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Küçükbaş Yetiştiriciliği Birimi personellerine 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

- Aggrey S E 2002. Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poultry Science* 81: 1782-1788.
- Akbaş Y, Taşkın T, Demirören E 1999. Farklı modellerin Kıvrıkcık ve Dağlıç erkek kuzularının büyüme eğrilerine uyumunun karşılaştırılması. *Türk J Vet Anim Sci* 23 (Suppl 3): 537-544
- Alós J, Palmer M, Balle S, Grau A M, Morales-Nin B 2010. Individual growth pattern and variability in *Serranus scriba*: a Bayesian analysis. *ICES Journal of Marine Science* 67(3): 502-512.
- Bilgin C Ö, Esenbuğa N 2003. Doğrusal olmayan büyüme modellerinde parametre tahmini. *Hayvansal Üretim* 44 (2): 81-90.
- Blasco A, Piles M, Varona L 2003. A Bayesian analysis of the effect of selection for growth rate on growth curves in rabbits. *Genetics Selection Evolution* 35(1): 21-41.
- Ceyhan A, Şekeroğlu A, Duman M 2019. Niğde ilinde yetiştirilen Akkaraman ırkı koyunların bazı döl verim özellikleri ve kuzuların büyüme performans. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 7(10): 1509-1514.
- Çelikeloğlu K, Tekerli M 2014. Pırlak kuzularında büyüme eğrilerini etkileyen genetik ve çevresel faktörlerin belirlenmesi ve eğri parametreleri yönünden baba koçların değerlendirilmesi. I. Bazı çevresel faktörlerin canlı ağırlığa ilişkin büyüme eğrilerine etkileri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 54 (1): 8-14.
- Çolak C, Orman M N ve Ertuğrul O 2006. Simental x Güney Anadolu Kırmızısı sığırlarına ait canlı ağırlık ölçümlerine dayanan doğrusal ve doğrusal olmayan büyüme eğrileri. *Laladan Hayvan Araş. Ens. Dergisi* 46 (1): 1-5.
- daSilva L S A, Fraga A B, da Silva F D L, Beelen P M G, de Oliveira Silva R M, Tonhati H ve da Costa Barros C 2012. Growth curve in Santa Inês sheep. *Small Ruminant Research* 105(1-3): 182-185.
- Daşkiran I, Koncagül S ve Bingöl M 2010. Growth characteristics of indigenous Norduz female and male lambs. *Journal of Agricultural Sciences* 16

- (1): 62-69.
- Esenbuga N, Bilgin Ö C, Macit M, Karaoglu M 2000. İvesi, Morkaraman ve Tuj Kuzularında Büyüme Eğrileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 31: 37-41.
- Fırat M Z, Karaman E, Başar E K, Narinc D 2016. Bayesian analysis for the comparison of nonlinear regression model parameters: an application to the growth of Japanese quail. Brazilian Journal of Poultry Science 18 (SPE): 19-26.
- Forni S, Piles M, Blasco A, Varona L, Oliveira H N D, Lôbo R B, Albuquerque L G D 2009. Comparison of different nonlinear functions to describe Nelore cattle growth. Journal of Animal Science 87(2): 496-506.
- Gbangboche A B, Glele-Kakai R, Salifou S, Albuquerque L G D ve Leroy P L 2008. Comparison of non-linear growth models to describe the growth curve in West African Dwarf sheep. Animal 2(7): 1003-1012.
- Hojjati F, Ghavi Hossein-Zadeh N 2018. Comparison of non-linear growth models to describe the growth curve of Mehraban sheep. Journal of Applied Animal Research 46(1): 499-504.
- Hurvich CM, Tsai CL 1989. Regression and time series model selection in small samples. Biometrika 76(2): 297-307.
- Kaymakçı M 2016. İleri Koyun yetiştiriciliği. İzmir İli Damızlık Koyun-Keçi Yetiştiricileri Birliği Yayınları No:1 (Genişletilmiş 5. Basım) Bornova-İzmir 392 sy.
- Kizilkaya K, Balcioglu MS, Yolcu H İ, Karabag K, Genc IH 2006. Growth curve analysis using nonlinear mixed model in divergently selected Japanese quails. Archiv Fur Geflugelkunde 70(4): 181-186.
- Kocabaş Z, Kesici T, Eliçin A 1997. Akkaraman, İvesi x Akkaraman ve Malya x Akkaraman kuzularında büyüme eğrileri. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi21(3): 267- 275
- Koncagül S, Cadirci S 2009. Comparison of three non-linear models when data truncated at different lengths of growth period in Japanese quails. European Poultry Science 73(1): 7-12.
- Koncagül S, Demiralp C, Aksümer N, Akın A O, Ertuğrul M 2011. Domestic Animal Genetic Resources in Turkey. Ankara, 116 sy.
- Koptur M 2020. Doğa Sporlarının Yaşam Doyumu Üzerine Etkisi: Bayesci Yaklaşım. Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Dönem Projesi. 59 sy.
- Kozaklı Ö 2020. Kontrol günü süt verimlerinin Bayesian zaman serisi yöntemi ile modellenmesi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 76 sy.
- Lázaro S F, Ibáñez-Escriche N, Varona L, e Silva F F, Brito L C, Guimarães S E F, Lopes P S 2017. Bayesian analysis of pig growth curves combining pedigree and genomic information. Livestock Science 201: 34-40.
- Malhado C H M, Carneiro P L S, Santos P F, Azevedo DMM, de Souza JC, Affonso PRM 2008. Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Ines x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 9(2): 210-218.
- Mohammadi Y, Mokhtari M S, Saghi D A, Shahdadi A R 2019. Modeling the growth curve in Kordi sheep: The comparison of non-linear models and estimation of genetic parameters for the growth curve traits. Small Ruminant Research 177: 117-123.
- Owens F N, Dubeski P, Hanson CF 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. J Anim Sci. 71: 3138–3150.
- Peil J, Helvin H 1981. Phenomenologic-mathematical model of growth dynamics. Bio J 23: 41-54.
- Rêgo Neto A D A, Santos G V D, Sarmiento J L R, Biagiotti D, Sousa JERD 2012. Curva de crescimento de ovinos Santa Inês no Vale do Gurgueia. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 13(4): 912-922.
- Salles T T, Beijo L A, Nogueira D A, Almeida G C, Martins T B, Gomes V S 2020. Modelling the growth curve of Santa Ines sheep using Bayesian approach. Livestock Science 239: 104-115
- Santos N P S, de Oliveira Neto C B, Sarmiento J L R, Bezerra L R, Oliveira R L, dos Santos G V, Biagiotti D 2014. Carcass traits and growth curve parameters in Santa Inês sheep. Journal of Agricultural Science 6(5): 180-187.
- Sarmiento J L R, Regazzi A J, Sousa W H D, Torres R D A, Breda F C, Menezes G R D O 2006. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. Revista Brasileira de Zootecnia 35(2): 435-442.
- Spiegelhalter D J, Best N G, Carlin B P, Van Der Linde A 2002. Bayesian measures of model complexity and fit. Journal of the royal statistical society: Series b (Statistical Methodology) 64(4): 583-639.
- Şahin A, Ulutaş Z, Karadavut U, Yıldırım A, Arslan S 2014. Anadolu mandası malaklarında büyüme eğrisinin çeşitli doğrusal olmayan modeller kullanılarak karşılaştırılması. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 20(3): 357-362.
- Şireli H D, Ertuğrul M 2004. Dorset Down x Akkaraman (GDİ), Akkaraman ve Akkaraman x GD1 Genotipli Kuzularda Büyüme Eğrilerinin Logistic Model ile Tahmini. Tarım Bilimleri Dergisi 10 (4): 375-380.
- Tahtali Y, Sahin M, Bayyurt L 2020. Comparison of Different Growth Curve Models in Romanov Lambs. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 26(5): 609-615.

- Teixeira M C, Villarroel A B, Pereira E S, de Oliveira S M P, Albuquerque Í A, Mizubut I Y 2012. Curva de crescimento de cordeiros oriundos de três sistemas de produção na Região Nordeste do Brasil. *Semina: Ciências Agrárias* 33(5): 2011-2018.
- Tekel N, Şireli H D, Eliçin M 2002: İvesi kuzularında canlı ağırlığın tekrarlanma derecesinin tespiti üzerine bir araştırma. 3. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 14-16 Ekim 2002, Ankara, 105-110
- Topal M, Ozdemir M, Aksakal V, Yildiz N. Dogru, U 2004. Determination of the best nonlinear function in order to estimate growth in Morkaraman and Awassi lambs. *Small Ruminant Research* 55(1-3): 229-232.
- Yakupoğlu Ç 1999. Etlik piliçlerde büyüme eğrilerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 98 sy.
- Yıldız G, Soysal M İ, Gürcan E K 2009. Tekirdağ ilinde yetiştirilen Karacabey Merinosu x Kıvırcık melezi kuzularda büyüme eğrisinin farklı modellerle belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(1): 11-19.