

Cilt / Volume 13

Sayı / Issue 3

Aralık / December 2020

BIOLOGICAL DIVERSITY AND CONSERVATION

It is a peer-reviewed international journal that publishes on biological diversity and conservation
Biyolojik çeşitlilik ve koruma üzerine yayın yapan hakemli uluslararası bir dergidir



Print: ISSN 1308-5301
Online: ISSN 1308-8084

<http://www.biodicon.com>

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma
Biological Diversity and Conservation

Biyolojik çeşitlilik ve koruma üzerine yayın yapan hakemli uluslararası bir dergidir
It is a peer-reviewed international journal that publishes on biological diversity and conservation
Cilt / Volume **13**, Sayı / Issue **3**, Aralık / December **2020**

Editör / *Editor-in-Chief*: Ersin YÜCEL

ISSN 1308-5301 Print; ISSN 1308-8084 Online

Description

"Biological Diversity and Conservation" journal is an international, scientific, online and print journal published in accordance with independent, unbiased, and double-blinded peer-review principles. This journal is a peer-reviewed international journal that publishes on biodiversity and conservation. "Biological Diversity and Conservation" publishes experimental studies on all aspects of biological diversity, original manuscript, reviews on current topics, case reports, editorial comments and letters to the editor that are prepared in accordance with the ethical guidelines. This journal accepts research on biological diversity, biotechnology, botanic, conservation, ecology, endangered habitats, endangered species, environmental science, ethnobotanical, farming, food, forestry, genetics, medicinal plants, medicine, microorganisms, other organisms, pharmacology, zoology. Descriptive or experimental studies presenting clear research questions are accepted. Manuscripts in English or in Turkish languages are welcome. Printed in Turkey. This journal is published three times a year.

Açıklama

"Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma" dergisi, bağımsız, tarafsız ve çift-kör akran değerlendirme ilkelerine uygun olarak yayın yapan uluslararası, bilimsel, çevrimiçi ve basılı bir dergidir. Bu dergi biyolojik çeşitlilik ve koruma üzerine yayın yapan hakemli uluslararası bir dergidir. "Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma" dergisinde biyolojik çeşitliliğin tüm yönleriyle ilgili deneysel çalışmalar, orijinal makaleler, mevcut konular hakkında inceleme, vaka raporları, editör yorumları ve etik kurallara uygun olarak hazırlanan editöre mektuplar yayımlanmaktadır. Bu dergi biyolojik çeşitlilik, biyoteknoloji, botanik, çevre bilimleri, organizmalar, ekoloji, etnobotanik, farmakoloji, genetik, gıda, koruma, mikroorganizmalar, ormancılık, tarım, tehlike altındaki habitatlar, tehlike altındaki türler, tıbbi bitkiler, tıp, zooloji üzerine yapılmış araştırmaları kabul eder. Açıklayıcı araştırma soruları sunan betimsel veya deneysel çalışmalar kabul edilir. Yayınlanma yeri Türkiye'dir. Bu dergi yılda üç sayı yayınlanır.

Dergiyi tarayan veri tabanları / Abstracted-Indexed in

Clarivate Analytics Zoological Record, CiteFactor, Turkey Citation Index, JournalSeek Database, arastirmax, CrossRef;10.46309/biodicon.

Kütüphaneler / Libraries

Aberystwyth University; All libraries; Bath University; Birmingham University; Cardiff University; City University London; CONSER (Not UK Holdings); Edinburgh University; Essex University; Exeter University; EZB Electronic Journals Library; Feng Chia University Library; GAZİ Gazi University Library; Glasgow University; HEC-National Digital Library; Hull University; Imperial College London; Kaohsiung Medical University Library; ANKOS; Anadolu University Library; Lancaster University; Libros PDF; Liverpool University; London Metropolitan University; London School of Economics and Political Science; Manchester University; National Cheng Kung University Library; National ILAN University Library; Nottingham University; Open University; Oxford University; Queen Mary, University of London; Robert Gordon University; Royal Botanic Gardens, Kew; Sheffield Hallam University; Sheffield University; Shih Hsin University Library; Smithsonian Institution Libraries; Southampton University; Stirling University; Strathclyde University; Sussex University; The National Agricultural Library (NAL); The Ohio Library and Information NetWork; Trinity College Dublin; University of Washington Libraries; Vaughan Memorial Library; York University..

Web of Science-Clarivate Analytics, Zoological Record

"Türkiye Atıf Dizini"ne kayıtlıdır. (This journal is registered to "Turkey Citation Index")

Bu dergi CrossRef;10.46309/biodicon. üyesidir. (This journal is a CrossRef;10.46309/biodicon. member)

Makale yazım kuralları ve dergi ile ilgili diğer ayrıntılar için " [http:// www.biodicon.com](http://www.biodicon.com)" adresini ziyaret ediniz / Please visit " [http:// www.biodicon.com](http://www.biodicon.com)" for instructions about articles and all of the details about journal

Yazışma Adresi / Correspondance Adres: Prof. Ersin YÜCEL, P.K. 86, İki Eylül PTT Merkez, 26000 Eskişehir / Turkey
E-posta / E-mail : biodicon@gmail.com ; **Web Address:** <http://www.biodicon.com>

<https://dergipark.org.tr/en/pub/biodicon>

Baş editör yardımcısı/ Deputy Editor in Chief**İlkin YÜCEL ŞENGÜN**

Ege University, Faculty of Engineering,
Department of Food Engineering, Izmir, Turkey
E-mail: ilkinyucel@yahoo.com

Associate Editors

Münir ÖZTÜRK; Ege University, Botany
Department and Centre for Environmental
Studies, Izmir- 35040, Turkey
E-mail: munirozturk@gmail.com

Birgül YELKEN; Eskişehir Osmangazi
University, Faculty of Medicine, Department of
Anesthesiology and Reanimation, Eskişehir,
Turkey
E-mail: birgulby@yahoo.com

Hatice Mehtap KUTLU; Eskişehir Technical
University, Faculty of Sciences, Department of
Biology, Tepebaşı / Eskişehir-Turkey
E-mail: hmkutlu@eskisehir.edu.tr

İsmihan POTOĞLU ERKARA; Eskişehir
Osmangazi University, Faculty of Arts and
Sciences, Eskişehir, Turkey
E-mail: endo@gianlucaplotino.com

Ignacy KITOWSKI; State School of Higher
Education in Chelm, Institute of Agricultural
Sciences, Chelm, Poland
E-mail: kitowign@biotop.umcs.lublin.pl

Latif KURT; Ankara University, Science
Faculty, Department of Biology, Ankara, Turkey
E-mail: kurt@.ankara.edu.tr

Lyutsiya AUBAKIROVA; Lev Nikolaevich
Gumilev Eurasian National University, Astana,
Kazakhstan
E-mail: bls758@rambler.ru

M. Angeles Alonso VARGAS; University of
Alicante, Department of Environmental Sciences
and Natural Resources, Alicante, Spain
E-mail: ma.alonso@ua.es

M.N.V. PRASAD; University of Hyderabad,
Department of Plant Sciences, Hyderabad, India
E-mail: mnvsl@uohyd.ernet.in

Masoud HEDAYATIFARD; Islamic Azad
University, Department of Fisheries, College of
Agriculture, Iran
E-mail: hedayati.m@qaemiau.ac.ir

Sezgin AYAN; Kastamonu University, Faculty
of Forestry, Kastamonu , Turkey
E-mail: sezginayan@kastamonu.edu.tr

Stefano VALDESALICI; Associazione Italiana
Killifish, Emilia-Romagna, Italy
E-mail: valdesalici.stefano@gmail.com,
valdekil@tin.it

Zeki AYTAC; University of Gazi, Faculty of
Science, Department of Biology, Ankara, Turkey
E-mail: zaytac@gazi.edu.tr

Statistical Editor

Alper YARGIÇ; Bilecik Şeyh Edebali
University, Computer Engineering, Bilecik,
Turkey
E-mail: ayargic@gmail.com

Alan editörleri/ Field Editors

Abdeslam ENNABİLİ;Sidi Mohamed Ben
Abdellah University, Superior School of
Technology (GP), BP 2427 Route d'Imouzer
30000 Fez Morocco
E-mail: aennabili@gmail.com

Adife ŞEYDA YARGIÇ;Bilecik Şeyh Edebali
University, Department of Chemical
Engineering, Bilecik, Turkey
E-mail: seyda.guler@bilecik.edu.tr

Ahmed BAKRIM; Université Sultan Moulay
Slimane, Faculté Polydisciplinaire de Khouribga,
Morocco
E-mail: bakrim78@yahoo.fr

Aykut GÜVENSEN; Ege University, Science
Faculty, Department of Biology, Izmir, Turkey
E-mail: aykut.guvensen@ege.edu.tr

Ayşe AK; Erzincan Binali Yıldırım University,
Engineering Faculty, Biomedical Engineering
Department, Erzincan, Turkey
E-mail: a_ak@hotmail.com

Ayşe DELİGÖZ; Department of Forest
Engineering, Faculty of Forestry, Suleyman
Demirel University, Isparta, Turkey
E-mail: aysedeligoz@isparta.edu.tr

Carmen Galán SOLDEVILLA; University of
Bristol, Organic and Biological Chemistry,
Bristol, England
E-mail: m.c.galan@bristol.ac.uk

Dalila BOUSTA; University of Sidi Mohamed
Ben Abdellah, Laboratory of
Neuroendocrinology, Nutritional and Climatic
Environment, Fez, Morocco
E-mail: Dalila_bousta@yahoo.fr

Dani SARSEKOVA; S.Seifullin Kazakh Agro
Technical University, Department of Forestry,
Astana
E-mail: dani999@mail.ru

Dimitris P. VASILAKIS; University of Patras,
Department of Environmental and Natural
Resources Manag., Patras, Greece
E-mail: vkati@upatras.gr

Elif YAMAÇ; Eskişehir Technical University,
Science Faculty, Department of Biology,
Eskişehir, Turkey
E-mail: eerdogdu@eskisehir.edu.tr

E. Selcen DARÇIN; Gazi University, Faculty of
Science and Arts, Department of Biology,
Ankara, Turkey
E-mail: darcin@gazi.edu.tr

Emel SÖZEN; Eskişehir Technical University,
Faculty of Sciences, Department of Biology,
Tepebaşı / Eskişehir-Turkey
E-mail: esozen@eskisehir.edu.tr

Fahrettin AKYÜZ; Eskişehir Osmangazi
University, Faculty of Medicine, Medical
Biochemistry, Eskişehir, Turkey
E-mail: fakyz@ogu.edu.tr

Marjan KOMNENOV; University of Novi Sad,
Department of Biology and Ecology, Serbia
E-mail: mkommenov@gmail.com

Murat KÜRŞAT; Bitlis Eren University,
Faculty of Arts and Sciences Biology, Bitlis,
Turkey
E-mail: mkursat@beu.edu.tr

Murat OLGUN; Eskişehir Osmangazi
University, Department of Field Crops,
Eskişehir, Turkey
E-mail: molgun@ogu.edu.tr

Naime ARSLAN; Eskişehir Osmangazi
University, Faculty of Arts and Sciences, Meşelik
Campus, Eskişehir, Turkey
E-mail: oligo2009@gmail.com

Muhsin KONUK; Üsküdar University,
Engineering and Natural Sciences, Molecular
Biology and Genetics, Istanbul, Turkey
E-mail: mkonuk@gmail.com

Atila OCAK; Eskişehir Osmangazi University,
Faculty of Arts and Sciences, Eskişehir, Turkey
E-mail: atilaocak@gmail.com

Salman KHAN Forest Entomology Division,
Forest Research Institute, P.O. New Forest
Dehradun, Uttarakhand, India
E-mail: salman1315@gmail.com

Semra AYDIN; Turkish Medicine and Medical
Devices Agency, Department of
Biotechnological Drug, Ankara, Turkey
E-mail: semrasoydam@gmail.com

Sezgin ÇELİK; Yıldız Technical University,
Science Faculty, Department of Biology,
İstanbul, Turkey
E-mail: celik.sezgin@gmail.com

Shyam Singh YADAV; Indian Agricultural
Research Institute, Division of Genetics, New
Delhi, India
E-mail: shyamsinghyadav@yahoo.com

Snejana DONCHEVA; Bulgarian Academy of
Sciences, Institute of Plant Physiology, Sofia,
Bulgaria
E-mail: doncheva@obzor.bio21.bas.bg

Tamara SEDELNİKOVA; Department of
Forestry , V.N. Sukachev Institute of Forest SB
RAS, Federal Research Center Russia, 660036,
Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50/28
E-mail: tss@ksc.krasn.ru

Tarmo TİMM; Estonian University of Life
Sciences, Faculty of Agriculture and
Environment, Rannu 61117, Estonia
E-mail: tarmo.timm@emu.ee

Victoria RODİNKOVA; National Pirogov
Memorial Medical University, Vinnitsya, 56,
Pirogov Street, Ukraine
E-mail: vikarodi@gmail.com

Language Editors

Elif ÖZTETİK; Eskişehir Technical University,
Faculty of Sciences, Department of Biology,
Tepebaşı / Eskişehir-Turkey
E-mail: eoztetik@eskisehir.edu.tr

Okan SEZER; Eskişehir Osmangazi Univ,
Depart. of Biology, Eskişehir/Turkey
E-mail: okanszr@gmail.com

Hakemler/ Reviewer

Abdullah Altunışık, Rize (Turkey)
 Abdullah Kaya, Ankara (Turkey)
 Ahmed Bakrim, Kbouribga (Morocco)
 Ahmet Aksoy, Antalya (Turkey)
 Ahmet Mert, Isparta (Turkey)
 Akın Kıracı, Çanakkale (Turkey)
 Alaaddin Yuksel, Bingöl (Turkey)
 Ali Dönmez, Ankara (Turkey)
 Ali Kandemir, Erzincan (Turkey)
 Ali Savaş Bülbül, Kahramanmaraş (Turkey)
 Ali Tarhan, Muğla (Turkey)
 Amed Aarab Azmani, Tangier (Morocco)
 Anath Bandhu Das Ankara (Turkey)
 Arif Cemal Özsemir (Bafra) (Turkey)
 Arzu Morkoyunlu Yüce Kocaeli (Turkey)
 Atilla Ocak, Eskişehir (Turkey)
 Ayçin Akınal, Konya (Turkey)
 Ayçin Yılmaz, Konya (Turkey)
 Ayhan Şenkardeşler, İzmir (Turkey)
 Ayla Kaya, Eskişehir (Turkey)
 Aysel Bekleyen, Diyarbakır (Turkey)
 Ayşe Kaplan, Sivas (Turkey)
 Ayşen Türk, Eskişehir (Turkey)
 Aziz Gül Hatay, (Turkey)
 Aziz Türkoğlu, Muğla (Turkey)
 Bahar Gurdal, İstanbul (Turkey)
 Baran Yoğurtcuoğlu, Ankara (Turkey)
 Barış Bani Kastamonu, (Turkey)
 Barış Özudoğru, Ankara (Turkey)
 Betül Gıdık, Bayburt (Turkey)
 Betül Y. Öztürk, Eskişehir (Turkey)
 Bilal Şahin Çankırı, (Turkey)
 Burak Arıcaç, Kastamonu (Turkey)
 Burcu Yılmaz Çıtak, Konya (Turkey)
 Bülent Turgut, Artvin (Turkey)
 Cahit Doğan, Ankara (Turkey)
 Carmen Galán Soldevilla, Cordoba (Spain)
 Cem Dalyan, İstanbul (Turkey)
 Cemil Ata, İstanbul (Turkey)
 Cengiz Acar, Trabzon (Turkey)
 Cenk Burak Şahin, Hatay (Turkey)
 Cenk Paşa Balıkesir, (Turkey)
 Cihangir Kirazlı, Bolu (Turkey)
 Cüneyt Kaya Rize,, (Turkey)
 Çiler Meriç, Trakya (Turkey)
 Dalila Bousta, Taounate (Morocco)
 Dani Sarsekova, S. Seifullin (Kazakistan)
 Deniz Ergüden, Iskenderun (Turkey)
 Derviş Öztürk Eskişehir (Turkey)
 Derya Yıldırım, Isparta (Turkey)
 Didem Turgut Coşan, Eskişehir (Turkey)
 Dilek Düzgün Ergün, İstanbul (Turkey)
 Duran Katar, Eskişehir (Turkey)
 Duygu Nur Çobanoğlu, Bingöl (Turkey)
 Ebru Ataşlar, Eskişehir (Turkey)
 Elif Soylu, Rize (Turkey)
 Emel Ulupınar, Eskişehir (Turkey)
 Emel Uslu, Bolu (Turkey)
 Emre Aydemir, Antalya (Turkey)
 Emre Sevindik, Aydın (Turkey)
 Erdi Can Aytar, Samsun (Turkey)
 Erdoğan Atmış, Bartın (Turkey)
 Ergin Hamzaoğlu, Ankara (Turkey)
 Erhan Çalışkan, Trabzon (Turkey)
 Ernaz Altundağ, Düzcce (Turkey)
 Ersan Bektaş, Giresun (Turkey)
 Ersin Demirel, Antakya (Turkey)
 Ersin Karabacak, Çanakkale (Turkey)
 Ersin Yücel, Eskişehir (Turkey)
 Esat Çetin, Sakarya (Turkey)
 Esra Martin, Konya (Turkey)

Fahrettin Tilki, Artvin (Turkey)
 Faik Ceylan, Düzcce (Turkey)
 Faruk Maraşlıoğlu, Çorum (Turkey)
 Faruk Selçuk, Kırşehir (Turkey)
 Fatih Kar, Kırşehir (Turkey)
 Fatih Satıl, Balıkesir (Turkey)
 Fatih Temel, Artvin (Turkey)
 Fatma Güneş, Edirne (Turkey)
 Fatma Kandemir Çevik, Adana (Turkey)
 Fatma Koyuncu, Eskişehir (Turkey)
 Fatma Yıldız, Antalya (Turkey)
 Fatmagül Geven, Ankara (Turkey)
 Fazle Subhan, Peshawar, (Pakistan)
 Ferhat Altunsoy, Eskişehir (Turkey)
 Feyza Candan, Manisa (Turkey)
 Filiz Savaroğlu, Eskişehir (Turkey)
 Filiz Yılmaz, Eskişehir (Turkey)
 Gencay Akgül, Nevşehir, (Turkey)
 Gökhan Abay, Rize (Turkey)
 Gözde-Elgin Cebe, İzmir (Turkey)
 Gül Nilhan Tuğ, Ankara (Turkey)
 Gülçin Işık, Eskişehir (Turkey)
 Gülgün F. Ünal Şengör, İstanbul (Turkey)
 Güllürz Bayçu, İstanbul (Turkey)
 Gülşen Kendir, İstanbul (Turkey)
 Gülşah Çobanoğlu, İstanbul (Turkey)
 Güngör Yılmaz, Tokat (Turkey)
 Gürkan Semiz, Denizli (Turkey)
 H. Barış Özel, Bartın (Turkey)
 H.Askin Akpulat, Erzurum (Turkey)
 Hacı Halil Bıyık,, Aydın (Turkey)
 Haider Abbas, Karachi (Pakistan)
 Hakan Çalışkan Eskişehir (Turkey)
 Halil İbrahim Güler, Trabzon (Turkey)
 Halil Koç, Sinop (Turkey)
 Hamdi Aydın, Kocaeli (Turkey)
 Handan Ücun Özel, Bartın (Turkey)
 Hasan Akan, Şanlıurfa (Turkey)
 Hasan Akgül, Gaziantep (Turkey)
 Hasan Korkmaz, Elazığ (Turkey)
 Hasan Özçelik, Isparta (Turkey)
 Hatice Güneş Muğla, (Turkey)
 Hatice Kiremit Özenoğlu, Aydın (Turkey)
 Hatice Nurhan Büyükkartal, Ankara (Turkey)
 Hayri Duman, Ankara (Turkey)
 Hülya Altuntaş, Eskişehir (Turkey)
 Hüseyin Dural, Konya (Turkey)
 Ihsan A. Al-Shebbaz, Missouri (USA)
 İlgez Akata, Ankara (Turkey)
 İltaf Ullah, Nowshera (Pakistan)
 İbrahim İlker Özyiğit, İstanbul (Turkey)
 İbrahim Turna, Trabzon (Turkey)
 İbrahim Türkekul, Tokat (Turkey)
 İlker Avan, Eskişehir (Turkey)
 İlknur Bağdatlı Niğde (Turkey)
 İlknur Dağ, Eskişehir (Turkey)
 İnci Kravkaz, Kastamonu (Turkey)
 İrfan Albayrak, Kırıkkale (Turkey)
 İsa Başköse Ankara (Turkey)
 İsa Telci, Isparta (Turkey)
 İsmühan Potoğlu Erkara, Eskişehir (Turkey)
 Kadriye Uruç Parlak, Ağrı (Turkey)
 Kamil Koç, Manisa (Turkey)
 Kâmuran Aktas, Manisa (Turkey)
 Kerim Çiçek, İzmir (Turkey)
 Khalid M. Khawar, Ankara (Turkey)
 Kübra Sağlam, İstanbul (Turkey)
 Levent İzci, Isparta (Turkey)
 M. Ufuk Özbek, Ankara (Turkey)
 Malik Faisal, İslamabad (Pakistan)
 Manzoor Ahmad, İslamabad (Pakistan)
 Marjan Komnenov, Skopje (Macedonia)

Maryam Keshavarzi, Tehran (Iran)
 Mehmet Arslan, Kayseri (Turkey)
 Mehmet Burçin Mutlu, Eskişehir (Turkey)
 Mehmet Candan, Eskişehir (Turkey)
 Mehmet Karaismailoğlu, Siirt (Turkey)
 Mehmet Sağıroğlu, Sakarya (Turkey)
 Mehmet Sincik, Bursa (Turkey)
 Mehmet Tekin Sivas (Turkey)
 Mehmet Yavuz Paksoy, Tunceli (Turkey)
 Mehmet Zülfi Yıldız, İzmir (Turkey)
 Mehtap Usta, Trabzon (Turkey)
 Menderes Çenet, Osmaniye (Turkey)
 Meral Yılmaz Cankılıç, Eskişehir (Turkey)
 Mesut Kırmacı, Aydın (Turkey)
 Metin Armağan, Aydın (Turkey)
 Mikail Açar, Tunceli (Turkey)
 Mohammed Merzouki, Fez (Morocco)
 Muammer Bahşi,Elazığ(Turkey)
 Muhammad Sarwar, Jam (Pakistan)
 Muhammad Yasin Ashraf, (Pakistan)
 Muhammed Mesud ,Hürkul Ankara (Turkey)
 Muhittin Dinç, Konya (Turkey)
 Murat Alan, Karabük (Turkey)
 Murat Kürşat, Bitlis (Turkey)
 Murat Olgun, Eskişehir (Turkey)
 Murat Turan, Denizli (Turkey)
 Mustafa Ateş, İzmir (Turkey)
 Mustafa Korkmaz, Erzincan (Turkey)
 Mustafa Yamaç, Eskişehir (Turkey)
 Mutlu Gültepe, Giresun (Turkey)
 Müge Sayitoğlu, İstanbul (Turkey)
 Nalan Yılmaz Sarıöz, Eskişehir (Turkey)
 Naşit İlci, Nevşehir (Turkey)
 Nazmi Polat, Samsun (Turkey)
 Necdet Değermenci, Kastamonu (Turkey)
 Necmi İşler, Hatay (Turkey)
 Nesil Erteron, Eskişehir (Turkey)
 Nilsun Demir, Ankara (Turkey)
 Nural Karagözü, Manisa (Turkey)
 Nurcan Yiğit, Kastamonu (Turkey)
 Nurdilek Güllmezoğlu, Eskişehir (Turkey)
 Nurhayat Dalkıran, Bursa (Turkey)
 Nuri Öner, Çankırı (Turkey)
 Nursel Aşan Baydemir, Kırıkkale (Turkey)
 Nursel Aşan Baydemir, Kırıkkale(Turkey)
 Oğuzhan Kaygusuz, Denizli (Turkey)
 Olga Sak, Balıkesir (Turkey)
 Onur Koyuncu, Eskişehir (Turkey)
 Ömer Çeçen, Karaman (Turkey)
 Ömer Koray Yaylacı, Eskişehir (Turkey)
 Özgür Emiroğlu, Eskişehir (Turkey)
 Perihan Kendirci, İzmir (Turkey)
 Rasime Demirel, Eskişehir (Turkey)
 Recep Sulhi Özkütük, Eskişehir (Turkey)
 Rıza Binzet, Mersin (Turkey)
 Rıza Binzet, Mersin (Turkey)
 Robert Angus, London (England)
 Saleem Ahmad, Islamabad (Pakistan)
 Salim Serkan Güçlü, Isparta, (Turkey)
 Salman Khan, Uttarkhand (India)
 Saye Nihan Çabuk, Eskişehir (Turkey)
 Seda Erkan Buğday, Kastamonu (Turkey)
 Seher Karaman Erkul, Aksaray (Turkey)
 Selami Selvi, Balıkesir (Turkey)
 Selen İlgün, Kayseri (Turkey)
 Selima Khatun, West Bengal (India)
 Selma Helli, Sakarya (Turkey)
 Serap Pulatsü, Ankara (Turkey)
 Serdar Aslan, Düzcce (Turkey)
 Serdar Gökhan Şenol,İzmir (Turkey)
 Serdar Makbul, Rize (Turkey)
 Serkan Gülsoy, Isparta (Turkey)

Hakemler/ Reviewer

Servet Arslan, Antalya (Turkey)
 Sevda Kırbag, Elazığ (Turkey)
 Sevda Turkis, Ordu (Turkey)
 Sevil Sungur, Nevşehir (Turkey)
 Seyit Ahmet Sargın, Alanya (Turkey)
 Sezgin Özden, Çankırı (Turkey)
 Shyam Singh Yadav, Lae (New Guinea)
 Sinan Güner, Artvin (Turkey)
 Snejana Doncheva, Sofia (Bulgaria)
 Soner Çetinkaya, Isparta (Turkey)
 Sumaira Sahren, Islamabad (Pakistan)
 Sunil Kumarkhan, Magra, Hooghly (India)
 Şahane F. Arslanoğlu, Samsun (Turkey)

Şebnem Şimşek, İzmir (Turkey)
 Şengül Aksan, Akseki-Antalya (Turkey)
 Şeniz Karabıyıklı, Tokat (Turkey)
 Sulhi Özkütük, Eskişehir (Turkey)
 Tahir Atıcı, Ankara (Turkey)
 Tamer Keçeli, Çankırı (Turkey)
 Taner Özcan, Balıkesir (Turkey)
 Tarkan Yorulmaz, Çankırı (Turkey)
 Temel Özek, Eskişehir (Turkey)
 Tuğba Bayrak Özbucak, Ordu (Turkey)
 Tuğba Ongun Sevindik, Sakarya (Turkey)
 Turan Arabacı, Malatya (Turkey)
 Turgay Dindaroğlu, K. Maraş (Turkey)
 Tülay Ezer, Niğde (Turkey)
 Ufuk Coşgun, Karabük (Turkey)

Ümit Subaşı, İzmir (Turkey)
 Ümit Şirin, Eskişehir (Turkey)
 Ünal Öznelmas, Eskişehir (Turkey)
 Volkan Altay, Hatay (Turkey)
 Yavuz Bülent Köse, Eskişehir (Turkey)
 Yeşim Dağlıoğlu, Ordu (Turkey)
 Yeşim Kara, Denizli (Turkey)
 Yusuf Uzun, Van (Turkey) (Turkey)
 Zafer Ölmez, Artvin (Turkey)
 Zafer Yücesan, Trabzon (Turkey)
 Zekiye Kocakaya, Yozgat (Turkey)
 Zeynel Arslangündoğdu, İstanbul (Turkey)
 Zia Ullah, Beijing (China)

Genel Yayın Yönetmeni/Executive Editor: Ersin YÜCEL, Mine YÜCEL

Yayın Editörü/ Production Editor: İlkin YÜCEL ŞENGÜN

Mizapaj Editörü/Layout Editor: Dilge YÜCEL

Yazım ve Dil Editörü: Mine YÜCEL,

Veb düzeni/Web Consultant: Alper YARGIÇ, Didem AYDAN,
 Gülsultan ÇAVUŞOĞLU

Teknik Editör/Technical Editor: Recep Sulhi ÖZKÜTÜK

Editörlük Ofisi/Editorial Office: Yasemin YÜCEL, Umut KILINÇ

Abonelik Yöneticisi: Yasemin YÜCEL,

Kapak Düzeni/ Cover Layout: Mine YÜCEL

Genel Sekreter/Secretary: Faik CEYLAN

Baskı/Printing Press: Cetemenler, Eskişehir/Turkey



Survey of Entomopathogenic Organisms of the *Cantharis livida* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Cantharidae) in Turkey

Çağrı BEKİRCAN¹, Onur TOSUN^{*2}, Hilal YILDIRIM³
ORCID: 0000-0002-5968-7359; 0000-0002-6763-5671; 0000-0002-6072-5543

¹ Turkey Selçuk University, Sarayönü Vocational School, Department of Veterinary Medicine Konya, Turkey

² Karadeniz Technical University, Maçka Vocational School, Department of Veterinary Medicine, Trabzon, Turkey

³ Giresun University, Espiye Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Giresun, Turkey

Abstract

In the present study, one cephaline (septate) gregarine and mermithid infections were reported from the Cantharidae family for the first time. These infections were determined from different populations of *Cantharis livida* L. 1758 (Coleoptera: Cantharidae) in Turkey. During the observations, the main life stages of the current gregarine like trophozoite, gamont associative form (syzygy) and gametocyst stages were observed. The gamont stage which separated into two parts by septum as protomerite and deutomerite was the most common stage in the host gut and ovocylindrical gamonts measured 240.4 ± 29.0 (154.5-306.2; n=40) μm in length. The mermithid infection was observed only in two samples which were collected from Rize (total infection rate 3.22%). The determined juvenile forms were measured 270-281 μm in width and 68.6-79.98 mm in length.

Keywords: Cantharidae, *Cantharis livida*, Coleoptera, gregarine, mermithid

----- * -----

Cantharis livida Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Cantharidae)'nın entomopatojenik organizmalarının araştırılması

Özet

Bu çalışmada Cantharidae familyasında ilk kez enfeksiyon yapan bir gregarin ve mermitid enfeksiyonu tespit edilmiştir. Bu enfeksiyonlar Türkiye'deki farklı *Cantharis livida* L. 1758 (Coleoptera: Cantharidae) popülasyonlarından belirlenmiştir. Araştırma sırasında gregarine patojenine ait ana yaşam evreleri (Trofozoit, Gamont, sızıgi ve gametosit) gözlemlendi. Septum yapısı ile protomerit ve deutomerit olarak iki kısma ayrılan Gamont aşaması konak bağırsağında en sık rastlanan aşamadır ve $240,4 \pm 29,0$ (154,5-306,2; n=40) μm boyutlarında ölçülmüştür. Mermitid enfeksiyonu sadece Rize ilindeki popülasyonda iki örnekte gözlemlenmiştir (toplam enfeksiyon oranı % 3,22). tespit edilen juvenil formları 270-281 μm genişliğinde ve 68,6-79,98 mm uzunluğunda ölçülmüştür.

Anahtar kelimeler: Cantharidae, *Cantharis livida*, Coleoptera, gregarine, mermitid

1. Introduction

The soldier beetles (Coleoptera: Cantharidae) contain important predator species that prey upon a variety of aphids, whiteflies, lepidopteran eggs, thrips, and mites [1]. With these features, these beetles have great potential to use in biological control of the different pests. These beetles have pubescent soft-body and are characterized by the shape of the metasternal-metepisternal suture. This cosmopolitan taxon shows the presence in Turkey with the many species belonging to the *Cantharis* and *Malthodes* genera [2]. *Cantharis livida* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Cantharidae) is a

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905417661961; Fax.: +904625123552; E-mail: onrtsn61@hotmail.com

predator especially insect pests of poplar species in Turkey [3]. The predatory insects like a *C. livida* play a significant role in agricultural and environmentally sustainable pest control systems. Therefore, for successful biological control, we need to know knowledge that relies on their natural pathogen and enemies in addition to basic biological information on these type of predatory insects.

With the adoption of biological control techniques as a new approach to chemical control, entomopathogenic organisms emerged as promising factors [4]. Although entomopathogenic organisms are useful factors in the fight against pests, these friendly organisms may appear as unwanted enemies when it comes to beneficial insects. Therefore, great efforts have been spent on the isolation and identification of these organisms, all over the world especially the last couple of decades [5; 6; 7]. There is a lot of researches for determined the entomopathogens of the Cantharidae family [8; 9; 10; 11; 12]. There is no record of entomopathogenic organisms infecting *C. livida*. In this study, two entomopathogenic organisms; a gregarine and a nematode from *C. livida* populations were reported for the first time.

2. Materials and Methods

C. livida individuals were collected from April to August 2018-2019 at different localities in Rize and Giresun province of Turkey. The insect samples were placed in separate plastic boxes and transported laboratory as soon as possible. The thorax and abdomen internal organs of each specimen were excised and examined for natural pathogens and parasites of *C. livida* by light microscope [13; 14]. Samples were examined under a light microscope at a different magnification from 100X to 1000X. Isolated parasites were photographed with a Zeiss AXIO microscope with an Axicam ERc5s digital camera. The measurements were taken using ZEN 2.3 Blue Edition imaging software. Morphological characters and necessary measurements that are important for the systematic of gregarine and mermithid parasites were determined as in the literature [15; 16].

3. Results

During the 2018 and 2019, 62 adult *C. livida* members were collected from different populations. Result of the microscopical observations, two different entomopathogens; a gregarine (Apicomplexa: Eugregarinorida), and one nematode (Nematoda: Mermithida) were determined in the populations of *C. livida*. The first one was a gregarine and this pathogen was determined from all populations of the *C. livida* from Rize and Giresun and the total infection rate was determined as 9.6%. During the observations, main life stages like trophozoite, gamont associative form (syzygy) and gametocyst stages were observed (Figure 1). Trophozoites with cube-shaped epimerite at the apical tip were determined as globular or oval in shaped in the host gut (Figure 1A). Gamonts which separated into two parts by septum as protomerite and deutomerite were the most common stage in the host gut (Figure 1B). Ovocylindrical gamonts measured $240.4 \mu\text{m} \pm 29.0 \mu\text{m}$ (154.5-306.2 μm ; n=40) μm in length in the host gut. The protomerites were mostly oval shape and measured $43.9 \mu\text{m} \pm 5.4 \mu\text{m}$ (34.3-60.1 μm ; n=40) in length and $50.1 \mu\text{m} \pm 7.1 \mu\text{m}$ (30.3-68.7 μm ; n=40) μm in width. On the other hands, cylindrical deutomerites was measured as a $196.5 \mu\text{m} \pm 26.4 \mu\text{m}$ (120.2-246.1 μm ; n=40) in length and $77.6 \mu\text{m} \pm 10.6 \mu\text{m}$ (51.5-97.2 μm ; n=40) in width (Table 1). The associative forms (syzygy) which were consist of primite and satellite, were detected in the host gut (Figure 1C). The primite and satellite structures were measured as $236.8 \mu\text{m} \pm 8.6 \mu\text{m}$ (217.5-248.9 μm ; n=10) and $241.9 \mu\text{m} \pm 17.7 \mu\text{m}$ (214.6-263.3 μm ; n=10), respectively. Also, the length of protomerite (LP), the length of deutomerite, the wide of protomerite (WP) and deutomerite (WD) and etc. which belonging to structures of primite and satellite were measured and recorded (Table 1). The last observed stage was the gametocyst stage and this spherical stage measured as $262.1 \times 276.2 \mu\text{m}$ in diameter in the host gut (Figure 1D).

The second entomopathogenic organism determined from *C. livida* members was a nematode. This entomopathogenic nematode observed only in two samples which were collected from Rize (total infection rate 3.22%). The observed nematode was a member of the family Mermithidae with wire-like body shape and smooth cuticle with layers of spiral fibres. During the examination, only juvenile stages were determined and these juveniles had a blunt apical end with characteristic evident straight-rounded tail appendage with 51.8 μm length (Figure 2 A, B). According to measurements, the samples measured 270-281 μm in width and 68.6-79.98 mm in length.

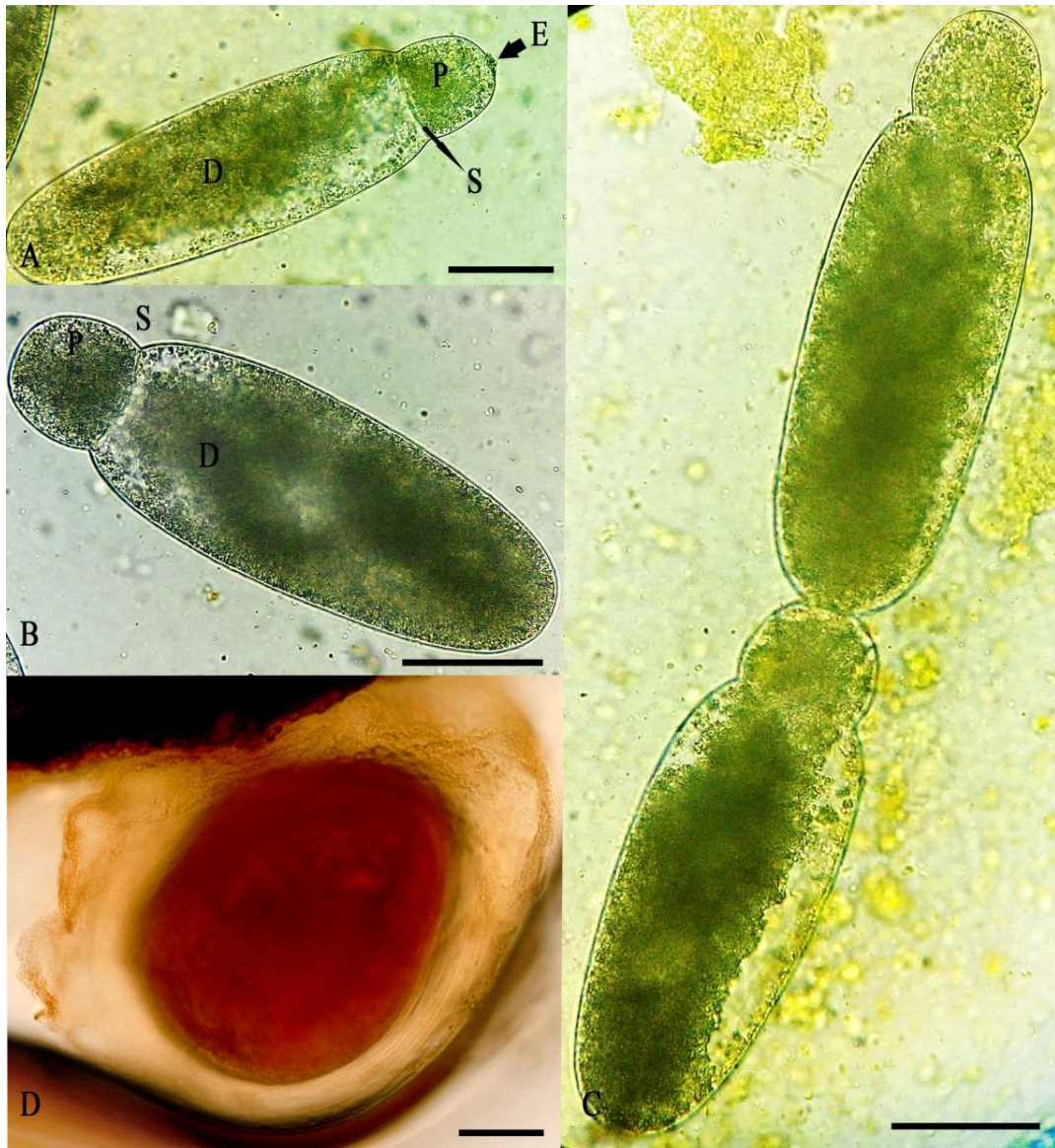


Figure 1. Life stages of the current cephaline (septate) gregarine from *C. livida*; Trophozoite (A), gamont (B), associative form (C) and gametocyst (D) of the gregarine. Abbreviations: E: epimerite, S: septum, D: deutomerite, P: protomerite, (Bars: 50µm)

Table 1. The measurements of gamont and associative forms (szygy) stages of the current gregarine (in µm)

		TL	LP	LD	WP	WD	LP:TL	WP: WD
Gamonts (n: 40)		240.4 ± 29.0 (154.5-306.2)	43.9 ± 5.4 (34.3-60.1)	196.5 ± 26.4 (120.2-246.1)	50.1 ± 7.1 (30.3-68.7)	77.6 ± 10.6 (51.5-97.2)	5.5 ± 0.7 (4.3-7.4)	1.6 ± 0.1 (1.1-1.8)
Associative form (szygy)		TL	LP	LD	WP	WD	LP:TL	WP: WD
	Primitive (n: 10)	236.8 ± 8.6 (217.5-248.9)	43.5±4.9 (37.2-51.6)	193.3±10.8 (171.7-206.1)	47.4±5.9 (37.2-56.1)	65.3±8.6 (52.6-81.3)	5.5±0.7 (4.6-6.5)	1.4±0.2 (1.1-1.6)
	Satellite (n: 10)	241.9±17.7 (214.6-263.3)	47.1±6.4 (40.1-52.1)	194.9±14.2 (174.5-211.8)	54.5±6.8 (42.9-60.7)	68.1±13.8 (57.2-85.8)	5.2±0.6 (4.6-6.1)	1.3±0.3 (0.9-1.5)

^a; minimal and maximal, TL; total length, LP; length of protomerite, LD; length of deutomerite, WP; width of protomerite, WD; width of deutomerite, LP:TL; ratio of the length of protomerite to total length, WP:WD; ratio of the width of protomerite to the width of deutomerite.

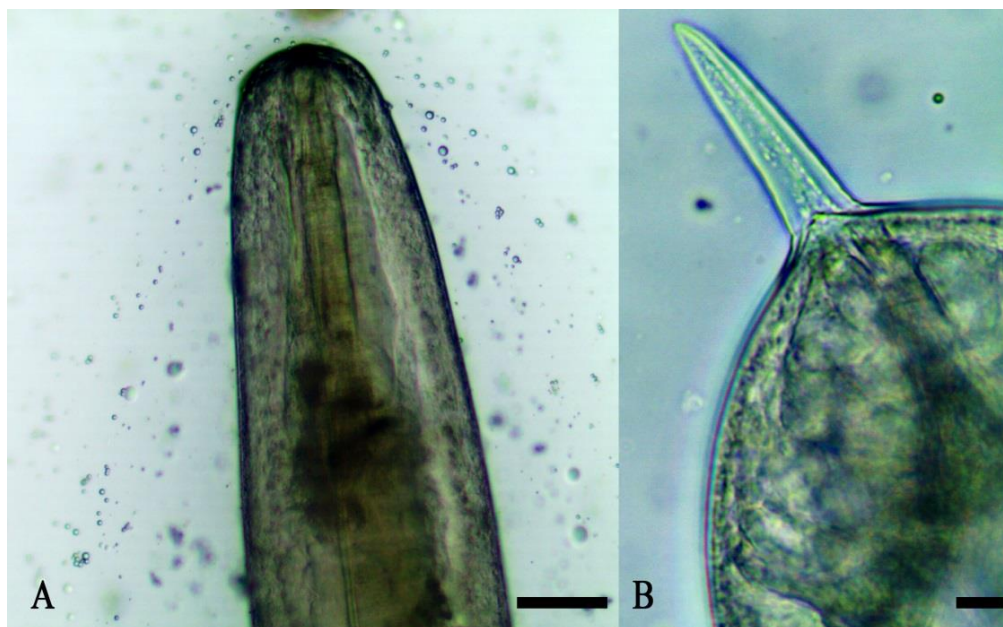


Figure 2. Mermithid parasite of *C. livida*. A: anterior end of juvenile mermithid (Bar: 100 μ m); B: posterior end of juvenile mermithid. (Bars: 10 μ m)

4. Discussion and conclusions

Although Cantharidae members have great potential to use as predator beetle in biological control, there is no much knowledge concerning their natural pathogens and parasites. Researches to identify the natural enemies of this group are very limited. In most of the studies, while the fungal infections were common, a microsporidian and nematode infections were detected too [10; 8; 9; 11]. In 1980, Purrini [10] identified the new microsporidian pathogen, *Pleistophora malthodes* sp. n. from *Malthodes fuscus* Waltl. (Cantharidae) in Lower Saxony, Germany. This was the first and last study to determine the microsporidian pathogen from Cantharidae members. In another study conducted by Nielsen and Philipsen in 2003 [9], entomopathogenic nematodes *Steinernema affine* and *Steinernema intermedium* were determined from unknown *Cantharis* members (*Cantharis* spp.). This study is the only study that carried in Cantharidae family for nematode detection. In other studies that carried for determining the natural pathogen and parasites of Cantharidae members, usually fungi infections especially Entomophthorales infections were determined at the different species like *Cantharis livida*, *Chauliognathus pensylvanicus*, *Chauliognathus marginatus* and, etc. [8; 12; 11]. This study was conducted to determine natural entomopathogens of the *C. livida* in Turkey. During the examinations, one gregarine (Apicomplexa: Eugregarinorida), and one nematode (Nematoda: Mermithida) were determined for the first time. The isolated gregarine was a cephaline (septate) gregarine which composed of one protomerite and one deutomerite, separated by a septum.

Gregarines belonging to the phylum Apicomplexa are common parasites of invertebrates and low chordates and they are usually classified into three orders based on differences in life history: Archigregarinorida, Eugregarinorida and Neogregarinorida [17]. Especially Eugregarinorida is a common group that causes chronic infections at the insect taxa [18; 19; 13; 20]. Although gregarines are a common parasite in insect taxa, there is no record of infection in the Cantharidae family until this study. Only in Turkey, there are more than five gregarine infection records in different coleopteran members (Table 2). When compared to the current gregarine dimensionally with these records, current gregarine is smaller than the detected gregarine species by Yaman et. al [21] and Bekircan et al. [13]. And these records differentiating from the current gregarine according to the host species. They were isolated from Chrysomelidae members; *Chrysolina fastuosa* and *Chrysolina herbacea*, respectively. On the other hand, the current gregarine is larger than other records which were determined from Chrysomelidae members in Turkey (Table 2). Unfortunately, in this study, a species-level definition could not be made, since the life cycle was not completed and molecular identification could not be made. However, the gregarine parasite that was isolated from *C. livida* presented here, is the first gregarine in Cantharidae family.

Table 2. The comparative characters of different gregarine records from coleopteran members

Characters	<i>Gregarina phyllotretae</i>	<i>Gregarine sp</i>	<i>G. tyographi</i>	<i>Gregarine sp</i>	<i>G. tyographi</i>	<i>Gregarine sp</i>	<i>Gregarine sp</i>	<i>Gregarine sp</i>	<i>Gregarine sp</i>
Host	<i>Phyllotreta undulata</i> , <i>Phyllotreta atra</i>	<i>Chaetocnema tibialis</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Psylloides cupreus</i>	<i>Ips tyographus</i>	<i>Chrysolina fastuosa</i>	<i>Chrysolina herbacea</i>	<i>Altica hampei</i>	<i>Cantharis livida</i>
Total length (µm)	150	75-185	80-275	177.2 ± 44.4	90-155	462.8 ± 103.7	463.88 ± 113.96	171 ± 40.2	240.4 ± 29.0
Protomerite	Conical	spherulelike to knoblike	oval to elongate	Ellipsoidal to ovoidal	oval to elongated	Globular or oval	Globular or oval	Globular or conoidal	Globular or oval
Deutomerite	hemicylindrical			Ellipsoidal to ovoidal			Ellipsoidal	conoidal	Cylindrical to conoidal
Gametocyst	Ellipsoidal 117 x 98		Spherical 90 × 100	-	Spherical 77 × 85	Ovoidal 314 x 266 to 427 x 372	Round 298.78-367.13 x 299.96-311.64	Ovoidal 202.9×200-205.9×202.3	Ovoidal 262.1×276.2
LP : TL	1 : 3–8	3.3-9.8	1:2.7-5.3	1: 3.9-7.1	1: 0.21-0.32	1: 3.9-11.7	1:3.80-7.31	1: 2.9-5.6	1: 4.3-7.4
WP:WD	1 : 1.1–1.7	1.0-3.2	1:1.1-1.3	1: 1.1-2.3	1: 0.74-1.08	1: 0.9-1.9	1: 1.16-3.13	1: 0.6-2.5	1: 1.1-1.8
Reference	[30]	[31]	[32]	[33]	[34]	[21]	[13]	[20]	In the present study

TL; total length, LP; length of protomerite, WP; width of protomerite, WD; width of deutomerite, LP:TL; ratio of the length of protomerite to total length, WP:WD; ratio of the width of protomerite to the width of deutomerite.

Another parasite determined in this study was a nematode. With a wire-like body shape and smooth cuticle with layers of spiral fibres, this nematode was a mermithid species. The taxonomy of the Mermithidae has been complicated due to insufficient sample collection as well as very limited morphological characteristics. Even the best-studied species in this taxon, *Romanomermis culicivorax*, has an unclear taxonomic status [22]. Similarly, in this study only juvenile stages of the current mermithid were determined, other life cycle stages (adult, egg and etc.) and related taxonomic characters required for species identification could not be determined. However, the relevant literature and the examined juvenile morphological features prove that the detected nematode shows great similarity with the genus *Hexameris* [16; 23; 24]. This genus is characterized with taxonomic parameters such as the medium-sized, white color; postparasitic juvenile and adult cuticles with cross fibers; terminal mouth; postparasitic juvenile with tail appendage and etc. [25; 26]. The current mermithid determined in this study had a medium-sized (270-281 µm in width and 68.6-79.98 mm in length), white color, terminal mouth and tail appendage (51.8 µm).

Similar to gregarine infections, mermithid infections in coleopteran members are frequent in Turkey. In 2006, Mennan and Ertürk [27] determined mermithid infection from *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae) and they measured this juvenile form as a 0.2-0.3 mm width and 150 mm length. In this study, the researchers reported that the anterior end of the juvenile form was blunt while the posterior end had a distinct short, finger-like tail appendage about 40 µm (38-48 µm). In another study, conducted by [28], a juvenile mermithid was determined from *Phyllotreta undulata* Kutschera, 1860 (Coleoptera: Chrysomelidae) with 152-162 µm width and 10.6-12.2 mm length. While this mermithid had a blunt anterior end, the posterior end had an appendage tail of about 52 µm. In 2011, Yaman et al. [21] reported another mermithid infection from *Chrysolina fastuosa* Scopoli, 1763 (Coleoptera: Chrysomelidae). They measured this mermithid 94 mm in length and 278.5 - 317.5 µm in width. Finally, in 2019 Bekircan and friends [29] determined another mermithid from *Agelastica alni* L. 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae) and it was measured 0.2-0.4 mm in width; 75-81 mm in length in this study.

In conclusion, this study was conducted for the determining the natural pathogen and parasite of the *Cantharis livida* L. 1758 (Coleoptera: Cantharidae) in Turkey. And one cephaline (septate) gregarine and mermithid infections were reported from the Cantharidae family for the first time with this study.

References

- [1] Schuber, J., M., Monteiro, L., B., Almeida, L., M., & Zawadneak, M., A., C. (2012). Natural enemies associated to aphids in peach orchards in Araucária, Paraná, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72, 847–852.
- [2] Yıldırım, E., Kopetz, A., & Bulak, Y. (2011). Contribution to the knowledge of the Cantharidae (Coleoptera) fauna of Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, 43(2), 1641-1646.
- [3] Gümüş, A., & Avcı, M. (2015). Poplar pest insects and their predators in Isparta province. *Turkish Journal of Forestry*, 16(2), 111-129.
- [4] Kaya, H., K., & Vega, F., E. (2012). Scope and basic principles of insect pathology. In H. K. Kaya & F. E. Vega (Eds.), *Insect Pathology* (pp. 1-12). London: Elsevier Inc.
- [5] Boucias, D., G., & Pendland, J., C. (1998). *Principles of Insect Pathology*. Boston: Kluwer Academic.
- [6] Cantwell, G., E. (Ed.). (1974). *Insect Diseases, Vols. 1 and 2*. New York: Marcel Dekker.
- [7] Tanada, Y., & Kaya, H., K. (1993). *Insect Pathology*. San Diego: Academic Press.
- [8] Eilenberg, J., Bresciani, J., & Martin, J. (1987). Entomophthora species with *E. muscae*-like primary spores on two new insect orders, Coleoptera and Hymenoptera. *Nordic Journal of Botany*, 7, 577-584.
- [9] Nielsen, O., & Philipsen, H. (2003). Danish surveys on insects naturally infected with entomopathogenic nematodes. *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes IOBC wprs Bulletin*, 26 (1), 131-136.
- [10] Purrini, V., K. (1980). *Pleistophora malthodes* sp. n. (Microsporidia, Protozoa) eine neue Mikrosporidie aus *Malthodes fuscus* Waltl. (Cantharidae, Coleoptera). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 53, 87-88.
- [11] Steinkraus, D., C., Hajek, A., E., & Lieberr, J., K. (2017). Zombie soldier beetles: Epizootics in the goldenrod soldier beetle, *Chauliognathus pensylvanicus* (Coleoptera: Cantharidae) caused by *Eryniopsis lampyridarum* (Entomophthoromycotina: Entomophthoraceae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 148, 51–59.
- [12] Wheeler, A., G. (1988). Violent deaths" of soldier beetles (Coleoptera: Cantharidae) revisited: new records of the fungal pathogen *Eryniopsis lampyridarum* (Zygomycetes: Entomophthoraceae). *The Coleopterists Bulletin*, 42(3), 233-236.
- [13] Bekircan, Ç., Tokarev, Y., Tosun, O., & Baki, H. (2016). Detection of Neogregarine and Eugregarine Apicomplexa Infections from *Chrysolina herbacea* (Duftschmid 1825) (Coleoptera: Chrysomelidae) in Turkey. *Turkish Journal of Life Sciences*, 1(2), 59-64.
- [14] Bekircan, Ç., Baki, H., & Tosun, O. (2018). The Distribution of *Aranciocystis muskarensis* (Neogregarinida: Ophryocystidae) in Populations of *Anisoplia segetum* Herbst (Coleoptera: Scarabaeidae) in Turkey and Its Relationship with Climatic Factors. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(2), 146-152.
- [15] Lipa, J., J. (1967). Studies on Gregarines (Gregarinomorpha) of Arthropods in Poland. *Acta Protozoologica*, 5, 97-179.
- [16] Poinar, G., O. (1988). Nematode parasites of Chrysomelidae. In E. Petitpierre, T. H. Hsiao, & P. H. Jolivet (Eds.), *Biology of Chrysomelidae* (pp. 433- 448), Boston: Kluwer Academic Publishers.
- [17] Perkins, F., O., Barta, J., R., Clopton, R., E., Pierce, M., A., & Upton, S., J. (2002). Phylum Apicomplexa Levine, 1970. In: J. J. Lee, G. F. Leedale, & P. Bradbury (Eds.), *An Illustrated Guide to the Protozoa* (second ed., vol. 1.) Lawrence, KS, USA, Society of Protozoologists.
- [18] Théodoridés, J. (1988). Gregarines of Chrysomelidae. In E. Petitpierre, T. H. Hsiao, & P. H. Jolivet (Eds.), *Biology of Chrysomelidae*, Boston: Kluwer Academic Publishers, 417-431.
- [19] Tosun, O., Yaman, M., & Aydin, Ç. (2008). Parasites of *Phyllotreta atra* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae) in Trabzon. *Turkish Journal of Parasitology*, 32(2), 153-157.
- [20] Yıldırım, H., Tosun, O., & Bekircan, Ç. (2019). The First Record of A Gregarine Pathogen from *Altica hampei* (Allard, 1867) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(5), 799-805.
- [21] Yaman, M., Tosun, O., Lipa, J., J., & Aslan, İ. (2011). First Records of A Gregarine Pathogen and A Mermithid Parasite from *Chrysolina fastuosa* (Scopoli 1763) (Coleoptera: Chrysomelidae). *North-Western Journal of Zoology*, 7(1), 105-111

- [22] Petersen, J., J. (1985). Nematodes as biological control agents: Part 1. Mermithidae, In J. R. Baker & R. Muller (Eds). *Advances in Parasitology* (pp 307–344). London: Academic Press.
- [23] Kaiser, H. (1991). Terrestrial and semiterrestrial Mermithidae. In W. R. Nickle, M. Dekker (Eds.), *Manual of Agricultural Nematology* (pp. 899-965). New York.
- [24] Drea, U., Gruber, F., Fuester, R., W., Mercadier, G., & Hoyer, H. (1997). Observations on *Hexameris albicans* (Nematoda: Mermithidae) recovered from *Lymantria dispar* and *Stilpnotia salicis* (Lep: Lymantriidae) in West Germany and Austria. *Entomophaga* 22, 141-146.
- [25] Steiner, G. (1924). Beitrage zur Kenntnis der Mermithidae. 2 Teil. Mermithiden aus Paraguay in der Sammlung des Zoology. Museums zu Berlin. *Zentralblatt fuer akteriologie Parasitenkunde Infektionskrankheiten*. 62, 90 - 110.
- [26] Mazza, G., Paoli, F., Strangi, A., Torrini, G., Marianelli, L., Peverieri, G. S., ... Poinar, G. O. (2017). *Hexameris popilliae* n. sp. (Nematoda: Mermithidae) parasitizing the Japanese beetle *Popillia japonica* Newman (Coleoptera: Scarabaeidae) in Italy. *Systematic Parasitology*, 94(8), 915–926. doi:10.1007/s11230-017-9746-0
- [27] Mennan, S., & Ertürk, Ö. (2006). First record of parasitism of a Mermithidae (Nematoda) on *Leptinotera decemlineata* (Col: Chrysomelidae) in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology*. 24, 39-43.
- [28] Yaman, M., Tosun, O., & Aydın, Ç. (2009). Occurrence of The Pathogens and Parasites of *Phyllotreta undulata* (Coleoptera: Chrysomelidae) İn Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 33, 139-146.
- [29] Bekircan, Ç., Tosun, O., & Yıldırım, H., (2019 Aralık 27-29). *Kızılağaç Yaprak Böceği Agelastica alni* (Coleoptera: Chrysomelidae) de Türkiye İçin İlk Mermitid (Mermithida: Mermithidae) Enfeksiyonu Kaydı, 2. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi, Samsun Türkiye
- [30] Yaman, M. (2002). *Gregarina phyllotretae* (Hoshide, 1953), a Protozoan Parasite of the Flea Beetles, *Phyllotreta undulata* and *P. atra* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Turkey. *Applied Entomology and Zoology*, 37(4), 649-53.
- [31] Yaman, M. (2004). A Newly Recorded Gregarine Parasite of *Chaetocnema tibialis* (Coleoptera: Chrysomelidae) from Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 28(1), 95-96.
- [32] Yaman, M. (2007). *Gregarina typographi* Fuchs, a gregarine pathogen of the six-toothed pine bark beetle, *Ips sexdentatus* (Boerner) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 31, 359-363.
- [33] Yaman, M., Tosun, O., & Aslan, İ. (2008). On The Occurrence of A Gregarine Parasite from *Psylloides cupreus* (Koch 1803) (Coleoptera: Chrysomelidae) of Turkey. *North-Western Journal of Zoology*, 4(1), 167-172.
- [34] Yaman, M., & Baki, H. (2010). The First Record of *Gregarina typographi* Fuchs. (Protista: Apicomplexa: Gregarinidae) from the European Spruce Bark Beetle, *Ips typographus* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae:Scolytinae) in Turkey. *Turkish journal of Parasitology*, 34 (4), 179-82.



Effect of black grape extract on MMP-9 gene expression in breast cancer cells

Ahu SOYOCAK ^{*1}, Gülşah KOÇ ¹
ORCID: 0000-0003-0999-2774; 0000-0002-9678-5652

¹ Istanbul Aydın Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Turkey

Abstract

Metastasis is among the most important factors in the decrease in breast cancer survival and treatment failure. It is of great importance to elucidate the molecular pathways of breast cancer metastasis. Recent research shows that polyphenolic compounds in plants have anti-invasive and anti-metastatic activities. Molecular mechanism of black grape extract including abundant polyphenols on breast cancer and metastasis are not yet fully known. In our study, it was aimed to determine the effect of black grape extract applied to human breast cancer cell line on cell viability and adhesion and on MMP-9 gene expression, which is thought to have a role in metastasis. In the study, cell viability by trypan blue method, cell adhesion with 3'-[1-[(phenylamino)-carbonyl]-3,4-tetrazolium]-bis(4-methoxy-6-nitro)benzene-sulfonic acid hydrate (XTT) method and matrix metalloproteinases 9 (MMP-9) gene expression by qRT-PCR were determined in MCF-7 breast cancer cell lines. In our study, it was found that black grape extract decreased MMP-9 gene expression, cell viability and adhesion and this decrease was not statistically significant ($p > 0.05$). The study results support the hypothesis that natural anti-cancer agents such as polyphenols can be prevent cancer to occur and spread by acting on molecules such as MMP-9. However, further studies are needed to elucidate the molecular mechanisms of polyphenols.

Keywords: breast cancer, MCF-7, grape extract, MMP-9, gene expression

----- * -----

Siyah üzüm ekstresinin meme kanseri hücrelerinde MMP-9 gen ekspresyonu üzerine etkisi

Özet

Meme kanseri sağ kalım oranındaki düşüş ve tedavisindeki başarısızlığın en önemli etkenleri arasında metastaz görülmektedir. Meme kanseri metastazının moleküler yollarının aydınlatılması büyük bir öneme sahiptir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, bitkilerde bulunan polifenolik bileşiklerin anti-invaziv ve anti-metastatik yeteneklere sahip olduğunu göstermektedir. Bol miktarda polifenol içeren siyah üzüm ekstresinin meme kanseri ve metastazı üzerindeki etkisi ve moleküler mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir. Çalışmamızda, insan meme kanseri hücre dizisine uygulanan siyah üzüm ekstresinin hücre canlılığı ve adezyonuna etkisi ile metastazda rolü olabileceği düşünülen MMP-9 gen ekspresyonu üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. MCF-7 meme kanser hücre dizilerinde tripan blue yöntemi ile hücre canlılığı, sodyum 3'-[1-[(phenylamino)-carbonyl]-3,4-tetrazolium]-bis(4-methoxy-6-nitro)benzene-sulfonic acid hydrate (XTT) yöntemi ile hücre adezyonu ve qRT-PCR ile matriks metalloproteinaz 9 (MMP-9) gen ekspresyonu belirlenmiştir. Çalışmamızda, siyah üzüm ekstresinin MMP-9 gen ekspresyonunu, hücre canlılığını ve adezyonunu azalttığı, bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$). Sonuç olarak polifenoller gibi doğal kanser önleyici ajanların MMP-9 gibi kanserin oluşmasını ve yayılmasını sağlayan moleküllere etki ederek önleyebileceği fikri desteklenmiştir. Bununla birlikte polifenollerin etkilediği moleküler mekanizmaların aydınlatılabilmesi için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: meme kanseri, MCF-7, üzüm ekstresi, MMP-9, gen ekspresyonu

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +904441428; Fax.: +902124255759; E-mail: ahusoyocak@aydin.edu.tr

1. Giriş

Meme kanseri dünya çapında en yaygın görülen kanserler arasında yer almakta ve kadınlarda kansere bağlı ölümlerin nedenleri arasında etkin bir rol oynamaktadır. Meme kanseri sağ kalım oranındaki düşüş ve tedavisindeki başarısızlığın en önemli etkenleri arasında metastaz görülmektedir. Metastazın engellenmesi meme kanseri ile mücadelede önemli bir basamak gibi görünmektedir. Meme kanseri metastazının moleküler yollarının aydınlatılması bu nedenle büyük bir öneme sahiptir.

Matriks metaloproteinazlar (MMP'ler), hücre dışı matriks bileşenlerinin yeniden şekillenmesinde görevli, 20'den fazla farklı üyesi olan çinkoya bağlı endopeptidaz protein ailesi olarak tanımlanmaktadır [1,2]. MMP ailesi üyeleri, jelatinler, kolajenazlar, stromelisinler, matrilisinler ve membran tipi MMP'ler olmak üzere çeşitli gruplara ayrılmaktadır [3]. MMP'ler tümör mikro çevresinin düzenleyicileri olarak, birçok mekanizma yoluyla kanserleşme sürecinin başlamasına, gelişmesine ve ilerlemesine katkıda bulunan önemli faktörler arasında gösterilmektedir [4,5]. Özellikle metastazla ilgili MMP'ler, bazal membranları bozar, hücre dışı matriks bileşenlerini yıkıma uğratar ve hücrel invazyonu uyarır [4,5].

Jelatinaz B olarak da bilinen matriks metaloproteinaz-9 (MMP-9), 20q13.12 kromozomunda lokalize, 13 ekzon ve 12 introndan oluşan gen bölgesi tarafından sentezlenir [3,6]. MMP-9 kanser hücresi invazyonunda ve tümör metastazında oynadığı rol nedeniyle en yaygın araştırılan MMP'lerden biri olup, agresif ve metastatik meme kanseri ile kuvvetli bir şekilde ilişkisi olduğu gösterilmiştir [3,6,7]. Yapılan araştırmalarda insan meme kanserinde MMP-9'un stromal hücrelerden ekspresyonunun önemli bir prognostik etki gösterebileceği bildirilmiştir [8,9]. Araştırmalar sağlıklı meme dokusunda MMP-9 gen ekspresyonunun düşük seviyede, meme kanseri hücrelerinde ise anlamlı derecede yüksek seviyede olduğunu göstermektedir [10–13]. Bu nedenle meme kanserinde, MMP-9'un biyobelirteç olabileceği üzerinde önemle durulmaktadır. Ayrıca, tümör hücreleri tarafından yüksek MMP-9 ekspresyonunun, lenf nodu ve uzak organ metastazı ile ilişkisi belirtilmiştir [9,14,15]. Metastatik lenf nodlarında MMP-9'un aşırı ekspresyonu gösterilmiştir. Meme kanseri dokularında MMP-9 ve MMP-2 ekspresyon seviyelerinin lenf nodu metastazı ve tümör evrelemesi ile korele olduğu bulunmuştur [13].

Son yıllarda yapılan araştırmalar, bitkilerde bulunan polifenolik bileşiklerin anti-invaziv ve anti-metastatik yeteneklerine sahip olduğunu göstermektedir. Bitkisel kimyasalların önemli bir grubunu oluşturan bu polifenolik bileşikler, bitkilerin köklerinde, sebzelerde, meyvelerde, çay, kahve, kakao, şarap gibi bitkisel ürünlerde yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Polifenoller, diyetteki başlıca antioksidanlardır [16]. Diyet konsantresi olarak tüketilen üzüm ekstreleri yüksek düzeyde polifenol içermektedir. Siyah üzüm ekstresi (enoant), *Vitis vinifera* L. (Cabernet-Sauvignon ve Merlot) cinsi siyah üzümlerin kabuğu ve çekirdeğinden elde edilmektedir [17]. Ekstre antioksidan, antibakteriyel ve antialerjik özelliklere sahiptir. Ekstrenin kardiyovasküler hastalıklar, solunum ve bağışıklık sistemi hastalıkları, alerji ve bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde terapötik ve profilaktik amaçlarla kullanılabilirliği bildirilmektedir. Ayrıca, kanser tedavisinde kemoterapötik ajanların ve iyonlaştırıcı radyasyonun zararlı etkilerine karşı kullanılabilirliği önerilmektedir [18]. Bunun yanında siyah üzüm ekstresinin meme kanseri ve metastazı üzerindeki etkisi ve moleküler mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir. Çalışmamızda, insan meme kanseri hücre dizisine uygulanan siyah üzüm ekstresinin hücre canlılığı ve adezyonuna etkisi ile metastazda rolü olabileceği düşünülen MMP-9 gen ekspresyonu üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1 Hücre Kültürü

Çalışmamızda MCF-7 meme kanser hücre dizileri, 25 cm²'lik flasklarda % 10 fetal bovine serumu (FBS), %1 penisilin/streptomisin ve 2 mM L-glutamin içeren Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM) besiyeri içerisinde, 37°C'de %5 CO₂ içeren ortamda kültüre edildi.

2.2 Üzüm ekstresi

Çalışmamızda fenolik madde içeriği folin metodu ile 47,78 mg gallik asit/ml belirlenen "Enoant" siyah üzüm ekstresi kullanıldı. "Enoant" içeriğinde, kateşin (333,0 ±2,607 ppm), epikateşin (154,4 ±0,305 ppm), trans-resveratrol (6,469 ±0,05 ppm) ve kersetin (43,74 ±0,335 ppm) polifenoller bulunmaktadır [17]. Üzüm ekstresi Enoant MCF-7 hücrelerine 2 kere 1/1000 olarak seyreltilerek elde edilen iki farklı konsantrasyonda (E1 ve E2) 24 saat süreyle uygulandı.

2.3 Hücre canlılığı

Üzüm ekstresine maruz bırakılan MCF-7 hücrelerinde canlılık yüzdesi tripan blue yöntemi kullanılarak belirlendi. İnkübasyon sonrasında tripsinlenerek flask tabanından ayrılan hücreler tripan blue boyasına maruz bırakıldı. 15 dk sonra boyanan cansız ve boyanmayan canlı hücrelerin miktarı Neubauer lamında sayılarak belirlendi. Sayım

sonrası % hücre canlılığı formülüne göre belirlendi. Formül: ‘canlı hücre sayısı/(canlı hücre sayısı+ölü hücre sayısı)x100’

2.4 Hücre adezyonu

Üzüm ekstreğine 24 saat süreyle maruz bırakılmak üzere MCF-7 hücreleri 96 kuyucuklu plakelere her kuyucukta 7×10^3 hücre olacak şekilde ekildi. Ekimi yapılan hücrelerden üzüm ekstresi uygulanan ve uygulanmayan deney grupları oluşturuldu. Her deney grubu için kuyucukların yarısında adezyonu belirlemek için yıkama işlemi yapılırken, diğer yarısında yıkama işlemi yapılmadı. Adezyon kuyucuklarında yıkama işlemi 3 kez PBS ile gerçekleştirildi. Yıkanan ve yıkılmayan kuyucuklara taze 100 µl besiyeri ve 50 µl XTT solüsyonu eklenerek ELISA cihazında 450nm dalga boyunda ölçüldü. Ölçüm sonuçları formülde yerine konarak adezyon belirlendi. Deneyler 3 kez tekrarlandı. Formül: $1 - [(yıkılmamış kuyucuk \text{ absoransı} - yıkılmış kuyucuk) / yıkılmamış kuyucuk]$

2.5 RNA izolasyonu

Üzüm ekstresi uygulamasından 24 saat sonra tripsinize edilen hücrelerden RNA izolasyonu ticari kit (Bio Basic, Markham, Kanada) kullanılarak kit prosedürüne uygun olarak gerçekleştirildi. İzole edilen RNA örneklerinin miktarları spektrofotometrik olarak mikrotipler okuyucu cihazda (Thermo Scientific Drop Plate, USA) 260 nm’de ölçülerek belirlendi. Absorbans 260 ve 280 nm’de yapılan ölçüm oranı (A260/280) ~1,8-2 arasında olan RNA’lar saf olarak kabul edildi. RNA miktarları belirlenen örnekler cDNA sentezi gerçekleştirilene kadar -80°C’de saklandı.

2.6 Komplementer DNA (cDNA) sentezi

MMP-9 gen ekspresyon seviyesini belirlemek üzere izole edilen RNA’lardan cDNA sentezi (OneScript Plus cDNA Synthesis, Applied Biological Materials, Kanada) gerçekleştirildi. Kit içeriğinde yer alan OneScript® Plus revers transkriptaz (200 U/µl), 5X RT Buffer, dNTP (10 mM), Random (10 µM) primer, RNaseOFF Ribonükleaz İnhibitör (40 U/µl) ve nükleazsız su ile oluşturulan reaksiyon karışımına 200 ng RNA eklendi. cDNA sentezi PCR cihazında (Techne Prime termal cycler, UK); 25°C 10 dk., 42°C 50 dk. ve 85°C 5 dk.’da inkübe edilerek gerçekleştirildi. cDNA sentezi sonrasında örnekler qRT-PCR işlemine kadar -20°C’de saklandı.

2.7 Real-time PCR (qRT-PCR) analizi

Hücrelerde MMP-9 ekspresyonu, cDNA’lar aracılığı ile qRT-PCR (MIC qPCR, Bio Molecular Systems, Avustralya) cihazı kullanılarak belirlendi. Revers transkriptaz reaksiyon ürünü cDNA’lar, PCR Master Miks (TagMan® Gen Ekspresyon Master Miks), MMP-9 genine özgü primer-prob seti (TagMan® Gene Expression Assay (20X)) ve nükleazsız su içeren reaksiyon karışımı hazırlandı. Reaksiyon karışımı 2 dk 50°C, 10 dk 95°C’de inkübe edildikten sonra, 15 sn 95°C, 60 sn 60°C (40 döngü) olacak şekilde okutuldu. MMP-9 (Hs01548727_m1, Applied Biosystems) hedef gen ekspresyonu, 18S RNA (Hs99999901_s1, Applied Biosystems) housekeeping gen ile normalize edildi. qRT-PCR’da her bir örnek için 3’er kuyucukta okuma yapıldı. Gen ekspresyon seviyeleri, Ct değerleri kullanılarak $2^{-\Delta Ct} = 2^{-(Ct_{gen} - Ct_{housekeeping\ gen})}$ formülüne göre hesaplandı [19]. Üzüm ekstraktı uygulanmayan kontrol grubu kalibratör olarak belirlendi ve bu gruba göre gen ekspresyon seviyesi kat değişimi hesaplandı. qRT-PCR’da yapılan her okumada cDNA kalıbı içermeyen kontrol grubu (no template control, NTC) okundu.

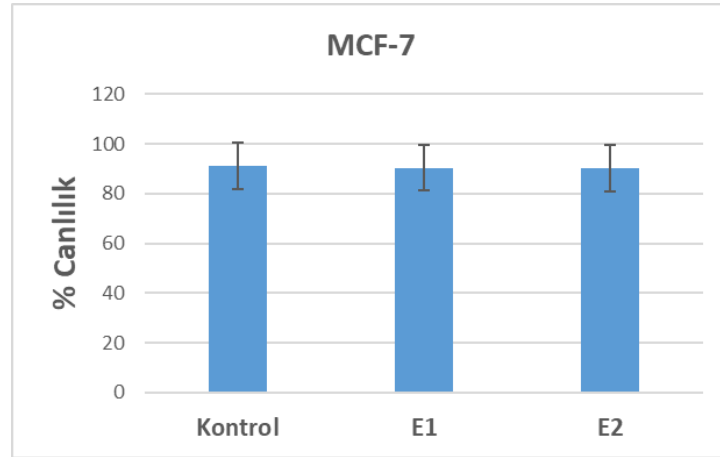
2.8 İstatistiksel Analiz

Tüm değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk normalite testi ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren değişkenler tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) ile karşılaştırıldı. Varyanslar homojen olduğu için çoklu karşılaştırmalar Tukey testi ile yapıldı. $p < 0.05$ değeri anlamlılık düzeyi olarak belirlendi ve tüm analizler IBM SPSS Statistics 21 programı kullanılarak yapıldı.

3. Bulgular

1. Hücre canlılığı

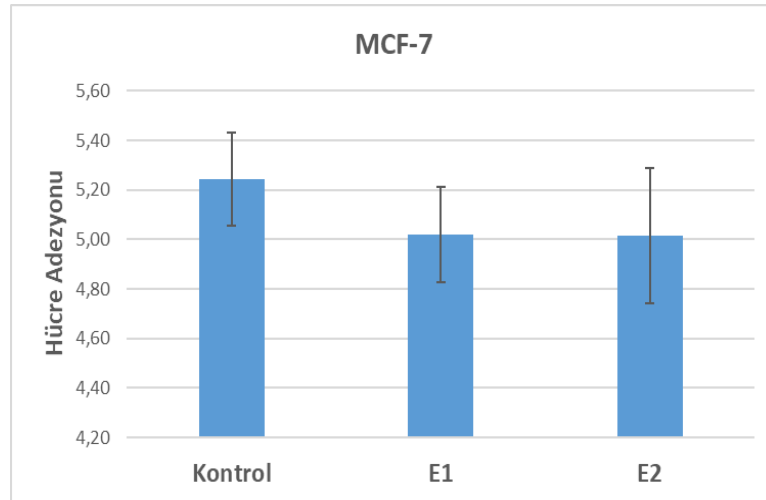
MCF-7 hücrelerine üzüm ekstresi belirli konsantrasyonlarda uygulandıktan sonra hücre canlılık yüzdeleri değerlendirildi. Hücre canlılığının E1 (90,2840±9,17067) ve E2 (90,318±9,31702) konsantrasyonlarında kontrol grubuna (91,2860±9,29825) göre azaldığı bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlendi (sırasıyla $p=0,984$; $p=0,985$) (Şekil 1).



Şekil 1. Üzüm ekstresi uygulanan MCF-7 hücrelerinde hücre canlılık yüzdesi

2. Hücre adezyonu

Üzüm ekstresinin adezyona etkisi değerlendirildiğinde, MCF-7 hücrelerinde kontrol grubuna göre adezyonun istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalmaya neden olduğu bulundu (sırasıyla $p=0,134$; $p=0,120$) (Şekil 3).



Şekil 2. Üzüm ekstresi uygulanan MCF-7 hücrelerinde hücre adezyonu

2. MMP-9 gen ekspresyonu

MCF-7 hücrelerine üzüm ekstresi uygulandıktan sonra MMP-9 gen ekspresyonunun kontrol grubuna göre azaldığı belirlendi. Bu azalmanın kontrol grubuna göre E1 konsantrasyonu uygulanan grupta 0,81 kat, E2 konsantrasyonu uygulanan grupta -0,22 kat olduğu bulundu (Tablo 1).

Tablo 1. MMP-9 Gen Ekspresyonu Kat Değişimi

Gen Ekspresyonu	Kontrol	E1	E2
MMP-9	1	0,81	-0,22

4. Sonuçlar ve tartışma

Tümör metastazı meme kanseri mortalitesinin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar, meyve ve sebzelerde bol miktarda bulunan polifenollerin; antioksidan aktivite gösterme, gen ekspresyonunu düzenleme, hücre döngüsünü durdurma, apoptozu uyarma, bağışıklık sistemini düzenleme, anti-invaziv

ve anti-metastatik yeteneklere sahip olduğunu göstermiştir [20]. Polifenollerin başlattığı hücre yolaklarının meme dokusundaki kanserojen süreçleri geciktirebileceği ve azaltabileceği yapılan araştırmalarda önerilmektedir [21,22]. Bu araştırmalardan birinde; polifenollerce zengin *Euphorbia supina* ekstraktının metastatik meme kanseri MDA-MB-231 hücrelerinde TNF- α aracılı VCAM-1 ekspresyonunu etkili bir şekilde azalttığı, MMP-9 aktivasyonunu ve hücre invazyonunu inhibe ettiği gösterilmiştir. Bu ekstraktın normal hücrelerde minimal sitotoksikite göstermesi nedeniyle kanser metastazına karşı terapötik bir ajan olarak kullanılması önerilmiştir [23]. Başka bir çalışmada *Artemisia annua* L., bitkisinden elde edilen polifenollerin MDA-MB-231 meme kanseri hücreleri üzerindeki anti-metastatik etkileri araştırıldığında, MDA-MB-231 hücrelerinin endotel hücrelere adezyonunu VCAM-1 ekspresyonunun azaltarak inhibe ettiği, MMP-2 ve MMP-9 inhibisyonu ile hücre invazyonunu inhibe ettiği bulunmuştur [24].

Üzüm çekirdeği ekstraktları, antioksidan kapasitesi yüksek, kemopreventif ve antikanser özelliklere sahip olduğu bilinen zengin bir polifenol kaynağıdır. Moleküler etki mekanizmalarının tamamı tam olarak bilinmemekle birlikte, üzüm çekirdeği ekstresi aromataz/östrojen biyosentezini baskılaması nedeniyle meme kanserine karşı kemopreventif ajan olarak kabul edilmiştir [23,24]. Üzümün ana bileşenlerinden biri olan resveratrolün, anti-invaziv mekanizmaya olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, MCF-7 meme kanser hücre dizilerine, resveratrolün 2, 5 ve 10 μ M konsantrasyonları uygulanmıştır. Araştırmada resveratrolün insan meme kanseri hücrelerinin invazyonuna ve MMP-9 ekspresyonuna olan inhibe edici etkisinin kısmen MAPK/ERK sinyal yolağı üzerinden gerçekleştirdiği bildirilmiştir [25]. Üzüm çekirdeği ekstraktının MDA-MB-231 meme kanser hücrelerinde uygulandığı bir başka çalışmada, düşük konsantrasyonların MMP-9 ve MMP-2 aktivitesini düşürerek hücre migrasyonu ve invazyonunu azalttığı gösterilmiştir [26]. Üzüm çekirdeği ekstresi fenolik fraksiyonun, uygun konsantrasyonlarda MCF-7 meme kanser hücrelerinde apoptotik hücre ölümünü indüklediği bildirilen bir çalışmada, üzüm çekirdeği ekstresi'nin MCF-7 üzerindeki sitotoksik etkisinin polifenol konsantrasyonuna ve tedavi süresine bağlı olduğu belirtilmiştir [27].

Çalışmamızda, MCF-7 hücrelerine siyah üzüm ekstresi uygulandıktan sonra hücre canlılık yüzdeleri ve hücre adezyonu değerlendirilmiştir. Siyah üzüm ekstresinin, MCF-7 hücrelerinde kontrol grubuna göre hücre canlılığı ve adezyonunda istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte azalmaya neden olduğu bulunmuştur. Elde edilen bu ön sonuçlar, meme kanser hücrelerinde uyguladığımız siyah üzüm ekstresinin anti-kanser etkili bitkisel destek olarak kullanılabilmesi açısından umut verici görünmektedir. Farklı doz, konsantrasyon ve maruz kalma süresi ile yapılacak ileri çalışmalar siyah üzüm ekstresinin meme kanseri üzerindeki etkisini aydınlatmada yol gösterici olacaktır.

İnsan meme kanseri hücrelerinde MMP-9 gen ekspresyonunun sağlıklı hücrelere göre arttığı farklı çalışmalarla gösterilmiştir [8–13]. Üzüm çekirdeği ekstraktı uygulanan MDA-MB-231 meme kanser hücrelerinde düşük konsantrasyonların MMP-9 ve MMP-2 aktivitesini azaltarak, hücre migrasyonu ve invazyonunu azalttığı gösterilmiştir [24]. Bu çalışmalar meme kanserinde polifenolik bileşiklerle MMP-9 ekspresyonunu etkileyerek, invazyon ve metastazı engellenebileceği fikrini destekler niteliktedir. Çalışmamızda, siyah üzüm ekstresinin MCF-7 hücrelerinde MMP-9 gen ekspresyonunun azalttığı belirlenmiştir. Bu sonuç, siyah üzüm ekstresinin meme kanseri hücrelerindeki metastatik süreci yavaşlatabileceğini düşündürmektedir.

Polifenoller gibi doğal kanser önleyici ajanların, bazı karsinogenez yollarını bloke ederek kanserin oluşmasını ve yayılmasını önleyebileceği fikri yapılan araştırmalarla her geçen gün daha da desteklenmektedir. Yapılan in vitro araştırmaların sonuçlarının yorumlanması ve klinik uygulamasının netleştirilebilmesi için ileri çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu sayede diyetle alınan polifenollerin, prognozu iyileştirmek için mevcut tıbbi tedavi seçeneklerini desteklemesi mümkün olacaktır.

Kaynaklar

- [1] Kleiner, D. E., & Stetler-Stevenson, W. G. (1999). Matrix metalloproteinases and metastasis. *Cancer Chemotherapy and Pharmacology*, 43(1), S42–S51.
- [2] Klein, T., & Bischoff, R. (2011). Physiology and pathophysiology of matrix metalloproteinases. *Amino Acids*, 41(2), 271–290.
- [3] Nagase, H., Visse, R., & Murphy, G. (2006). Structure and function of matrix metalloproteinases and TIMPs. *Cardiovascular Research*, 69(3), 562–573.
- [4] Kessenbrock, K., Plaks, V., & Werb, Z. (2010). Matrix metalloproteinases: regulators of the tumor microenvironment. *Cell*, 141(1), 52–67.
- [5] Gialeli, C., Theocharis, A. D., & Karamanos, N. K. (2011). Roles of matrix metalloproteinases in cancer progression and their pharmacological targeting. *The FEBS Journal*, 278(1), 16–27.
- [6] Huang, H. (2018). Matrix metalloproteinase-9 (MMP-9) as a cancer biomarker and MMP-9 biosensors: recent advances. *Sensors*, 18(10), 3249.
- [7] Mehner, C., Hockla, A., Miller, E., Ran, S., Radisky, D. C., & Radisky, E. S. (2014). Tumor cell-produced matrix metalloproteinase 9 (MMP-9) drives malignant progression and metastasis of basal-like triple negative breast cancer. *Oncotarget*, 5(9), 2736.
- [8] Pellikainen, J. M., Ropponen, K. M., Kataja, V. V., Kellokoski, J. K., Eskelinen, M. J., & Kosma, V.-M. (2004). Expression of matrix metalloproteinase (MMP)-2 and MMP-9 in breast cancer with a special reference to activator protein-2, HER2, and prognosis. *Clinical Cancer Research*, 10(22), 7621–7628.

- [9] Vizoso, F. J., Gonzalez, L. O., Corte, M. D., Rodriguez, J. C., Vazquez, J., Lamelas, M. L., ... Garcia-Muniz, J. L. (2007). Study of matrix metalloproteinases and their inhibitors in breast cancer. *British Journal of Cancer*, 96(6), 903.
- [10] Yousef, E. M., Tahir, M. R., St-Pierre, Y., & Gaboury, L. A. (2014). MMP-9 expression varies according to molecular subtypes of breast cancer. *BMC Cancer*, 14(1), 609.
- [11] Cao, D., Polyak, K., Halushka, M. K., Nassar, H., Kouprina, N., Iacobuzio-Donahue, C., ... De Marzo, A. (2008). Serial analysis of gene expression of lobular carcinoma in situ identifies down regulation of claudin 4 and overexpression of matrix metalloproteinase 9. *Breast Cancer Research*, 10(5), R91.
- [12] Roomi, M. W., Monterrey, J. C., Kalinovskiy, T., Rath, M., & Niedzwiecki, A. (2009). Distinct patterns of matrix metalloproteinase-2 and-9 expression in normal human cell lines. *Oncology Reports*, 21(3), 821–826.
- [13] Li, H., Qiu, Z., Li, F., & Wang, C. (2017). The relationship between MMP-2 and MMP-9 expression levels with breast cancer incidence and prognosis. *Oncology Letters*, 14(5), 5865–5870.
- [14] Hao, L., Zhang, C., Qiu, Y., Wang, L., Luo, Y., Jin, M., ... Zhang, Y. (2007). Recombination of CXCR4, VEGF, and MMP-9 predicting lymph node metastasis in human breast cancer. *Cancer Letters*, 253(1), 34–42.
- [15] Wu, Z., Wu, Q., Yang, J., Wang, H., Ding, X., Yang, F., & Xu, X. (2008). Prognostic significance of MMP-9 and TIMP-1 serum and tissue expression in breast cancer. *International Journal of Cancer*, 122(9), 2050–2056.
- [16] Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727–747.
- [17] Enoant. <http://www.enoant.com.tr/>
- [18] Senel, S. N., Erdem, T. L., Ozcan, I., Uslu, E., & Oguz, N. (2018). Increase of free radical levels in the periodontal tissues of therapeutic dose radiation applied rats and potential protective effects of bioflavonoids and polyphenols (ENOANT®). *Indian Journal of Animal Research*, 52(12).
- [19] Schmittgen, T. D., & Livak, K. J. (2008). Analyzing real-time PCR data by the comparative C T method. *Nature Protocols*, 3(6), 1101.
- [20] Liu, R. H. (2004). Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *The Journal of Nutrition*, 134(12), 3479S–3485S.
- [21] Varinska, L., Gal, P., Mojziso, G., Mirossay, L., & Mojzisz, J. (2015). Soy and breast cancer: focus on angiogenesis. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(5), 11728–11749.
- [22] Yang, C. S., Lambert, J. D., & Sang, S. (2009). Antioxidative and anti-carcinogenic activities of tea polyphenols. *Archives of Toxicology*, 83(1), 11–21.
- [23] Ko, Y. S., Lee, W. S., Joo, Y. N., Choi, Y. H., Kim, G. S., Jung, J.-M., ... Kim, H. J. (2015). Polyphenol mixtures of *Euphorbia supina* the inhibit invasion and metastasis of highly metastatic breast cancer MDA-MB-231 cells. *Oncology Reports*, 34(6), 3035–3042.
- [24] Ko, Y. S., Lee, W. S., Panchanathan, R., Joo, Y. N., Choi, Y. H., Kim, G. S., ... Kim, H. J. (2016). Polyphenols from *artemisia annua* L inhibit adhesion and EMT of highly metastatic breast cancer cells MDA-MB-231. *Phytotherapy Research*, 30(7), 1180–1188.
- [25] Tang, F.-Y., Chiang, E.-P. I., & Sun, Y.-C. (2008). Resveratrol inhibits heregulin- β 1-mediated matrix metalloproteinase-9 expression and cell invasion in human breast cancer cells. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 19(5), 287–294.
- [26] Dinicola, S., Pasqualato, A., Cucina, A., Coluccia, P., Ferranti, F., Canipari, R., ... Ricci, G. (2014). Grape seed extract suppresses MDA-MB231 breast cancer cell migration and invasion. *European Journal of Nutrition*, 53(2), 421–431.
- [27] Leone, A., Longo, C., Gerardi, C., & Trosko, J. E. (2019). Pro-apoptotic effect of grape seed extract on MCF-7 involves transient increase of gap junction intercellular communication and Cx43 up-regulation: A mechanism of chemoprevention. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(13), 3244.



Investigations of Şahtere (*Fumaria officinalis* L.) sold in the Turkey markets

Burak BIYIK ^{*1}, Ayşegül KÖROĞLU ²
ORCID: 0000-0001-8717-2339; 0000-0002-8450-1376

¹ Ankara University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany, 06560 Ankara, Turkey

² Afyonkarahisar University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, 03030 Afyonkarahisar, Turkey

Abstract

In this study, 10 different samples were purchased from the Ankara, Sivas, Tokat and Konya markets which is sold as "şahtere". Morphological characteristics and purity of all samples purchased from the market were examined. Organic and inorganic substances not belonging to the plant parts which are considered to have a therapeutic value were determined. As a result of comparison of the commercially available samples with the herbarium sample used as standard, it was determined that it belongs to *Fumaria officinalis* plant. Organic and inorganic impurities and their ratios were determined. It has shown that known as "şahtere" sold in the markets are derived from correct plants, but was found to adhere to the European and Turkish Pharmacopoeia monographs of a large portion of the drugs. The samples were shown to be contaminated with organic and inorganic substances during collection and storage and therefore not suitable for public health.

Key words: drog, *Fumaria officinalis*, herba, morphology, şahtere

----- * -----

Türkiye piyasasında satılan Şahtere (*Fumaria officinalis* L.) bitkisi üzerinde incelemeler

Özet

Bu çalışmada Ankara, Sivas, Tokat ve Konya piyasasından şahtere adı ile satılan toplam 10 farklı örnek satın alınmıştır. Piyasa'dan satın alınan bütün örneklerin morfolojik özellikleri ve saflıkları incelenmiştir. Tedavi edici değeri olduğu düşünülen bitki kısımlarına ait olmayan organik ve inorganik maddeler belirlenmiştir. Piyasadan satın alınan örneklerin standart olarak kullanılan herbaryum örneği ile karşılaştırılması sonucunda, *Fumaria officinalis* bitkisine ait olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin içeriğindeki organik ve inorganik yabancı maddeler ve oranları belirlenmiştir. Piyasada satılan "şahtere" örneklerinin doğru bitkiden elde edildiği ancak büyük bir kısmının Avrupa ve Türk Farmakopeleri monograflarına uymadığı görülmüştür. Örneklerin toplama ve saklama sırasında, organik ve inorganik maddelerle kontamine olduğu ve bu nedenle de halk sağlığı açısından uygun nitelikler taşımadığı gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: drog, *Fumaria officinalis*, herba, morfoloji, şahtere

1. Giriş

Papaveraceae familyasına ait bir cins olan *Fumaria* L. bu familyanın ülkemizde yetişen 7 cinsinden biridir ve floramızda 20 taksonla temsil edilir (Güner, 2012). Cins az ya da çok tüylü, mavimsi yeşil renkte tek yıllık bitkilerden oluşur. *Fumaria officinalis* L. Avrupa, Kuzey Afrika, Kıbrıs ve Türkiye'de doğal yayılış göstermektedir. *F. officinalis* yapraklar gri ve sivri, düzensiz 2-4 pinnatisektir. Çiçeklenmesi yoğun (10-20-40); çiçekler zigomorf, brakte linear-lanseolat, sepaller lanseolat, korolla 7-9 mm, pembe; meyve 2-2.5 mm uzunluğunda ve geniştir (2).

F. officinalis ampirik tıp'ta yüzyıllardır, Asya ve Avrupa'da kullanmıştır. Fumitory, Latince "fumus terrae" ve "earth smoke" (bazı türlerin duman gibi kokması nedeniyle) (3), Türkçe "şahtere" (4) isimleri ile de bilinen bitki;

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +903122033000; Fax.: +903122131081; E-mail: burakins@hotmail.com

özellikle romatizma, deri rahatsızlıkları, hipertansiyon gibi sağlık sorunlarında pek çok ülkede kullanılır. *F. officinalis* Afganistan'da astım tedavisinde; Hindistan'da dispeptik rahatsızlıklarda yerel olarak kullanılmıştır (5; 6). Ibn-I Sina bitkiyi, kan temizleyici, kaşıntı giderici, uyuz tedavisi ve karaciğer rahatsızlıkları için önermiştir (7). Halk hekimliğinde kanıtlanmamış olmakla birlikte; cilt hastalıkları, kabızlık, sistit, damar sertliği, romatoid artrit, kan temizleyici, hipoglisemi ve çeşitli enfeksiyonlar için kullanılmıştır (8). Avrupa'da ayrıca bitkinin çiçekleri yünlere sarı renk vermek için kullanılır. İçeriğindeki izokinolin alkaloidleri nedeniyle; hepatobiliyer sistemin fonksiyonel hastalıklarını tedavi etmek, safra kesesi ağrılarını gidermek için kullanılır (9). Ülkemizde İzmir, Aydın illerinde bitkinin yaprak ve toprak üstü kısımlarının, safra kesesi rahatsızlıklarında, idrar söktürücü ve kan temizleyici olarak kullanıldığı tespit edilmiştir (10). Bitki ülkemizde ayrıca idrar artırıcı, yatıştırıcı, zayıflatıcı ve tansiyon düşürücü olarak da kullanılmaktadır (11). *F. officinalis*, 1986 yılında Fransız Sağlık otoritesi tarafından renal eliminasyonda geleneksel olarak kullanılan bitkisel bir ilaç olarak resmen tanınmıştır (12). Avrupa'da ve dünyada 30 yıldan uzun bir süredir güvenlik sorunları olmaksızın geleneksel bir ilaç olarak kullanılmaktadır (13,14). Avrupa Konseyi tarafından, bitkinin çiçekleri belli miktarda kullanılmak şartıyla doğal gıda tatlandırıcısı olarak yiyeceklerle eklenebilir olarak kabul edilmiştir (15). Fransız Farmakopesi'nde diüretik etkisi ve kan temizleyici özelliği nedeniyle yer almıştır (16). EMA (Avrupa İlaç Ajansı)'da bitkinin toprak üstü kısımlarının, hazımsızlık ve safra artırıcı etkileri yanında antispazmodik ve idrar artırıcı etkili olduğu belirtilmiştir (17). Ayrıca, *F. officinalis* Birleşik Krallık Genel Satış Listesi'nde (GSL) yer almakta ve Almanya'da, *F. officinalis* gastrointestinal sistem ile birlikte safra kesesi ve safra sistemini etkileyen kolik ağrıda endikasyon için Alman Komisyonu E tarafından onaylanmıştır (18,19,20).

F. officinalis'in etanol ekstresinin antialerjik ve koloretik etkili olduğu gösterilmiştir (21). Gram-pozitif organizmalar *Bacillus anthracis* ve *Staphylococcus* türlerine karşı bakterisidal etkisi belirlenmiştir (22). *F. officinalis*'in de içinde bulunduğu bir grup bitki ile yapılan bir çalışmada, bitki ekstresinin *Propionibacterium acnes* üzerine antibakteriyel etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda bitkinin, klasik akne tedavisine hem destek hem de alternatif olma potansiyeline sahip olabileceği tespit edilmiştir (16). *F. officinalis* sulu ekstresinin 2 tablet dozda safra kesesi rahatsızlığı olan 105 hastada yapılan klinik çalışmada hepatopati, kolloletiyazis ve kolesistektomi rahatsızlıklarında olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir (23,5). *F. officinalis* sulu ekstresi, hayvanlarda safra kesesi taşlarının oluşumunu engellemiştir (24). *F. officinalis* (şahtere) ile yapılan tamamlayıcı ve alternatif tedavide, 16 yaşındaki bir kadın hastada atopik dermatit rahatsızlığında, oral olarak, çay şeklinde şahtere kullanımı sırasında yan etki olarak bulantı ve kusma görülmüştür (17). *F. officinalis*'in ana alkaloidi protopin, hayvanlarda düşük dozlarda; antihistaminik (25), hipotansif, bradikardik ve sedatif etkilerinin olduğu belirlenmiştir (26), daha yüksek dozlarda ise konvülsiyonlara neden olmuştur (27). Avrupa Farmakopesi'ne göre tam çiçeklenme döneminde toplanan *F. officinalis* toprak üstü kısımları, minimum %0.40 protopin alkaloidi içermelidir (28,3). Tarihsel süreçte ilk olarak 1938 yılında, *F. officinalis*'in alkaloid içeriği incelenmiştir. Bazı izokinolin alkaloidleri izole edilmiş ve protopin, kriptopin, stilopin, skulerin, sinaktin alkaloidleri tanımlanmıştır (29). *F. officinalis*'den benzilzokinolinlerin adlumin, korlumin, koridamin, kriptopin, fumarofisin, O-metilfumarofisin, hidrastin, parfumin, protopin ve sinaktin olduğu NMR analizleri ile belirlenmiştir (30).

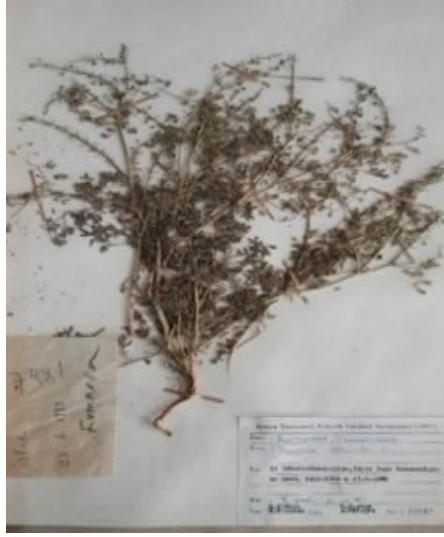
Bu çalışmada, çeşitli illerimizde piyasada şahtere (*Fumaria officinalis*) adı altında satılan bitki örneklerinin morfolojik olarak incelenmesi, örneklerin Avrupa ve Türk Farmakopesi'ne uygunluğunun belirlenmesi ve satılan ürünlerin insan sağlığı açısından uygunluğunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

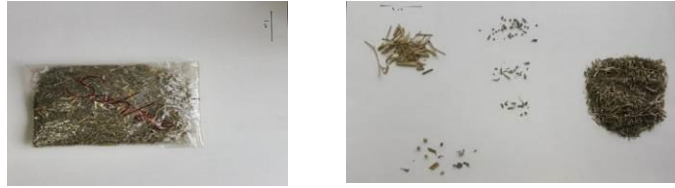
Materyal temini için Türkiye'nin farklı illerinden [Ankara (5), Sivas (3), Konya (1), Tokat (1)] toplam 10 örnek, satıcılardan bitki kullanım şekli ve kullanım amacı hakkında bilgi istenerek satın alınmıştır (Tablo 1). Çalışmada satın alınan örneklerin bilimsel karşılaştırmasını yapmak için standart olarak, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumunda bulunan AEF 16081 kodlu örnek kullanılmıştır (Resim 1). Piyasadan satın alınan bütün örneklerin morfolojik özellikleri ve saflıkları incelenmiş, droğa ait olmayan maddelerin oranı belirlenmiştir (Tablo 2). Satın alınan örneklerin ve safsızlıkların fotoğrafları Samsung Galaxy Note 5 kamerası ile görsellenmiştir.

Tablo 1. Çalışma materyali olarak kullanılan Şahtere örneklerinin satın alındığı yerler ve Herbaryum örneği bilgileri

Satın alınan şehir	Kod
Ankara/Bahçelievler	A1
Ankara/ Dikmen	A2
Ankara/ Dikmen	A3
Ankara/ Dikmen	A4
Ankara/ Balgat	A5
Tokat/Merkez	T1
Sivas/Merkez	S1
Sivas/Merkez	S2
Sivas/Merkez	S3
Konya/Merkez	K1
Standart	S (İdris Dağı, Hasanoğlan-AEF 16081)



Şekil 1. *Fumaria officinalis* herbarium örneği (AEF 16081)



Şekil 2. Ankara'dan satın alınan "şahtere" örneği: A1



Şekil 3. Ankara'dan satın alınan "şahtere" örneği: A2



Şekil 4. Ankara'dan satın alınan "şahtere" örneği: A3



Şekil 5. Ankara'dan satın alınan "şahtere" örneği: A4



Şekil 6. Ankara'dan satın alınan "şahtere" örneği: A5



Şekil 7. Tokat'tan satın alınan "şahtere" örneği: T1



Şekil 8. Sivas'dan satın alınan "şahtere" örneği: S1



Şekil 9. Sivas'dan satın alınan "şahtere" örneği: S2



Şekil 10. Sivas'dan satın alınan "şahtere" örneği: S3



Şekil 11. Konya'dan satın alınan "şahtere" örneği: K1

3. Bulgular

3.1 Kullanım

Örnekler piyasadan satın alınırken ne amaçla ve hangi şekilde kullanılması gerektiği bilgisi sorulmuştur. Bu sorulara verilen cevaplar illere göre belirlenmiştir.

Ankara

Bir çay kaşığı bitki, yarım bardak soğuk suya ilave edilip bekletilir, günde 2 defa yeni hazırlanan çayın tüketilmesi tavsiye edilir.

Ankara'da piyasadan satın alınan örnekler; karaciğer hastalıklarında ve cilt rahatsızlıklarında önerilmektedir. Kullanım bilgileri kaynak verileriyle uyumludur (9).

Sivas

Yaprakları sıcak suda haşlanıp çay ya da merhem şeklinde kullanılması tavsiye edilmektedir.

Sivas'da piyasadan satın alınan örneklerin; cilt rahatsızlıklarında ve sarılıkta kullanıldığı belirlenmiştir. Kullanım bilgileri kaynak verileriyle uyumludur (19).

Konya

Dahilen demleme şeklinde kullanılması tavsiye ediliyor.

Konya'da piyasadan satın alınan örnekler; karaciğer hastalıklarında ve kan temizleyici olarak önerilmektedir. Kullanım bilgileri kaynak verileriyle uyumludur (9).

Tokat

Dahilen demleme şeklinde kullanılması öneriliyor.

Tokat piyasasından alınan örneklerin; hemoroid tedavisinde ve karaciğer hastalıklarında kullanıldığı belirlenmiştir. Geleneksel kullanım bilgileriyle uyumludur (7).

3.2. Organoleptik Bulgular

Çalışmada 4 farklı ilden satın alınan örnekler organoleptik olarak incelenmiştir (Resim 2-5). Paketli örnekler paket açılınca genel olarak bozulma olup olmadığını anlamak için koklanmıştır. Örneklerin hemen hepsinin herba droglarına özgü gövde, yaprak ve çiçek parçaları taşıdığı görülmüştür. Ancak bazı örneklerde bitki dışında safsızlıklar belirlenmiştir (Tablo 2). Örnekler üzerinde tadarak yapılan kontrolde acımsı bir tada sahip oldukları tespit edilmiştir.

3.3 Morfolojik Bulgular

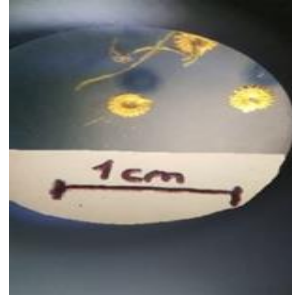
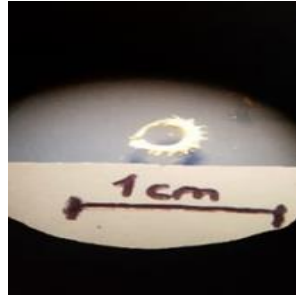
Çalışma için incelenen örneklerin morfolojik özellikleri ve içerdiği organik ve inorganik safsızlıklar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ankara, Tokat, Sivas ve Konya illerinden satın alınan Şahtere örneklerinin morfolojik özelliklerinin karşılaştırılması

Kod	Genel görünüş	Renk	Koku	Droğa ait olmayan kısımlar
A1	Taze ve parçalanmış herba	Koyu yeşil	Hafif aromatik	%1 yabancı madde (taş, tüy vb.) ve başka bitkilere ait parçalar
A2	Eski ve parçalanmış herba	Koyu yeşil ve kahverengimsi	Hafif aromatik	%1 yabancı madde (taş, tüy vb.) ve başka bitkilere ait parçalar
A3	Taze ve parçalanmış herba	Koyu yeşil	Hafif aromatik	%2 yabancı madde (taş, tüy vb.) ve başka bitkilere ait parçalar
A4	Eski ve parçalanmış herba	Koyu yeşil ve kahverengimsi	Hafif aromatik	%2 yabancı madde (taş, tüy vb.) ve başka bitkilere ait parçalar
A5	Taze ve parçalanmış herba	Koyu yeşil	Hafif aromatik	%3 yabancı madde (taş, tüy vb.) ve başka bitkilere ait parçalar, böcek ve kalıntıları
T1	Eski ve parçalanmış herba	Koyu yeşil	Hafif aromatik	%1 yabancı madde (taş, tüy vb.) ve başka bitkilere ait parçalar
S1	Taze ve parçalanmış, böcekli herba	Koyu yeşil ve kahverengimsi	Hafif aromatik	%3 organik (tüy) ve inorganik (taş) ve başka bitkilere ait parçalar
S2	Eski ve parçalanmış, böcekli herba	Koyu yeşil ve kahverengimsi	Hafif aromatik	%3 yabancı madde (taş, tüy vb.) ve başka bitkilere ait parçalar, böcek ve kalıntıları
S3	Eski ve parçalanmış herba	Koyu yeşil ve kahverengimsi	Hafif aromatik	%1 yabancı madde [organik (tüy ve böcek kalıntısı) ve inorganik (taş, toprak vb.)] ve başka bitkilere ait parçalar
K1	Eski ve parçalanmış, böcekli herba	Koyu yeşil	Hafif aromatik	%5 yabancı madde (taş, tüy vb.) ve başka bitkilere ait parçalar; <i>Calendula officinalis</i> tohumları ve <i>Papaver</i> sp. meyvesi

Çalışmada kullanılmak üzere 4 farklı ilden satın alınan 10 farklı örnekten 8 tanesi (A2, A3, A4, A5, S1, S2, K1) paketli halde 2 tanesi (A1 ve S3) ise açıkta satılmaktadır (Resim 2-10). Ayrıca belirlenen safsızlıklar fotoğraflarla görsel olarak verilmiştir (Resim 12-13-14).

Numunelerden K1 kodlu Konya numunesi, en çok safsızlığın (%5) olduğu örnek olarak tespit edilmiştir (Resim 11). Ayrıca bu örnek içinde *Calendula officinalis* tohumları (Resim 12) (31) ve *Papaver* sp. (Resim 13) meyvesi tespit edilmiştir (32).



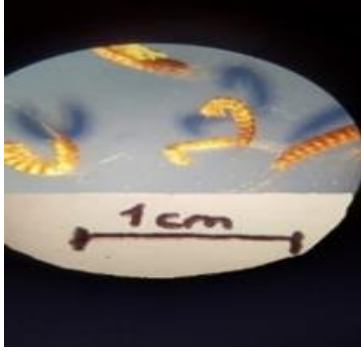
Şekil 12. *Calendula officinalis* (aynısafa) bitkisi tohumları



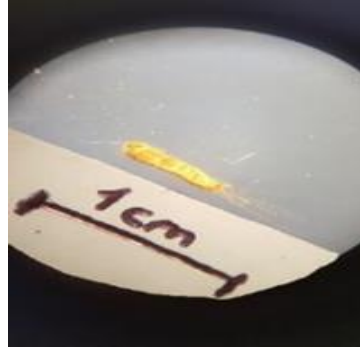
Şekil 13. *Papaver* sp. meyvesi



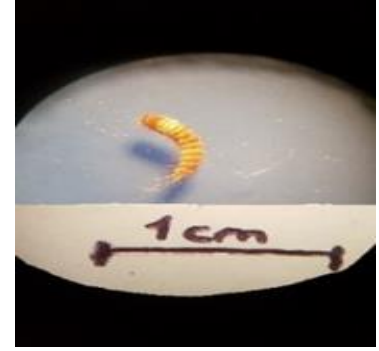
a



b



c



d

Şekil 14. a, K1 numunesi; b, S2 numunesi; c, S3 numunesi; d, A5 numunesinde görülen canlı ve ölü böcek ve böcek kalıntıları

4. Sonuçlar ve tartışma

Bu çalışmada çeşitli illerimiz (Ankara, Tokat, Sivas ve Konya) piyasasında şahtere adı altında satılan bitki örneklerinin morfolojik olarak incelenmesi ve bu karakterlerin standartlar ile Avrupa ve Türk Farmakopesi 2017'ye uygunluğunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bunun yanında bitkinin hangi şekilde ve hangi amaçla satıldığı bilgisi derlenmiştir.

Avrupa Farmakopesi ve Türk Farmakopesi 2017'de şahterenin tedavi edici özelliği nedeniyle yer alan bitki kısmı, toprak üstü (*Fumariae herba*) kısmıdır. Piyasadan satın alınan örneklerin (AEF 16081) standart örneklerle yapılan morfolojik karşılaştırma sonucunda, doğru bitki ve doğru bitki kısmı olduğu görülmüştür.

"Şahtere" bitkisi ülkemizde ve dünyada mide ve safra problemlerini, hemoroid, migren hastalıklarında ve kan temizleyici olarak kullanılmış ve kullanılmaktadır (9, 24, 19, 21). Şahtere bitkisi piyasada satışa sunulurken verilen bilgilerin bu geleneksel bilgiden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Karaciğer ve safra üzerindeki etkileri *in vivo* ve klinik çalışmalarda gösterilmiştir. Almanya, Fransa ve İngiltere'de diüretik etkisi nedeniyle onay almış olmasına ve ülkemizde de idrar artırıcı olarak (10) bilinmesine rağmen, piyasadan satın alınan örnekler için böyle bir kullanım bilgisinin olmadığı belirlenmiştir. Cilt ve karaciğer hastalıklarında kullanılma bilgisi İbn-I Sina'ya dayanmaktadır (7).

Avrupa Farmakopesi'ne göre bitkisel droglar, mümkün olduğunca, toprak, kum, mantar, haşere ve diğer kirlilikler gibi safsızlıkları içermemelidir. Bitkisel droglarda yabancı madde oranı da en fazla %2 (k/k) olmalıdır (28).

Morfolojik çalışmaların sonucunda piyasa örneklerinin içinde başka bitkilere ait parçaların varlığı (özellikle *Calendula officinalis* tohumları ve *Papaver* sp. meyveleri) tespit edilmiştir (Resim 5; K1, Resim 4; S1 ve S2). Ayrıca içeriğinde organik ve inorganik bulaşıklıklar ile (taş, kum, tüy vb.) yabancı maddeler belirlenmiştir (K1). S2, S3 ve K1 numunelerinde ölü ya da canlı halde yoğun böcek ve böcek parçalarının varlığı da görülmüştür (Resim 4, 5). Bazı örnekler "Ankara 1" koyu yeşil (Resim 11) ya da "Sivas 3" (Resim 19) numunesi gibi koyu kahverengi tonlardadır. Koyu kahverengi renk örneklerin çok beklediğini ya da uygun şartlarda kurutulmadığını göstermektedir.

Satışa sunulan numunelerin morfolojik olarak doğru drog "şahtere" olduğu tespit edilmiştir. Ancak organik ve inorganik bulaşma içeren örneklerin tedavi edici amaçla ve endikasyon verilerek satılması ve kullanılması, insan sağlığı açısından uygun değildir. Sonuç olarak "şahtere" adı altında satılan numunelerin çoğunun paketlenmiş olmasına

rağmen yabancı bitki parçaları içermesi, canlı ya da ölü böcek ve/veya böcek parçalarını taşıması, bitkisel droglarda bulunabilecek en fazla yabancı madde miktarı %2 olmasına rağmen, bazı örneklerde %3-5 seviyelerinde yabancı organik ve inorganik bulaşıklığın olması, Avrupa Farmakopesi ve Türk Farmakopesi ile uyumlu bulunmamıştır. Satışı yapılan bitki parçalarının hijyen açısından riskler taşıdığı görülmüştür. Bu nedenle tıbbi amaçla kullanılması düşünülen bitkilerin lisans eğitimleri sırasında ‘Farmasötik Botanik’ ve ‘Farmakognozi’’ temel derslerini zorunlu olarak alan, bunun yanında bitki standardizasyonundan, fitoterapi droglarına kadar çeşitli seçmeli dersleri alan ve donanımlı şekilde mezun olan eczacıların kontrolünde ve danışmanlığında satılması gerekliliği bir kez daha bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Bitkiler önemli ve hassas konulardır ve bitki kökenli piyasada satılan tıbbi ürünlerin halka sunulması, alanında uzman ve bitkiyi tanıyan, etkisini bilen eczacılar tarafından yapılmalıdır.

Kaynaklar

- [1] Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (Edlr.) (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- [2] Cullen, J. (1965). "Fumaria L. Flora of Turkey and the East Aegean Islands", Vol. 1, ed. PH. Davis, Edinburgh: Edinburgh University Press, s.246.
- [3] Rabesiaka, RL., Havet, L. J., Porte, C., Fauduet, H. (2007). Solid–liquid extraction of protopine from *Fumaria officinalis* L. Analysis determination, kinetic reaction and model building, Separation and Purification Technology 54 s. 253–261.
- [4] Baytop, T. (1999). Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi, Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri, II. Baskı ISBN: 975-420-021- 1.İstanbul, 480.
- [5] Fiegel, G. (1971). Die amphocholoretische Wirkung der *Fumaria officinalis*. Z Allgemeinmed Landarzt, 34, 1819-1820.
- [6] Duke, J. A. (2002). Handbook of Medicinal Herbs. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton.
- [7] Sina, İ. (2012). El-Kânun Fi’t-Tıbb II. Kitap. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Atatürk Kültür Merkezi Yayını : 378. Çeviren: Esin Kâhya s. 562-563.
- [8] Preininger V. (1975). The pharmacology and toxicology of the papaveraceae alkaloids. In: RHF Manske, ed. The Alkaloids XV. Academic Press, London 207-261.
- [9] Sturm, S., Strasser, ME., Stuppner, H. (2006). Quantification of *Fumaria officinalis* isoquinoline alkaloids by nonaqueous capillary electrophoresis–electrospray ion trap mass spectrometry, Journal of Chromatography A, s.331–338.
- [10] Sarı, A. O., Oğuz, B., Bilgiç, A., Tort, N., Güvensen, A., Şenol, SG. (2010). Ege ve Güney Marmara bölgelerinde halk ilacı olarak kullanılan bitkiler, Anadolu Journal of AARI, 20, p. 1-21.
- [11] Baytop, T. (2007).Türkçe bitki adları sözlüğü. Türk Dil Kurumu Yayınları s. 255.
- [12] Bulletins Officiels N° 86/20 bis and N° 90/22 bis, (1986). Direction de la Pharmacie et du Médicament, French Health Authorities.
- [13] (BHP). (1976). 1st ed. Fumitory - Fumariae herba. British Herbal Medicine Association, Exeter 91.
- [14] Madaus, G. (1979). Lehrbuch der biogischen Heilmittel. Vol 2. Georg Thieme Verlag. Hildesheim, 1391-1397.
- [15] Barnes, J, Anderson LA, Phillipson JD. (2002). Herbal Medicines. 2nd ed. Pharmaceutical Press, London.
- [16] Serpi, M., Özdemir, ÖZ., Salman, Y. (2012). Bazı Bitki Ekstrelerinin Propionibacterium acnes Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması, KSÜ Doğa Bil. Derg., 15(1).
- [17] EMA (European Medicines Agency, Science Medicines Health), (2011). Community herbal monograph on *Fumaria officinalis* L. Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC). https://www.ema.europa.eu/documents/herbal-report/draft-assessment-report-fumaria-officinalis-l-herba_en.pdf.
- [18] Blumenthal, M, Busse, WR, Goldberg, A, Gruenwald, J. (1998). The Complete German Commission E Monographs. American Botanical Council, Austin Texas, 221.
- [19] Demirci, TD., Altunay, İ., Küçükunal, A., Mertoğlu, E., Sarıkaya, S., Atış G., Ateş, B. (2012). Deri Hastalıklarında Tamamlayıcı ve Alternatif Tıbbi Yöntem Kullanımı ve Hastalar Üzerindeki Olumlu ve Olumsuz Etkiler, Turk Journal of Dermatologhy.; 6, 150-4.
- [20] Goldberg, A, Brinckmann, J. (2000). eds. Herbal medicine: Expanded Commission E monographs. American Botanical Council, Austin, Texas.
- [21] Denden, S, Braham, W, Gorcii, AS, Lakhdar, R, Kahloun, H, Mahdouani, K, Knani J, Haj Khelil A. (2010). Analyse biologique et phytotherapie Clinique de l’asthme dans une population de la Tunisie centrale. Acta Horticulturae, 853, 391-396.
- [22] Reynolds JEF editor. (1996) Martindale. The Extra Pharmacopoeia. 31st ed. The Pharmaceutical Press, London.
- [23] Bradley PR editor. (1992). British Herbal Compendium. Vol 1. Fumitory - Fumariae herba. British Herbal Medicine Association, Bournemouth, s 102-104.
- [24] Lagrange, E, Arousseau, M. (1973). Effect of spray-dried product of *Fumaria officinalis* on experimental gall bladder lithiasis in mice. Ann Pharm Fr 31, 357-362, (Abstract only).
- [25] Dil, AH. (1973).Activité anti-histaminique de la fumarine. Therapie 28, 767-774 (Abstract only).

- [26] Goetz, P, Ghedira, K, Le Jeune R. (2009). *Fumaria officinalis* L. (Papaveraceae). *Phytotherapie*, 7, 221-225.
- [27] Preininger, V. (1986). *The Alkaloids: Chemistry and Pharmacology*, Edited by Arnold Brossi, National institutes of Health Bethesda, vol. 29, p. 1-98.
- [28] European Pharmacopoeia 6th ed. (2008). *Fumariae herba*. Council of Europe.
- [29] Delaveau, P. (1980). *Fumeterre*. *Les actualites pharmaceutiques*, 172, 33-34.
- [30] Seger, C., Sturm, S., Strasser, EM., Ellmerrer, E., Stuppner, H. (2004). ¹H and ¹³C NMR signal assignment of benzyloquinoline alkaloids from *Fumaria officinalis* L. (Papaveraceae), *Magn. Reson. Chem.*; 42, 882–886.
- [31] Eberla, CA, Forcella, F, Gesch, R, Peterson, D, Eklund, J. (2014). Seed germination of calendula in response to temperature. *Industrial Crops and Products* 52, 199–204.
- [32] Valva, V., Sabato, S., Gigliano, GS. (1985). *Chemistry of Papaver setigerum* DC. (Papaveraceae), Vol. 34, No. 2, s. 191-196.



Usability of *Krascheninnikovia ceratoides*, *Atriplex canescens*, *Quercus infectoria* and *Quercus robur* as Feed

Celalettin AYGÜN¹, Murat OLGUN², İsmühan POTOĞLU ERKARA³, Onur KOYUNCU³, Murat ARDIÇ³,
Okan SEZER^{*1}

ORCID: 0000-0002-1308-7796; 0000-0002-6234-455X; 0000-0001-5780-4999; 0000-0002-0364-6638;
0000-0001-8734-3038; 0000-0001-7304-1346

¹ Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 26100 Eskişehir, Türkiye

² Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 26160 Eskişehir, Türkiye

³ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 26160 Eskişehir, Türkiye

Abstract

In this study, nutrient contents, nutritive values and rumen ingestibility of *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst, *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt, *Quercus infectoria* G. Olivier and *Q. robur* L. were investigated by laboratory studies and so studies conducted with cannulated rams. The plants within the scope of the study were examined in terms of their raw protein, dry matter, raw ash, organic matter, raw oil, ADF, NDF, ADL, ingestibility in 48 hours, digestible protein, metabolizable energy, relative feed value and their P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe and Zn contents. In terms of nutrient content and feed values, a ranking as *A. canescens*, *K. ceratoides*, *Q. infectoria* and *Q. robur* was determined and it was revealed that these plants could be used in animal feeding.

Key words: *Krascheninnikovia ceratoides*, *Atriplex canescens*, *Quercus infectoria*, *Quercus robur*, nutrient content, digestibility

----- * -----

Krascheninnikovia ceratoides (L.) Gueldenst, *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt, *Quercus infectoria* G. Olivier ve *Quercus robur* L.'un Yem Olarak Kullanılabilirliği

Özet

Bu çalışmada; hayvancılıkta, yetersiz mera idaresi sonucu dejenere olmuş veya marjinal alanlarda ilave yem katkısı ile yem desteği sağlayacak *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst, *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt, *Quercus infectoria* G. Olivier ve *Q. robur* L.'un besin madde içerikleri, besin değerleri ve rumen hazmolunabilirlikleri laboratuvar çalışmaları ve kanüllü koçlarda gerçekleştirilen çalışmalar aracılığı ile incelenmiştir. Çalışma kapsamındaki bitkiler ham protein, kuru madde, ham kül, organik madde, ham yağ, ADF, NDF, ADL, selüloz, 48 saatte hazmolunabilirlik, sindirilebilir enerji, metabolik enerji, nispi yem değeri ile fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, bakır, mangan, demir ve çinko içerikleri yönünden incelenmiştir. Araştırılan taksonların besin madde içerikleri ve yem değerleri açısından sıralaması *A. canescens*, *K. ceratoides*, *Q. infectoria* ve *Q. robur* olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler bu bitkilerin hayvan beslemede kullanılabileceği ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: *Krascheninnikovia ceratoides*, *Atriplex canescens*, *Quercus infectoria*, *Quercus robur*, besin madde içerikleri, hazmolunabilirlik

1. Giriş

Çalılar, derin kök sistemlerinden kaynaklanan avantajlarından dolayı kurağa toleransları yüksektir. Bu nedenle bütün sezon boyunca yeşil yem kaynağıdır [1]. Meraların problemlerinden en önemlisi kötü kullanım nedeniyle bitki örtülerinin tahrip olması sonucu verimliliklerini kaybetmeleridir. Bunun sonucunda meralar sadece verimliliklerini kaybetmeyip aynı zamanda potansiyel erozyon sahası haline gelmektedir [2].

Uygun ıslah tekniklerinin ve bütünleşmiş bir yaklaşım anlayışının olmaması nedeniyle, aşırı derecede tahrip olmuş meraların ıslahında memnuniyet verici bir sonuca ulaşılamamaktadır. Yapılan çalışmalar yalnızca otsu bitkileri kullanarak tahrip olmuş meralarda yeniden bitki örtüsü tesisinin başarılı olamayacağını göstermiştir [3]. Erozyona maruz kalmış olan mera alanlarının, özellikle eğimin fazla olduğu alanlarda toprak muhafazası ve bu alanların verimli hale getirilmesinde çalı ve yarı çalı türleri oldukça etkilidir [4].

Ağaç ve çalıların bataklık meralarının iyileştirilmesine buldukları katkıları, çalıların merada az da olsa gölge ve kısmi rüzgâr kıran olarak sağladıkları faydaları, meradaki yapısal farklılığın gelişmesi ekosistemin biyolojik çeşitliliği olarak iyi bir başlangıç ve meranın yapısı için pozitif bir etki olduğu [5] bildirilmiştir.

Hayvancılığımızın temel sorunları içerisinde kaliteli kaba yem açığı önemli bir yer tutmaktadır. Hayvanlardan arzu edilen verimin alınabilmesi için mutlaka rasyonel besleme uygulanması gerekmektedir. Kaliteli kaba yem ve karma yem kaynaklarının kullanılması hayvana ait çevrenin iyileştirilmesi açısından hayvancılığın ön koşullarından birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Evcil hayvanların beslenmesinde ağaç ve çalılardan arta kalan artıkların oynadıkları etkinin incelendiği çalışmada; bu artıkların keçilerin beslenmesinde yarıdan fazla yer aldığı, bu karışımlar merada koyunların beslenmesinde de önemli olduğu bildirilmiştir [6].

Yaygın olan ağaç ve çalılardaki majör temel elementlerin belirlenmesi ve meralarda buğdaygillerle karıştırarak besin içeriklerini incelemek amacıyla yapılan çalışmalar neticesinde; Ca, Mg ve Zn oldukça fazla olarak bulunmuş, fakat Mo ve K buğdaygillerde az, diğer minerallerde ise (P, S, Na, Fe, Cu, Se) sadece küçük farklılıklar belirlenmiştir. Bununla birlikte bazı ağaç yapraklarında P, S ve Cu fazla, Ca içeriği az, P, K, S ve Cu içerikleri büyüme dönemi sonunda düşük olarak belirlenmiştir. Bireysel öğeler olarak çalı ve ağaç türleri arasında oldukça büyük değişimin olduğu görülmüş olup, orman ve dağ meralarında ruminantların otlatılmasında çalılar ve ağaçların iz elementlerine katkıda bulunmaları önemli bir potansiyel olarak belirlenmiştir [6]. Buğdaygillerin besin değeri genellikle erken dönemlerinde yüksek olup, olgunluk dönemlerinde hızla düşmektedir. Oysaki çalılar genellikle bütün bir yıl boyunca yüksek seviyede ham protein, fosfor ve kalsiyum ihtiva ettikleri bildirilmiştir [7].

Bu çalışmada; yetersiz mera idaresi sonucu dejenere olmuş veya marjinal alanlarda gerçekleştirilen hayvancılık aktivitelerinde ihtiyaç duyulan ilave yem katkısı ile yem desteği sağlayacak *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst, *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt, *Quercus infectoria* G. Olivier ve *Q. robur* L.'un besin madde içeriklerinin, besin değerlerinin ve rumen hazmolunabilirliklerinin laboratuvar çalışmaları ve kanüllü koçlarda gerçekleştirilen çalışmalar aracılığı ile belirlenmesi amaçlanmaktadır. Elde edilen veriler ışığında gelecekteki büyük ve küçükbaş besicilik aktivitelerinde ilave yem kaynağı olarak kullanılacak doğal bitki taksonlarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Çalışma batı geçit bölgesinde yer alan Eskişehir ve Ege bölgesinde yer alan Kütahya illerinden alınan materyaller üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2.1. Çalışma konusu materyalin toplama bilgileri

Çalı Cins/Tür	Arazi Kullanımı	Yoğunluk	Koordinatlar	Eğim %	Yükseklik	Top. Der.	Yüzey Sertliği	Taşlılık	Otlama (1 Yok) (5 yoğun) (1-5)
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Gueldenst	Mera	Yoğun	Yazarda Mevcut	2	794	Derin	Yumuşak	Taşsız	Yok
<i>Quercus infectoria</i> G. Olivier	Mera	Yoğun	Yazarda Mevcut	5	986	Derin	Sert	Taşlı	Orta
<i>Quercus robur</i> L.	Mera	Yoğun	Yazarda Mevcut	5	986	Derin	Sert	Taşlı	Orta
<i>Atriplex canescens</i> (Pursh.) Nutt.	Plantasyon	Yoğun	Yazarda Mevcut	3	828	Derin	Yumuşak	Taşsız	Yok

Materyalin besin madde içerikleri analizleri ve 48 saat hazmolunabilirlik çalışması Bandırma Koyunculuk Araştırma İstasyonu hayvan besleme laboratuvarında, kanüllü koçlarda denenmiştir. Makro (Ca, Mg, K, P) ve mikro element analizleri (Fe, Cu, Zn, Mn) ise Eskişehir Geçit Kuşağı Bitki-Toprak ve Su laboratuvarında yapılmıştır.

Yaprak örnekleri elle toplanmış, kâğıt torbalara alınan örnekler önce açık havada sonra ise kurutma fırınında 60 ° C' de 48 saat kurutularak 1 mm çapında parçalar halinde öğütülmüştür. Yem örneklerin azot içeriği (N) Kjeldahl

metoduyla belirlenmiş, HP içeriği ise Azot değerinin 6,25 katsayısı ile çarpılmak suretiyle hesaplanmış, Örneklerin Kuru Madde (KM), Ham Protein (HP), Ham Selüloz (HS), Ham Yağ (HY) ve Ham Kül (HK) içerikleri Akyıldız (1984) [8] tarafından tanımlanan Weende Analiz Yöntemi'ne göre saptanmıştır. Organik madde ise (Kuru madde –Kül) formülü yoluyla hesaplanarak belirlenmiştir. Nötr deterjanda çözünemeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünemeyen lif (ADF), asit deterjanda çözünemeyen lignin (ADL), Van Soest et al., (1991) metot [8] kullanılarak belirlenmiştir. Yemlerin rumende parçalanabilirliklerinin saptanmasında naylon kese yöntemi kullanılmıştır [9].

Rumende parçalanabilirliği saptanmış tüm yemler 2.5 mm boyutunda öğütülmüştür. Yem örneklerinin rumene yerleştirilmesinde 9x14 cm boyutlarında dekron keseler kullanılmıştır. Örneklerin rumende inkübasyon süreleri 48 saat olacak şekilde değerlendirilmiştir. Örneklerin rumende parçalanabilirlik parametreleri Ørskov ve McDonald (1979) [10] tarafından geliştirilen $P = a+b(1-e^{-ct})$ exponensiyal denkleme göre Neway bilgisayar programında hesaplanmıştır.

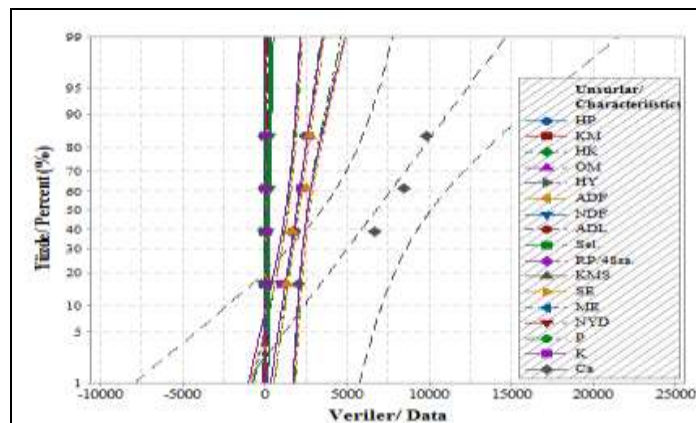
(KMS) Kuru madde sindirilebilirliği, Oddy et al. (1983) [11] tarafından geliştirilen formül ile hesaplanmak suretiyle tahmin edilmiştir. $KMS (\%) = 83.58 - 0.824 \times \%ADF + 2.626 \times \%N$. Sonra kuru madde sindirilebilirlik değerleri (KMS) Fomesbeck et al. (1984) [12] tarafından geliştirilen regresyon eşitliğinde kullanılarak, sindirilebilir enerji (SE) değerleri belirlenmiştir: $SE (Mcal\ kg^{-1}) = 0.27 + 0.0428 \times \%KMS$. Sindirilebilir enerji değerleri, Khalil et al. (1986) [13] tarafından geliştirilen formül kullanılarak metabolik enerjiye dönüştürülmüştür: $ME (Mcal\ kg^{-1}) = 0.821 \times SE (Mcal\ kg^{-1})$. Yem bitkileri değerlendirilmesinde belirleyici bir kalite kriteri olan Nispi yem değeri (NYD), NDF ve ADF analiz sonuçları Kuru Madde Tüketimi (KMT) = $120 / \%NDF\ NYD = (KMS \times KMT) / 1.29$, Sheaffer et al., (1995) [14] tarafından geliştirilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular

K. ceratoides, *A. canescens*, *Q. infectoria* ve *Q. robur*'a ait besin madde minimum ve maksimum ortalama değerleri Tablo 3.1.'de ve normal dağılım grafiği de Şekil 3.1.'de verilmiştir. İlgili taksonlara ait mineral madde miktarları Tablo 3.2.'de, besin madde içerikleri ise Tablo 3.3.'de verilmiştir. Yine çalışma kapsamında araştırılan bitki taksonlarının besin değerleri bakımından benzerlik/farklılıklarını gösteren double dendogram Şekil 3.2.'de yer almaktadır.

Tablo 3.1. *K. ceratoides*, *A. canescens*, *Q. infectoria* ve *Q. robur*'a ait besin madde minimum ve maksimum ortalama değerleri. **HP:** Ham Protein, **KM:** % Kuru Madde, **HK:** % Ham Kül, **OM:** % Organik Madde, **HY:** % Ham Yağ, **ADF:** Asit Deterjan Fiber, **NDF:** Nötr Deterjan Fiber, **ADL:** Asit Deterjan Lignin, **SEL:** Selüloz, **RP/48Sa:** Hazmolunabilirlik, **KMS:** % Kuru Madde Sindirilebilirliği, **SE:** (Mcal kg-1) Sindirilebilir Enerji, **ME:** (Mcal kg-1) Metabolik Enerji, **NYD:** Nispi Yem Değeri, **P:** Fosfor, **K:** Potasyum, **Ca:** Kalsiyum, **Mg:** Magnezyum, **Cu:** (ppm) Bakır, **Mn:** (ppm) Mangan, **Fe:** (ppm) Demir, **Zn:** (ppm) Çinko

Unsurlar Characteristics	Minimum	Maksimum	Ortalama Mean	Unsurlar Characteristics	Minimum	Maksimum	Ortalama Mean
HP	15,47	19,22	17,70±0,86	SE	2,10	3,02	2,44±0,21
KM	89,35	95,29	91,66±1,31	ME	1,72	2,48	2,00±0,17
HK	5,51	14,10	9,45±1,78	NYD	110,52	240,71	153,74±29,92
OM	75,25	86,23	82,22±2,52	P	1200	2500	2004±306
HY	1,32	4,21	2,28±0,65	K	1100	2699	1952±342
ADF	33,21	58,41	48,37±5,60	Ca	2100	9900	6802±1697
NDF	25,47	64,40	43,49±8,42	Mg	1418	2800	2107±330
ADL	12,79	19,86	16,71±1,50	Cu	8,72	27,45	18,81±3,85
Sel.	21,83	45,06	34,87±5,17	Mn	19,15	36,30	27,15±4,60
RP/48Sa.	47,13	69,13	63,01±5,30	Fe	168,47	317,51	249,73±33,81
KMS	42,70	64,15	50,68±4,83	Zn	11,24	28,44	21,76±3,72



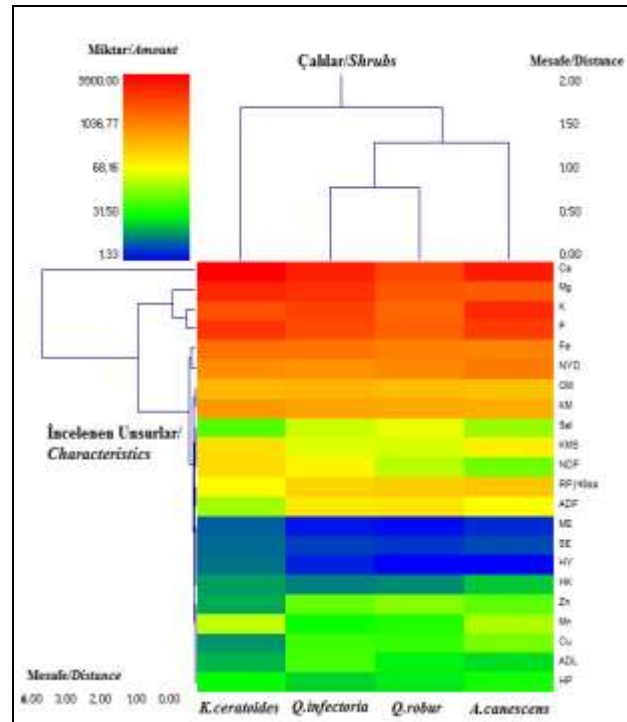
Şekil 3.1. *K. ceratoides*, *A. canescens*, *Q. infectoria* ve *Q. robur*'a ait dağılım grafiği

Tablo 3.2. *K. ceratoides*, *A. canescens*, *Q. infectoria* ve *Q. robur*'a ait mineral madde miktarları. **P**: Fosfor, **K**: Potasyum, **Ca**: Kalsiyum, **Mg**: Magnezyum, **Cu**: (ppm)Bakır, **Mn**: (ppm) Mangan, **Fe**: (ppm) Demir, **Zn**: (ppm) Çinko

	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe	Zn
<i>Kraschenimikovia ceratoides</i>	2500	1770	9900	2800	8,72	36,3	317,54	11,24
<i>Atriplex canescens</i>	2462	2699	8484	1418	27,45	33,84	168,45	22,33
<i>Quercus infectoria</i>	1852	2240	6724	2522	19,6	19,15	291,28	25,04
<i>Quercus robur</i>	1200	1100	2100	1687	19,48	19,32	221,41	28,44
Ortalama	2003,5	1952,25	6802	2106,75	18,81	27,15	249,67	21,76
Sx	612,45	683,13	3393,21	659,19	7,69	9,20	67,66	7,45

Tablo 3.3. *K. ceratoides*, *A. canescens*, *Q. infectoria* ve *Q. robur*'a ait besin madde içerikleri. **HP**: Ham Protein, **KM**: % Kuru Madde, **HK**: % Ham Kül, **OM**: % Organik Madde, **HY**: % Ham Yağ, **ADF**: Asit Deterjan Fiber, **NDF**: Nötr Deterjan Fiber, **ADL**: Asit Deterjan Lignin, **SEL**: Selüloz, **RP/48Sa**: Hazmolanabilirlik, **KMS**: % Kuru Madde Sindirilebilirliği, **SE**: (Mcal kg-1) Sindirilebilir Enerji, **ME**: (Mcal kg-1) Metabolik Enerji, **NYD**: Nispi Yem Değeri

	<i>K. ceratoides</i>	<i>A. canescens</i>	<i>Q. infectoria</i>	<i>Q. robur</i>	Ortalama
HP	18,86	19,22	15,47	17,25	17,7±1,72
KM	95,29	89,35	91,74	90,27	91,66±2,61
HK	9,73	14,1	5,51	8,45	9,44±3,57
OM	85,56	75,25	86,23	81,82	82,21±5,03
HY	4,21	1,325	1,993	1,586	2,27±1,32
ADF	33,21	46,86	55	58,41	48,37±11,21
NDF	64,4	25,47	48,58	35,5	43,48±16,85
ADL	12,79	16,288	19,86	17,9	16,70±2,99
Sel.	21,83	31,628	40,946	45,063	34,86±10,35
RP/48sa.	47,13	69,13	67,59	68,2	63,01± 10,61
KMS (%)	64,15	51,11	44,75	42,7	50,67±9,67
SE (Mcal kg-1)	3,02	2,46	2,19	2,1	2,44±0,41
ME (Mcal kg-1)	2,48	2,02	1,8	1,72	2,00±0,34
NYD	119,32	240,73	110,53	144,33	153,72±59,74



Şekil 3.2. Çalılırların besin değerleri bakımından benzerlik/farklılıklarını gösteren double dendrogram

4. Sonuçlar ve tartışma

Çalılar, mera kapasitesi zayıf olan ülkemizde otlatılabilecek bitkilerin sınırlı olduğu alanlarda önemli bir yem kaynağı olarak görev yaptıkları gibi aynı zamanda toprağın yerinde tutulması ve toprağın organik madde miktarının artırılması açısından da önemlidirler. Özellikle *K. ceratoides* (L.) Gueldenst, *A. canescens* (Pursh.) Nutt, *Q. infectoria* G. Olivier ve *Q. robur* L. hayvancılık için bitkisel yem kaynağı olarak değerli bir bitkidir. Bu çalılar içerisinde özellikle *A. canescens* tuza ve kuraklığa dayanıklılığı bakımından, *K. ceratoides*, kurak zamanlarda yem kaynağı olarak *Q. infectoria* ve *Q. robur* ise kurak zamanlarda uzun ömürlülüklerinden dolayı gerek büyükbaş özellikle de küçükbaş hayvanlar için iyi bir yem kaynağıdır. Nitekim yapılan araştırmalarda %10'dan fazla ham proteine sahip *K. ceratoides* gibi çalılarının özellikle merada otlayan hayvanlar için kurak sezonlarda değerli bir yem kaynağı olduğu ortaya konmuştur [15].

Q. infectoria ve *Q. robur* özellikle kurak geçen sezonlarda ormanlık alanlarda özellikle yüksek ham protein ve bunun yanı sıra düşük ADF ve NDF değerlerine sahip olmalarından dolayı meraların otlatma kapasitesinin düşük olduğu zamanlarda mevcudiyetleri ile hayvan beslenmesinde önemli katkı yapıkları bildirilmiştir [16].

Yine aynı şekilde orijini ABD olan *A. canescens* kurak ve tuzlu alanlarda iyi gelişmesi ile hayvan yetiştiriciliğinde önemli protein ve enerji kaynağı olarak değerlendirilebilir. Diğer taraftan *K. ceratoides* ise yarı kurak ve kurak iklimlere sahip sert kışları olan bozkır alanlarda ve bu alanlar içerisindeki zayıf meralarda aynı şekilde hayvan beslemesi için hayvan yeminin kıt olduğu zamanlarda iyi bir yem kaynağı olarak değerlendirilebilir [17].

Tablo 3.2.'de görüldüğü gibi *A. canescens* fosfor ve potasyum bakımından, *K. ceratoides* kalsiyum, magnezyum, mangan, demir bakımından ve *Q. robur* ise bakır bakımından en fazla değere sahip olan bitkiler olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla mineral madde bakımından incelenen çalılarının mineral besin içerikleri aşağı yukarı birbirine yakın olarak belirlenmiş olup, bu çalılar mineral besleyicilik açısından yeterlidirler. Yapılan araştırmalarda mineral maddelerin bitkilerin temel yapı taşları olarak biyokimyasal olaylarda, bitki gelişmesinde ve kuru madde üretiminde çok önemli rol oynadıkları; bunun yanı sıra yine mineral maddelerin bitkinin savunma sistemlerinin oluşturulmasında biyotik ve abiyotik streslere karşı dayanıklılığının artmasında; bunun yanı sıra bitkilerin lezzetliliğinde çok önemli fonksiyon üstlendikleri belirtilmiştir.

Fosfor fotosentez ve metabolik olaylarda enerjinin aktarımı ve stoklanması gereken durumlarda, generatif gelişmede, kuru madde oluşumu ve depolanmasında rol oynamaktadır. Potasyum bitkinin ozmotik basıncının düzenlenmesinde, metabolitlerin ve minerallerin taşınmasında, protein sentezi, stoma ayarlanması ve hücre bölünmesinde görevlidir [18]. Kalsiyum ise hücre bölünmesi ve iyon alımı gibi birçok metabolik olayda görev yapar. Buna ilaveten kuraklık dahil bütün stress şartlarında kalsiyuma bağlı proteinler olan kalmodülinlerin yapısında bulunmakta ve stres şartlarında stres proteinleri için sinyal görevi yapar. Stres ortamında azalır, ancak bu azalışın diğer mineraller kadar olmadığı bildirilmektedir [19]. Magnezyum da fotosentetik enerjinin depolanması, protein sentezi, nükleotit oluşumu, birçok organik bileşiklerin hidrolizi gibi metabolik olaylarda etkilidir [18]. Bakır bitki gelişiminde belirli bir konsantrasyonda oldukça yararlıdır. Bakır belirli enzimlerin yapısına girerek protein sentezinde rol alır. Belirli hormonlar için sinyal görevi yapan Cu fotosentezde, mitokondriyal respirasyonda rol oynar [18]. Mangan, bakır gibi belirli bir konsantrasyonda bitki gelişimi için önemlidir. İz element olan Mangan fotosentez, solunum, enzim aktivasyonunda ve antioksidatif metabolizmada rol oynar [18, 20]. Demir bitkide kuru madde üretimi için hayati olup, klorofilin esas maddesidir, klorofillerde oluşan fotosentez ve buna bağlı enzimatik reaksiyonlarda görev alır. Dolayısıyla bitkinin genç kısımlarının gelişimi, kuru madde üretimi Demir miktarı ile yakından ilişkilidir [18, 21]. Çinko, bitkilerde değişik metabolik olaylarda yer almakla birlikte, yüksek pH'da toprakta tutulur çinko karbonhidrat sentezi, enzimlerin yapısında, membran stabilitesi, fotosentez ve solunum olaylarında protein sentezinde rol oynar [18].

Özellikle çinko bitkinin gelişimi ve lezzetliliği açısından çok önemli rol üstlenmiş olup, olağanüstü bir mikro besin elementi olması ve tüm enzim sınıflarında eser miktarda dahi olsa bulunan iz elementtir [22]. Çok önemli ve farklı hücre fonksiyonları ve proteinlerin yapısal stabilitesi, biyolojik membranların bütünlüğü, reaktif oksijen türlerine karşı koruma çinkodan etkilenir. Biyolojik sistemlerde aktivite ve yapısal kararlılıkları için yaklaşık 2800 protein çinkoya ihtiyaç duyar [23]. Çinkonun bitkideki en önemli fonksiyonu protein sentezine doğrudan katılması ve 300'den fazla enzimin etkinliğinde doğrudan veya dolaylı olarak rol almasıdır [18]. Dolayısıyla düşük çinko içeriği olan topraklarda yetişen bitkilerde büyüme ve gelişme bozukluklarının görülmesinin şaşırtıcı olmadığı bildirilmiştir [24].

Çinko ve mangan yetersizliğinde bitkilerde gelişme gerilikleri ve fotosentezde aksamaların meydana geldiği belirlenmiştir. Çinkonun düşük biyoyararlanımı, sadece bitki verimliliğini düşürmekle kalmaz aynı zamanda tohum/tahıllarda Zn yoğunluğunu düşürerek hasat edilen ürünlerin beslenme kalitesini de düşürür [25]. Bitkilerin büyüme noktaları Zn'ya yüksek düzeyde ihtiyaç duyduğu bunun bir sonucu olarak, Zn noksanlığı altındaki bitkilerde hücre uzaması, hücre bölünmesi ve bölünen hücrelerin farklılaşması gibi olaylar olumsuz bir biçimde etkilenmektedir. Sonuç olarak da bitkide büyüme durmakta ve biçim bozuklukları ortaya çıkmaktadır [26]. Bitkilerde Zn noksanlığı belirtisi olarak, boğumlar arası kısalmır ve yapraklar küçülür. Yaprakların küçülmesi, en genç yapraklarda damarlar arası klorozla birlikte görülür. Monokotiledonlarda, özellikle de mısırdaki, klorotik bantlar kırmızı, renksiz leke şeklinde ve yaprakların damar aralarında görülür. Daha yaşlı yapraklarda Zn noksanlığı semptomları esasen fosfor toksisitesi veya fototoksikasyon kaynaklandığı bildirilmiştir [27]. Büyüme olayının Zn noksanlığında azalmasına neden olarak, protein

sentezinin sınırlanması ve fitohormon metabolizmasının bozulması olarak gösterilmiştir [18]. Çinko, toksik olan O₂ radikallerinin hem sentezini sınırlamakta hem de detoksifikasyonunu sağlamaktadır. Bu yönü ile Zn, hücre yaşlanmasında ve tahribatında belirleyici rolü olan toksik O₂ radikallerine karşı hücrenin en önemli koruyucu unsurlarından biridir [28].

Buradan hareketle bitkilerdeki mineral seviyesinin yeterli olması sağlıklı bitki gelişimi ve birim alandan daha kaliteli ve yüksek verim açısından çok önemli olduğu görülmektedir. Minerallerin fonksiyonelliği, alımı ve bitkideki miktarı bitki sağlığı ile çok yakından ilgilidir [29].

Tablo 3.3.'de görülebileceği gibi kuru madde yönünden çalılar benzer özellik göstermesine rağmen, hazmolunabilirlik açısından *K. ceratoides* ve *A. canescens*'in diğer *Q. infectoria* ve *Q. robur*'a göre daha zengin içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. Yine ham kül açısından *A. canescens* diğer üç çalıya göre oldukça yüksek değere sahip olmuştur. Organik madde açısından *K. ceratoides* ile *Q. infectoria* diğer iki türe göre nispi olarak daha yüksek olmasına rağmen ham yağ açısından *K. ceratoides* diğer türlere göre daha zengin yağ içeriğine sahiptir. ADF açısından *Q. infectoria* ve *Q. robur* diğer iki çalıya göre daha yüksek içeriğe sahiptirken, *K. ceratoides* NDF açısından diğer çalı türlerine göre daha yüksek bir değere sahiptir. *Q. infectoria* ve *Q. robur* selüloz yönünden daha yüksek değerlere sahip olmasına rağmen 48 saatte parçalanabilirlik açısından *K. ceratoides* dışındaki diğer üç tür daha yüksek oranda bir parçalanma göstermiştir. (KMS) kuru madde sindirilebilirliği açısından *K. ceratoides* ve *A. canescens* den yüksek sonuçları vermiştir. Sindirilebilir enerji (SE) yönünden *K. ceratoides* diğerlerine göre daha yüksek olurken metabolik enerji (ME) yönünden *K. ceratoides* ve *A. canescens* türleri *Q. infectoria* ve *Q. robur* göre daha yüksek sonuç vermiştir. Diğer taraftan Nispi Yem Değeri (NYD) açısından *A. canescens* diğer üç türe göre daha yüksek bir değere sahiptir.

Bu açıklamaların ışığı altında özellikle *A. canescens* ve yakın değerlere sahip olan *K. ceratoides*'in yüksek ham protein, kuru madde, ham kül, organik madde, ham yağ, selüloz, rumende parçalanabilme, kuru madde sindirilebilirliği, sindirilebilir enerji, metabolik enerji ve nispi yem değeri bakımından yüksek, kaliteli ve aynı zamanda düşük ADL değerlerinden dolayı tercih edilebilir bitkiler olduğu ortaya çıkmaktadır. Kutlu ve ark., (2005) [30]'e göre bir yemin değeri bu yemin hayvanın vücudunda belli amaçlarla değerlendirilme gücü olarak bildirilmektedir. Nitekim yapılan birçok araştırma da hayvanlar tarafında tercih edilebilir ve besin değeri açısından yüksek kaliteli bir bitkinin özellikle ham protein, kuru madde, ham kül, organik madde, ham yağ, rumende parçalanabilme, nispi yem değeri, kuru madde sindirilebilirliği, sindirilebilir enerji ve metabolik enerji bakımından istenen seviyede yüksek değerlere sahip olması gerekmektedir. Özellikle ham protein, rumende parçalanabilirlik, kuru madde nispi yem değeri bakımından bitkinin yüksek içeriğe sahip olması gerektiği yapılan çalışmalarda ortaya konuşmuştur. Aygün ve ark., (2014) [31] *A. canescens*'in, hayvanlar tarafından tercih edilebilmesi, yine Erdoğan ve ark (2014) [32] *A. canescens*'in, Estes (2008) [33] *K. ceratoides* in marjinal alanlar için, Özcan ve Burcu. (2005) [34]'e göre *Q. robur* ve *Q. infectoria*'nın mikro ve makro element içeriklerinin hayvancılık için önemli olduğunu bildirmişlerdir. *Quercus* türlerinin PEG içerikleri ile küçükbaş beslemeleri için yem potansiyeline sahip olduklarını bildirmiştir [35]. *Q. robur* yaprak içerikleri, kimyasal kompozisyonu üzerinde yapılan çalışmalarda hayvan yemi olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir [16].

Şekilde 3.2.'de de görüleceği gibi *Q. infectoria* ve *Q. robur* bir gruba ait iken *K. ceratoides* ve *A. canescens* tek başlarına ayrı grupları oluşturmuşlardır. Besin değerleri bakımından ise beş grup meydana gelmiştir. İlk grubu Ca, Mg, K, P, oluştururken; Fe, Nispi yem değeri, organik madde, kuru madde başka bir grubu oluşturmuştur. Üçüncü diğer bir grubu Selüloz, KMS, NDF, 48 saatte rumen parçalanabilirliği ve ADF oluştururken; dördüncü grubu ise metabolik ve sindirilebilir enerji, ham yağ oluşturmuştur. Son grup ise ham kül, Zn, Mn, Cu, ADL ve Ham proteinden oluşmuştur.

Sonuç olarak, eldeki veriler ışığında hayvan beslemede önemli yere sahip olan meralarımızın yetersiz olduğu zamanlarda ve alanlarda ilave yem katkısı ve stok yem olarak kullanılabilme özelliğine sahip *K. ceratoides*, *A. canescens*, *Q. infectoria* ve *Q. robur*'un besin madde içerikleri ve yem değerleri ile kullanılacak özellikte ve yeterlikte oldukları belirlenmiş olup bu taksonlar özellikle marjinal alanlarda ve kurak sezonlarda önerilmektedir.

Kaynaklar

- [1] Anonim, 1998. Advanced Course:1998. Fodder Shrubs: Their Role In Mediterranean Arid And Semi-Arid Land Development And Environmental Conservation Rabat (Morocco), 28 September - 9 October 1998 Jointly organized by International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM)andInstitut Agronomique et Vétérinaire Hassan II of Morocco with the contribution ofCommission of the European Union (DG I)
- [2] Anonim, 1978. Türkiye Arazi Varlığı. T.C. Köyşleri ve Koop. Bak., Toprak Etüd ve Har.Da. Başk. Yay., Ankara, 81 s.
- [3] Daşdemir, İ., Tetik, M., Güven, M., & Doğukan, H. (1994). Doğu Anadolu Bölgesinde erozyon önlemede kullanılabilir bitki türlerinin tespiti ve bunlarla yapılacak erozyon önleme çalışmaları. *Orman Bakanlığı Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Rapor*, (1).
- [4] Güven, M. (2004). Kargapazarı Dağı florasında bulunan çalı türlerinin tespiti ve çoğaltma teknikleri ile yem değerlerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Tarla Bit. Anabilim Dalı, Erzurum*.
- [5] Schalitz, G., Behrendt, A., & Fischer, A. (1999). Rola drzew i krzewów w kształtowaniu krajobrazu grodzonych pastwisk. *Folia Univ. Agric. Stetin*, 197, 287-292.

- [6] Papanastasis, V. P., Frame, J., & Nassis, A. S. (1999). Grasslands and woody plants in Europe. Organizing Committee of the International Occasional Symposium of the European Grassland Federation, Hellenic Range and Pasture Society (HERPAS).
- [7] Stidham, N. D., Powell, J., Gray, F., & Claypool, P. I. (1982). Establishment, growth, utilization and chemical composition of introduced shrubs on Oklahoma tall grass prairie *Atriplex canescens*, *Fallugia paradoxa*, *Cowania mexicana* var. *stansburiana*, winter browse plants. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 35(3), 301-304.
- [8] Akyıldız, A. R. (1984). Yemler bilgisi laboratuvar kılavuzu. *AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları*, 895, 236.
- [9] Van Soest, P. J. (1982). Analytical systems for evaluation of feeds. *Nutritional ecology of the ruminant*, 75-94.
- [10] Mehrez, A. Z., & Ørskov, E. R. (1977). A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *The Journal of Agricultural Science*, 88(3), 645-650.
- [11] Ørskov, E. R., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499-503.
- [12] Oddy, V. H., Robards, G. E., & Low, S. G. (1983). Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fibre and nitrogen content of a feed. In *Feed information and animal production: proceedings of the second symposium of the International Network of Feed Information Centres* edited by GE Robards and RG Packham. Farnham Royal, Slough [Buckingham]: Commonwealth Agricultural Bureaux, c1983.
- [13] Fonnesebeck, P. V., Clark, D. H., Garret, W. N., & Speth, C. F. (1984). Predicting energy utilization from alfalfa hay from the Western Region. *Proc. Am. Anim. Sci. (Western Section)*, 35, 305-308.
- [14] Khalil, J., Sawaya, W. N., & Hyder, S. Z. (1986). Nutrient composition of *Atriplex* leaves grown in Saudi Arabia. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 39(2), 104-107.
- [15] Ogle, D., John, S. L., Stannard, M., & Holzworth, L. (2012). Conservation plant species for the Intermountain West. *Plant Materials*, 1-57.
- [16] Kilic, U., Boga, M., & Guven, I. (2010). Chemical composition and nutritive value of oak (*Quercus robur*) nut and leaves. *Journal of Applied Animal Research*, 38(1), 101-104.
- [17] Walter J. (2016). Chenobase: Chenopodiaceae GSD (version Jan 2014). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 23rd December 2015 (Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Flann C., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., eds). *Digital resource at www.catalogueoflife.org/col*. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- [18] Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. *Academic Press*, 657-680.
- [19] Bothwell, J. H., & Ng, C. K. Y. (2005). The evolution of Ca²⁺ signalling in photosynthetic eukaryotes. *New Phytologist*, 166(1), 21-38.
- [20] Paschke, M. W., Valdecantos, A., & Redente, E. F. (2005). Manganese toxicity thresholds for restoration grass species. *Environmental Pollution*, 135(2), 313-322.
- [21] Jones Jr, J. B., Wolf, B., & Mills, H. A. (1991). *Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Micro-Macro Publishing, Inc.
- [22] Broadley, M. R., White, P. J., Hammond, J. P., Zelko, I., & Lux, A. (2007). Zinc in plants. *New phytologist*, 173(4), 677-702.
- [23] Andreini, C., Bertini, I., & Rosato, A. (2009). Metalloproteomes: a bioinformatic approach. *Accounts of chemical research*, 42(10), 1471-1479.
- [24] Sillanpää, M., & Vlek, P. L. G. (1985). Micronutrients and the agroecology of tropical and Mediterranean regions. In *Micronutrients in tropical food crop production* (pp. 151-167). Springer, Dordrecht.
- [25] Çakmak, I., & Hoffland, E. (2012). Zinc for the improvement of crop production and human health.
- [26] Çakmak, I., Marschner, H., & Bangerth, F. (1989). Effect of zinc nutritional status on growth, protein metabolism and levels of indole-3-acetic acid and other phytohormones in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Experimental Botany*, 40(3), 405-412.
- [27] Marschner, H., & Çakmak, I. (1989). High light intensity enhances chlorosis and necrosis in leaves of zinc, potassium, and magnesium deficient bean (*Phaseolus vulgaris*) plants. *Journal of Plant physiology*, 134(3), 308-315.
- [28] Çakmak, I., & Marschner, H. (1988). Increase in membrane permeability and exudation in roots of zinc deficient plants. *Journal of Plant physiology*, 132(3), 356-361.
- [29] Olgun, M., Başçiftçi, Z. B., Ayter, N. G., Turan, M., Aydın, D., Şaban, Z., ... & Koyuncu, O. (2016). Potasyum İyodür Uygulamasının Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 46-60.
- [30] Kutlu, H. R., Görgülü, M., & Çelik, L. B. (2005). Genel hayvan besleme ders notu. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Adana*, 23-24.
- [31] Aygün C. İ Kara, H Hanoğlu, İ Erdoğdu, A L Sever, A K Atalay. (2014). Çalı ve Çalimsı Bitkilerin Meralarda Kullanılma İmkânları. *Sonuç Raporu*. Eskişehir.

- [32] Erdoğdu, İ., Sever, A. L., Atalay, A. K., & Aygün, C. (2014). Farklı Lokasyonlarda ve Dikim Mesafelerinde Dört Kanatlı Tuz Çalısının (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.) Yaprakla Kaplama Alanı ve Bazı Yem Kalite Değerlerinin Belirlenmesi. *Research Journal of Biology Sciences*, 7(1), 05-10.
- [33] Estes, M. G. (2008). Nutritional characteristics of dormant season grazing within a winterfat (*Krascheninnikovia lanata* (Gueldenstaedt)) dominated plant community, and the effect of seedbed preparation on the emergence and survival of winterfat and squirreltail (*Elymus elymoides* (Raf.) Swezey) seedlings.
- [34] Özcan, T., & Bayçu, G. (2005). Some elemental concentrations in the acorns of Turkish *Quercus* L.(Fagaceae) taxa. *Pakistan Journal of Botany*, 37(2), 361.
- [35] Elahi, M. Y., & Rouzbehan, Y. (2008). Characterization of *Quercus persica*, *Quercus infectoria* and *Quercus libani* as ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 140(1-2), 78-89.



The Plant biodiversity of Ankara University 10. yıl (Beşevler) campus

İsa BAŞKÖSE ^{*1}, Selçuk Tuğrul KÖRÜKLÜ ¹, Ahmet Emre YAPYAK ¹
ORCID: 0000-0001-7347-3464; 0000-0002-7440-6818; 0000-0001-6464-2641

¹ Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 06100 Ankara, Turkey

Abstract

In this study, it was aimed to determine the seed plant diversity of Ankara University 10. Yıl (Beşevler) Campus. As a result of the study, a total of 445 taxa belonging to 281 genera from 79 different families were determined. From *Gymnospermae* subdivision, 31 taxa belong to 14 genera of 5 families were determined. From *Angiospermae* subdivision, 57 taxa from 10 families belong to *Monocotyl* group, 356 taxa from 63 families belong to *Eudicot* groups, and 1 taxa from 1 family (*Nymphaeaceae*) *Non-Eudicot* basal group were determined. The eight of the determined 445 taxa are endemic for Turkey with the ratio of 1,8%. In addition, 151 of the taxa in the campus area are woody (trees or shrubs) and the remaining 294 taxa are annual or perennial herbaceous plants. In addition, 266 of the taxa in the campus area grow naturally, but the remaining 179 taxa are not natural (plantation or cultivation).

Key words: Ankara University, B4 square, campus, endemic, flora

----- * -----

Ankara Üniversitesi 10. yıl (Beşevler) yerleşkesinin bitki biyoçeşitliliği

Özet

Bu çalışmada, Ankara Üniversitesi 10. Yıl (Beşevler) yerleşkesinin tohumlu bitki çeşitliliği belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda yerleşke içerisinde 79 farklı familyadan, 281 cinse ait tür ve tür altı düzeyde toplam 445 takson tespit edilmiştir. *Gymnospermae* alt şubesinde 5 familyadan 14 cinse ait toplam 31 takson tespit edilmiştir. *Angiospermae* alt şubesi *Monokotil* gruba ait 10 familyadan 57 takson, *Ödikotil* gruba ait 63 familyadan toplam 356 takson ve *Ödikotil* olmayan bazal gruba ait 1 familyadan (*Nymphaeaceae*) 1 takson tespit edilmiştir. Tespit edilen 445 taksondan sadece 8 tanesi endemik olup endemizm oranı ise % 1,8'dir. Ayrıca, yerleşke içerisinde belirlenen taksonlardan 151'i odunlu (ağaç, ağaççık veya çalı), geriye kalan 294 takson ise tek veya çok yıllık otsu bitkilerdir. İlave olarak, Kampüs alanındaki taksonların 266 tanesi doğal olarak yetişmekte fakat geriye kalan 179 takson ise plantasyon veya yetiştirme sonucu alanda bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Ankara Üniversitesi, B4 karesi, endemik, flora, kampüs

1. Giriş

Üniversite yerleşkeleri, özellikle uygulamalı bölümler için doğal laboratuvar özelliğine sahip olup kendi içinde önemli bir biyoçeşitliliğe sahiptir [1, 2]. Köklü ve yerleşik bir yapıya sahip üniversite yerleşkeleri, biyoçeşitliliğin korunduğu alanlar olarak karşımıza çıkarken, yeni kurulan üniversitelerde inşaat, plantasyon, peyzaj ve antropojenik etiler nedeniyle biyoçeşitlilik kompozisyonu değişkenlik göstermektedir [3, 4]. Bu durumun öncelikli etkileri yerleşkelerin floristik yapısı üzerinde kendini göstermektedir. Bu sebepten dolayı ülkemizde pek çok üniversite yerleşkesinin bitki biyoçeşitliliğinin ortaya konması amacıyla floristik çalışmalar yapılmış veya yapılmaya devam edilmektedir [3, 5, 6, 7].

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905354130452; Fax: +905354130452; E-mail:isabaskose@gmail.com

Ankara üniversitesi, 1946 yılında Cumhuriyetin ilanından sonra resmi olarak kurulan ilk üniversitedir. Yaklaşık 75 yıllık bir geçmişe sahip Ankara Üniversitesinin merkez kampüs olarak seçilen ve bu çalışmaya konu olan 10. Yıl (Beşevler) Yerleşkesi, geçen 75 yıl zarfında pek çok değişime uğramış ve günümüzdeki halini almıştır. Şehir merkezi içerisinde yer almasına karşın kampüs alanının bazı bölümleri halen doğal yapısını korumaktadır. Bu yüzden ki kendine özgü bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Bunun önemli göstergelerinde biri, bu çalışmanın öncesinde yapılan çalışmalarda 10. Yıl yerleşkesi içerisinde 162 mantar türünün belirlenmiş olmasıdır [8, 9, 10].

Buradan yola çıkarak bu çalışmayla daha önceden floristik açıdan çalışılmamış olan 10. Yıl (Beşevler) Yerleşkesinin bitki biyoçeşitliliği ortaya konmuştur.

1.1 Çalışma alanının coğrafik durumu

Ankara Üniversitesi 10. Yıl (Tandoğan) Yerleşkesi Ankara ili Çankaya ilçesi sınırları içerisinde ve coğrafik olarak güneyde 39.936800° K ve kuzeyde 39.937350° K paralelleri ile batıda 32.826330° D ve doğuda 32.835720° D meridyenleri arasında yer almaktadır. Kampüs çevresinde Anıtkabir, Makine Kimya Endüstrisi Kurumu, Tarihi Ankara Garı, Gazi Üniversitesi gibi çok önemli yerleşkeler bulunmaktadır. Onuncu yıl yerleşkesi yaklaşık 195.000 m² lik bir alana sahip olup yerleşke içinde Eczacılık ve Fen Fakültelerinin yanı sıra Rektörlük, spor kompleksi ve farklı yönetim binaları bulunmaktadır. Grid kareleme sistemine göre de B4 karesi içerisinde yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Kampüs alanının uydu fotoğrafı ve parseller (— kampüs alanı sınırı, — parsel sınırları)

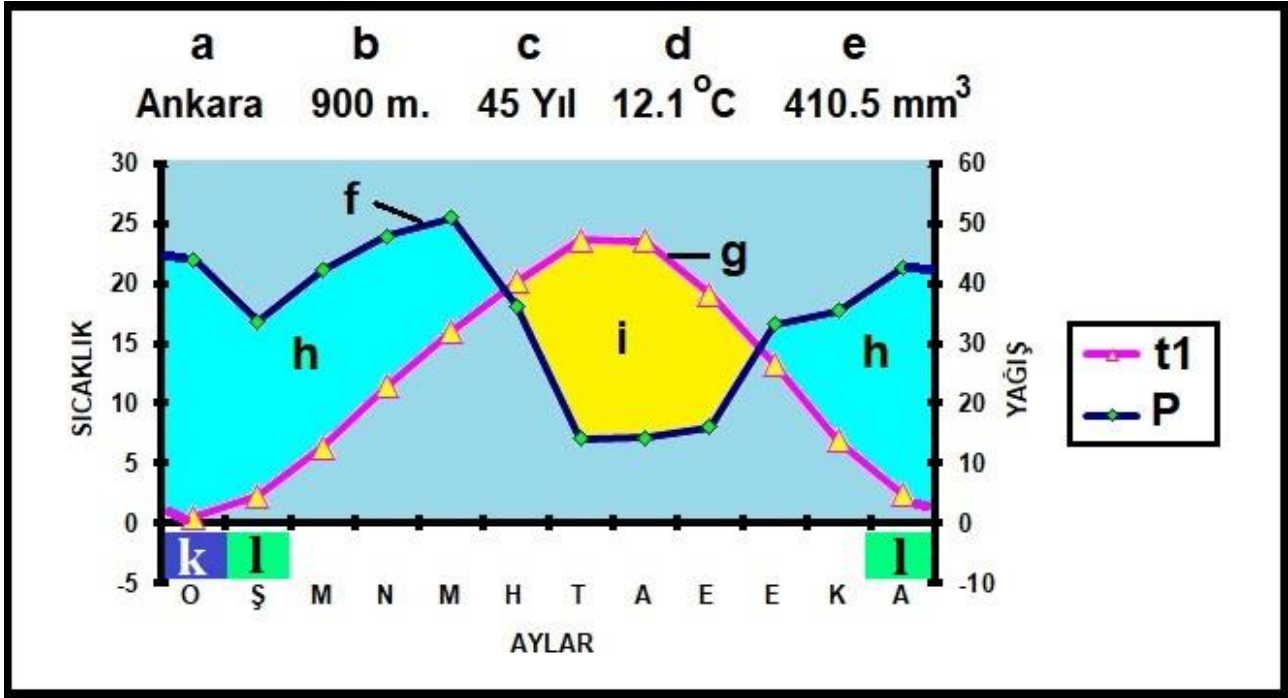
1.2 Çalışma alanının iklimsel özellikleri

Kampüs alanı, Ankara ili meteoroloji istasyonundan elde edilen verilere göre yarı kurak, alt Akdeniz iklimi katı içerisinde bulunmaktadır. Ankara'nın yıllık sıcaklık ortalaması 12.1 °C, yıllık yağış ortalaması 410.5 mm³ (Şekil 2) ve ortalama nispi nem miktarı ise % 60.7'dir. Mevsimlere göre ortalama yağış miktarları dikkate alındığında, ilkbahar aylarında toplam 140.9 mm³, yaz aylarında toplam 64.6 mm³, sonbahar aylarında toplam 84.5 mm³ ve kış aylarında toplam 120.4 mm³ yağış görülmektedir. Bu durum dikkate alındığında, Ankara ili yağış rejimi bakımından (I.K.S.Y) şeklinde ve Doğu Akdeniz yağış rejimi 2. tipi içerisinde yer almaktadır.

2. Materyal ve yöntem

Bu çalışmanın materyali, 2018 ve 2020 yılları arasında Mart-Kasım ayları arasına denk gelen vejetasyon dönemlerinde toplanan 750 bitki örneğinden oluşmaktadır. Arazi çalışmaları, alanın küçük olması sebebiyle haftada bir ve gününbirlik olarak yapılmıştır.

Toplanan örnekler uygun yöntemle preslenmiş, kurutulmuş, kartonlara yapıştırılmış ve herbaryum materyali haline getirilmiştir. Örnekler Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Herbaryumuna (Herbaryum ANK) yerleştirilmiştir.



Şekil 2. Ankara ili Merkez (9. Bölge) istasyonuna ait ombrotermik iklim diyagramı; a) istasyon adı, b) istasyon rakımı, c) rasat süresi, d) yıllık ortalama sıcaklık, e) toplam yıllık yağış ortalaması, f) yağış eğrisi, g) sıcaklık eğrisi, h) yağışlı dönem, i) kurak dönem, k) muhtemel donlu aylar, l) don ihtimali olan aylar

Çalışma alanından toplanan ve doğal yayılışa sahip örnekler “Türkiye Florası” ciltleri kullanılarak [12, 13, 14], yerleşke içerisinde plantasyon veya peyzaj düzenlemeleri sonucu bulunan egzotik türler ise konuyla ilgili literatürlere [15, 16, 17, 18] göre teşhis edilmiştir. Ayrıca teşhisinde güçlük çekilen bazı taksonların teşhisi, ANK herbaryumunda bulunan örnekler ile kıyaslanmak suretiyle yapılmıştır. Belirlenen taksonların otör adlarının yazımı için “*Authors of Plants Name*” [19] adlı eser ile “The Plant List” ve “International Plant Names Index” gibi güncel internet siteleri temel alınmıştır [20, 21].

Çalışma sonucu belirlenen taksonlar ise APG sistemine göre düzenlenmiş ve alfabetik düzene göre listelenmiştir. Alanda plantasyon veya peyzaj düzenlenmesi sonucu yayılış gösteren taksonlar “*” işareti ile gösterilmiştir. Çalışma alanında olası endemik ve nadir bitkilerin tehlike kategorileri “Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı” adlı esere göre belirlenmiş [22], ancak kategoriler IUCN version 14’e göre yeniden düzenlenmiştir [23]. Araştırma alanının küçük olmasından dolayı 8 farklı istasyona bölünmüş ve buna bağlı olarak tasyonların lokalite bilgileri uzun şekilde yazılmayıp aşağıda liste halinde verilen istasyonlara ait kod numaraları kullanılmıştır (Tablo 1). Ayrıca alanda bulunan endemik ve nadir 6 adet geofit bitki taksonu için örnekleme yapılmayıp canlı örnek üzerinden teşhisleri yapılmıştır.

Çalışma alanının iklimsel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet meteoroloji Genel Müdürlüğü Ankara ili Keçiören Meteoroloji Bölge Müdürlüğü istasyonundan elde edilen 45 yıllık sıcaklık, yağış ve nem gibi veriler kullanılmıştır. Elde edilen verilerin yorumlanması için “İklim ve Biyoiklim” adlı eser temel alınmış [11] ve bu veriler doğrultusunda da Ankara ili için ombrotermik iklim diyagramı çizilmiştir (Şekil 2).

Tablo 1. Çalışma alanındaki istasyonların listesi

İstasyon kodu	İstasyonlar	İstasyon kodu	İstasyonlar
1	Eczacılık Fakültesi çevresi	5	Fen Fakültesi C ve F Blok çevresi
2	Rektörlük çevresi	6	Fen Fakültesi D Blok çevresi
3	Fen Fakültesi A Blok çevresi ve iç bahçeler	7	Rekreasyon alanı çevresi
4	Fen Fakültesi B Blok çevresi ve iç bahçeler	8	Olimpik yüzme havuz ve çevresi

Çalışma alanı haritası “Google Earth” programı kullanılarak hazırlanmıştır (Şekil 1). Alanın iklimsel verileri ise Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiş [24] ve verilerin analizi için “İklim ve Biyoiklim” adlı eserden yararlanılmıştır [11]

3. Bulgular**GYMNOSPERMAE****1. CUPRESSACEAE**

- **Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl., 5,7,8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4585.
 **Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don, 3, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4697.
 *× *Cupressocyparis leylandii* (A.B.Jacks. & Dallim.) Dallim., 3,4, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4622.
 **Cupressus arizonica* Greene, 3,4, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4599.
 **Cupressus macrocarpa* Harw. Ex Gordon, 7, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4600.
 **Cupressus sempervirens* L., 8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4601.
 **Juniperus chinensis* L., 3,5,7, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4612.
 **Juniperus communis* L. var. *communis*, 8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4610.
 **Juniperus excelsa* M.Bieb., 8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4657.
 **Juniperus horizontalis* Moench, 5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4613.
 **Juniperus sabina* L., 2,4, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4594.
 **Juniperus virginiana* L. 3,4, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4598
 **Platycladus orientalis* (L.) Franco., 1→6, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4534.
 **Thuja occidentalis* L., 2,4, 22.06.2019, Başköse-4602.

2. PINACEAE

- **Abies cilicica* (Antoine & Kotschy) Carrière subsp. *cilicica*, 3,4, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4574.
 **Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. subsp. *nordmanniana*, 8, 365 m, 24.07.2020, Başköse-4938.
 **Abies pinsapo* Boiss., 5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4588.
 **Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carr, 2, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4589.
 **Cedrus deodora* (Roxb. ex Lamb.) G.Don, 2,4, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4591.
 **Cedrus libani* A.Rich. var. *libani*, 1→7, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4597.
 **Picea abies* (L.) H.Karst., 7, 865 m, 30.03.2020, Başköse-4898.
 **Picea orientalis* (L.) Link., 2,4, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4577.
 **Picea pungens* Engelm., 2→6, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4623.
 **Pinus brutia* L. var. *brutia*, 2, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4590.
 **Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana*, 3→8, 865 m, 16.04.2019, Başköse-4186 ve 4595.
 **Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *fastigiata*, 2, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4663. Endemik.
 **Pinus pinea* L. 5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4587

**Pinus sylvestris* L. var. *hamata*, 3,7, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4185.

**Pinus wallichiana* A.B.Jacks., 3,4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4234.

3. EPHEDRACEAE

**Ephedra major* Host., 1, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4555.

4. GINKGOACEAE

**Ginkgo biloba* L., 1,4,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4675.

5. TAXACEAE

**Taxus baccata* L., 1,2, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4553.

ANGIOSPERMAE**6. ADOXACEAE**

- **Sambucus nigra* L., 2,3,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4667.
 **Viburnum farreri* Stearn, 6, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4664.
 **Viburnum opulus* L., 6,7, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4611.
 **Viburnum tinus* L., 2,3,4, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4209.

7. AMARANTHACEAE

- Amaranthus albus* L., 6, 865 m, 17.07.2018, Başköse-4382 ve 4383.
Amaranthus blitoides S.Watson, 7, 865 m, 29.06.2018, Başköse-4354.
Amaranthus retroflexus L., 5,6, 865 m, 29.06.2018, Başköse-4346 ve 4392.
Amaranthus viridis L., 5, 17.09.2018, Başköse-4420.
Atriplex micrantha Ledeb., 6, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4617.
Atriplex laevis Ledeb., 6, 865 m, 29.06.2018, Başköse-4347.
Atriplex patula L., 5,6, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4615.
Atriplex prostrata Boucher ex DC., 5, 865 m, 17.09.2018, Başköse-4423.
Atriplex rosea L., 7, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4616.
Atriplex sagittata Borkh., 4,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4645.
Beta lomatogona Fisch. & C.A.Mey., 5, 865 m, 21.05.2020, Başköse-4924.
Chenopodium album L. subsp. *album* var. *album*, 5,6,7, 865 m, 17.09.2018, Başköse-4352, 4397, 4424 ve 4425.
Chenopodium opulifolium Schrad. ex W.D.J.Koch & Ziz, 5,6, 865 m, 4.09.2018, Başköse-4413 ve 4419.
Chenopodium urbicum L., 5,7, 865 m, 13.08.2018, Başköse-4391 ve 4421.
Chenopodium vulvaria L., 5,6,7, 865 m, 29.06.2018, Başköse-4352 ve 4422.

8. AMARYLLIDACEAE

- ***Allium karamanoglu** Koyuncu & Kollmann, 3, 29.04.2020, Başköse-4904, Endemik.
 ***Allium neopolitanum** Cirillo, 1, 865 m, 29.04.2020, Başköse-4906.
 ***Allium orientale** Boiss., 1, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4525.
 ***Allium paniculatum** L. subsp. **paniculatum**, 3, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4737.
Allium scorodoprasum L. subsp. **rotundum** L., 7, 865 m, 29.06.2020, Başköse-4935.
 ***Allium sativum** L., 5, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4567.
 ***Galanthus elwesii** Hook.f. var. **elwesii**, 3, 865 m, 13.03.2020, Başköse-4889.
 ***Narcissus pseudonarcissus** L., 3, 865 m, 19.03.2019, Başköse-4887.
 ***Sternbergia candida** B.Mathew & T.Baytop, 3, 865 m, 14.02.2019, Endemik.
 ***Sternbergia vernalis** (Mill.) Gorer & J.H.Harvey, 3, 865 m, 8.10.2018.

9. ANACARDIACEAE

- ***Cotinus coggygria** Scop., 4,6,7,8, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4260.
 ***Rhus typhina** L. 3,7, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4295.

10. APIACEAE

- Anthriscus caucalis** M.Bieb., 3, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4316.
Anthriscus nemorosa (M.Bieb.) Spreng., 3,4, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4322.
Echinophora tenuifolia L. subsp. **sibthorpiana** (Guss.) Tutin, 4, 865 m, 22.07.2019, Başköse-4749.
Daucus carota L., 4, 865 m, 02.07.2018, Başköse-4373.
Eryngium campestre L., 4, 865 m, 13.06.2019, Başköse-4548.
Lisaea papyracea Boiss., 5, 865 m, 865 m, 07.06.2019, Başköse-4523.
Malabaila secacul (Mill.) Boiss. subsp. **secacul**, 4,6, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4304.
Pimpinella peregrina L., 3, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4324.
Torilis arvensis (Huds.) Link subsp. **arvensis**, 3,4,6, 865 m, 01.06.2018, Başköse-4334.
Torilis nodosa (L.) Gaertn., 4,6, 865 m, 29.05.2019, Başköse-4505

11. APOCYNACEAE

- ***Cynanchum acutum** L. subsp. **acutum**, 7, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4688.
 ***Vinca major** L. subsp. **major**, 2,3,5, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4694.
 ***Vinca minor** L., 2,3,4, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4672.

12. AQUIFOLIACEAE

- ***Ilex aquifolium** L., 3, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4659.

13. ARACEAE

- Arum rupicola** Boiss. var. **rupicola**, 3, 865 m, 29.04.2020, Başköse-4903.

14. ARALIACEAE

- ***Hedera colchica** (K.Koch) K.Koch, 6, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4643.
Hedera helix L., 1,3,6,8, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4712.

15. ASPARAGACEAE

- ***Asparagus officinalis** L. subsp. **officinalis**, 5, 865 m, 13.06.2019, Başköse-4543.
 ***Hyacinthus orientalis** L. subsp. **orientalis**, 3,5, 865 m, 10.02.2019, Başköse-4894.
 ***Muscari neglectum** Guss. ex Ten., 3,6, 865 m, 17.04.2019, Başköse-4888.
 ***Ornithogalum lanceolatum** Labill., 3, 865 m, 10.02.2019, Başköse-4890.
 ***Ornithogalum sphaerocarpum** A.Kern., 4, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4311.
 ***Ornithogalum umbellatum** L., 3,4,5, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4201.
 ***Ruscus aculeatus** L. var. **aculeatus**, 3, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4634.
 ***Scilla bifolia** L., 3, 865 m, 6.02.2019, Başköse-4895.
 ***Scilla luciliae** (Boiss.) Speta, 3, 865 m, 6.02.2019, Endemik.
 ***Yucca filamentosa** L., 2,3,5,8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4621.

16. ASPHODELACEAE

- ***Hemerocallis fulva** (L.) L. var. **fulva**, 2,3, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4583.

17. ASTERACEAE

- Achillea arabica** Kotschy, 2,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse- 4240.
Achillea millefolium L. subsp. **millefolium** var. **millefolium**, 2, 865 m, 23.05.2018, Başköse- 4299, 4372 ve 4385.
Arctium minus (Hill) Bernh., 3,5,8, 1.06.2018, 865 m, Başköse-4330.
Artemisia vulgaris L., 5, 865 m, 25.09.2018, Başköse-4436.
Bellis perennis L., 3,4, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4558.
Carduus nutans L. (s.l.), 4, 865 m, 23.05.2018, Başköse- 4315.
Carduus pycnocephalus L. var. **pycnocephalus**, 1,3,4, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4206.
Centaurea solstitialis L. subsp. **solstitialis**, 8, 8.07.2019, Başköse-4704.
Chardinia orientalis (L.) Kuntze, 4, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4314.
Chondrilla juncea L., 1,2,3,6,7, 865 m, 28.08.2018, Başköse- 4409.
Cichorium intybus L., 1,2,3,5,6, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4328 ve 4551.

Cirsium arvense (L.) Scop. subsp. **vestitum**, 1,2,4, 23.05.2018, 865 m, Başköse-4320.
Cirsium vulgare (Savi) Ten., 4,6, 865 m, 1.06.2018, Başköse- 4331.
Conyza bonariensis (L.) Cronquist, 7, 865 m, 25.09.2018, Başköse-4440.
Conyza canadensis (L.) Cronquist, 2,3,7, 865 m, 6.07.2018, Başköse-4381 ve 4396.
Crepis alpina L., 1,3,4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4218
Crepis foetida L. subsp. **rhoeadifolia** (M.Bieb.) Čelak., 2,3,4, 865 m, 16.05.2018, Başköse- 4229.
Crepis pulchra L. subsp. **pulchra**, 3, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4217 ve 4225.
Crepis sancta (L.) Bornm., 1,3,6, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4219
Crupina crupinastrum (Moris) Vis., 1,4, 865 m, 16.05.2018, Başköse- 4228.
Cyanus depressus (M.Bieb.) Soják, 5, 865 m, 2.05.2018, Başköse-4767.
Filago pyramidata L., 4, 865 m, 13.06.2019, Başköse-4539.
Lactuca serriola L., 1→6, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4648 ve 4708.
Lactuca tuberosa Jacq., 3, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4569.
Lactuca viminea (L.) J.Presl & C.Presl, 4, 865 m, 22.07.2019, Başköse-4748.
Lapsana communis L. subsp. **intermedia** (M.Bieb.) Hayek var. **intermedia**, 5, 865 m, 29.06.2020, Başköse-4936.
Onopordum anatolicum (Boiss.) Boiss. & Heldr. ex Eig, 3,4, 865 m, 2.07.2018, Başköse-4374,
Picnomun acarna (L.) Cass., 3, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4692.
Pilosella pilisquama (Nägeli & Peter) Dostál, 4, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4642.
Pilosella piloselloides (Vill.) Soják subsp. **magyarica** (Peter) S.Bräut. & Greuter, 4, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4699.
Santolina chamaecyparissus L., 6, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4650.
Scorzonera cana (C.A.Mey.) Griseb. var. **jacquiniana**, 1, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4221 ve 4227.
Senecio leucanthemifolius Poir. subsp. **vernalis** (Waldst. & Kit.) Greuter, 1→6, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4758.
Senecio vulgaris L., 3,4,6, 865 m, 30.03.2020, Başköse-4896.
Sonchus asper (L.) Hill subsp. **glaucescens** (Jord.) Ball ex Ball, 2,3,4,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4635.
Sonchus oleraceus (L.) L., 5, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4218.
Tanacetum parthenium (L.) Sch.Bip., 5, 865 m, 9.06.2019, Başköse-4565.
Taraxacum officinale (L.) Weber ex F.H.Wigg, 1→8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4687.
Taraxacum serotinum (Waldst. & Kit.) Fisch., 5, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4411.

Tragopogon latifolius Boiss. var. **angustifolius** Boiss., 3,4,5, 865 m, 16.06.2018, Başköse-4239.
Tragopogon porrifolius L. subsp. **longirostris** (Sch.Bip.) Greuter, 3,4,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4257.
Tripleurospermum tenuifolium (Kit.) Freyn ex Freyn, 2,3, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4491 ve 4530.
Xanthium spinosum L., 3,4, 865 m, 26.07.2018, Başköse-4388.

18. BERBERIDACEAE

***Berberis crataegina** DC., 4, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4214 ve 4384.
 ***Berberis** × **media** Groot. ex Boom, 2, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4693.
 ***Berberis thunbergii** DC., 1,5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4614.
 ***Berberis veitchii** C.K.Schneid., 1, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4528.
 ***Berberis vulgaris** L., 4,5, 6.07.2018, 865 m, Başköse-4378.
 ***Mahonia aquifolium** (Pursh) Nutt., 1→8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4609.

19. BETULACEAE

***Betula pendula** Roth., 1,3,7, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4606.
 ***Carpinus betulus** L., 7, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4687.
 ***Corylus avellana** L. var. **avellana**, 3,5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4624.

20. BIGNONIACEAE

***Campsis radicans** (L.) Seem., 8, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4707.
 ***Catalpa bignonioides** Walter., 6,7, 865 m, 2.06.2019, Başköse-4575.

21. BORAGINACEAE

Anchusa azurea Mill., 5,6, 865 m, 20.05.2019, Başköse-4492.
Anchusa leptophylla Roem. & Schult. subsp. **leptophylla**, 5,8, 865 m, 16.05.2018, Başköse- 4289.
Asperugo procumbens L., 2,3,5, 865 m, 13.03.2020, Başköse-4892.
Cynoglossum creticum Miller, 4, 865 m, 29.05.2019, Başköse-4514.
Buglossoides arvensis (L.) I.M.Johnst. subsp. **sibthorpiana** (Griseb.) R.Fern., 5, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4211.
Echium italicum L., 7, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4333.
Echium vulgare L. subsp. **vulgare**, 5, 865 m, 29.06.2020, Başköse-4935.
Heliotropium lasiocarpum Fisch. & C.A.Mey., 5, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4406 ve 4561.
Rochelia disperma (L.f.) K.Koch var. **disperma**, 5, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4187.

22. BRASSICAEAE

- Alyssum desertorum* Stapf, 4, 865 m, 29.03.2019, Başköse-4481.
Alyssum huetii Boiss., 5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4252.
Brassica nigra (L.) K.Koch, 5,6, 865 m, 16.04.2019, Başköse-4768.
Calepina irregularis (Asso) Thell., 3, 865 m, 29.03.2019, Başköse-4480 ve 4484.
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., 2→7, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4560.
Cardamine hirsuta L., 3, 865 m, 4.03.2019, Başköse-4471 ve 4479.
Clypeola jonthlaspi L., 4, 865 m, 12.04.2019, Başköse-4482.
Conringia planisiliqua Fisch. & C.A.Mey., 4, 865 m, 2.07.2018, Başköse-4370 ve 4490.
Descurainia sophia (L.) Webb ex Prantl, 3,5, 865 m, 13.04.2020, Başköse-4899.
Diploaxis tenuifolia (L.) DC., 3,8, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4286.
Draba verna L., 4,6, 865 m, 8.03.2019, Başköse-4472.
Eruca vesicaria (L.) Cav., 4, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4210.
Lepidium chalepense L., 1→3,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4285.
Lepidium latifolium L., 3,4, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4301.
Lepidium perfoliatum L., 1, 865 m, 17.04.2019, Başköse-4488.
Noccaea perfoliata (L.) Al-Shehbaz, 3,4, 865 m, 8.03.2019, Başköse-4473.
Rapistrum rugosum (L.) All., 1, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4323.
Sinapis arvensis L., 6,7, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4181.
Sisymbrium altissimum L., 4, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4200.
Sisymbrium loeselii L., 3→7, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4216 ve 4249.

23. BUXACEAE

- **Buxus balearica* Lam., 5,6, 22.03.2019, 865 m, Başköse-4237, 4516 ve 4477
 **Buxus microphylla* Siebold & Zucc., 2, 865 m, 10.06.2020, Başköse-4931.
 **Buxus sempervirens* L. subsp. *sempervirens*, 5, 865 m, 22.03.2019, Başköse-4476.

24. CAMPANULACEAE

- Campanula lyrata* Lam. subsp. *lyrata*, 3, 865 m, 20.05.2019, Başköse-4498.
Campanula rapunculoides L., 5, 865 m, 2.07.2018, Başköse-4364 ve 4573.

25. CANNABACEAE

- **Celtis australis* L. subsp. *australis*, 1,4, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4554.

26. CANNACEAE

- **Canna indica* L., 4, 865 m, 22.07.2019, Başköse-4750.

27. CAPRIFOLIACEAE

- **Lonicera x bella* Zabel, 5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4618.
 **Lonicera caprifolium* L., 6, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4520.
 **Lonicera fragrantissima* Lindl. & J. Paxton, 8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4605.
 **Lonicera tatarica* L., 2,3, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4665.
 **Pteroccephalus plumosus* (L.) Coult., 4, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4336, 4375 ve 4538.
Scabiosa rotata M.Bieb., 4, 865 m, Başköse-4337.
Symphoricarpus albus (L.) S.F.Blake, 2,4,5, 865 m, Başköse-4570.
Valerianella coronata (L.) DC., 4, 865 m, Başköse-4268.
Valerianella vesicaria (L.) Moench, 4, 865 m, Başköse-4269.

28. CARYOPHYLLACEAE

- Arenaria sepyllifolia* L. subsp. *sepyllifolia*, 6, 865 m, 29.05.2019, Başköse-4504.
Bufonia virgata Boiss., 4, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4405.
Cerastium dichotomum L., 4, 865 m, 12.05.2020, Başköse-4922.
 **Cerastium tomentosum* L., 1,3, 865 m, 29.04.2020, Başköse-4905.
Gypsophila viscosa Murray, 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4273.
Holosteum umbellatum L. var. *umbellatum*, 4, 865 m, 8.03.2018, Başköse-4474.
Minuartia hamata (Hausskn.) Mattf., 6, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4270.
Silene dichotoma Ehrh. subsp. *dichotoma*, 6, 865 m, 25.05.2019, Başköse-4503.
Silene vulgaris (Moench) Garcke subsp. *vulgaris*, 3, 865 m, 25.05.2019, Başköse-4502.
Stellaria media (L.) Vill., 2→5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4637.
Velezia rigida L., 6, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4678.

29. CELASTRACEAE

- **Euonymus japonicus* Thunb., 2,3,4,7, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4670.

30. COLCHICACEAE

- **Colchicum balansae* Planch., 3, 865 m, 25.09.2018.

31. CONVULVULACEAE

- Convolvulus arvensis* L., 1→8, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4255 ve 4552.
Convolvulus galaticus Rost. ex Choisy, 5,7, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4282.

32. CORNACEAE

- **Cornus alba* L., 7, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4690.

33. CUCURBITACEAE

Bryonia multiflora Boiss. & Heldr., 3,4,5, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4188 ve 4371.

34. ELAEAGNACEAE

***Elaeagnus angustifolia** Wahl. var. **angustifolia**, 2,5, 865 m, 20.05.2019, Başköse- Başköse-4494.

***Elaeagnus rhamnoides** (L.) A.Nelson, 2, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4339.

35. EUPHORBIACEAE

Chrozophora tinctoria (L.) A.Juss., 5, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4400.

Euphorbia chamaesyce L., 3,4,5, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4407 ve 4418.

Euphorbia peplus L. var. **peplus**, 3,4, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4197.

36. FABACEAE

***Albizzia julibrissin** Durazz., 3,5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4628.

***Amorpha fruticosa** L., 4, 865 m, 25.05.2019, Başköse-4515.

Astragalus beypazaricus Podlech & Aytaç, 5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4620. Endemik.

Astragalus hamosus L., 4, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4190 ve 4194.

Astragalus xylobasis Freyn & Bornm., 6, 865 m, 10.06.2020, Başköse-4929.

***Cercis siliquastrum** L. subsp. **siliquastrum**, 2,3,4,7,8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4641.

Coronilla scorpioides (L.) W. D. J. Koch, 4, 865 m, 20.05.2019, Başköse-4496.

***Gleditsia triacanthos** L., 1,2,3,8, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4696.

***Laburnum anagyroides** Medik, 1, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4231.

Lotus corniculatus L. var. **tenuifolius** L., 2,3,4,7, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4262.

Medicago brachycarpa M.Bieb., 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4267 ve 4310.

Medicago lupulina L., 4,7,8, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4181 ve 4203.

Medicago minima (L.) L. var. **minima**, 2,4, 865 m, 2.05.2019, Başköse-4196.

Medicago monantha (C.A.Mey.) Trautv., 3,4, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4195.

Medicago monspeliaca (L.) Trautv., 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4266.

Medicago orbicularis (L.) Bartal., 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4242.

Medicago phrygia (Boiss. & Balansa) E.Small, 3,4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4244.

Medicago polymorpha L. subsp. **polymorpha**, 3,4,7,8, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4253 ve 4305.

Medicago rigidula (L.) All. var. **rigidula**, 4,7, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4309.

Medicago sativa L. subsp. **sativa**, 1,3,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4292,

Melilotus officinalis (L.) Pall., 3,4,5,6, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4248 ve 4340.

Onobrychis oxydonta Boiss. var. **armena** (Boiss. & Huet.) Aktoklu, 4, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4313.

Pisum sativum L., 4, 865 m, 25.05.2019, Başköse-4509.

***Robinia pseudoacacia** L., 2,3,4,8, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4698.

Securigera varia (L.) Lassen., 4, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4307.

Sophora pendula Spach, 4, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4700.

Styphnolobium japonicum (L.) Schott, 2,3,4,5,7, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4706.

Trifolium arvense L. var. **arvense**, 4, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4335.

Trifolium campestre Schreb. subsp. **campestre** var. **campestre**, 4,5,6, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4243.

Trifolium pratense L. var. **pratense**, 3,4,5,7, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4205.

Trifolium repens L. var. **repens**, 2,4,7,8, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4232.

Trifolium resupinatum L. var. **resupinatum**, 7, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4283.

Trigonella capitata Boiss., 7, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4281.

Trigonella spruneriana Boiss., 4, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4308.

Vicia narbonensis L. var. **narbonensis**, 4, 865 m, 10.05.2019, Başköse-4487.

Vicia sativa subsp. **nigra** (L.) Ehrh. var. **segetalis** (Thuill.) Ser. ex DC., 7, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4183 ve 4286.

***Wisteria sinensis** (Sims) Sweet, 4, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4524.

37. FAGACEAE

***Castanea sativa** Mill., 3, 865 m, 13.06.2019, Başköse-4544.

***Quercus robur** L. subsp. **robur**, 1→6, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4695.

38. GERANIACEAE

Erodium cicutarium (L.) L'Hér. subsp. **cutarium**, 3→8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4644.

Geranium robertianum L., 5,6, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4208.

Geranium rotundifolium L., 3,4,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4296.

Geranium tuberosum L., 4, 865 m, 7.04.2019, Başköse-4727a.

39. GROSSULARIACEAE

***Ribes aureum** Pursh, 8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4608.

40. HYDRANGEACEAE

***Philadelphus coronarius** L., 4,5, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4531.

41. HYPERICACEAE

Hypericum perforatum L., 7, 865 m, 12.06.2019.

42. IRIDACEAE

***Crocus sativus** L., 5, 865 m, 14.11.2018.

Crocus ancyrensis (Herb.) Mav., 3,5, 865 m, 6.03.2020, Başköse-4886.

***Iris x germanica** L., 1,8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4607.

43. JUGLANDACEAE

***Juglans regia** L., 4,7, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4603.

44. LAMIACEAE

Ajuga chamaepitys (L.) Schreb. subsp. **chia** (Schreb.) Arcang., 4,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4271.

Ajuga reptans L., 3, 865 m, 17.04.2019, Başköse-4483.

Ballota nigra L. subsp. **anatolica** P.H. Davis, 1, 865 m, 29.06.2018, Başköse-4344.

Lamium amplexicaule L. var. **amplexicaule**, 1,3,4, 865 m, 12.03.2019, Başköse-4757.

Lamium orientale (Fisch. & C.A.Mey.) E.H.L.Krause., 5, 865 m, 15.05.2018, Başköse-4769.

Lamium purpureum L. var. **purpureum**, 3,4,5, 865 m, 26.02.2019.

Lavandula angustifolia Mill. subsp. **angustifolia**, 7, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4649.

Marrubium vulgare L., 5, 865 m, 25.05.2019, Başköse-4500.

Melissa officinalis L. subsp. **officinalis**, 5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4657.

Prunella vulgaris L., 4, 865 m, 2.07.2018, Başköse-4366.

***Rosmarium officinalis** L., 6, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4182.

Salvia aytacii Vural & Adigüzel, 5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4619. Endemik.

Sideritis montana L. subsp. **remota** (d'Urv.) P.W.Ball, 4, 865 m, 13.06.2019, Başköse-4537.

Ziziphora tenuior L., 5, 865 m, 21.05.2020, Başköse-4923.

45. LILIACEAE

Gagea villosa (M.Bieb.) Sweet var. **villosa**, 1, 865 m, 13.03.2020, Başköse-4893.

***Tulipa armena** Boiss. var. **armena**, 1,3,4,5, 865 m, 30.03.2020, Başköse-4897.

46. MALVACEAE

Alcea rosea L., 4,5,7, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4654.

***Hibiscus syriacus** L., 2, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4592.

Malva neglecta Wallr., 3,4,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4222 ve 4259.

Malva sylvestris L., 3, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4559.

Malvella sherardiana L., 4, 865 m, 13.06.2019, Başköse-4550.

***Tilia cordata** Mill., 5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4626.

***Tilia platyphyllos** Scop. var. **platyphyllos**, 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4293.

***Tilia tomentosa** Moench., 1,2,3,7,8, 865 m, 2.07.2018, Başköse-4368.

47. MORACEAE

***Ficus carica** L. subsp. **carica**, 1,6, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4653.

***Maclura pomifera** (Raf.) C.K.Schneid., 1→5, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4710.

***Morus alba** L., 3,4,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4651.

***Morus nigra** L., 2,3,4, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4581.

48. NYMPHACEAE

***Nymphaea alba** L., 3,4,8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4586.

49. OLEACEAE

***Forsythia x intermedia** Zebel, 1→8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4640.

***Fraxinus americana** L., 1, 865 m, 13.06.2019, Başköse-4527.

***Fraxinus angustifolia** Vahl. subsp. **angustifolia**, 2,5,6,7, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4318.

***Fraxinus excelsior** L. subsp. **excelsior**, 7,8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4674.

***Jasminum floridum** Bunge, 5, 865 m, 6.05.2018, Başköse-4251.

***Jasminum fruticans** L., 1,3,4, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4633.

***Ligustrum japonicum** Thunb., 1,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4660.

***Ligustrum vulgare** L., 1→8, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4233.

***Syringa vulgaris** L., 1→5,8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4656.

50. ONAGRACEAE

Epilobium hirsutum L., 4, 865 m, 17.09.2018, Başköse-4428.

Epilobium minutiflorum Hausskn., 6, 865 m, 6.07.2018, Başköse-4377 ve 4655.

Oenothera biennis L., 1, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4714.

51. OXALIDACEAE

Oxalis corniculata L., 5,8, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4402.

52. PAPAVERACEAE

Chelidonium majus L., 3, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4631.

Fumaria asepala Boiss., 1,2,3, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4198.

Fumaria schleicheri Soy.-Will. **microcarpa** (Hausskn.) Liden, 1,2,3, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4755.

Glaucium grandiflorum Boiss. & A.Huet subsp. **grandiflorum** var. **grandiflorum**, 5, 865 m, 22.07.2019, Başköse-4751.

Glaucium leiocarpum Boiss., 4,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4224 ve 4302.

Papaver dubium L. subsp. **dubium**, 4, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4184.

Papaver rhoeas L., 4,5, 865 m, 29.04.2020, Başköse-4909.

53. PAULOWNIACEAE

***Paulownia tomentosa** Steud., 6, 865 m, 25.05.2019, Başköse-4499.

54. PHYLLANTHACEAE

Andrachne telephioides L., 4, 865 m, 10.06.2020, Başköse-4932.

55. PLANTAGINACEAE

Kickxia elatine (L.) Dumort. subsp. **crinita** (Mabille) Greuter, 3, 865 m, 11.09.2018, Başköse-4416.

Plantago lanceolata L., 2,3,4,7,8, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4557.

Plantago major L. subsp. **intermedia** (Gilib.) Lange, 3,4,6, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4404 ve 4685.

Plantago major L. subsp. **major**, 4, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4330.

Veronica arvensis L., 3,6, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4261.

Veronica cymbalaria Bodard, 1,3, 865 m, 29.03.2019, Başköse-4478.

Veronica persica Poir., 3,4,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4278 ve 4417.

Veronica triloba Opiz, 1,3,4, 865 m, 23.02.2019, Başköse-4470.

56. PLATANACEAE

***Platanus acerifolia** (Aiton) Willd., 1,8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4684.

***Platanus orientalis** L., 1→8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4627.

57. POACEAE

Aegilops biuncialis Vis., 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4275.

Aegilops cylindrica Host, 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4276.

Aegilops triuncialis L. subsp. **triuncialis**, 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4256.

Alopecurus arundinaceus Poir., 5, 865 m, 20.05.2019, Başköse-4497.

Alopecurus myosuroides Huds. subsp. **myosuroides**, 3,5,6, 865 m, 29.04.2020, Başköse-4910.

Avena barbata Pott ex Link subsp. **barbata**, 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4279.

Bothriochloa ischaemum (L.) Keng, 4, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4399.

Briza humilis M.Bieb., 5, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4191.

Bromus japonicus Thunb. subsp. **japonicus**, 7, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4292.

Bromus sterilis L., 3,4,7, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4207.

Catapodium rigidum (L.) C.E.Hubb. subsp. **rigidum** var. **rigidum**, 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4291.

Cynodon dactylon (L.) Pers. var. **dactylon**, 5,6, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4705.

Dactylis glomerata L. subsp. **hispanica**, 1,3,4,5,6, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4226.

Digitaria sanguinalis (L.) Scop., 4, 865 m, 26.07.2018, Başköse-4389,

Echinaria capitata (L.) Desf., 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4272.

Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv., 4,6, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4398.

Elymus hispidus (Opiz) Melderis subsp. **hispidus**, 4,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4247.

Festuca arundinacea Schreb. subsp. **arundinacea**, 4,5, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4306.

Festuca valesiaca Schleich. ex Gaudin, 4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4274.

Hordeum bulbosum L., 6, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4327.

Hordeum murinum L. subsp. **glaucum** (Steud.) Tzvelev, 3,4,5,6, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4556.

Melica ciliata L. subsp. **ciliata**, 4, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4338.

Phalaris canariensis L., 1, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4517.

Phleum exaratum Griseb. subsp. **exaratum**, 5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4250 ve 4312.

Poa bulbosa L., 3,5, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4711.

Poa pratensis L., 3,4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4236.

Setaria viridis (L.) P.Beauv., 3,4,5, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4403.

Sorghum halepense (L.) Pers. var. **halepense**, 6,7, 865 m, 6.07.2018, Başköse-4376.

Triticum aestivum L., 1,3, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4526.

58. POLYGONACEAE

***Fallopia baldschuanica** (Regel) Holub, 2,4, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4564.

Polygonum arenastrum Boreau, 5, 865 m, 17.09.2018, Başköse-4426 ve 4563.

Polygonum aviculare L., 1, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4230.

Polygonum cognatum Meisn., 5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4204.

Persicaria lapathifolia (L.) Delarbre., 3,4, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4395.

Rumex conglomeratus Murray, 5, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4112.

Rumex crispus L., 3,5,6, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4277 ve 4326.

59. PORTULACACEAE

Portulaca oleracea L., 2, 865 m, 2.07.2018, Başköse-4365.

60. PRIMULACEAE

- Anagallis arvensis* L. var. *arvensis*, 7, 865 m, 13.06.2019, Başköse-4545.
Anagallis foemina Mill., 4,5, 865 m, 25.05.2019, Başköse-4510.
 **Cyclamen hederifolium* Aiton, 3, 865 m, 2.10.2019.

61. RANUNCULACEAE

- Adonis flammea* Jacq., 5, 865 m, 29.04.2020, Başköse-4902.
Anemone blanda Schott & Kotschy, 3, 865 m, 13.03.2020, Başköse-4891.
Ceratocephala testiculata (Crantz) Besser, 1, 865 m, 11.03.2019, Başköse-4475.
Consolida orientalis (J.Gay) Schrödinger, 1,4, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4280-4303.
 **Ficaria verna* Huds., 1, 865 m, 29.04.2020, Başköse-4907.
 **Helleborus orientalis* Lam., 3, 865 m, 13.04.2020, Başköse-4900.
Nigella arvensis L. var. *glauca* (Boiss.) N.Terracc., 4, 865 m, 2.07.2018, Başköse-4369.
Ranunculu sarvensis L. 4, 865 m, 12.05.2020, Başköse-4901.
Ranunculus bulbosus L. subsp. *aleae* (Willk.) Rouy & Fouc, 8, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4265.
Ranunculus damascenus Boiss. & Gaill., 8, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4212.
Ranunculus neopolitanus Ten., 3,4, 865 m, 14.11.2018, Başköse-4461.

62. RESEDACEAE

- Reseda lutea* L. var. *lutea*, 1,3,4,5,6, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4254.

63. RHAMNACEAE

- **Rhamnus rhodopaeus* Velen., 6, 865 m, 25.05.2019, Başköse-4508.

64. ROSACEAE

- **Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai, 4,6, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4680.
 **Cotoneaster dammeri* C. Schneider, 4, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4625.
 **Cotoneaster franchetii* Boiss., 4, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4676.
 **Cotoneaster horizontalis* L., 3,5,7,8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4571.
 **Cotoneaster lacteus* W.W.Sm., 1→8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4576.
Cotoneaster nummularius Fisch. & C.A.Mey., 3,4, 865 m, 20.05.2019, Başköse-4495 ve 4507.
 **Crataegus monogyna* Jacq. ssp. *monogyna*, 1,3,4,5,6,8, 865 m, 16.04.2018, Başköse-4213 ve 4215.
 **Crataegus rhipidophylla* Gand. var. *rhipidophylla*, 3,4,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4630.
 **Cynonia oblonga* Miller, 2,4, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4673.
Geum urbanum L., 3,4,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4235 ve 4566.

- **Kerria japonica* (L.) DC., 6, 865 m, 25.05.2019, Başköse-4501.
 **Malus domestica* Borkh., 3,4, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4671.
 **Malus floribunda* Siebold., 3,5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4582.
 **Photinia x fraseri* Dress., 7,8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4686.
Potentilla anglica Laichard., 4, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4562.
Potentilla recta L., 6, 865 m, 29.05.2019, Başköse-4506 ve 4547.
Potentilla reptans L., 4,8, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4300.
 **Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb, 4, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4701.
 **Prunus armeniaca* L., 2,3,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4681.
 **Prunus avium* L., 4, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4669.
 **Prunus cerasifera* Ehrh. ssp. *pisardi* (CarriŠre) Dost 1,3,7,8, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4703.
 **Prunus cerasus* L., 1,2, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4683.
 **Prunus domestica* L., 1,3,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4662.
 **Prunus laurocerasus* L., 3,4,5,8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4639.
 **Prunus mahaleb* L. var. *mahaleb*, 7,8, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4287.
 **Prunus persica* (L.) Batsch., 4, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4702.
 **Prunus serrulata* Lindl., 3,7,8, 865 m, 8.07.2019, Başköse-4709.
 **Pyracantha coccinea* M.J. Roemer, 1,3→8, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4290.
 **Pyrus communis* L. subsp. *communis*, 1, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4328.
Rosa canina L., 4,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4677.
Sanguisorba minor subsp. *balearica* (Bourg. ex Nyman) Muoz Garm. & C.Navarro., 3→6, 865 m, 13.06.2019, Başköse-4540.
 **Sorbus aucuparia* L., 4,5, 865 m, 24.04.2019, Başköse-4486 ve 4532.
 **Spiraea x vanhouttei* (Briot) Zabel, 1,2,4,5,6, 865 m, 22.06.2019, Başköse- 4578.

65. RUBIACEAE

- Galium humifusum* M.Bieb., 5, 13.06.2019, Başköse-4542.
Galium tenuissimum M.Bieb. f. *trichophorum* (Kar. & Kir.) Ehrend.& Schön.-Tem., 4, 865 m, 25.05.2019, Başköse- 4511.
Galium tricorntutum Dandy, 1,5, 865 m, 16.05.2018, Başköse- 4246.
Rubia tinctorum L., 3,5, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4317.
Sherardia arvensis L., 3,4, 865 m, 19.06.2019, Başköse-4568.

66. RUTACEAE

**Ptelea trifoliata* L., 5, 865 m, 16.05.2018, Başköse-4294 ve 4341.

67. SALICACEAE

Populus alba* L. var. **alba, 6,7,8, 7.06.2019, 865 m, Başköse-4519.

Populus nigra* L. subsp. **nigra, 5→8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4604.

Salix babylonica* L. var. **babylonica, 3,4, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4584.

**Salix caprea* L., 8, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4518.

68. SAPINDACEAE

Acer campestre* L. subsp. **campestre, 2, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4668.

**Acer negundo* L., 1→8, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4332.

**Acer palmatum* Thunb., 2,3,8, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4521.

**Acer platanoides* L., 2,6,7,8, 865 m, 17.07.2018, Başköse-4386.

**Acer pseudoplatanoides* L., 2,3,4,6,7, 865 m, 17.07.2018, Başköse-4387.

**Acer saccharinum* L., 7, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4522.

**Aesculus carnea* Hayne, 2,6, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4679.

**Aesculus hippocastanum* L., 1,2,3,5→8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4661.

**Koelreuteria paniculata* Laxm., 3,5, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4629.

69. SCROPHULARIACEAE

**Buddleja davidii* Franch., 1,4, 865 m, 6.07.2018, Başköse-4379.

Scrophularia scopolii Hoppe ex Pers. var. **scopolii**, 1, 865 m, 23.05.2018, Başköse-4319.

70. SIMAURIBACEAE

**Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, 1→8, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4646.

71. SMILACACEAE

**Smilax excelsa* L., 3, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4636.

72. SOLANACEAE

Atropa belladonna L., 1, 865 m, 7.06.2019, Başköse-4529.

Datura stramonium L., 5, 865 m, 23.10.2018, Başköse-4445a.

Hyoscyamus niger L., 5, 865 m, 29.04.2020, Başköse-4908.

**Lycium barbarum* L., 4,5, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4593.

Solanum dulcamara L., 3,4,5, 865 m, 2.07.2018, Başköse-4367.

Solanum americanum Mill., 2,5, 865 m, 17.09.2018, Başköse-4766.

73. TAMARICACEAE

**Tamarix smyrnensis* Bunge, 1,4, 865 m, 1.06.2018, Başköse-4329.

74. ULMACEAE

**Ulmus glabra* Hudson, 1,3, 865 m, 17.04.2018, Başköse-4485.

75. URTICACEAE

Parietaria judaica L., 3,5, 865 m, 6.07.2018, Başköse-4380.

Urtica dioica L. subsp. **dioica**, 4, 865 m, 25.05.2019, Başköse-4513.

76. VERBENACEAE

Verbena officinalis L. var. **officinalis**, 3,5, 865 m, 29.06.2018, Başköse-4345.

77. VIOLACEAE

Viola odorata L., 2,3,5,6,7, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4689.

78. VITACEAE

**Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., 1,2,5→8, 865 m, 22.06.2019, Başköse-4596.

**Vitis vinifera* L., 5,6, 865 m, 28.06.2019, Başköse-4638.

79. ZYGOPHYLLACEAE

Tribulus terrestris L., 3,5, 865 m, 28.08.2018, Başköse-4408.

3. Sonuçlar ve tartışma

Yapılan çalışma sonucunda yerleşke sınırları içerisinde toplanan 750 bitki örneğinin değerlendirilmesi sonucunda, 79 familyadan, 282 cinse ait tür ve tür altı düzeyde toplam 445 takson tespit edilmiştir. Mevcut taksonlardan 30 tanesi *Gymnospermae* alt şubesine, geriye kalan 415 tanesi (monokotil gruptan 57 takson, *Ödikotil* gruptan 357 takson ve *Ödikotil* olmayan bazal gruba ait 1 takson) ise *Angiospermae* alt şubesine aittir.

Çalışma kapsamında gerekli floristik kıyaslamaların yapılabilmesi amacıyla, bu çalışma ile birlikte yakın çevrede gerçekleştirilmiş benzer 5 farklı çalışmanın listesi aşağıda verilmiştir. Kıyaslamalar yapılırken çalışmaların adların yerine listedeki kod numaraları kullanılmıştır.

1. Ankara Üniversitesi 10. Yıl (Beşevler) Yerleşkesi Florası.
2. Hacıkadın Vadisinin Florası (Ankara) [25].
3. Beytepe Kampüsü (Ankara) Florası [26, 27].
4. Başkent Üniversitesi Bağlıca Yerleşkesinin (Ankara) Florası [28].
5. Anadolu Üniversitesi (Eskişehir) Kampüs Florası [1].
6. Kırıkkale Üniversitesi Kampüs Florası [4].

Çalışma kapsamında taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımları dikkate alındığında; ilk sırada 41 taksonla temsil edilen Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölge elementleri, ikinci sırada 33'er taksonla temsil edilen Akdeniz ve İran-Turan fitocoğrafik bölge elementleri yer almaktadır (Tablo 2). Geriye kalan 338 takson (% 76.0) ya fitocoğrafik olarak bölgesi bilinmemekte ya da çok bölgeli yayılışa sahiptir. Normalde İç Anadolu bölgesinde yapılan floristik çalışmaların büyük çoğunluğunda, taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımları sırasıyla İran-Turan, Akdeniz ve Avrupa-Sibirya şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bizim çalışmamızda bu sıralama tam tersi şeklinde gerçekleşmiştir. Bunun temel sebebi Avrupa-Sibirya elementlerinin büyük çoğunluğunun plantasyon sonucu kampüs alanı içerisinde bulunmasından kaynaklanmaktadır.

Ayrıca elde edilen bulgular yakın çevrede yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında 2, 3, 4 ve 6 numaralı çalışmalarda ilk sırada İran-Turan elementleri, 5 numaralı çalışmada bizim çalışmamızda olduğu ilk sırada Avrupa-Sibirya elementleri ilk sıradadır. Ayrıca 2 ve 3 numaralı çalışmalarda ikinci sırada Avrupa-Sibirya ve üçüncü sırada Akdeniz fitocoğrafik bölge elementleri, 4 ve 6 numaralı çalışmalarda ikinci sırada Akdeniz elementleri ve üçüncü sırada ise Avrupa-Sibirya elementleri, 5 numaralı çalışmada ikinci sırada İran-Turan ve üçüncü sırada ise Akdeniz fitocoğrafik bölge elementleri yer alırken, bizim çalışmamızda 33'er taksonla Akdeniz ve İran-Turan elementleri ikinci sırada bulunmaktadır.

Tablo 2. Çalışma alanına ait fitocoğrafik bölge elementlerinin yakın çevredeki diğer çalışmalar (yakın kampüsler ve yakın alanlar) ile kıyaslanması

Yapılan çalışmalar ►		1	2	3	4	5	6
Takson sayısı ►		445	480	510	382	363	371
Fitocoğrafik Bölge ▼							
Akdeniz	%	7.4	8.9	3.0	5.2	3.3	7.3
İran-Turan	%	7.4	18.5	27.0	31.2	7.7	26.9
Avrupa-Sibirya	%	9.2	9.3	6.0	3.9	8.8	2.5
Çok Bölgeli veya Bilinmeyenler	%	76.0	63.1	63.5	59.7	80.2	63.2

Yapılan bu çalışmada en çok taksona sahip familyalar dikkate alındığında, ilk sırada *Asteraceae* familyası, ikinci sırada ise *Fabaceae* familyası yer almaktadır. Bu durum hem diğer floristik çalışmalar hem de "Türkiye Florası" ile kıyaslandığında benzer olduğu görülmektedir. Bizim çalışmamızda *Rosaceae* familyası içerdiği takson sayısı bakımından % 7.2 oranında bir değer ile üçüncü sırada yer almaktadır (Tablo 3). Bunun nedeni, familyaya ait çok sayıda ağaç ve çalı türlerinin kampüs alanında plantasyona bağlı olarak temsil edilmesindedir. Buna karşılık 2, 3, 4, 5 ve 6 numaralı çalışmalarda *Rosaceae* familyası ilk 5 familya içerisinde temsil edilmemektedir.

Tablo 3. Çalışma alanına yakın kampüsler ve yakın bölgelerde yapılan çalışmalarda en çok taksona sahip familyanın kıyaslanması.

Yapılan çalışmalar ►		1	2	3	4	5	6
Takson sayısı ►		445	480	510	382	363	371
Familyalar ▼							
<i>Asteraceae</i>	%	9.6	11.5	14.7	13.6	9.9	12.9
<i>Fabaceae</i>	%	8.3	10.2	12.9	11.5	7.9	12.7
<i>Rosaceae</i>	%	7.2	----	----	----	----	----
<i>Poaceae</i>	%	6.5	6.9	6.9	7.3	4.6	7.8
<i>Brassicaceae</i>	%	4.5	6.7	8.0	8.4	4.9	9.7

Ayrıca en fazla takson içeren cinsler dikkate alındığında, çalışmamızda *Medicago* ve *Prunus* cinsleri 10'ar taksonla ilk sırayı paylaşmaktadır. Bunları 6'şar takson ile temsil edilen *Acer*, *Atriplex* ve *Juniperus* cinsleri ile 5'er taksonla temsil edilen *Crataegus*, *Berberis*, *Pinus* ve *Trifolium* cinsleri takip etmektedir. Bu durum, ne yakın çevrede yapılan diğer çalışmalar ne de "Türkiye Florası" verileri ile örtüşmemektedir. Çalışma alanımızın şehir merkezi içerisinde çok dar bir alan olarak sınırlanması, doğal alan özelliği göstermemesi ve alan içerisinde habitat çeşitliliğine sahip olmaması bu sonucu ortaya çıkarmıştır.

Çalışma alanında belirlenen taksonların 8 tanesi endemik olup endemizm oranı % 1.8'dir. Tablo 4 incelendiğinde en düşük endemizm oranı bizim çalışmamızda ortaya çıkmıştır. Bunun temel sebebi çalışma alanının hem çok küçük olması

hem de endemizm oranının yüksek olmasını sağlayan habitat çeşitliliğinin olmamasından ileri gelmektedir. Bu sekiz endemik taksondan altısı çeşitli dönemlerde Fen ve Eczacılık fakültelerinden botanikçilerin gurbette koruma çalışmaları amacıyla yerleşkeye taşıdıkları bitkilerdir (*Astragalus beypazaricus*, *Allium karamanoglui*, *Scilla luciliae*, *Sternbergia candida*, *Salvia aytacii*, *Crocus ancyrensis*). Dolayısıyla kampüs alanında doğal olarak sadece iki endemik bitki yer almaktadır (*Onopordum anatolicum* ve *Alyssum huetii*).

Endemik taksonların IUCN tehlike kategorilerine göre dağılımları dikkate alındığında; 1 taksonun (*Astragalus beypazaricus*) CR, 2 taksonun (*Allium karamanoglui* ve *Scilla luciliae*) EN, 2 taksonun (*Sternbergia candida*, *Salvia aytacii*) VU ve geriye kalan 3 taksonun (*Onopordum anatolicum*, *Crocus ancyrensis* ve *Alyssum huetii*) ise LC kategorisinde yer aldığı belirlenmiştir.

Tablo 4. Çalışma alanındaki taksonların endemizm oranı ve çevredeki diğer çalışmalar (yakın kampüsler ve yakın alanlar) ile kıyaslanması

Yapılan çalışmalar ▶	1	2	3	4	5	6
Takson sayısı ▶	445	480	510	382	363	371
Çalışılan Alanın Büyüklüğü	0.19 km ²	2.7 km ²	12.0 km ²	3.6 km ²	0.85 km ²	2.3 km ²
Endemizm oranı	% 1.8	9.3	12.7	16.5	3.0	12.1

Yapılan arazi çalışmaları sırasında *Acer platanoides* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Celtis australis* L., *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. ve *Quercus robur* L. gibi kampüs alanında plantasyon sonucu bulunan bazı türlerin zaman içerisinde gerek vejetatif gerekse de generatif şekilde çoğalarak yerleşke içerisinde doğallaştıkları gözlenmiştir.

Aynı zamanda Çizelge 4.3'e göre özellikle çalışma alanlarının büyüklüklerine göre kıyaslama yapıldığında, Ankara Üniversitesi 10. Yıl yerleşkesinin en küçük yüz ölçüme sahip olmasına rağmen birim alana düşen takson sayısı bakımından (0.002/m²) ilk sırada olduğu görülmektedir. Bu durum kampüs alanının sahip olduğu bitki zenginliğini ortaya koyan diğer göstergedir. Birim alana düşen takson sayısı bakımından ikinci sırada 5 numaralı (0.00040/m²), üçüncü sırada 2 numaralı (0.00020/m²), dördüncü sırada 6 numaralı (0.00016/m²), beşinci sırada 4 numaralı (0.00011/m²) ve son sırada ise 3 numaralı (0.00004/m²) çalışma yer almaktadır.

Ankara Üniversitesi 10. Yıl yerleşkesi yakın geçmişte (geçmişteki adıyla Fen Fakültesi Bahçesi) botanik bahçesi özelliğine sahip bir alanken yıllar içinde artan ihtiyaçlarla orantılı olarak artan yapılaşma, insan yoğunluğu ve sera ve bahçivanlık hizmetlerine kaynak ayrılamaması nedeni ile bu özelliğini giderek kaybetmiştir. Tüm bunlara rağmen kısıtlı bir alanda bu denli çok sayıda tohumlu bitki taksonunun bulunması alanın geçmişteki bitkisel zenginliğinin bir yansımasıdır.

Teşekkür

Bu çalışmayı maddi olarak 18B0430001 numaralı proje ile destekleyen Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğüne teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- [1] Türe, C. & Böcük, H. (2001). The Flora of The Anadolu University Campus (Eskisehir-Turkey). *Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 2(1): 83-95.
- [2] Parmaksız, A., Atamov, V. & Aslan, M. (2006). The Flora of Osmanbey Campus of the Harran University. *Journal of Biological Sciences*, 6(5): 793-804.
- [3] Ünal, O. & Gökçeoğlu, M. (2003). Akdeniz Üniversitesi Kampus Florası (Antalya-Türkiye). *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 143-154.
- [4] Nugay, Ö.Z., Duran, A. & Doğan, B. 2007. Kırıkkale Üniversitesi Kampüs Florası. *S.Ü. Fen-Edeb. Fak. Fen Dergisi*, 30: 79-92.
- [5] Mutlu, B. & Karakuş, Ş. (2015). Floristic List of İnönü University (Malatya) Main Campus Area. *Hacettepe Journal of Biol. & Chem.*, 43(2): 73-89.
- [6] Salık, V. & Güler, N. (2018). Trakya Üniversitesi Balkan Yerleşkesinin Florası, *Trakya University Journal of Natural Science*, 19(1): 33-50.
- [7] Bal, A.N. & Abay, G. (2019). Landscape Plants of Recep Tayyip Erdoğan University, Zihni Derin Campus (Rize-Turkey). *Journal Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(1): 11-15.
- [8] Akata, I., Doğan, H.H., Körüklü, T. & İşlek, C. (2009). Ankara Üniversitesi Tandoğan Kampüsü Makrofungusları. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1): 15-19.
- [9] Akata & Heluta, V.P. (2015). First record of *Erysiphe syringae-japonicae* in Turkey. *Mycotaxon*, 130: 259-264.
- [10] Akata, I., Altuntaş, D. & Kabaktepe, Ş. (2019). Fungi Determined in Ankara University Tandoğan Campus Area (Ankara-Turkey). *Trakya Univ. Jour. of Nat. Sci.* 20(1): 47-55.
- [11] Akman, Y. (2011). İklim ve Biyoiklim, Ankara, Palme Yayınları No: 597, 345 p.

- [12] Davis, P.H. (eds), 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. v: 1-9, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- [13] Davis, P. H, Mill, R.R. and Tan, K., 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. v: 10 Edinburgh University Press, Edinburgh, 1-590.
- [14] Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T.(Edlr.), 2012. Türkiye Bitkiler Listesi (Damarlı Bitkiler). *Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını*, İstanbul, 1-1290.
- [15] Akkemik, Ü. (2014a). *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çaluları-I*. Ankara, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 736 p.
- [16] Akkemik, Ü. (2014b). *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çaluları-II*. Ankara, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 680 p.
- [17] Akaydın, G. (2015). *Ankara Şehrinin Doğal Bitkileri*. Ankara, Hacettepe Üniversitesi Basımevi, 497 p.
- [18] Demirtaş, A. (2016). *Ankara'nın Ağaç, Ağaççık ve Çaluları*. Ankara, Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği Yayını No:17.
- [19] Brummitt, R.K. 1999. Powell, C.E. Authors of Plant Names, The Royal Botanic Gardens, Kew, USA. [1] Akman, Y. (2011). *İklim ve Biyoiklim*, Ankara, Palme Yayınları No: 597.
- [20] Anonim, (2019a). The Plant List. <https://www.theplantlist.org>.
- [21] Anonim, (2019b). International Plant Names Index (IPNI). <https://www.ipni.org>.
- [22] Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. & Adıgüzel, N. (2000). *Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler)*. Ankara. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- [23] IUCN (2019). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14. Prepared by the Standards and Petitions Committee. Downloadable from <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.
- [24] Anonim, (2019c). Ankara İli İklim Verileri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [25] Yeşilyurt, E.B., Kurt, L. & Akaydın, G. (2008). A study on Flora of Hacıkadın Valley. *Biological Diversity and Conservation*, 1(2): 25-52.
- [26] Erik, S. (1994). Beytepe Kampüsü (Ankara) Florası. *Hacettepe Fen ve Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Seri A, 15: 49-109.
- [27] Mutlu, B., Erik, S. & Tarikahya, B. (2008). New Contributions to The Flora of Beytepe Campus (Ankara) and Floristic Comparison With Neighboring Floras and Other Campus Floras. *Hacettepe Journal of Biol. & Chem.*, 36(3): 181-195.
- [28] Töre, D. & Erik, S. (2012). The Flora of Bağlıca Campus of Başkent University (Ankara). *Hacettepe Journal of Biol. & Chem.*, 40(3): 267-291.



Morphological and anatomical studies on a rare species *Rhamnus depressa* Grub. (Rhamnaceae): its differences from *R. microcarpa* Boiss.

Özgür EMİNAĞAOĞLU ^{*1}, Melahat OZCAN ¹, Funda ERŞEN BAK ¹, Hayal AKYILDIRIM BEĞEN ²,
Emrah YÜKSEL ¹

ORCID: 0000-0003-0064-0318; 0000-0002-2638-3914; 0000-0003-2659-3310; 0000-0003-2028-5827;
0000-0002-8171-0383

¹ Department of Forest Engineering, Forestry Faculty, Artvin Coruh University, 08000 Artvin, Turkey

² Health Services Vocational School, Artvin Coruh University, 08000 Artvin, Turkey

Abstract

In this study, morphologic-micromorphologic, wood, and leaf characteristics of *R. depressa*, a rare species and known only from the type locality, were described for the first time and evaluated comparatively with *R. microcarpa*. The morphological and anatomical characteristics such as petiole length and leaf sizes, and numbers of bud scale, seed, and leaf veins, ray characteristics in wood, amphistomatic stomata, horseshoes vascular bundle in the petiole, one vascular bundle or two vascular bundles with sclerenchymatous cells in the phloem part, as well as micromorphological characteristics can be used in differentiating *R. depressa* and *R. microcarpa*. Especially, stomatal characteristic (amphistomatic) is significantly important and can be used to differentiate these two closely related species.

Key words: *Rhamnus depressa*, anatomy, micromorphology, Artvin, Turkey

----- * -----

Nadir tür *Rhamnus depressa* (Rhamnaceae) üzerine morfolojik ve anatomik çalışmalar: *R. microcarpa*'dan farklılıkları

Özet

Bu çalışmada, nadir bir tür olan ve sadece tip lokalitesinden bilinen *R. depressa*'nın morfolojik ve mikromorfolojik karakterleri, odun ve yaprak özellikleri ilk kez tanımlanmış ve *R. microcarpa* ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Yaprak sapı uzunluğu ve yaprak boyutları, tomurcuk pulları, tohum ve yaprak damarlarının sayıları, odunda özışını özellikleri, amfistomatik stomalar, yaprak sapında at nalı şeklindeki vasküler demet, floemde sklerenkima hücreleri ile çevrili bir veya iki iletim demeti gibi morfolojik ve anatomik özellikler, mikromorfolojik özelliklerinin yanı sıra, *R. depressa* ve *R. microcarpa*'yı ayırt etmede kullanılabilir. Özellikle, stoma özelliği (amfistomatik) yakın ilişkili bu iki türü ayırt etmede oldukça önemlidir ve ayırım için kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: *Rhamnus depressa*, anatomi, mikromorfoloji, Artvin, Türkiye

1. Introduction

The plant family Rhamnaceae Juss. is cosmopolitan in distribution mostly found in tropics and warm temperate regions and comprises of 11 tribes, 62 genera and 1184 species [1-3]. This family has 6 genera including *Atadinus* Raf., *Rhamnus* L., *Paliurus* Mill., *Ziziphus* Mill., *Sageretia* Brongn., *Frangula* Mill. Hauenschild et al. [4] evaluated a total of five species as *Atadinus* genus, including *R. microcarpa* and *R. depressa*, however consideration of this subject continues to be discussed. The genus *Rhamnus* is represented by 22 taxa distributed different parts of Anatolia belonging to three sections (*Espinosa* DC., *Alaternus* DC. and *Rhamnus* L.) and six of them are endemic in Turkey.

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905327470333; Fax.: +904662151034; E-mail: oeminagaoglu@artvin.edu.tr

Five *Rhamnus* species including *R. imeretinus* Booth, Petz. & Kirchn., *R. microcarpa* Boiss., *R. depressa* Grub., *R. catharticus* L. and *R. pallasii* Fisch. & C.A.Mey. have been recorded in NE Anatolia. Three out of five taxa are shrubs up to 2-6 m., while *R. microcarpa* and *R. depressa* are known low shrubs. Both of the two species have similar distribution of the World; Northern Caucasus, Georgia [Caucasus], Armenia, NE-Turkey. *R. depressa* spreads in a local area than *R. microcarpa* in Turkey. While *R. depressa* grows only in Artvin and Kars, *R. microcarpa* shows a wider distribution (Giresun, Gümüşhane, Erzincan, Rize, Artvin) [5-7].

Besides the morphological characteristics, taxonomic importance of anatomical and micromorphological features are also given in several studies [8, 9]. There are few micromorphological and anatomical studies on *Rhamnus* species in the world. In earlier studies, it was determined the wood anatomy characteristics of some *Rhamnus* species in Turkey and the world [10-17]. In the family Rhamnaceae, anatomical characteristics of some genera (i.e *Rhamnus* L., *Retanilla* (DC.) Brongn.) and also some taxa (*Frangula alnus* Mill. subsp. *pontica* (Boiss.) P.H.Davis & Yalt.) have been previously reported by the authors [17-22].

Rhamnus depressa is only known from type locality and evaluated in 'DD' (Data Deficient) category [5]. This species was collected by Eminağaoğlu et al. [7]. It has been mentioned in literature that specific distinctness of *R. depressa* from *R. microcarpa* needs confirmation [5]. It has minor morphological differences between *R. depressa* and *R. microcarpa*, and no detailed study was performed on the micromorphology and anatomy of *R. depressa*. In this context, the present study is aimed to characterize and document the wood and leaf anatomical, and micromorphological features of this species for the first time and also to distinguish it more precisely from closely related species; *R. microcarpa*.

2. Materials and methods

2.1. Morphological examination

Plant specimens were collected between the years 2016 and 2017 in Şavşat (Artvin), photographed, and then GPS coordinates were taken. According to herbarium methods, all samples were dried. Plant identification was completed by the keys given in Flora of Turkey [23, 24]. Revision of important taxonomic characters was carried out and measurements of them were performed. Plant samples were stored at the Herbarium of Artvin Çoruh University (ARTH), Artvin, Turkey. The plant name was checked using International Plant Names Index [25], The Plant List [26], Catalogue of Life [3] and Türkiye Bitkileri Listesi-Damarlı Bitkiler [27].

2.2. Anatomical preparation

Thin wood sections in three directions, transversal, tangential and radial, were taken by using sliding microtome. Sections stained with a safranin O and alcian blue combination [28]. Macerations were prepared using Schultze's method [29]. All wood terms were determined according to the International Association of Wood Anatomists Committee on Nomenclature [30].

Fresh specimens used for this study were fixed in FAA (Formal 5 ml + glacial acetic acid 5 ml + %70'lik ethyl alcohol 90 ml) and stored in 70% alcohol for leaf anatomical studies. Transverse sections were taken from the middle part of mature leaf, and paradermal sections of upper and lower epidermis of leaves were prepared manually using commercial razor blades and stained in Haematoxylin for about 15 min. To remove the excess stain, sections were washed in water several times [31]. Semi-permanent slides were mounted in glycerin and permanent slides were covered with glycerin-gelatin [32].

Sections were examined under a light microscope and photographs were taken by using an Olympus BX-53 microscope with digital camera attachment DP-73. For all characteristics, mean values were based on 30 measurements or counts.

2.3. Micromorphological studies

Leaf micromorphological features of *R. depressa* were characterized using a stereomicroscope and a scanning electron microscope. The leaves were first examined using a stereomicroscope to determine shape, color and maturity (Leica M60 with a digital camera attachment DFC 295). For scanning electron microscopy (Zeiss Evo LS 10), dried and mature upper and lower leaf parts were separately placed on stubs using double-sided adhesive tape, and coated with gold in a Cressington sputter coater 108 auto coating apparatus for 2 minutes. They were examined and photographed from the same region (from the middle part and margin of the leaf).

3. Results

In this investigation, wood and leaf characteristics of *R. depressa* were described and evaluated comparatively with *R. microcarpa*. *R. depressa* has been known only from type locality, till now [5, 7]. In literature, its morphological description is not sufficient and detailed survey is necessary for this species. Therefore, it could not be exactly discriminated from *R. microcarpa* morphological aspects. *R. depressa* was collected again from the type locality and, detailed morphological features, micromorphological and anatomical properties of its were given for the first time.

3.1. Morphology

Rhamnus depressa Grubov in Not. Syst. Herb. Inst. Acad. Sci. URSS 12: 126 (1950).

Syn: *R. microcarpa* Boiss. var. *microphylla* Trautv. in Acta Horti Petrop. 4: 123(1867); *R. microcarpa* var. *acutifolia* Medw. in Mon. Jard. Bot. Tiflis 25:3(1912); *Oreohertzogia depressa* (Grub.) Vent in Feddes Rep. 65: 101 (1962)! Ic:Fl. Gruzii 6: t. 260(1950).

Low shrub and deciduous, usually much branched. Branches opposite or alternate, unarmed, glabrous; winter buds with scales. Young twigs puberulent or glabrous, bud scales 2, glabrous, 1.5-2mm.

Leaves alternate, broadly ovate or oval, 0.8-3.2 x 0.4-1.8 cm, acute or obtuse not fasciculate; stipules 2-5.5 mm, mainly subulate, caducous, rarely persistent; leaf blade always undivided, pinnately 5-7 veined, margin crenate-serrate, upcurved, glabrous on both surfaces, dark green above, yellowish green below, usually attenuate, cuneate or unequal at base, petiole 2-6.5 mm, puberulent.

Inflorescence of solitary or few fascicled in axillary cymes, flowers 2.5-3 mm, mostly yellowish green, small, bisexual or unisexual, rarely polygamous, pedicel 3.5-4.5 mm, puberulent. Calyx tube campanulate to cup-shaped; sepals 4 or 5, ovate-triangular, adaxially ± distinctly keeled. Petals 4, rarely absent, shorter than sepals, cucullate to hooded, often enfolding stamens, base shortly clawed, apex often 2-fid. Stamens 4, surrounded by and shorter than petals; anthers dorsifixed. Disk thin, adnate and lining calyx tube. Ovary superior, globose, free, 2-4-loculed; styles ± deeply 2-4-cleft. Fruit 3-4 x 2.5-3.5 mm, red-berrylike drupe, obovoid-globose or globose; seeds 3-4 x 1.5-2 mm, obovoid or oblong-obovoid, unfurrowed or abaxially or laterally with a ± long, narrow to gaping, often distinctly margined furrow; endosperm fleshy. Seed 7-8. On dry slopes and adpressed to rocks, 1200-1300 m (Table 1; Figure 1).

Table 1. Some morphological characteristics of *R. depressa*, differing from *R. microcarpa*

Characteristics	<i>R. depressa</i>	<i>R. microcarpa</i> [17]
Bud length	1.5-2 mm	1-4 mm
Number of Bud scale	2	5-7
Petiole length	2-6.5 mm	6-15 mm
Leaf length	0.8-3.2 cm	3.0-5.5 cm
Leaf width	0.4-1.8 cm	1.9-3.9 cm
Flower length	2.5-3 mm	2.5-4 mm
Pedicel in flower	3.5-4.5 mm	2.5-7 mm
Stipule	2-5.5mm	4-7 mm
Fruit length	3-4 mm	3-5 mm
Fruit width	2.5-3.5 mm	3-5 mm
Pedicel in fruit	2-6.5 mm	2.5-7 mm
Number of seeds	7-8	3-4
Seed length	3-4 mm	3-4 mm
Seed width	1.5-2 mm	2-3 mm
Number of leaf veins	5-7	7-10

Flowering period: May; *fruiting period:* July.

Specimens examined: Turkey – Artvin, Şavşat, Meydancık, Dutlu to Akdamla, rocky slope, 1221 m, 41° 23' 17" 42° 21' 00", 23.08.2016; *Ö.Emin.* 22363 (ARTH 11803); 1165 m, 41° 23' 08" 42° 20' 50", 08.05.2017, 10.07.2017; *Ö.Emin.* 22362! 22361!, (ARTH 11802, 11801).

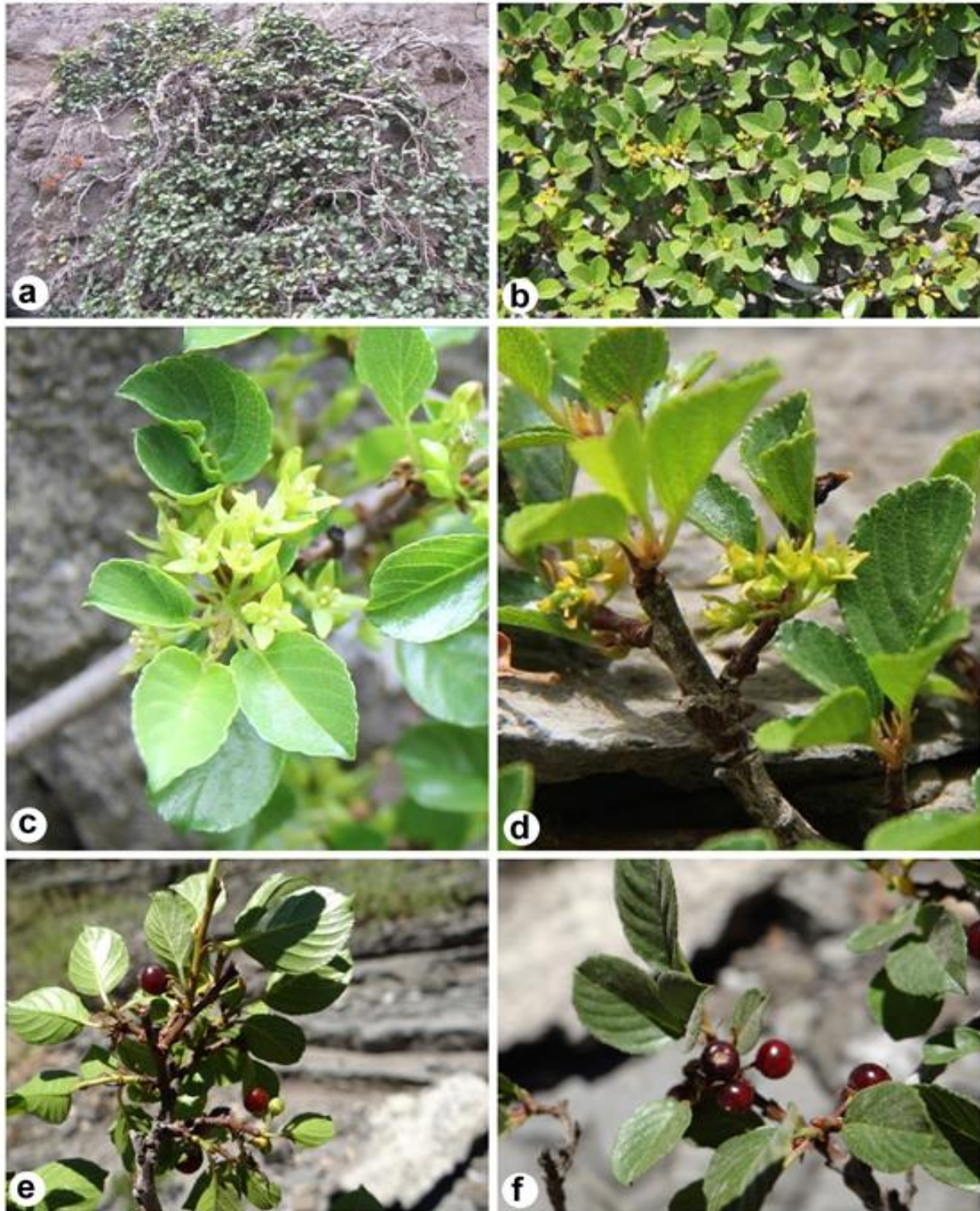


Figure 1. General morphology of *Rhamnus depressa*. a: habitus, b: ascending branches, c: male flowers, d: female flowers, e, f: leaves and fruits

3.2. Micromorphology

Leaf surface sculptures are wavy in the both parts and epidermal cell walls are not distinct. Periclinal surfaces of upper parts are with many small and irregular protuberances and epicuticular waxes. On the other hand, abaxial leaf surfaces are densely covered with epicuticular scaly structures/particles especially among the irregular elevations. Stomata also hide with these elevations. Sparsely simple trichomes can be visible in the lower midrib part of leaf with different length (Figure 2).

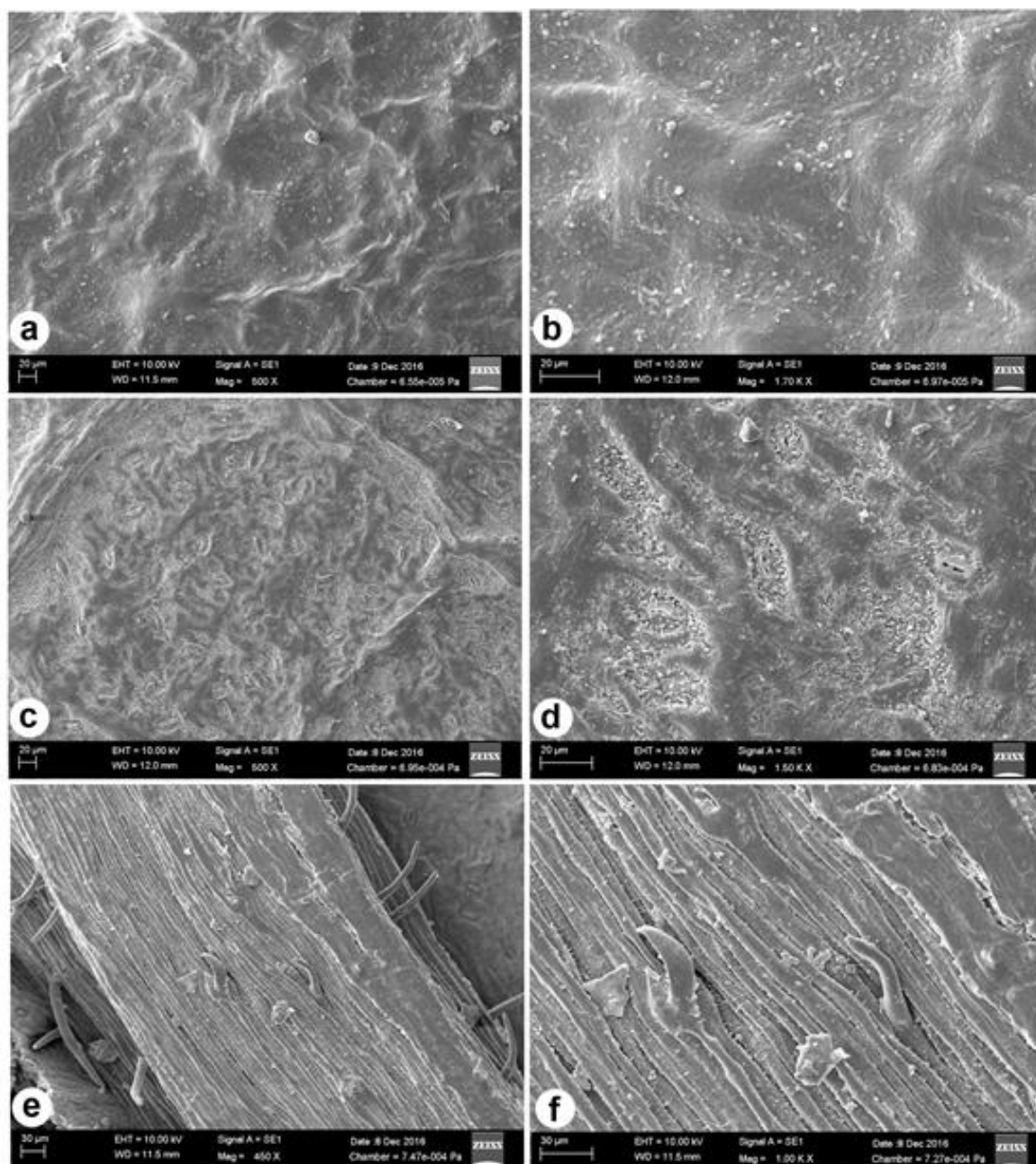


Figure 2. Leaf SEM micrographs of *R. depressa*. a, b: Adaxial surface, c, d: Abaxial surface, e, f: midrib

3.3. Wood anatomy

Wood diffuse to semi-ring porous. Growth ring boundaries are distinct with partially gelatin-free fiber tissue in latewood zone and relatively larger earlywood vessels (Figure 3a). Vessels mostly diagonally and in dendritic patterns, partially radial and tangential small/short multiples, and in clusters, or in solitary forming together with vasicentric vascular tracheids, rounded to angular in cross-section. Earlywood vessels tangential diameter 35 μm and radial diameter 40 μm , latewood vessels tangential diameter 19.8 μm and radial diameter 24.9 μm , vessels ca. 157.2 / mm^2 , vessel member length 257.2 μm (Table 2). Perforation plates simple. Vessel pits alternate, round to oval, with slit-like apertures. Vessels and vasicentric vascular tracheids with helical thickening. Libriform fibres 560 μm long, 14.32 μm wide, thin- to thick-walls 4.43 (3-5.5) μm , gelatinous (Table 2). Axial parenchyma apotracheal and paratracheal marginal bands. Rays heterocellular, composed of slightly upright and square marginal cells and mostly procumbent cells (Figure 3b). Rays 8 (7-12) / mm , uniseriate, biseriate and multiseriate. Uniseriate ray height 125.4 μm and 5 (2-11) cells, biseriate ray height 163.7 μm , multiseriate ray height 276 μm (max. 33 cells) and multiseriate ray width 58.7 μm , 2-5 (6) cells (Table 2). Perforated ray cells present (Figure 3c). Crystals solitary in ray cells (Figure 3d).

Table 2. Wood anatomical characteristics of *R. depressa* compared with *R. microcarpa*

Characteristics	<i>R. depressa</i>	<i>R. microcarpa</i> [17]
Tangential diameter of earlywood vessel (μm)	35 (15-60)	38.8 (20-75)
Radial diameter of earlywood vessel (μm)	40 (25-60)	53.9 (30-80)
Tangential diameter of latewood vessel (μm)	19.75 (10-30)	22.8 (15-32.5)
Radial diameter of latewood vessel (μm)	24.9 (10-47.5)	27.3 (15-50)
Number of vessels per mm^2	157 (124-210)	127 (95-156)
Vessel member length (μm)	257.2 (185-395)	242 (145-300)
Libriform fibre length (μm)	560 (400-700)	584.8 (370-850)
Libriform fibre width (μm)	14.31 (10-16)	11.55 (9-15)
Libriform fibre thickness of cell walls (μm)	4.42 (3-5.5)	3.75 (3-6)
Multiseriate ray height (μm)	276 (145-480)	252.8 (90-515)
Multiseriate ray width (μm)	58.7 (37.5-90)	49 (22.5-75)
Biseriate ray height (μm)	163.7 (90-335)	120.6 (55-225)
Uniseriate ray height (μm)	125.4 (45-280)	98.7 (40-230)
Uniseriate ray height (cell)	5 (2-11)	5 (2-13)
Number of rays per mm	8 (7-12)	10 (7-12)

3.4. Leaf anatomy

3.4.1. Petiole

Petiole is more or less rounded shape in outline. Vascular bundle is open arc-shaped. Epidermal cells are narrow or ovate. Single vascular bundle comprises a wide area in the middle (Table 3). Collenchyma is 3-4 layered and surround of the petiole. Many parenchymatous cells containing druse crystals cover a large area in the surrounding of vascular bundle. This species consists of a big vascular bundle in the middle of the petiole. Trichomes are simple, Uniseriate and unicellular, and cover all petiole, but glandular trichomes are not present. Sclerenchymatous clustered cells are observed in phloem part of vascular bundles. Druses crystals occur in parenchyma cells surrounding the vascular bundles (Figure 4 a, b).

Table 3. Petiole anatomical characteristics of *R. depressa* compared with *R. microcarpa*

Characteristics	<i>R. depressa</i>	<i>R. microcarpa</i> [17]
Xylem thickness	163.09±6.33	219.29±05.93
Phloem thickness	222.16±6.16	232.01±5.93
Vascular bundle thickness	481.15±10.19	623.93±35.56
Vascular bundle breadth	635.71±21.54	776.91±24.12
Trachea size	16.91±0.63	19.57±0.49
Cortex thickness	245.01±8.78	247.97±34.67
Collenchyma thickness (upper surface)	55.07±3.36	77.87±13.03
Collenchyma thickness (lower surface)	49.38±11.27	55.37±11.51
Petiole thickness	970.96±14.84	1236.41±11.20
Petiole breadth	1185.70±8.38	1432.06±8.53

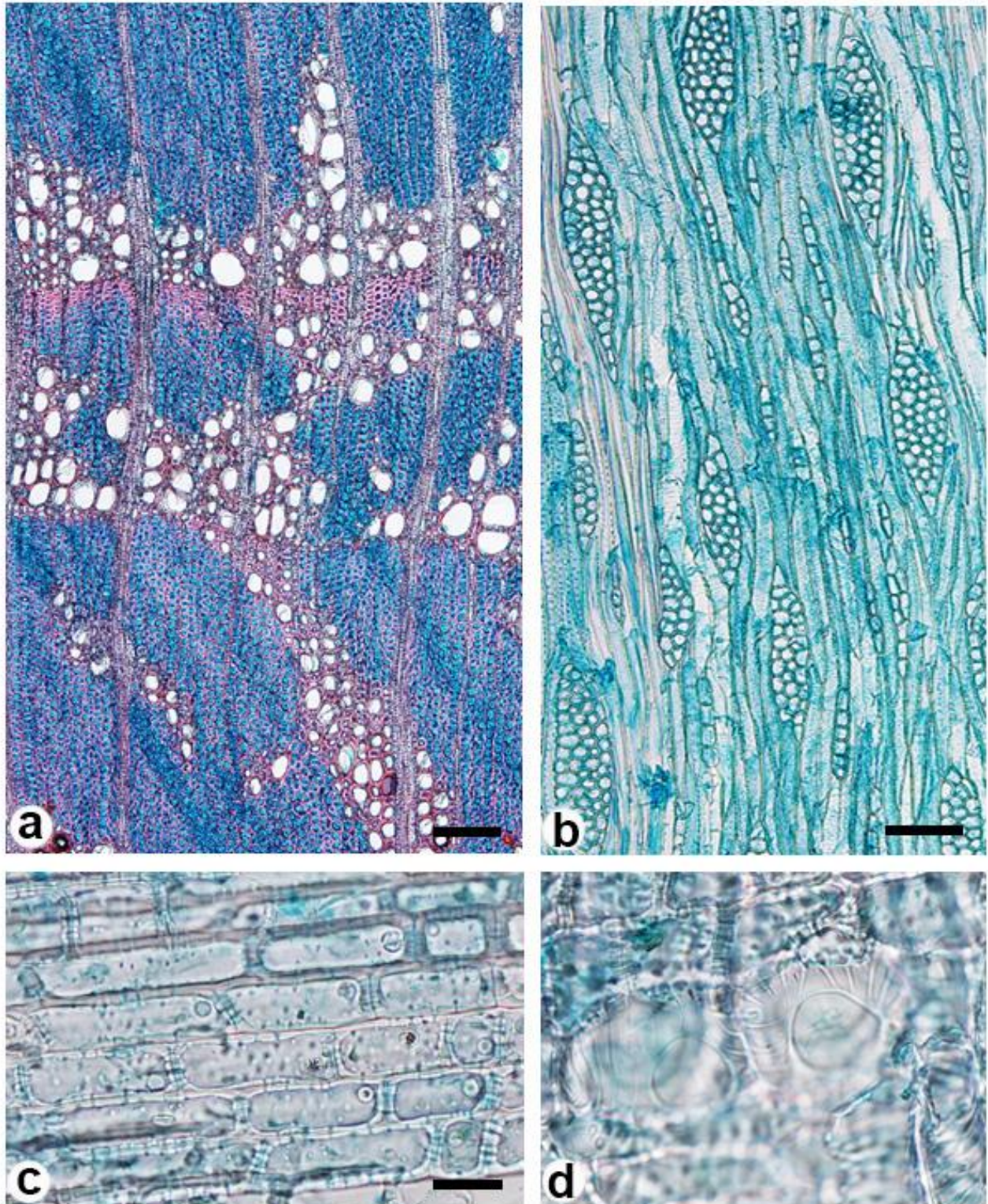


Figure 3. Wood anatomy of *R. depressa*. a: diffuse to semi-ring porous wood, vessels diagonally and in dendritic patterns, partially radial and tangential multiples, and in clusters, or in solitary, b: uniseriate, biseriate and multiseriate, heterocellular rays, c: crystals in ray cells, d: perforated ray cells. Scale bars: a, b: 100 µm; c: 20 µm.

3.4.2. Midrib

It is semi-circle, slightly sulcate and covers a large area. Adaxial part is concave, while abaxial one is convex. Under the upper epidermis, several layers of collenchyma cells are observed, but not in the lower epidermis. One or sometimes two collateral and arc -shaped vascular bundles cover a large area. Many sclerenchymatous cells can be visible in phloem part of vascular bundles (Figure 4 c, d).

Table 4. Leaf anatomical characteristics of *R. depressa* compared with *R. microcarpa*

Characteristics		<i>R. depressa</i>	<i>R. microcarpa</i> [17]
	Upper epidermis length	14.33±0.53	13.27±0.40
	Upper epidermis width	20.26±2.81	18.88±1.43
	Lower epidermis length	13.65±0.20	13.40±0.55
	Lower epidermis width	23.57±0.29	24.44±1.40
	Midrib mesophyll thickness	532.72±8.19	659.23±14.77
	Midrib mesophyll breadth	657.23±19.80	775.57±22.43
	Lamina mesophyll thickness	168.16±2.44	181.84±1.45
	Trachea size	11.94±0.22	12.58±0.11
	Xylem thickness	149.25±3.15	190.06±4.83
	Phloem thickness	178.73±2.81	204.43±4.84
	Vascular bundle thickness	332.27±5.77	396.38±9.55
	Vascular bundle breadth	474.52±9.59	552.89±14.36
Adaxial surface	Cuticle thickness	7.60±0.06	5.57±0.15
	Stomatal length	36.64±0.69	0
	Stomatal index	4.71±0.34	0
	Stomata number per mm ²	40±6.31	0
Abaxial surface	Cuticle thickness	6.54±0.11	6.20±0.15
	Stomatal length	39.23±0.36	27.68±0.48
	Stomatal index	3.08±0.41	11.57±0.84
	Stomata number per mm ²	32±7.99	30.8±4.22

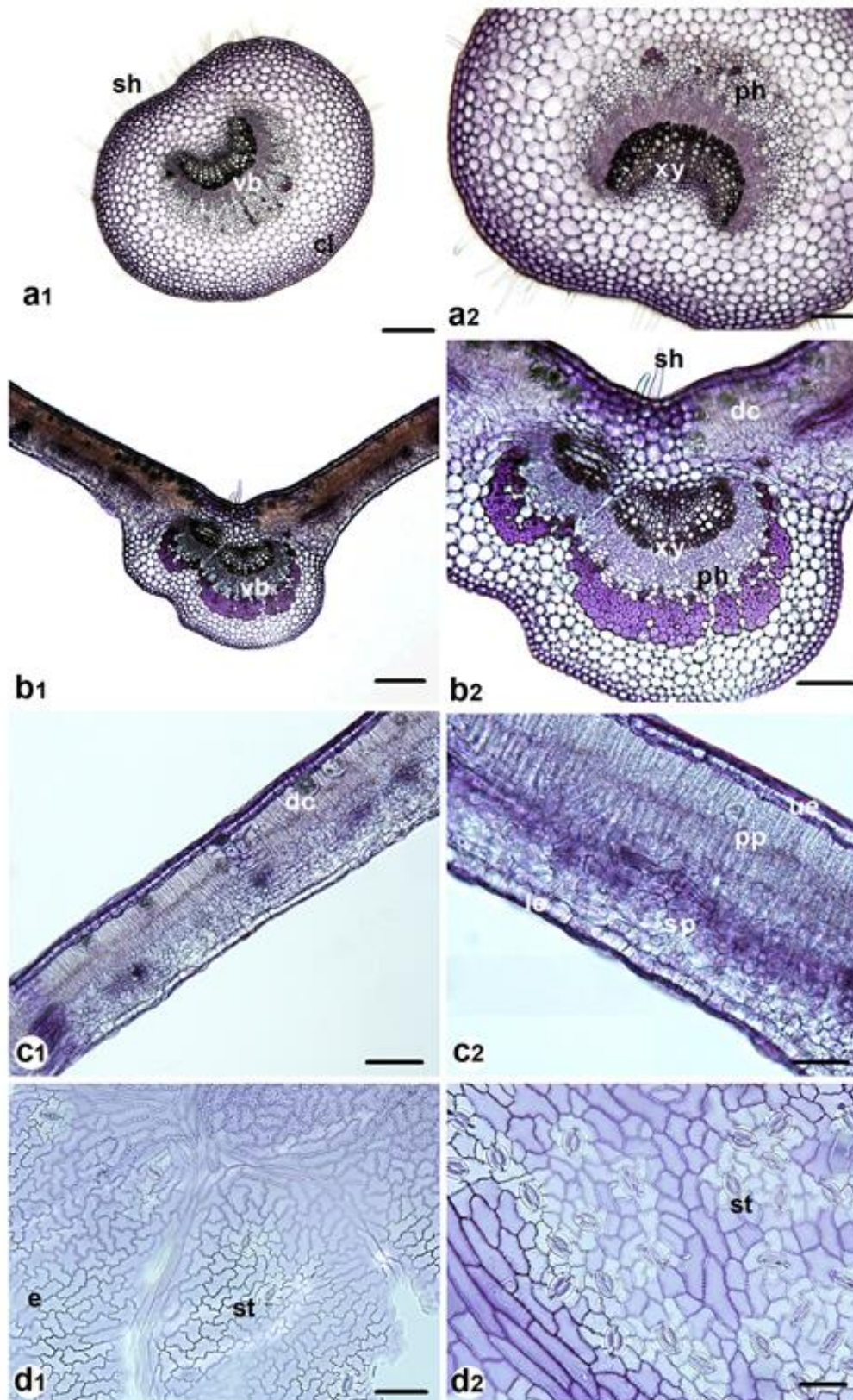


Figure 4. Leaf anatomy of *R. depressa*. a-c: cross section, d: peripheral section (1- adaxial surface, 2- abaxial surface). a: petiole, b: midrib; c: lamina. cl: collenchyma, dc: druse crystals, le: lower epidermis, ph: phloem, pp: palisade parenchyma, sh: simple hair (trichome), sp: spongy parenchyma, ue: upper epidermis, vb: vascular bundle, xy: xylem. Scale bars: 200 μm (a1, b1), 100 μm (a2, b2, c1), 50 μm (c2, d).

4. Conclusions and discussion

It was emphasized that these two species, which are very similar to one, should be examined in detail morphologically. It has been noted that the *R. depressa* differs from the *R. microcarpa* only with very small elliptical leaves with fewer veins on either side without any measurements [5]. In our study, we determined that some morphological characters are differentiating *R. depressa* from *R. microcarpa* [17] (Table 1). Especially, petiole length, leaf sizes, and numbers of bud scale, seed, and leaf veins have distinguished this species distinctly.

Hui et al. [21] studied micromorphological leaf features of 41 species and four varieties belonging to the Rhamnaceae family and undulate leaf surfaces were determined. According to surface ornamentation, smooth and striate adaxial epidermal cells or epidermal cells having scaly structures were also reported. It has been also mentioned that leaf micromorphological characteristics could be used at the species or subspecies level classifications in Rhamnaceae. In addition, leaf micromorphological characteristics of *R. microcarpa* have been reported by Eminağaoğlu et al. [17]. Leaf micromorphological results of this study are in accordance with previous reports mentioned above.

In some of earlier studies, it has been reported that the wood anatomy features of *Rhamnus* species are very similar and cannot be clearly differentiated [10, 15], while in others, in some species can be distinguished by the ray width and height, or marginal axial parenchyma [11, 14, 16]. Schweingruber [11] stated that *R. alaternus* can be distinguished by their short rays and *R. alpinus* by their wide and tall rays from other *Rhamnus* species. The average uniseriate ray height is 98.7 µm, the average biseriate ray height is 120.6 and the average multiseriate ray height and width are 252.8 µm (max. 46 cell) and 49.0 µm (2-7 cells, max. 8) for *R. microcarpa* [17]. In this study, the average uniseriate ray height, biseriate ray height, multiseriate ray height, and width were detected as an average of 125.4 µm, 163.7 µm, 276.0 µm (max. 33 cell), and 58.7 µm (2-5 cell, max. 6) in *R. depressa*, respectively. Although the maximum width and height of the multiseriate rays was found to be higher in *R. microcarpa*, it can be said that *R. depressa* has longer and wider rays when the other average ray values are considered. The multiseriate ray width of five endemic *Rhamnus* species in Turkey was found as 1-3 (max. 3-5) [14]. It has been noted that the height of the rays tends to change during ray ontogeny, that many of its features may vary in ways that limit their taxonomic usefulness, but differ significantly in quantitative in different species [33]. Since rays' height varies depending on ontogeny, it has been reported that the density of the ray is more effective and useful than the height of the ray in the identification of wood [33]. The mean ray density of *R. depressa* (8) was lower than the other taxa (9-16) in Turkey [12, 14, 15, 17].

There is no difference in the length of the fibers and the vessel members in *R. depressa* and *R. microcarpa* (Table 2). The tangential and radial diameters of the vessels of *R. depressa* are smaller than *R. microcarpa*, but the number of vessels per mm is higher [17]. Vessel density and diameter are two of three quantitative vessel features that are incorporated into the mesomorphy ratio. It has been reported that the calculated low mesomorphy value below 75 indicates xeromorphy [34, 33]. *R. depressa* is a xerophyte plant and is in the form of dwarf shrub wrapped on rocks, like *R. microcarpa*. The mesomorphy value of the *R. depressa* is 44.19. Though the mesomorphy value of *R. depressa* is lower than *R. microcarpa* (59.07) [17], it is higher than the Mediterranean species in Turkey (11-23) [14, 15]. The values calculated by Merev [12] for the species growing in the Eastern Black Sea Region are quite high.

In previous studies, petiole anatomical characteristics of *Rhamnus microcarpa* which is closely related *R. depressa* were reported by Eminağaoğlu et al. [17] from Turkey and *R. wightii* Wight & Arn. by Shisode and Patil [22] from India. In accordance with our results they reported horseshoes petiole, arc-shape vascular bundle and druses crystals in parenchyma cells. Efe et al. [19] also reported orbiculate petiole for *Rhamnus pichleri* Schneider and Bornm. ex Bornm. In addition, Efe et al. [19] observed secretory cavities in *R. pichleri*. On the other hand, the secretory cavities mentioned do not observed in our studies species. We determined the dorsiventral mesophyll (bifacial leaf) for *R. depressa*. Similar to our findings, Varone and Gratani [35] investigated leaf expansion of *R. alaternus* L. and reported bifacial leaf mesophyll for this species.

Unicellular trichomes were revealed by Shisode and Patil's report [22] in *R. wightii* and by Serdar et al. [20] in two subspecies of *Frangula alnus*. Furthermore, it was also mentioned from stellate scales in *Pomaderris apetala* Labill. by Shisode and Patil's report [22]. We also determined many epicuticular scales in the abaxial surface of leaf of *R. depressa*.

In literature, hypostomatic leaf type is usual in most of the species. Efe et al. [19] reported this type leaf in most of their studied species, except for *Rhamnus thymifolius* Bornm. with amphistomatic leaf. From previous reports, Hui et al. [21] found that most species in the family Rhamnaceae have hypostomatic type, with small exceptions (*Colubrina asiatica* (L.) Brongn). We found the amphistomatic leaf with stomata in the both surfaces of *R. depressa*, differently from closely related species *R. microcarpa*.

Efe et al. [19] reported calcium oxalate crystals in the palisade cells of five *Rhamnus* species. Shisode and Patil [22] reported these types' crystals in *R. wightii*. Serdar et al. [20] also mentioned different amount of druse crystals in petiole of *Frangula alnus* Mill. The authors also reported secretory cavities in *R. wightii* and also some other species in the family Rhamnaceae. Our results are in agreement with these reports except for secretory cavities.

This study reveals several morphological and anatomical characteristics that can be used in differentiating *R. depressa* and *R. microcarpa*, i.e petiole length, leaf sizes, and numbers of bud scale, seed, and leaf veins, ray

characteristics in wood, amphistomatic stomata, horse shoes vascular bundle in the petiole, one vascular bundle or two vascular bundles with sclerenchymatous cells in phloem part, as well as epidermis micromorphological characters.

Acknowledgements

This study was supported by the Research Fund of Artvin Coruh University (Project number: 2016.F10.02.11).

References

- [1] Burge, D.O., Erwin, D.M., Islam, M.B., Kellermann, J., Kembel, S.W., Wilken D.H. & Manos, P.S. (2011). Diversification of *Ceanothus* (Rhamnaceae) in the California Floristic Province. *Int J Plant Sci* 172: 1137-1164.
- [2] Jehangir, S., Shinwari, Z.K. & Mahmood, T. (2018). Genetic characterization of selected genera of family Rhamnaceae based on rps 11 gene. *Pak J Bot*, 50(5), 1935-1939.
- [3] Hassler, M. (2020). World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World (version Nov 2018). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 25th March 2019 (Roskov, Y., Ower, G., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly, N., Kirk, P.M., Bourgoin, T., DeWalt, R.E., Decock, W., Nieukerken, E. van, Zarucchi, J. & Penev, L., eds.). Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- [4] Hauenschild, F., Favre, A., Salazar, G.A. & Muellner-Riehl, A.N. (2019). Analysis of the cosmopolitan buckthorn genera *Frangula* and *Rhamnus* s.l. supports the description of a new genus, *Ventia*. *Taxon*, 65(1), 65-78.
- [5] Davis, P.H. & Yaltırık, F. (1967). *Rhamnus*. In: Davis, P.H. (ed.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 2, pp. 526-541, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- [6] Akkemik, Ü., Ok, T., Eminağaoğlu, Ö., Fırat, M. & Aksoy, N. (2014). *Rhamnus* L. In: Akkemik, Ü. (ed), *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalılırları II*, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, pp: 248-271 (in Turkish).
- [7] Eminağaoğlu, Ö., Akyıldırım Beğen, H. & Aksu, G. (2015). Artvin'in Damarlı Bitkilerinin Fotoğrafları. In: Eminağaoğlu, Ö. (ed), *Artvin'in Doğal Bitkileri*, İstanbul: Promat, pp: 105-430 (in Turkish).
- [8] Ozcan, M., Demiralay, M. & Kahriman, A. (2015). Leaf anatomical notes on *Cirsium* Miller (Asteraceae, Carduoideae) from Turkey. *Plant Syst. Evol.*, 301, 1995-2012.
- [9] Erşen Bak, F. & Merev, N. (2016). Ecological wood anatomy of *Fraxinus* L. in Turkey (Oleaceae): intraspecific and interspecific variation. *Turkish Journal of Botany*, 40, 356-372.
- [10] Fahn, A., Werker, E. & Baas, P. (1986). *Wood Anatomy and Identification of Trees and Shrubs from Israel and Adjacent Regions*. 1st ed. Jerusalem, Israel: The Israel Academy of Sciences and Humanities.
- [11] Schweingruber, F.H. (1990). *Anatomy of European Woods*. Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien.
- [12] Merev, N. (1998). *Odun Anatomisi Cilt I. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi*. K.T.Ü. Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 189, Fakülte Yayın No: 27, K.T.Ü. Matbaası, Trabzon, 621 s.
- [13] Başaran, S. & Yaman, B. (1998). Anatomical and palynological research on *Rhamnus thymifolius* Bornm. Proc. of Kasnak Oak and the Flora of Turkey, 21-23 September: 346-358.
- [14] Akkemik, Ü., Efe, A., Kaya, Z. & Demir, D. (2007). Wood Anatomy of Endemic *Rhamnus* Species in the Mediterranean Region of Turkey. *IAWA Journal*, Vol 28(3): 301-310.
- [15] Akgün, B., Birtürk, T. & Gerçek, Z. (2010). Wood Anatomy of *Rhamnus petiolaris* Boiss. and *Rhamnus oleoides* subsp. *graecus* (Boiss & Reut.) Holmboe. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs: 1201-1207.
- [16] Schweingruber, F.H., Börner, A. & Schulze, E.D. (2011). *Atlas of Stem Anatomy in Herbs, Shrubs and Trees*. Springer.
- [17] Eminağaoğlu, Ö., Özcan, M., Erşen Bak, F., Yüksel, E. & Akyıldırım Beğen, H. (2020). Morphological, anatomical and micromorphological characterization of *Rhamnus microcarpa* (Rhamnaceae). *Turk J Biod*, 3(1), 1-8.
- [18] Mantese, A. & Medan, D. (1992). Leaf anatomy and architecture of *Retanilla* (Rhamnaceae). *Darwiniana*, 31 (1-4), 253.
- [19] Efe, A., Akkemik, Ü. & Kaya, Z. (2005). Akdeniz Bölgesi Endemik *Rhamnus* Taksonlarının Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri. *İstanbul üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, A 55 (2): 7-25.
- [20] Serdar, B., Coşkunçelebi, K., Terzioğlu, S. & Hampe, A. (2007). Anatomical notes on Turkish *Frangula alnus* Mill. (Rhamnaceae). *Plant Biosystems*, 141 (1), 69-74.
- [21] Hui, Y.U., Nian-He, X.I.A. & Xiao-Ying, H.U. (2008). Leaf Epidermis Micromorphology of Rhamnaceae in China. *Annals of Botany*, 101(9), 1341-1348.
- [22] Shisode, S.B. & Patil, D.A. (2011). Petiolar anatomy in some Rhamnaceae. *Current Botany* 2(9), 22-25.

- [23] Davis, P.H. (Ed.) (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol.1-9, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [24] Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (eds) (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 10. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [25] IPNI (2020). International Plant Names Index. Published on the internet. <https://www.ipni.org>. Downloaded on 10 January 2019.
- [26] PL (2020). The Plant List Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/>. Downloaded on 10 January 2020.
- [27] Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (eds) (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.
- [28] Ives, E. (2001). A Guide to Wood Microtomy: Making Quality Micro Slides of Wood Sections. Suffolk, UK: Suffolk Offset.
- [29] Normand, D. (1972). Manuel D' Identification des Bois Commerciaux. Tom 1, Nogent, Sur/Marne, Paris.
- [30] IAWA (1989). IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bull, 10: 221-332.
- [31] Algan, G. (1981). Bitkisel Dokular İçin Mikroteknik, İstanbul. Fırat University Science Faculty Press (in Turkish).
- [32] Vardar, Y. (1987). Botanikte Preparasyon Teknigi. İzmir, Ege University Science Faculty Press (in Turkish), pp. 1-66.
- [33] Carlquist, S. (1988). Comparative Wood Anatomy. Systematic, Ecological, and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood. 1st ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- [34] Carlquist, S. (1977). Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. Am J Bot, 64, 887-896.
- [35] Varone, L. & Gratani, L. (2009). Leaf expansion in *Rhamnus alaternus* L. by leaf morphological, anatomical and physiological analysis. Trees, 23, 1255-1262.



Extracellular biosynthesis of silver nanoparticle using *Tilia rubra* DC. extract and antifungal activity

Betül YILMAZ ÖZTÜRK ^{*1}, Derviş ÖZTÜRK ²
ORCID: 0000-0002-1817-8240; 0000-0001-7189-7407

¹ Eskişehir Osmangazi University, Central Research Laboratory Application and Research Center, 26040, Eskişehir, Turkey

² Eskişehir Osmangazi University, Plant and Animal Production Department, Mahmudiye Equine Vocational School, 26800, Eskişehir, Turkey

Abstract

Although nanoparticles synthesized by chemical reactions show a wide range of toxicities in various vertebrates and invertebrates, they are produced in large quantities to take advantage of their antifungal activities. Due to the remarkable disadvantages of conventional chemical methods, the green synthesis of metallic nanoparticles has acquired great attention in recent years. This method is proposed as an alternative to classical chemical methods with its low cost, environmentally friendly and simple approaches. Our aim in this study is to determine the suitability of *Tilia rubra* DC. extract in the extracellular synthesis of silver nanoparticles and characterize the material obtained. *T. rubra* extract has been studied for the first time for the biosynthesis of silver nanoparticles, forming surface plasmon resonance at 427 nm in UV-Vis spectrophotometer. Also, transmission electron microscope (TEM) images showed that nanoparticles have spherical morphology. According to TEM images, nanoparticles were found to be between 5-15 nm in size. X-ray diffraction (XRD) analysis, on the other hand, determined that the particles were crystalline with a face centered cubic geometry. Fourier transform infrared (FTIR) analysis was performed to identify possible biomolecules responsible for bio-reduction of silver ions. The antifungal effect of the biosynthesis silver nanoparticles on *Candida albicans*, a pathogenic yeast, was examined by the agar diffusion method, and as a result, the synthesized silver nanoparticles showed a significant inhibitory effect on *C. albicans*. Our results support the potential for future use of biosynthesized silver nanoparticles for industrial and biomedical applications, thanks to the environmentally friendly synthesis procedure.

Key words: green synthesis, *Tilia rubra*, silver nanoparticle, characterization, antifungal activity

----- * -----

Tilia rubra DC. ekstraktı kullanılarak gümüş nanopartikülün hücre dışı biyosentezi ve antifungal aktivitesi Özet

Kimyasal reaksiyonlarla sentezlenen nanopartiküller çeşitli omurgalı ve omurgasızlarda geniş bir toksisite yelpazesi sergilemeler de, antifungal aktivitelerinden yararlanmak üzere büyük miktarlarda üretilmektedir. Klasik kimyasal yöntemlerin dikkat çekici dezavantajları nedeniyle, metalik nanopartiküllerin yeşil sentezi son yıllarda büyük ilgi görmeye başlamıştır. Bu yöntem düşük maliyetli, çevre dostu ve basit yaklaşımları ile klasik kimyasal yöntemlere bir alternatif olarak önerilmektedir. Bu çalışmada amacımız, gümüş nanopartiküllerin hücre dışı sentezinde *Tilia rubra* DC. ekstraktının uygunluğunu belirlemek ve elde edilen materyali karakterize etmektir. Bunun yanı sıra biyosentezlenmiş gümüş nanopartiküllerinin antifungal etkisi değerlendirilmiştir. *T. rubra* ekstraktı, gümüş nanopartiküllerin biyosentezi için ilk kez çalışılmış olup UV-Vis spektrofotometresinde 427 nm'de yüzey plazmon rezonansı oluşturmuştur. Ayrıca geçirimsiz elektron mikroskop (TEM) görüntüleri nanopartiküllerin küresel morfolojiye sahip olduğunu göstermiştir. TEM görüntülerine göre nanopartiküllerin boyutlarının 5-15 nm arasında olduğu bulunmuştur. X-ışını kırınımı (XRD) analizi ise partiküllerin yüz merkezli kübik geometriye sahip kristal yapıda olduğunu belirlemiştir. Gümüş iyonlarının biyoindirgenmesinden sorumlu olası biyomolekülleri tanımlamak için Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR)

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905308829609; Fax.: +902222394106; E-mail: byozturk@ogu.edu.tr

analizi yapılmıştır. Biyosentezlenmiş gümüş nanopartiküllerin patojen bir maya olan *Candida albicans* üzerindeki antifungal etkisi agar difüzyon metodu ile incelenmiş ve sonuç olarak sentezlenen gümüş nanopartikülleri, *C. albicans* üzerinde önemli inhibe edici etki göstermiştir. Sonuçlarımız, biyosentezlenmiş gümüş nanopartiküllerin çevre dostu sentez prosedürü sayesinde, gelecekte endüstriyel ve biyomedikal uygulamalar için kullanım potansiyeli olduğunu desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: yeşil sentez, *Tilia rubra*, gümüş nanopartikül, karakterizasyon, antifungal aktivite

1. Giriş

Nanomalzemeler gelişmekte olan bir teknoloji olarak günlük hayatımızın tüm yönlerini etkilemektedir. Çünkü nanopartiküllerin (NP'lerin) benzersiz optoelektronik ve fizikokimyasal özellikleri ile çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Tıp, tarım ve gıda endüstrileri, elektronik ve kozmetik bu alanların başında gelmektedir [1, -2] Bunun yanısıra ağır metal gibi çevresel kirleticilerin temizlenmesi için de nanoteknoloji tabanlı iyileştirme konuları üzerinde çok sayıda araştırma yapılmaktadır [3]. Tek bir nanopartikül bile çeşitli şekillerde birçok farklı sentez yöntemi kullanılarak üretilebilmiş ve bunun sonuçları ve canlılar üzerindeki etkileri toksikolojik çalışmalar ile araştırılmıştır [4-6]. Özellikle gümüş nanopartiküller (AgNP'ler), entegre devreler, sensörler, biyo-etiketleme, filtreler, hücre elektrotları ve kozmetik sağlık gibi alanlarda yaygın uygulamaları nedeniyle araştırmacıların dikkatini çekmektedir. Ayrıca çeşitli tıbbi uygulamalarda ticari kullanımı nedeniyle, AgNP üretimindeki yıllık artışın dünya çapında yüzlerce ton olduğu tahmin edilmektedir. Gümüşün de içinde bulunduğu metal NP'ler, termal ayrışma, elektrokimyasal, mikrodalga destekli işlem ve kimyasal yöntemler gibi çeşitli yaklaşımlarla sentezlenir [7]. NP'lerin sentezinde için tehlikeli kimyasalların sık kullanımı, maliyetinin yüksek olması, aşırı sıcaklık ve toksik madde açığa çıkması gibi dezavantajlar bulunmaktadır. Örneğin kimyasal sentez aşamalarında sıkça kullanılan Sodyum borhidür (NaBH_4) hem maliyeti yüksek bir ürün hem de indirgeyici olarak kullanıldıktan sonra giderilemeyen yan ürünler oluşturabilmektedir. Oluşan yan ürünler özellikle üretilen nanomalzemelerin uygulama olasılıklarını ve biyoyoumluluklarını ciddi şekilde sınırlayabilir. Bu yüzden metalik NP'lerin sentez aşamasında yüksek verimli, düşük maliyetli, toksik olmayan ve çevresel olarak iyi huylu prosedürler geliştirmeye ihtiyaç vardır. Bu nedenle, NP'lerin sentezi için biyolojik yaklaşım (biyosentez) önem kazanmaktadır. Yeşil kimya ya da yeşil sentez olarak bilinen bu yöntemde bitki ve bitki ürünleri, algler, mantarlar, maya, bakteriler ve virüsler dahil olmak üzere doğada bulunan çok çeşitli biyolojik kaynaklar kullanılabilir [8, 9] Yeşil sentezde kullanılan bu organizmaların, hücre içi veya hücre dışı inorganik nanomateryaller ürettiği bilinmektedir [1]. Bu tür biyoprosesler, çevre kirliliğinin azaltılmasında ve metallerin atıklardan geri kazanılmasında da etkili bir şekilde kullanılmıştır [10].

Doğal ürünler, biyomedikal araştırmacılar tarafından yıllardır çalışılmaktadır. Biyolojik materyallerin içeriği çeşitli rahatsızlıkların tedavisi için birçok sentetik veya yarı sentetik doğal analogun sentezine ilham vermiştir. Bitkilerin ticari uygulama için kullanılması, bünyesinde çok çeşitli biyomolekülleri bulundurması yönünden ve elde edilmesi kolay olduğu için nanomalzeme üretiminde umut verici bir araştırma alanıdır [11]. Bu nedenle, bu çalışmada, *Tilia rubra* DC. (Ihlamur) ekstraktı kullanılarak AgNP sentezi gerçekleştirilmiştir. *T. rubra*, Malvaceae familyasında yer almaktadır. Özellikle doğal olarak yetiştiği gibi ülkemizin çeşitli yerlerinde kültürde edilmektedir. *T. rubra*'nın yatıştırıcılar, sakinleştiriciler, diüretikler ve balgam söktürücüler gibi özellikleri bulunmaktadır. Ayrıca geleneksel tıpta gribal enfeksiyonu tedavi etme amacı için kullanılan ve tüm dünya çapında tanınan bir bitkisel üründür [12]. *T. rubra*'nın Akyuz vd., 2014 raporlarına göre 17 farklı fenolik bileşik olduğunu ve bunlardan 14 tanesi tanımlanıp güçlü bir antioksidan olduğu belirlenmiştir [13]. Frezza vd., 2020 raporlarına göre ise ihlamurda esas olarak flavonoidler, ardından organik asitler ve pentasiklik triterpenler tarafından oluşturduğu bildirilmiştir [14].

Bu çalışmada amacımız *T. rubra*'nın yapısında bulunan özellikle fenolik bileşiklerin çeşitliliği AgNP'lerinin sentezi için umut verici bir kaynak olarak görülmüş ve biyosentezlenen nanopartiküller UV-Vis, TEM, XRD, FTIR ile karakterize edilmiştir. Ayrıca gümüşün (Ag^+) bitki ekstrakt kaynaklı indirgenmesini (Ag^0) kullanarak fırsatçı bir patojen olan *C. albicans* türüne karşı antifungal aktivitesi de değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Bitki Ekstraktının Hazırlanması

T. rubra ekstraktının hazırlanması için Tippyawat vd., (2016) kullandığı yöntem revize edilerek hazırlanmıştır [9]. Öncelikle *T. rubra* yaprakları deiyonize su ile 3 kez yıkanıp ve kurutulduktan sonra toz haline getirilen yapraklardan 5 g kullanılarak hazırlanmıştır. Bu yapraklardan bitki ekstraktını hazırlamak için 50 ml deiyonize su içinde kaynatılmış ve soğumaya bırakılmıştır. Soğutulan ekstrakt Whatman No 1 filtre kağıdı kullanılarak süzülmesi ve 4 °C'de bir buzdolabında saklanmıştır.

2.2. Biyosentezlenmiş Gümüş Nanopartiküllerin (T-AgNP) Sentezi ve Karakterizasyonu

T-AgNP numunelerinin hazırlanması için AgNO_3 (Sigma Aldrich) stok çözeltisinden 0.1 mM olarak seyreltilmiş ve 1:1 oranında bitki ekstraktı ile oda sıcaklığında kuvvetli bir şekilde 24 saat boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Kahverengi-siyahımsı bir renk oluşturan karışım gümüş iyonlarının indirgenmesi sonucunda oluşmuş ve 8000 rpm'de santrifüj edilerek elde edilen pellet 3 kez deiyonize su ile yıkandı. Nanopartikülleri toz haline getirebilmek için dondurarak kurutma işlemi bir liyofilizatör ile gerçekleştirilmiştir. Toz haline getirilen nanopartiküller karakterizasyona kadar $-20\text{ }^\circ\text{C}$ 'de saklanmıştır.

AgNP'lerin morfolojik özellikleri, 100 kV hızlanma voltajında bir JEOL JEM-1220 mikroskop kullanılarak geçirimsiz elektron mikroskobu (TEM) ile incelenmiştir. Kristal yapılar, X-ışını toz kırınımı Panalytical Empyrean marka XRD ile analiz edilmiştir. Taramalar Cu Ka tüpü kullanılarak bir 45 kV voltaj ve 40 mA akım analiz koşullarında 5° - 80° arasında 2θ açısında yapılmış ve T-AgNP'lerin optik özellikleri spektral analiz ile incelenmiştir. T-AgNP'lerin absorpsiyon spektrumları, bir UV-Vis (AE-S90-2D Spectrophotometer, Çin) cihazı ile kaydedildi. Spektrumları belirlemek için ölçümler maksimum absorpsiyon dalga boyunda kaydedilmiş ve taramalar 190-1100 nm dalga boyunda yapılmıştır. Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) çalışmaları bir Perkin Elmer Spectrum Two spektrofotometre kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.3. Antifungal Aktivite

Sentezlenen maddenin antifungal etkinliğini belirlemek için T-AgNP, Klinik ve Laboratuvar Standartları Enstitüsü (CLSI) tarafından önerilen kriterlere göre hazırlanmıştır [15]. Sentezlenen nanopartiküllerin antifungal duyarlılıkları agar difüzyon testi ile değerlendirilmiştir. *C. albicans* (ATCC 14053), ESOGÜ-ARUM'da bulunan stok kültürden sağlanmıştır. Çalışma öncesi maya hücrelerinin ekim ve büyüme ortamı için maya ekstraktı-pepton-D-glikoz (YPD) kullanılmıştır. Aynı zamanda AgNP'lerin antifungal aktivitesinin araştırılabilmesi için yapılan disk difüzyon yönteminde de YPD agar besiyeri kullanılmıştır [16]. Aktive edilmiş mikroorganizmaları McFarland 0.5 değerine ayarlanmış ve besi ortamına inokulasyonu sonrası 10, 20, 30 ve 40 μl olacak şekilde T-AgNP'lerle hazırlanmış diskler, besi ortamına yerleştirilmiştir. $37\text{ }^\circ\text{C}$ de inkübasyona bırakılarak ve 24 saat sonunda oluşan zonlar ölçüldü. Bu zonlar, standart antifungal bir antibiyotik olan amfoterisin B'nin zonları ile kıyaslanmış ve deneyler üç kez tekrar edilmiştir.

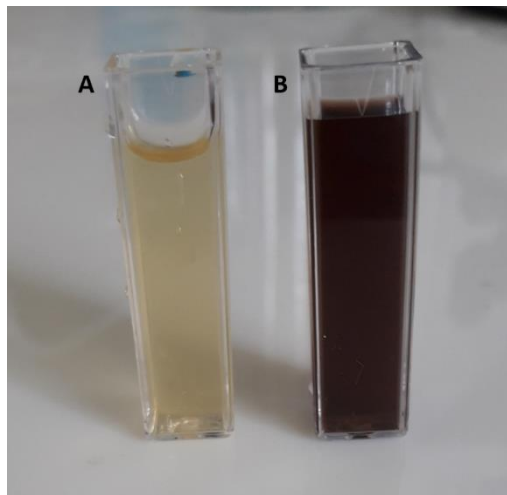
2.4. İnhibisyon Zon Çapı Tayini

Disk difüzyon tahlilleri ile bölge çapları, büyümede belirgin bir azalma olan noktadan ve gözle görülür bir büyüme olan noktaya milimetrik bir ölçek kullanarak ölçülmüştür. Bu ölçümler Wayne (2004) tarafından raporlandığı gibi 24 saat sonunda değerlendirilmiştir [17].

3. Bulgular

3.1. T-AgNP'lerin Karakterizasyonu

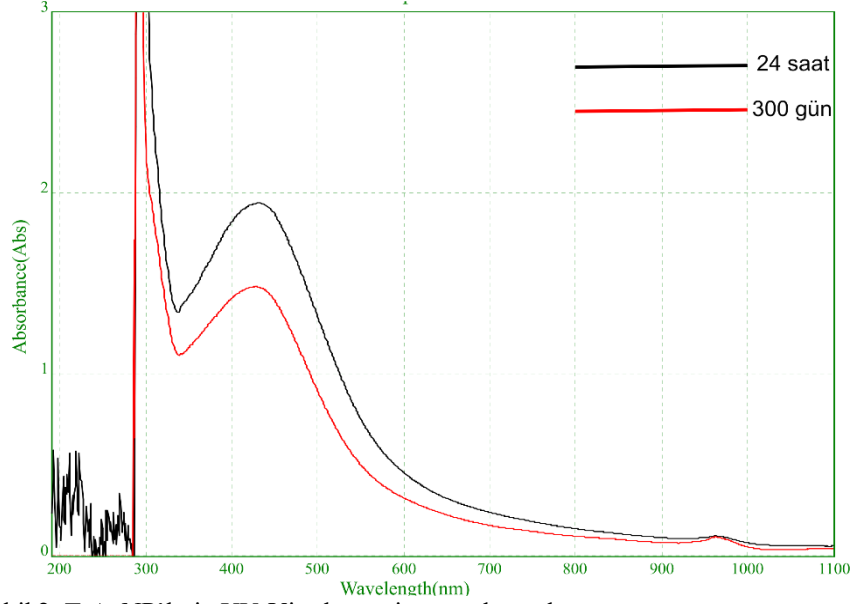
Biyosentezlenmiş T-AgNP'lerin ilk görünür işareti, AgNO_3 ile *T. rubra* ekstrakt karışımlarının rengi açık sarıdan koyu kahve bir renge değişmesidir (Şekil 1). Bu renk değişimi, Ag^+ 'nin Ag^0 'a indirgenmesi saptamak için morfolojik bir göstergedir [18].



Şekil 1. AgNO_3 eklendikten sonra bitki ekstraktındaki renk değişikliği A. *Tilia rubra* ekstraktı B. Biyosentezlenmiş T-AgNP

Gümüş nanopartiküllerinin oluşturmuş olduğu renk, etkileşen bir elektromanyetik alanın neden olduğu serbest iletim elektronlarının kolektif salınımından dolayı ortaya çıkan yüzey plazmon rezonansına (SPR) bağlıdır [19]. SPR

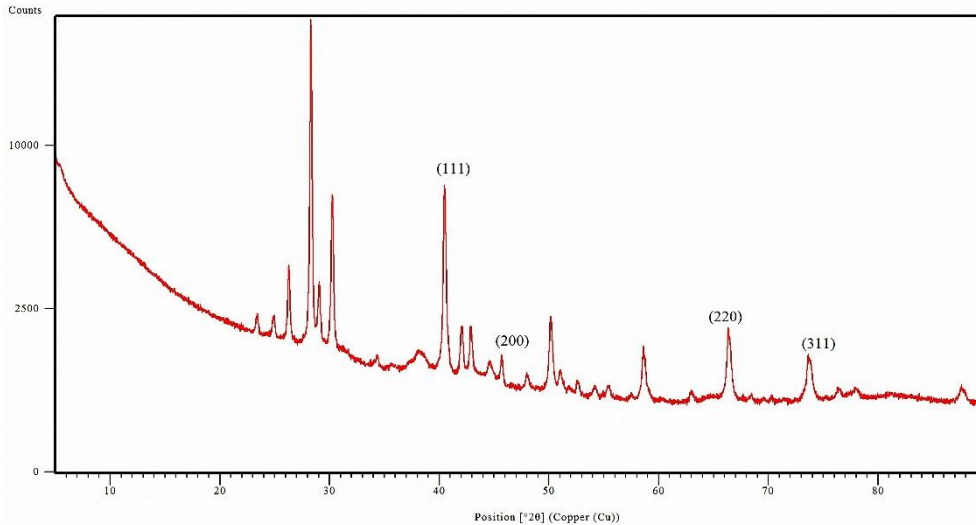
bandının oluştuğunu görmek için *T. rubra* içeren reaksiyon karışımının UV-Vis spektroskopisi ile ölçümü gerçekleştirilmiş, hatta nanopartiküllerin stabilitesini kontrol etmek amacı ile ikinci bir spektrum (300. gün) tekrar alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. T-AgNP'lerin UV-Vis absorpsiyon spektrumları

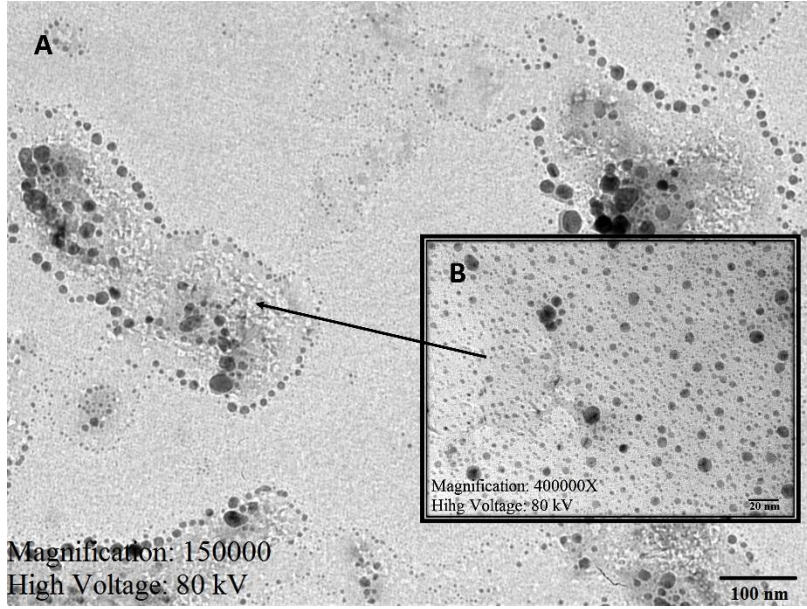
Dalga boyundaki bir değişiklik, parçacık boyutu, şekli ve parçacıklar arasındaki özelliklerin bir ölçüsüdür [20]. Bu sonuçlara göre gümüş nitrat ile işlenmiş *T. rubra* ekstraksiyonu ile biyosentezlenmiş AgNP'ler 24 saat sonunda 427 nm aralığında 1.933 absorbans olarak bir pik göstermiştir (Şekil 2). Daha önce yapılan çalışmalara göre SPR bandının 350-450 nm aralığına karşılık geldiği bildirilmiştir [21]. Böylece T-AgNP'lerin yüksek bir SPR bandı oluşturduğu görülmüştür. 300. Gün (6 ay) sonunda yapılan ölçümde yine 427 nm aralığında en yüksek piki verirken sadece absorbans değeri düşmüştür. Bu sonuca göre nanopartiküllerin 6 ay boyunca stabilitesini koruduğu görülmüştür.

AgNP'lerin diğer bir karakterizasyonu için XRD metodu kullanıldı ve bu metodla saf kristal halde bulunan gümüş nanopartiküllerin patterni belirlenmiştir. Şekil 3 de görüldüğü gibi elde edilen kırınım sonuçları 39.02, 44.138, 64.747, 74.983 ve 82.220 açılarında bantlar göstermiştir. Bu sonuç, sırasıyla 111, 200, 220, 311 ve 222 Bragg düzlemlerine karşılık gelen gümüş kristal oluşumunu ortaya koymaktadır. Böylece, gümüş kristalitlerin yüz merkezli kübik (fcc) yapısını doğrulayan bir spektrum elde edilmiştir. (referans kod: 04-014-6889). Aynı zamanda spektrumda görülen diğer bantlar ise şekilsiz organik fazlarla ilişkili olduğu düşünülmektedir.



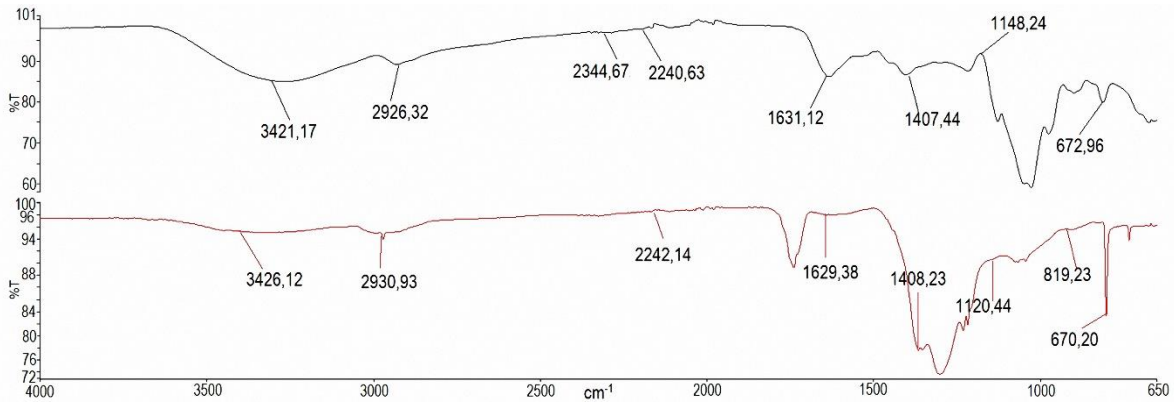
Şekil 3. *T. rubra* ile biyosentezlenen kurutulmuş T-AgNP'lerin X ışını kırınım profili

T-AgNP'lerin morfolojileri hakkında bilgi almak için TEM kullanılmış ve küresel morfolojide oldukları tespit edilmiştir. TEM verilerine göre, nanopartiküllerin *T. rubra* ekstraktının matrisinde tutunduğu görülmekle beraber, detaylı incelemede monodispers oldukları ve parçacıkların birbirinden iyi ayrıldığı görülmüştür (Şekil 4). Görüntü analizine dayanarak, parçacıkların ortalama boyutunun 5-15 nm olduğunu kanıtlanmıştır.



Şekil 4. Biyosentezlenmiş T-AgNP'lerin A (100 nm ölçeği) ve B'de (20 nm ölçeği) *T. rubra* ekstraktı ile elde edilen TEM elektron mikrografları.

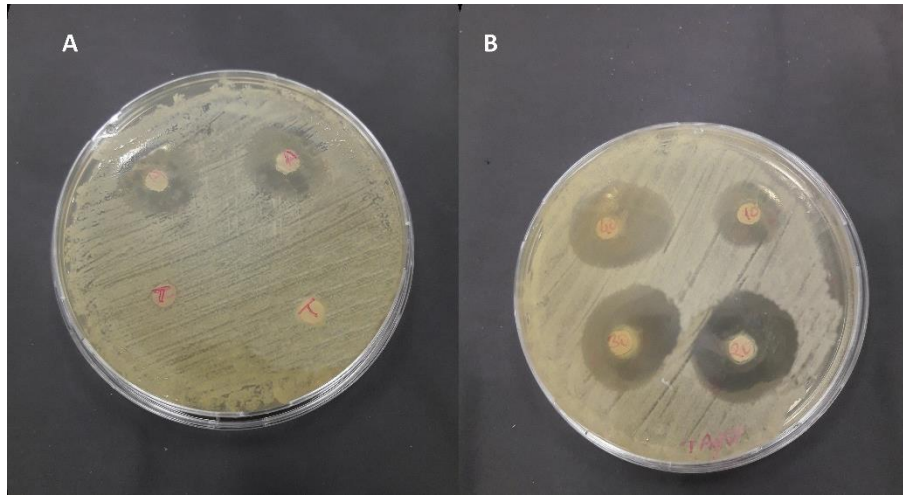
Biyosentezlenmiş T-AgNP sulu bitki ekstraktına ait FTIR spektrumları Şekil 5'te sunulmuştur. Ag iyonlarının azaltılmasından sorumlu metabolitler FTIR spektrumu kullanılarak tespit edilmiştir. Serbest OH grubuna sahip fenollerin ve alkollerin varlığında 3426.12 ve 3421.17 cm^{-1} 'deki geniş bantları ile ortaya çıkmıştır. 2930.12 ve 2926.56 cm^{-1} 'deki bantlar, lipidlerdeki alkanların varlığını temsil eder [22]. 2344.67 cm^{-1} bölgesi, sadece biyosentezlenmiş çözeltide COO^- 'nin simetrik olarak gerilme varlığını gösterir. 2240.63 ve 2242.14 cm^{-1} 'deki bantlar $\text{C}\equiv\text{C}$ grubuna atanır. 1629.45 ve 1631.01 cm^{-1} 'deki absorpsiyon bantları, aromatik bileşiklerde ve amid I'de (düzlem dışında NH) $\text{C}=\text{C}$ 'ye karşılık gelir [23]. 1408.23 ve 1407.54 cm^{-1} 'deki bantlar $\text{S}=\text{O}$ (sülfat ester) grubunu gösterir. 1398 cm^{-1} 'deki bantlar COO^- grupların $\text{C}-\text{O}$ bandı ve proteinlerin CH_3 ve CH_2 bandına karşılık gelmektedir [24]. 1123 ve 1150.67 cm^{-1} 'deki bantlar karboksilik asit grubunun varlığını doğrular. 819.43 cm^{-1} , 672.17 ve 670.58 cm^{-1} 'deki bantlar, bitki özündeki aromatik bileşiklerde ve T-AgNP'lerde $=\text{CH}$ varlığını temsil eder [25]. Bu sonuçlara göre proteinlerde görülen serbest karboksilat grupları metal nanoparçacıklarına bağlanabilir ve onları stabil hale getirebilir. Bitki ekstraktının FTIR spektrumu ile biyosentezlenmiş T-AgNP'leri arasındaki absorpsiyon bantlarının pozisyonunda değişiklikler görülmüş ve bu durum piklerin kaymasıyla teyit edilmiştir. Bu durum, değişikliklerin sebebinin biyosentezlenme sırasında etkili olan bölgeler olduğunu düşündürmüştür.



Şekil 5. *T. rubra* ekstraktı ve *T. rubra* ekstraktı tarafından biyosentezlenmiş T-AgNP'lerinin FTIR spektrumu

3.2. T-AgNP'lerin Antifungal Aktivitesi

Küresel T-AgNP'lerin antifungal özellikleri de *C. albicans* patojenine karşı incelenmiş ve Şekil 6'da gösterilmiştir. T-AgNP'lerin *C. albicans* patojenine karşı iyi antifungal aktivite gösterdiği amfoterisin B ile karşılaştırma sonucunda görüldü. Biyosentezlenmiş T-AgNP'ler içeren her disk üzerine (10-40 μl arasında değişen oranlarda) T-AgNP yüklenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. *T. rubra* ekstraktının (T) ve *T. rubra* ekstraktından farklı miktardaki biyosentezlenmiş T-AgNP'lerin (10, 20, 30 ve 40 µl) *C.albicans*'a karşı antifungal aktivitesi, A, amfoterisin B

10 µl etken madde ile muamele edilen *C. albicans* hücrelerinin oluşturduğu disk zonu, Amfoterisin B ile elde edilen zon çapına benzerlik göstermiştir. Doz miktarı 20 µl olarak uygulandığında ise amfoterisin B muamelesinde elde edilene göre daha büyük bir zon oluşmuştur (Tablo 1). Etken madde miktarı 30 ve 40 µl olacak şekilde uygulanan disklerde ise elde edilen sonuç, 20 µl uygulanan doz sonuçları ile çok benzerlik göstermiştir. Bu sonuçlar, uygulanan nanopartikül miktarının 20 µl den fazla olması durumunda etkinin artmayacağını göstermiştir (Şekil 6).

Tablo 1. Biyosentezlenmiş T-AgNP'lerin ve bitki ekstraktının CLSI M44-A disk yöntemine göre karşılaştırılması

Suş	Etken madde	Zon çapı (mm)
<i>Candida albicans</i> (ATCC 14053)	Amfoterisin B ^a	92-97
	<i>Tilia rubra</i> ekstraktı	0
	Biyosentezlenmiş T-AgNP (10 µl)	82-90
	Biyosentezlenmiş T-AgNP (20 µl)	100-105
	Biyosentezlenmiş T-AgNP (30 µl)	98-102
	Biyosentezlenmiş T-AgNP (40 µl)	98-105

^a CLSI, Amfoterisin B 10 µg

4. Sonuçlar ve tartışma

Günümüzde nanopartikülleri sentezlemek için kullanılan kimyasal ve fiziksel işlemlerin çoğunda toksik kimyasal ve yüksek enerjili bileşikler kullanılması, insan sağlığı ve çevre için ciddi riskler oluşturmaktadır. Bu yüzden araştırmacılar farklı yöntem arayışı içerisindeyler. Biyolojik kaynakları kullanan yeşil sentez yöntemleri zararlı kimyasal yöntemlerin yerini alabilir [26]. Yeşil sentez, AgNP'lerin sentezlenmesi sürecinde kimyasal ve enerji bileşiklerinin kullanımını azaltır. Dolayısıyla sentez aşaması ve sonrası için, ucuz, basit, kimyasal bileşiklerin kullanımı için azaltılmış gereksinimler ve en önemlisi, insan ve çevre sağlığı için risklerin azaltılması yeşil sentezi öne çıkaran avantajlarıdır [8]. Çalışmamızda *T. rubra* (Ihlamur), gümüş nanopartiküllerinin sentezi için kullanılmıştır. Bu çalışmada, ihlamur yaprağının sulu ekstraktı ile hazırlanan ve önce açık sarımsı renkte olan ekstrakt, AgNO₃ çözeltisi ile karıştırıldıktan sonra koyu kahverengi renkte bir süspansiyon oluşturmuştur. Ortaya çıkan renk değişimi UV-Vis ile incelendikten sonra elde edilen emilim spektrumu SPR bandı ile ortaya konulmuş ve bu durum Ag⁺ iyonlarının, Ag⁰ nanopartiküllerine indirgenmiş olduğunu göstermiştir [27].

T. rubra yaprağı ekstraktı kullanılarak T-AgNP'lerin oluşumu, XRD analizinde gözlenen karakteristik desenlerle uyumludur ve fcc simetrisi ile gümüşle eşleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca, elde edilen XRD paternimiz önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir [28,29]

FTIR analizi, Ag⁺ iyonlarının azaltılmasından ve T-AgNP'lerin stabilizasyonundan sorumlu olan *T. rubra* yaprak ekstraktında bulunan fonksiyonel grupları tanımlamak için yapılmıştır. FTIR sonuçlarına göre, *T. rubra* yaprağı ekstraktında bulunan aminin COO⁻, -OH ve CH₃ gibi fonksiyonel gruplarının muhtemelen Ag⁺ iyonlarının metalik gümüşe (Ag⁰) dönüştürülmesinden sorumlu faktörler olduğunu göstermektedir. Bu duruma göre alkaloidler, proteinler ve aromatik bileşiklerin nanopartikülün şekillenmesinde rol aldığı söylenebilir [30].

Sentezlenmiş AgNP'lerin TEM görüntüleri 5-15 nm büyüklüktedir ve partiküller yüzey üzerinde yığılma yapmaksızın, eşit bir dağılımla oluşmuş küresel bir şekildedir. AgNP'lerin homojen bir şekilde dağılması *T. rubra* ekstraktının kalın bir biyomolekül tabakası ile kapsüllenmesine bağlanabilir.

C. albicans, maya mantarı üzerinde agar difüzyon testi ile test edilmiş ve kontrol ilacı olarak güçlü bir antifungal olan Amfoterisin B kullanılmıştır. Biyosentezlenmiş T-AgNP'lerin *C. albicans* üzerinde Amfoterisin B'den daha kuvvetli bir zon çapı oluşturduğu görülmüştür. Ekstraktın ise hiç etkisinin olmadığı görülmüştür. Biyosentezlenen AgNP'lerin Jaidev ve Narasimha'nın (2010) raporuna göre AgNP'lerin fungisidal özelliğinin, fungal hücre duvarındaki sülfhidril gruplarının etkisiz hale getirilmesi ile, çözünmeyen bileşiklerin oluşumuna ve hücre lizisine yol açan ve bununla birlikte hücre zarına bağlı enzimlerin ve lipidlerin varyasyonuna neden olduğunu ileri sürülmüştür [31]. Ghojavand ve ark. (2019) raporuna göre serbest radikallerin oluşumu, membran hasarı ve hücre duvarı ve zarı yüzeyinde çukur oluşumu antifungal etkiye yol açmış olabilir.

Dahası, serbest radikallerin üretimi, DNA ve proteinlerin kimyasal yapısına ciddi zararlar verebilir [32]. Antibiyotige dirençli enfeksiyonların sayısının artması günümüzdeki en önemli problemler arasında yer almaktadır. *C. albicans*, enfeksiyonla ilişkili en önemli biyofilm üreten mikroorganizmalar arasında yer almaktadır. Bu nedenle, alternatif stratejiler üzerinde ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır ve T-AgNP'ler antifungal etki bakımından umut verici sonuçlar göstermiştir.

Sonuç olarak *T. rubra* yaprak ekstraktı kullanılarak T-AgNP'lerin yeşil sentezi ile endüstriyel düzeyde ürün elde edilebileceği gibi, çevre dostu, güvenilir ve temiz bir yöntem rapor edilmiştir. XRD profilindeki spektrumlar T-AgNP'lerin kristal yapısının yüz merkezli kübik olduğunu doğrular. Aromatik bileşikler ve protein içeriği muhtemelen T-AgNP'lerin oluşumu için başlıca rol oynamıştır. Böylece FTIR spektrumu ile elde edilen veriler *T. rubra* ekstraktı içerisinde yer alan biyomoleküller, AgNP'lerinin sentezinden ve nanopartiküllerin son şeklinin verilmesinden (capping ajan), sorumlu olduğunu doğruladı. TEM ölçümlerinden, T-AgNP'lerin boyutunun 5-15 nm olduğu görülmüştür. UV-Vis ile 6 ay sonrasında bile aynı dalga boyunda SPR oluşturulmuştur. Ayrıca, biyosentezlenmiş T-AgNP'lerin *C. albicans*'a karşı iyi antifungal aktivite gösterdiği ve biyolojik uygulamalarda daha detaylı araştırmalar sonucunda potansiyel kullanımı olabileceğini düşündürmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (ARUM) çalışılmıştır.

Kaynaklar

- [1] Thakkar, K. N., Mhatre, S. S., & Parikh, R. Y. (2010). Biological synthesis of metallic nanoparticles. *Nanomedicine: nanotechnology, biology and medicine*, 6(2), 257-262. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2009.07.002>
- [2] Shedbalkar, U., Singh, R., Wadhvani, S., Gaidhani, S., & Chopade, B. A. (2014). Microbial synthesis of gold nanoparticles: current status and future prospects. *Advances in Colloid and Interface Science*, 209, 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2013.12.011>
- [3] Subramaniyam, V., Subashchandrabose, S. R., Thavamani, P., Megharaj, M., Chen, Z., & Naidu, R. (2015). Chlorococcum sp. MM11—a novel phyco-nanofactory for the synthesis of iron nanoparticles. *Journal of applied phycology*, 27(5), 1861-1869. <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0492-2>,
- [4] Dağlıoğlu, Y., & Öztürk, B. Y. (2016). The assessment of biological accumulation on exposure in boron particles of *Desmodesmus multivariabilis*. *Biological Diversity and Conservation*, 9(3), 204-209.
- [5] Dağlıoğlu, Y., & Yılmaz Öztürk, B. (2018). Effect of concentration and exposure time of ZnO-TiO₂ nanocomposite on photosynthetic pigment contents, ROS production ability, and bioaccumulation of freshwater algae (*Desmodesmus multivariabilis*). *Caryologia*, 71(1), 13-23.
- [6] Yılmaz-Ozturk, B., & Daglioglu, Y. (2018). The Ecotoxicological Effects Of ZnO-TiO₂ Nanocomposite in *Chodatodesmus mucranulatus*. *Feb-Fresenius Environmental Bulletin*, 2951-2962.
- [7] Fatima, F., Bajpai, P., Pathak, N., Singh, S., Priya, S., & Verma, S. R. (2015). Antimicrobial and immunomodulatory efficacy of extracellularly synthesized silver and gold nanoparticles by a novel phosphate solubilizing fungus *Bipolaris tetramera*. *BMC microbiology*, 15(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s12866-015-0391-y>
- [8] Dağlıoğlu, Y., & Öztürk, B. Y. (2019). A novel intracellular synthesis of silver nanoparticles using *Desmodesmus* sp.(Scenedesmaceae): different methods of pigment change. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 30(3), 611-621. <https://doi.org/10.1007/s12210-019-00822-8>
- [9] Tippayawat, P., Phromviyo, N., Boueroy, P., & Chompoosor, A. (2016). Green synthesis of silver nanoparticles in aloe vera plant extract prepared by a hydrothermal method and their synergistic antibacterial activity. *PeerJ*, 4, e2589. <https://doi.org/10.7717/peerj.2589>
- [10] Swaminathanalyer, K. (2013). Biogenic production of palladium nanocrystals using microalgae and their immobilization on chitosan nanofibers for catalytic applications. *RSC advances*, 3(4), 1009-1012. <https://doi.org/10.1039/C2RA22402J>
- [11] Govindarajan, M., Rajeswary, M., Muthukumaran, U., Hoti, S. L., Khater, H. F., & Benelli, G. (2016). Single-step biosynthesis and characterization of silver nanoparticles using *Zornia diphylla* leaves: a potent eco-friendly tool against malaria and arbovirus vectors. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 161, 482-489. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.06.016>
- [12] Demiray, S., Pintado, M. E., & Castro, P. M. L. (2009). Evaluation of phenolic profiles and antioxidant activities of Turkish medicinal plants: *Tilia argentea*, *Crataegi folium* leaves and *Polygonum bistorta* roots. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 54, 312-317.
- [13] Akyuz, E., Şahin, H., Islamoglu, F., Kolayli, S., & Sandra, P. (2014). Evaluation of phenolic compounds in *Tilia rubra*

- subsp. caucasica by HPLC-UV and HPLC-UV-MS/MS. *International journal of food properties*, 17(2), 331-343. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.631252>
- [14] Frezza, C., De Vita, D., Spinaci, G., Sarandrea, M., Venditti, A., & Bianco, A. (2020). Secondary metabolites of *Tilia tomentosa* Moench inflorescences collected in Central Italy: chemotaxonomy relevance and phytochemical rationale of traditional use. *Natural product research*, 34(8), 1167-1174. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1550487>
- [15] Clinical and Laboratory Standards Institute/National Committee for Clinical Laboratory Standards. 2004. Method for antifungal disk diffusion susceptibility testing of yeasts: approved guideline. Document M44-A. *Clinical and Laboratory Standards Institute*, Wayne, PA <https://doi.org/10.1128/JCM.01900-06>
- [16] Jorgensen, J. H., Turnidge, J. D. 2015, Susceptibility test methods: dilution and disk diffusion methods. In *Manual of Clinical Microbiology*, American Society of Microbiology, Eleventh Edition, 1253-1273. <https://doi.org/10.1128/9781555817381.ch71>
- [17] Wayne, P. A. (2004). Method for antifungal disk diffusion susceptibility testing of yeasts. CLSI m44-a.
- [18] Khatami, M., & Pourseyedi, S. (2015). *Phoenix dactylifera* (date palm) pit aqueous extract mediated novel route for synthesis high stable silver nanoparticles with high antifungal and antibacterial activity. *IET nanobiotechnology*, 9(4), 184-190. <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2014.0052>
- [29] Krishnaraj, C., Jagan, E. G., Rajasekar, S., Selvakumar, P., Kalaichelvan, P. T., & Mohan, N. J. C. S. B. B. (2010). Synthesis of silver nanoparticles using *Acalypha indica* leaf extracts and its antibacterial activity against water borne pathogens. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 76(1), 50-56. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2009.10.008>
- [20] Prasad, T. N., Kambala, V. S. R., & Naidu, R. (2013). Phyconanotechnology: synthesis of silver nanoparticles using brown marine algae *Cystophora moniliformis* and their characterisation. *Journal of applied phycology*, 25(1), 177-182. <https://doi.org/10.1007/s10811-012-9851-z>
- [21] Khatami, M., Mortazavi, S. M., Kishani-Farahani, Z., Amini, A., Amini, E., & Heli, H. (2017). Biosynthesis of silver nanoparticles using pine pollen and evaluation of the antifungal efficiency. *Iranian journal of biotechnology*, 15(2), 95 <https://doi.org/10.15171/ijb.1436>
- [22] Vanaja, M., Gnanajobitha, G., Paulkumar, K., Rajeshkumar, S., Malarkodi, C., & Annadurai, G. (2013). Phytosynthesis of silver nanoparticles by *Cissus quadrangularis*: influence of physicochemical factors. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 3(1), 17. <https://doi.org/10.1186/2193-8865-3-17>
- [23] Raghunandan, D., Bedre, M. D., Basavaraja, S., Sawle, B., Manjunath, S. Y., & Venkataraman, A. (2010). Rapid biosynthesis of irregular shaped gold nanoparticles from macerated aqueous extracellular dried clove buds (*Syzygium aromaticum*) solution. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 79(1), 235-240. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2010.04.003>
- [24] Giordano, M., Kansiz, M., Heraud, P., Beardall, J., Wood, B., & McNaughton, D. (2001). Fourier transform infrared spectroscopy as a novel tool to investigate changes in intracellular macromolecular pools in the marine microalga *Chaetoceros muellerii* (Bacillariophyceae). *Journal of Phycology*, 37(2), 271-279. <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2001.037002271.x>
- [25] Ajitha, B., Reddy, Y. A. K., & Reddy, P. S. (2014). Biogenic nano-scale silver particles by *Tephrosia purpurea* leaf extract and their inborn antimicrobial activity. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 121, 164-172. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2013.10.077>
- [26] Öztürk, B. Y. (2019). Intracellular and extracellular green synthesis of silver nanoparticles using *Desmodium* sp.: their Antibacterial and antifungal effects. *Caryologia. International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics*, 72(1), 29-43.
- [27] Uddin, A. R., Siddique, M. A. B., Rahman, F., Ullah, A. A., & Khan, R. (2020). *Cocos nucifera* Leaf Extract Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles for Enhanced Antibacterial Activity. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 1-12.
- [28] Hsueh, Y. H., Lin, K. S., Ke, W. J., Hsieh, C. T., Chiang, C. L., Tzou, D. Y., & Liu, S. T. (2015). The antimicrobial properties of silver nanoparticles in *Bacillus subtilis* are mediated by released Ag⁺ ions. *PLoS one*, 10(12), e0144306. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144306>
- [29] Öztürk, B. Y., Gürsu, B. Y., & Dağ, İ. (2020). Antibiofilm and antimicrobial activities of green synthesized silver nanoparticles using marine red algae *Gelidium corneum*. *Process Biochemistry*, 89, 208-219. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.10.027>
- [30] Gole, A., Dash, C., Ramakrishnan, V., Sainkar, S. R., Mandale, A. B., Rao, M., & Sastry, M. (2001). Pepsin– gold colloid conjugates: preparation, characterization, and enzymatic activity. *Langmuir*, 17(5), 1674-1679. <https://doi.org/10.1021/la001164w>
- [31] Jaidev, L. R., & Narasimha, G. (2010). Fungal mediated biosynthesis of silver nanoparticles, characterization and antimicrobial activity. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 81(2), 430-433. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2010.07.033>
- [32] Ghosravand, S., Madani, M., & Karimi, J. (2020). Green synthesis, characterization and antifungal activity of silver nanoparticles using stems and flowers of felted germander. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10904-020-01449-1>



The soil characteristics of some of *Silene L.* species grown in Turkey

Kemal YILDIZ ^{*1}, Mehmet KUH ², Seçil TAN ³, Güngör AY ⁴

ORCID: 0000-0003-4753-5005; 0000-0002-3616-0511; 0000-0003-30022-813X; 0000-0002-3292 4932

¹ Department of Biology, Faculty of Science and Letters, Manisa Celal Bayar University, Manisa, Turkey

² Adem Nural M.T.A.L., Samandağ, Hatay, Turkey

³ 1403 street No: 21/24, Buca, İzmir, Turkey

⁴ 235 street, No: 21-3, Buca, İzmir, Turkey

Abstract

Soil characteristics of 19 (21 taxa) *Silene L.* (Caryophyllaceae) species belonging to the sections *Italicae* (Rohrb.) Schischk. *Giganteae* Du Pasquier, *Siphonomorpha* Otth, *Lasiostemones* Boiss., *Sclerocalycinae* Boiss., *Chloranthae* Rohrb., *Tataricae* Chowdhuri and *Otites* (Adams.) Otth were investigated in the Flora of Turkey. Soil characteristics were examined in terms of physical character, water saturation, as chemical characters, salt, organic matter, lime rates, pH (soil reaction) value, phosphorus (P), potassium (K), magnesium (Mg) and calcium (Ca) amounts (ppm). Plant specimens of *Silene* taxa were collected and soil samples were taken from these areas at a depth of 10–30 cm. Soil acidity (pH) with "glass electrode pH meter", Electrical conductivity (ECX103) in the tool "Conductance Bridge", grain diameter of the soil according to the "Hydrometer method of Bouyoucos", phosphorus in soil according to the method "Bray and Kurtz No. 1", in alkaline soils according to "Olsen" method, determination of potassium, calcium, magnesium in soil was made according to "ammonium acetate method". In our study, the soil grown in taxa, clayey, loamy, clayey-loam, most of the taxa are slightly alkaline, all salt-free, very low and high levels of organic matter, lime-free-too much lime, moderate-good phosphorus, deficient-high potassium, poor-moderate amount of calcium, poor-very high rate of magnesium was found to grow in soils. After having been examined, *Silene* species, except for local endemic, it was seen that Turkey has a growing feature in the very different soil character.

Key words: *Silene L.*, Caryophyllaceae, Turkey, soil characteristics

----- * -----

Türkiye'de yetişen bazı *Silene L.* türlerinin toprak özellikleri

Özet

Lasiostemones Boiss., *Sclerocalycinae* Boiss., *Chloranthae* Rohrb., *Tataricae* Chowdhuri, and *Otites* (Adams.) Otth seksiyonlarına ait 19 (21 takson) *Silene L.* (Caryophyllaceae) türünün toprak özellikleri araştırılmıştır. İncelenen toprak özellikleri; fiziksel karakter olarak, suya doygunluk (%), kimyasal karakter olarak ise tuz (%), organik madde (%), kireç (%) oranları, pH (toprak reaksiyonu) değeri, fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg) ve kalsiyum (Ca) miktarları (ppm) olmuştur. *Silene* taksonlarının örnekleri toplanmış ve bu alanlardan, 10-30 cm derinlikteki toprak örneği alınmıştır. Toprak reaksiyonu (pH) "cam elektrotlu pH metre" ile, elektrik iletkenlik (ECX103) "Conductance Bridge" aletinde, toprakların tane çapları "Bouyoucos'un hidrometre yöntemi"ne göre, topraktaki fosfor (P) "Bray ve Kurtz No. 1" yöntemine göre, alkalin reaksiyonlu topraklarda "Olsen" yöntemine göre, topraktaki potasyum (K), kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) tayini "amonyum asetat yöntemine göre yapılmıştır. Yaptığımız çalışmada, taksonların yetiştiği toprakların, killi, tınlı, killi-tınlı, taksonların çoğunun hafif alkali, tamamının tuzsuz, organik madde değerlerinin çok düşük ve yüksek, kireçsiz ve çok kireçli, orta-iyi oranda fosfor (P), düşük-yüksek oranda potasyum (K), zayıf-orta miktarda kalsiyum, zayıf-çok yüksek oranda ise magnezyuma (Mg) sahip topraklarda yetiştiği tespit

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905327763817; Fax.: +905327763817; E-mail: kemalyil@gmail.com

© Copyright 2020 by Biological Diversity and Conservation Received: 16.6.2020; Published: 15.12.2020

BioDiCon. 871-0120

edilmiştir. İncelenen *Silene* taksonlarının lokal olanlar endemikler dışında, Türkiye'nin çok değişik toprak özelliklerine sahip alanlarda yetişme özelliğine sahip oldukları görülmüştür.

Anahtar kelimeler: *Silene* L., Caryophyllaceae, Türkiye, toprak karakterleri

1. Introduction

In Turkey, about 10,000 species of plants (12,000 taxa) are naturally grown and about 3,700 of these taxa are endemic to Turkey [1-3]. There are approximately 750 species of the genus *Silene* on earth, and two gene centers of the genus have been identified, one in the Southern Balkan Peninsula and the other in Southwest Asia. Genus *Silene* is represented by 152 species in Turkey [4].

Şen et al. [5] studied on the endemic *Silene lycaonica* Chowd. and *S. anatolica* Melzheimer & A. Baytop in terms of morphological, anatomical and ecological aspects and soil samples taken from the distribution areas of the species were analyzed. Polat and Bağcı [6] have identified the ecological characteristics of *Silene capillipes* Boiss. & Heldr. Soil (edaphic) characters of some species from the Caryophyllaceae family except for the genus *Silene* in Turkey were also researched. Özçelik and Muca [7] have researched the soil analysis of the three *Ankyropetalum* Fenzl widespread species (*Ankyropetalum arsusianum* Kotschy ex Boiss., *A. reuteri* Boiss. & Hausskn.

A. gypsophiloides Fenzl), in the flora of Turkey. Korkmaz et al. [8], some species of Turkey's *Gypsophila* L. studied on the habitat characteristics of taxa. Soil samples were taken from the area where 22 *Gypsophila* taxa were distributed and especially from habitats where plants were intensively grown and analyzed. Korkmaz and Özçelik [9] conducted a study on the soil–plant relationship of annual 10 *Gypsophila* taxa. In this study, effects of soil properties on plant growth were investigated. Selvi et al. [10] was studied in terms of ecological of *Agrostemma githago* L. and *A. brachyloba* (Fenzl) K. Hammer in Turkey. It was found that the soil structure were almost similar in the environments where both species were grown. However, while the amount of phosphorus and zinc is sufficient or more in the environments where *A. githago* grows, it is observed that these elements are less in the environments where *A. brachyloba* grows.

In this study, it is aimed that the physical properties of soils are investigated in terms of the water saturation, and their chemical properties are determined like salt ($\mu\text{S}/\text{cm}$), organic matter (%), lime (%) ratios, pH (soil reaction) values and the ratios, and amounts of the most important elements as macro nutrients phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg).

2. Materials and methods

2.1. Soil material

Samples of the *Silene* taxa examined in the field studies were collected and soil samples were taken from these areas at a depth of 10–30 cm (Table 1). Soil samples were stored in the bags and the analysis of these soil samples were carried out by the following methods at Manisa Provincial Directorate of Agriculture [11].

Table 1. Location of investigated specimens of *Silene*

Station number	Localities
170	A1E Edirne: Edirne-Lalapaşa road, 1,5 km, hills, 150 m 18 vii 2006, K.Yıldız 170. <i>Silene densiflora</i> d'Urv.
508A	A1(E) Edirne: Edirne-Lalapaşa road, 0.5–1. km, hills, roadside, 150 m, 27.05.2014, K.Yıldız 508A, M.Kuh. <i>Silene skorpiili</i> Vel.
508B	A1(E) Edirne: Edirne-Lalapaşa road, 1.5 km, hills, roadside, 150 m, 27.05.2014, K.Yıldız 508B, M.Kuh. <i>Silene densiflora</i> d'Urv.
513	A1(E) Edirne: Keşan, Mecidiye beach, military camp, sea level, 28.05.2014, K.Yıldız 513, M.Kuh. <i>S. frivadzkiana</i> Hampe
524	C2 Denizli: Babadağ, Başalan plateau, 8400 m, 30.06.2014, K.Yıldız 524, M.Kuh <i>S. splendens</i> Boiss.
529	C2 Denizli: Tavas, Kızılcabölük town, Çakıroluk location, TV Transmitter station area, 1550–1650 m, 04.08.2014, K.Yıldız 529. <i>S. lycaonica</i> Chowd.
537	C1 Aydın, South of Güzelçamlı, 390 m, 01.05.2015, K.Yıldız 537, G.Ay, M.Kuh, S.Tan <i>S. italica</i> (L.) Pers. subsp. <i>italica</i>
541	C2 Muğla: East of the city center, lime cliffs, 02.05.2015, K.Yıldız 541, G.Ay. <i>S. gigantea</i> L. subsp. <i>gigantea</i>
553	C2 Antalya-Elmalı, Yayaçiftlik village, the cliffs, 1050 m, K.Yıldız 553, G.Ay. <i>S. armena</i> var. <i>serrulata</i> (Boiss.) Coode & Cullen

Table 1. Devam ediyor

554	C2 Antalya–Elmalı, Southeastern rocky slopes from Avlan Lake to Finike, 1000 m, 03.05.2015, K.Yıldız 554, G.Ay. <i>S. gigantea</i> L. subsp. <i>gigantea</i> <i>S. swertiifolia</i> Boiss.
567	C3 Isparta: Yenişarbademli–Eğirdir road, between Pinargözü–Yaka village, 1800 m, 06.05.2015, K.Yıldız 567, G.Ay. <i>S. capitellata</i> Boiss.
568-A	C3 Isparta: Yenişarbademli–Eğirdir road, between Pinargözü–Yaka village, 1650 m, 06.05.2015, K.Yıldız 568A, G.Ay. <i>S. lycaonica</i> Chowd.
568-B	C3 Isparta: Yenişarbademli–Eğirdir road, between Pinargözü–Yaka village, 1750 m, 06.05.2015, K.Yıldız 568B, G.Ay. <i>S. lycaonica</i> Chowd.
569	C3 Isparta: Between Yenişarbademli and Aksu, after Yaka village, 1400 m, K.Yıldız, 06.05 2015, K.Yıldız 569, G.Ay. <i>S. lycaonica</i> Chowd.
570	B1 Manisa: Sipil mountain, on Çöşmüş the road, rocky hill, 1200–1250 m, 09.05.2015, K.Yıldız 570. <i>S. idaea</i> Hausskn.
571	B1 Manisa: Sipil mountain, Turgutalp village, 850 m, 09.05.2015, K.Yıldız 571. <i>S. chlorifolia</i> Sm.
572A	B1 Manisa: Sipil mountain exit, navigation area, 750 m, 09.05.2015, K.Yıldız 572A. <i>S. italica</i> (L.) Pers. subsp. <i>italica</i>
572B	B1 Manisa: Sipil mountain exit, navigation area, 800 m, 09.05.2015, K.Yıldız 572B. <i>S. italica</i> (L.) Pers. subsp. <i>italica</i>
573	B1 Manisa: Sipil mountain, 650 m, 09.05.2015, K.Yıldız 573. <i>S. gigantea</i> L. subsp. <i>gigantea</i>
596	C3 Antalya: Güneysu, Morca plateau, over Toptaş, 1650–1750 m, 25.06.2015, K. Yıldız 596, M.Kuh. <i>S. caramanica</i> Boiss. & Heldr. var. <i>caramanica</i>
598	C3 Antalya: Akseki, Çimi plateau, 1600 m, 26.06.2015, K. Yıldız 598, M. Kuh. <i>S. isaurica</i> Contandr. & Quézel
599	C3 Antalya: Akseki, Çimi plateau, rocky–stony areas, 1700–1800 m, 27.06.2015, K.Yıldız 599, M.Kuh. <i>S. lycaonica</i> Chowd.
601	C3 Antalya: Akseki–Seydisehir road, 1650 m, 28.06.2015, K.Yıldız 601, M.Kuh. <i>S. caeseria</i> Boiss. & Bal.
603	C4 Konya: Bozkır–Soğucak road, oak openings after Soğucak, 1500 m, 28.06.2015, K. Yıldız 603, M.Kuh. <i>S. phrygia</i> Boiss., <i>S. chlorifolia</i> Sm.
606	C4 Konya, Hadım–Bozkır road, 1700 m, 29.06.2015, K.Yıldız 607, M.Kuh. <i>S. caramanica</i> Boiss. & Heldr. var. <i>caramanica</i> , <i>S. laxa</i> Boiss. & Kotschy
608	C4 Karaman: Ermenek–Mut road, 4. km, rocky areas, 1300 m, 30.6.2015, K.Yıldız 608, M.Kuh. <i>S. longipetala</i> Vent.
610	C4 Karaman: Tekeçatı–Damlaçal, rocks, 1730 m, 30.06.2015, K.Yıldız 610, M.Kuh. <i>S. italica</i> (L.) Pers. subsp. <i>italica</i>
612	C4 Karaman: Karaman–Ermenek road, after 8–9 km after crossing Bucakkışla, 1200 m, 30.06.2015, K.Yıldız 612, M.Kuh. <i>S. chlorifolia</i> Sm.
615	C4 Karaman: Karaman–Bucakkışla (Ermenek) road is 17 km away from the road, 1300 m, 30.06.2015, K.Yıldız 615, M.Kuh. <i>S. caramanica</i> Boiss. & Heldr. var. <i>caramanica</i> , <i>S. longipetala</i> Vent., <i>S. otites</i> (L.) Vibel
616	C5 Konya, Ereğli, above Yellice village, 1900 m, 01.07.2015, K. Yıldız, M. Kuh <i>S. armena</i> Boiss. var. <i>armena</i>
617	C5 Konya: Ereğli, from Yellice village to Aydos mountain, meadow areas, 2150 m, 01.07.2015, K.Yıldız 617, M.Kuh. <i>S. italica</i> (L.) Pers. subsp. <i>italica</i>

(K. Yıldız: Kemal Yıldız, M.Kuh: Mehmet Kuh, G.Ay: Güngör Ay, S.Tan: Seçil Tan)

2.2. Soil analysis

Soil reaction (pH): The reaction of soil samples is measured with a "glass electrode pH meter". For the current acidity, soils with 1–2.5% pure water; for cation exchange acidity was soaked with 1–2.5 nKCl for one night and then measuring [12–14]. Electrical conductivity (ECX103): The electrical conductivity of the prepared soil saturation extract at 25 °C was measured as "micron Siemens /cm" on the "Conductance–Bridge" instrument [13, 15]. Total lime: Total lime was determined by Scheibler calcimetry [16]. Grain diameter (body) (Water saturation): Soil grain diameters according to "Bouyoucos' hydrometer method"; soil types were determined according to the international class of grain diameters [12, 14]. Phosphorus in soil (P): According to the modified by Bray and Kurtz No.1" method in acid–reacted

soils, “Olsen” method in alkaline reacted soils. “Spectronic 20D colorimeter”. Determination of potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) in soil: using “ammonium acetate method” [13, 17]. From the data obtained as a result of these methods, pH, Saatçi et al. [18] and Öztürk et al. [19]; Electrical conductivity (salt), amounts of lime and organic matter, according to Tüzüner [20] and Jackson [13]; phosphorus in soil, other elements; potassium, calcium, magnesium values were evaluated according to Çokuysal and Erbaş [21]. Reference values are given in Table 2.

Table 2. Reference values of soil analysis data

Physical properties	Chemical properties							
	Water Saturation (ml)	pH (Soil reaction)	Salt ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Lime (%)	Organic matter (%)	Phosphorus (P) (ppm)	Potassium (K) (ppm)	Calcium (Ca) (ppm)
0–30 sandy	<4.5 extreme acid	0–2000 salt-free	0–1 <u>lime-free</u>	0–1 very little	1.30 poor	150 deficient	<714 very poor	<80 poor
30–50 loamy	4.5–5 very strong acid	2001–4000 slightly salty	1–5 less calcareous	1–2 little	1.30–3.26 moderate	150–200 low	715–1428 poor	80–160 moderate
50–70 clayey–loamy	5.1–5.5 strong acid	4001–8000 moderately salty	5–15 moderate calcareous	2–3 moderate	3.26 good	200–300 sufficient	1429–2143 moderate	161–350 high
70–110 clayey	5.6–6.0 moderate acid	8000–15000 too salty	15–25 much calcareous	3–4 good		300–400 high	2144–2857 good	350+ very high
110+ heavy clayey	6.1–6.5 mild acid	15001 > extreme salty	25+ too much calcareous	4+ high		400+ very high	2858–3571 high	
	6.6–7.3 neutral						3571+ very high	
	7.4–7.8 slightly alkaline							
	7.9–8.4 alkaline							
	8.5–9.0 strong alkaline							
	9.1+ very strong alkaline							

3. Results

Soil samples from in which 19 species (21 taxa) belonging to the genus *Silene* were grown, were taken from 33 different areas. Soil analysis taxa are expressed in tables and graphs (Table 3, Figures 1–4).

Table 3. Reference values of soil analysis data (P: phosphorus, K: potassium, Ca: calcium, Mg: magnesium)

Species (Station number)	Physical properties	Chemical properties							
	Water Saturation (ml) and Structure	pH (Soil reaction)	Salt ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Lime (%)	Organic matter (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
<i>Silene italica</i> (L.) Pers. subsp. <i>italica</i> (537)	93	7.48	445	1.17	8.792	7.55	159	1121	372
	clayey	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	high	good	low	deficient	very high
<i>S. italica</i> subsp. <i>italica</i> (572A)	49	7.59	281	1.17	2.24	2.06	141	1648	66

Table 3. Devam ediyor

	loamy	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	moderate	moderate	deficient	moderate	Poor
<i>S. italica</i> subsp. <i>italica</i> (572B)	37	7.5	369	1.17	0.56	5.32	162	1766	584
	loamy	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	very little	good	low	moderate	very high
<i>S. italica</i> subsp. <i>italica</i> (610)	49	7.82	369	26.52	4.76	4.16	119	1351	71
	loamy	slightly alkaline	salt-free	too much calcareous	high	good	deficient	poor	poor
<i>S. italica</i> subsp. <i>italica</i> (617)	72	6.6	830	1.56	10.08	25.92	238	1314	172
	clayey	neutral	salt-free	less calcareous	high	good	sufficient	poor	high
<i>S. splendens</i> Boiss. (524)	72	7.37	425	3.12	5.77	16.49	279	1575	146
	clayey	neutral	salt-free	less calcareous	high	good	sufficient	moderate	moderate
<i>S. gigantea</i> L. subsp. <i>gigantea</i> (541)	53	7.89	381	27.69	1.456	1.94	169	1141	28
	clayey-loamy	slightly alkaline	salt-free	too much calcareous	little	moderate	low	poor	poor
<i>S. gigantea</i> subsp. <i>gigantea</i> (554)	42	7.74	181	39	1.4	6.51	139	1219	23
	loamy	slightly alkaline	salt-free	too much calcareous	little	good	low	poor	poor
<i>S. gigantea</i> subsp. <i>gigantea</i> (573)	52	7.56	343	6.63	2.24	1.83	184	1338	36
	clayey-loamy	slightly alkaline	salt-free	moderate calcareous	moderate	moderate	low	poor	poor
<i>S. longipetala</i> Vent. (608)	77	7.71	503	6.24	5.880	2.75	243	1288	106
	clayey	slightly alkaline	salt-free	moderate calcareous	high	moderate	sufficient	poor	moderate
<i>S. longipetala</i> (615)	75	7.77	574	3.12	5.992	13.28	188	1222	198
	clayey	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	high	good	low	poor	high
<i>S. phrygia</i> Boiss. (603)	42	7.79	530	3.12	1.12	5.31	71	1554	169
	loamy	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	little	good	deficient	moderate	high
<i>S. capitellata</i> Boiss. (567)	79	6.26	181	1.17	8.120	13.58	158	1288	204
	clayey	mild acid	salt-free	less calcareous	high	good	low	poor	high
<i>S. isaurica</i> Contandr. & Quézel (598)	65	7.30	265	1.95	3.640	4.49	108	1158	82
	clayey-loamy	neutral	salt-free	less calcareous	good	good	deficient	poor	moderate
<i>S. caramanica</i> var. <i>caramanica</i> (596)	63	7.54	765	7.8	3.36	3.16	193	1236	136
	clayey-loamy	slightly alkaline	salt-free	moderate calcareous	good	moderate	low	poor	moderate
<i>S. caramanica</i> Boiss. & Heldr. var. <i>caramanica</i> (606)	55	7.74	415	1.56	4.98	20.13	321	1927	236
	clayey-loamy	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	high	good	high	moderate	high
<i>S. caramanica</i> var. <i>caramanica</i> (615)	75	7.77	574	3.12	5.992	13.28	188	1222	198
	clayey	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	high	good	low	poor	high
<i>S. idaea</i> Hausskn. (570)	88	7.2	234	7.41	10.856	8.35	194	1169	107

Table 3. Devam ediyör

	clayey	neutral	salt-free	moderate calcareous	high	good	low	poor	Moderate
<i>S. armena</i> Boiss. var. <i>armena</i> (616)	74	7.6	391	1.56	13.16	4.38	275	1242	467
	clayey	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	high	good	sufficient	poor	very high
<i>S. armena</i> var. <i>serrulata</i> (Boiss.) Coode & Cullen (553)	67	7.48	529	31.2	6.16	8.8	173	1638	143
	clayey-loamy	slightly alkaline	salt-free	too much calcareous	high	good	low	moderate	moderate
<i>S. laxa</i> Boiss. & Kotschy (606)	55	7.74	415	0.78	4.98	20.13	321	1927	236
	clayey-loamy	slightly alkaline	salt-free	lime-free	high	good	high	moderate	high
<i>S. caesia</i> Boiss. & Bal. (601)	73	6.75	479	31.2	10.08	7.21	297	1944	229
	clayey-loamy	neutral	salt-free	too much calcareous	high	good	sufficient	moderate	high
<i>S. chlorifolia</i> Sm. (571)	50	7.99	108	1.56	2.350	2.93	143	1286	30
	loamy	alkaline	salt-free	less calcareous	moderate	moderate	deficient	poor	poor
<i>S. chlorifolia</i> (603)	42	7.79	530	3.12	1.12	5.31	71	1554	169
	loamy	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	little	good	deficient	moderate	high
<i>S. chlorifolia</i> (612)	45	7.74	766	5.46	1.73	4.48	151	1168	190
	loamy	slightly alkaline	salt-free	moderate calcareous	little	good	low	poor	high
<i>S. swertiifolia</i> Boiss. (554)	42	7.74	181	39	1.4	6.51	139	1219	23
	loamy	slightly alkaline	salt-free	too much calcareous	little	good	low	poor	poor
<i>S. lycanica</i> Chowd. (529)	86	7.54	370	1.56	13.6	5.63	138	1216	105
	clayey	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	high	good	deficient	poor	moderate
<i>S. lycanica</i> (568A)	91	7.54	354	0.78	19.32	7.1	116	1284	350
	Clayey	slightly alkaline	salt-free	lime-free	high	good	deficient	poor	high
<i>S. lycanica</i> (568B)	67	7.02	360	1.56	6.83	4.88	151	1306	113
	clayey-loamy	neutral	salt-free	less calcareous	high	good	low	poor	moderate
<i>S. lycanica</i> (569)	40	7.88	251	1.56	1.34	1.62	129	1229	64
	loamy	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	little	moderate	deficient	poor	poor
<i>S. lycanica</i> (599)	75	7.53	730	4.29	8.12	26.57	185	1413	125
	clayey	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	high	good	low	poor	moderate
<i>S. frivadzkiana</i> Hampe (513)	33	7.50	88	0.78	0.39	4.80	114	1119	125
	loamy	slightly alkaline	salt-free	lime-free	very little	good	deficient	poor	moderate
<i>S. skorpilii</i> Vel. (508A)	49	7.4	272	0.78	1.4	3.96	182	1353	277
	Loamy	slightly alkaline	salt-free	lime-free	little	good	low	poor	high
<i>S. otites</i> (L.) Vibel (615)	75	7.77	574	3.12	5.992	13.28	188	1222	198
	clayey	slightly alkaline	salt-free	less calcareous	high	good	low	poor	high
<i>S. densiflora</i> d'Urv. (170)	49	7.4	272	0.78	1.4	3.96	182	1353	277
	loamy	slightly alkaline	salt-free	lime-free	little	good	low	poor	high
<i>S. densiflora</i> (508B)	37	7.34	347	7.02	1.176	3.85	159	1218	74
	loamy	neutral	salt-free	moderate calcareous	little	good	low	poor	poor

4. Conclusions and discussion

In terms of physical properties, saturation–body structure was examined (Table 3, Figure 1). The saturation rate of the studied soils was measured between 33–93%. According to these values, taxa were grown in clayey, loamy, clayey–loamy soils. Taxa were found to prefer loamy soils in 14 soil samples. Some species have found a growing environment in different soils. For example, *Silene italica* subsp. *italica* clayey and loamy, *S. lycaonica* clayey, loamy and clayey–loamy can grow in soils. As the distribution area of taxa increases, it can be seen that they spreads in more different soils, while other taxa prefer only certain soils.

In terms of chemical properties; (pH), salt, lime, organic matter, P, K, Ca and Mg values were investigated.

Salinity rates vary between 88 (*S. frivadzkjana*, K. Yıldız 513) and 830 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (*Silene italica* subsp. *italica*, K. Yıldız 617). According to these measured values, it was determined that all of the studied *Silene* species were grown on salt–free soils. Samples with the least salt content are K. Yıldız 571 (*S. chlorifolia*, 108 $\mu\text{S}/\text{cm}$), K.Yıldız 554 (*S. swertiifolia*, *S. gigantea* subsp. *gigantea*, 181 $\mu\text{S}/\text{cm}$), K.Yıldız 567 (*S. capitellata*, 181 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Based on the analyzed habitats, it can be said that other *Silene* taxa have no tolerance to saline soils (Table 3, Figure 2).

Plants generally grow well between pH 6.5–7.5, on the other hand, if value is below or above of this range, it causes negativity in plants [22, 23]. In moist soils, pH value starts just under 5 and rises to the maximum of 7. On the other hand, in arid soil, pH value starts from 7 to 9, and in general terms, pH value is always above 7 in arid soil and below 7 in humid soil. The pH values of the studied soil samples ranged from 6.26 (*Silene capitellata*) to 7.89 (*S. gigantea* subsp. *gigantea*). These values are evaluated between mild acid and mild alkaline. The pH of most of the taxa investigated is between 7.4–7.8 and grows in light alkaline–arid soils (Table 3, Figure 2).

Organic matter has a significant effect on the physical, chemical and biological properties of soils. It has been reported that the richest soils of organic matter are under forest cover and the lowest value soils are formed on young alluvial deposits. In addition, organic matter; is the main source of phosphorus, sulfur and nitrogen in the soil. It accelerates the decomposition of minerals in the soil and affects the uptake of nutrients and also increases the salt tolerance of the soil [24, 25]. According to the percentage of organic matter in the studied soil samples, *Silene* taxa were grown in soils between 0.39–13.32%. Organic matter values are very low and high. The lowest value of organic matter was measured in K. Yıldız 513 (*Silene frivadzkjana*, 0.39%) and the highest value was measured in K.Yıldız 568A (*S. lycaonica*, 19.32%). Among the investigated taxa, such as *S. italica* subsp. *italica* and *S. chlorifolia* species have been observed in habitats with very little or little organic matter. Cosmopolitan taxa (*S. italica* subsp. *italica*) have been observed to be grown in very low and high soils by organic matter and other taxa (*S. lycaonica*, *S. caramanica* var. *caramanica*) in organic soils (Table 3, Figure 2).

When the lime (%) values measured in soil analysis are considered, these values are evaluated between lime–free and too much calcareous soils (Table 3, Figure 2). When the lime content in soils exceeds 15%, much calcareous limits crop production [26]. The highest values were measured in *Silene gigantea* subsp. *gigantea* (K.Yıldız 554, 39%) and *S. armena* var. *serrulata* (K.Yıldız 553, 31.2%) taxa were measured. According to the soil analysis results in the above areas, *S. gigantea* and *S. armena* species have high tolerance to lime. Lime values have the least percentage, the same percentage (0.78%) and these species: *S. laxa* (K.Yıldız 606), *S. lycaonica* (K.Yıldız 568A), *S. frivadzkjana* (K.Yıldız 513), *S. skorpii* (K.Yıldız 508A), *S. densiflora* (K.Yıldız 170).

Plants grown in soils with low phosphorus increase the uptake of phosphorus, which is insufficient in the environment by making more roots. In soils where phosphorus is low, root hairs increase the absorption surface and penetrate larger soil volumes with a very low radius ratio to significantly increase phosphorus usefulness [27–29]. If the phosphorus ratio in the soil is low; decrease in flower and seed formation and color changes in leaves are observed. Iron (Fe), Zinc (zn), Calcium (Ca), Boron (B) and Manganese (Mn) cannot be purchased in excess phosphorous soils [30].

Measured values in terms of phosphorus (P) content measured in soil analysis ranged from 1.62 to 26.57 ppm. These values are in the moderate–good category. The lowest values among the analyzed samples were in the middle level and the highest values were measured in K.Yıldız 569 (*Silene lycaonica*, 1.62 ppm) and K.Yıldız 573 (*S. gigantea* subsp. *gigantea*, 1.83 ppm) values were measured in K.Yıldız 599 (*S. lycaonica*, 26.57 ppm) and K.Yıldız 617 (*S. italica* subsp. *italica*, 25.92 ppm) samples (Table 3, Figure 3).

Potassium in soil plays a role in more than one event in plants. It provides the water balance of the plant and provides power for the plant to withstand drought. Potassium (K) content measured in soil analysis measured values vary between 71–321 ppm. These values are in the deficient–high category. In terms of potassium values measured in the analysis, the lowest value was found in K.Yıldız 603 (*Silene phrygia*, 71 ppm) and the highest value was found in K.Yıldız 606, *S. laxa* and *S. caramanica* var. *caramanica* was measured as 321 ppm. The majority of taxa studied grow on soils with low and deficient potassium (Table 3, Figure 4).

Calcium (Ca) is the third most used plant nutrient. Calcium adjusts pH of soil and plays a role in the uptake of plant nutrients and in the deposition of toxic substances in plants and soil. In terms of calcium content measured in the analyzes, the measured values ranged from 1119–1944 ppm. All taxa are grown in soils with calcium–poor category. The lowest calcium values were measured in K.Yıldız 537 (*Silene italica* subsp. *italica*, 1119 ppm) and the highest value was measured in K.Yıldız 601 (*S. caeseria*, 1944 ppm) (Table 3, Figure 4).

High amounts of aluminum ions in soils with a pH value of 5 or less also reduce magnesium intake and cause deficiency [31]. Magnesium (Mg) content measured in soil analysis ranged from 23–584 ppm in this study. These values are in the poor–very high category. The lowest magnesium value measured in soil analysis was measured in K.Yıldız 554 (*Silene gigantea* subsp. *gigantea*, 23 ppm) and the highest value was found in K.Yıldız 561 (*S. italica* var. *italica*, 584 ppm) samples (Table 3, Figure 4).

Looking at the soil analysis obtained from more than one locality, one of the two most examined species is *Silene italica* subsp. *italica* (5 different localities). *S. italica* subsp. *italica* is among the most common species of *Silene* in the Flora of Turkey. It is loamy in three localities, clayey in two localities, slightly alkaline soils in four localities, neutral soils in one locality, salt-free soils in all localities in terms of salinity properties, less calcareous in four localities in one locality, and more calcareous in three localities in terms of organic matter properties high, in one locality of moderate and much organic matter soils, phosphorus (P) in terms of properties moderate in one locality, good in four localities, in terms of potassium (K) properties sufficient in one locality, low in two localities and again in two localities, calcium (Ca) properties two poor, three localities in the middle value of soils, magnesium (Mg) properties in two localities poor, high in one locality and very high in two localities were found to grow. As seen, *S. italica* subsp. *italica*, a cosmopolitan species, can grow in soils with very different characteristics (Table 3, Figures 1-4).

Likewise, soil samples of the most studied species, *Silene lycaonica* (5 different localities), clayey, loamy and clayey-loamy, slightly alkaline at four locations, neutral soils in one locality, all salt-free soils, four localities less and one locality in lime-free soils, high in four localities, in terms of organic matter properties in soils with little organic matter in one locality, in phosphorus (P) properties high in four localities, good and moderate in one locality, deficient and low value soils in potassium (K) properties, calcium (Ca) properties in poor soils, in terms of magnesium (Mg) poor, moderate and high value of the soils were found to grow (Table 3, Figures 1-4).

According to the soil analysis, *Silene gigantea* subsp. *gigantea* in different two localities, they were grown in soils, in terms of water saturation in two localities clayey-loamy, loamy soil in one locality, the alkaline soils in all localities, salt-free soils in all localities, moderate calcareous in one locality, in two localities very much calcareous, moderate organic matter in a locality, in terms of phosphorus (P) properties good in one locality, good in two localities, potassium (K) properties low in all localities, calcium (Ca) and magnesium (Mg) properties in all localities in poor value soils. As can be seen, *S. gigantea* species can grow on soils with less different characteristics than *S. italica* species spread over larger areas (Table 3, Figures 1-4).

Silene chlorifolia (three different locations), loamy in all soils, alkaline and slightly alkaline in terms of pH properties, all in salt-free soils, in low and moderate calcareous soils in term of lime properties, organic matter in little and moderate soils, in terms of phosphorus (P) properties moderate and good soils, potassium (K) properties in deficient and low value soils, calcium (Ca) properties in poor and moderate value soils, magnesium (Mg) properties in poor and high value soils were found to grow (Table 3, Figures 1-4).

Silene longipetala (two different localities) clayey, slightly alkaline, salt-free, less calcareous and moderate-calcified, high-value organic matter in the soils, phosphorus (P) properties in middle and good soils, potassium (K), in sufficient and low value soils, calcium (Ca) in poor soils, magnesium (Mg) in high and moderate value soils have been identified that they grow (Table 3, Figures 1-4).

Soil samples from three different localities of the species which have two different varieties, *Silene caramanica* var. *caramanica* and *S. caramanica* var. *ilarslanii*, were analyzed. Both varieties grows in clayey-loamy and var. *caramanica* clayey soil in terms of water saturation. It was determined that both varieties were grown in light alkaline and salt-free soils, var. *ilarslanii* were moderate-calcareous soils, var. *caramanica* were grown in less calcareous soils, var. *ilarslanii* good organic matter and var. *caramanica* was grown in high value soils. In terms of phosphorus (P) properties, var. *ilarslanii* moderate, var. *caramanica* in good value soils, potassium (K) properties low and high soils, calcium (Ca) properties poor and moderate soils, in terms of magnesium (Mg), it was found that var. *ilarslanii* were grown on moderate soils and var. *caramanica* were grown on high soils (Table 3, Figures 1-4).

Silene densiflora (2 different localities), loamy, slightly alkaline and neutral, salt-free, lime-free and moderate-lime soils with little organic matter, phosphorus (P) good, potassium (K) low, calcium (Ca) poor, magnesium (Mg) in poor and high value of soils were found to grow (Table 3, Figures 1-4).

Şen et al. [5] have made the soil analysis *Silene anatolica* and *S. lycaonia*. In the study, *S. lycaonica* soil is clayey, pH almost neutral (6.99), trace amounts of salts and moderate-lime were encountered in the soil, the soil was good for the determination of organic matter. It is stated that in terms of mineral content of phosphorus (P) moderate, potassium (K) very high, magnesium (Mg) high and calcium (Ca) sufficient. It is stated that the soil structure in which both species are distributed shows some different features. *S. anatolica* prefers clayey-loamy and slightly alkaline soils, while *S. lycaonica* spreads only in clayey and neutral soils. The element potassium is abundant only in the soil where *S. lycaonica* is grown.

In the present study, soil samples of *S. lycaonica* species from 5 different localities (K.Yıldız 529, 568A, 568B, 569 and 599) were analyzed (Table 3, Figures 1-4). In our study, it was found that *S. lycaonica* had clayey-loamy in three localities, clay-loamy in one locality and loamy in one locality. As in the study of Şen et al. [5], grow is seen that preferred clay soil. In our study, the soil pH value of *S. lycaonica* is between 7.02–7.88 and between neutral and slightly alkaline, in the study of Şen et al. [5], it is seen that grow in soils with similar pH characteristics. Trace amounts of salt

are present in the soil, but also in the salt-free and middle lime has been found and are in parallel with the work of Şen et al. [5]. In terms of organic matter determination, the soils where the species grows are high value except for one sample (K.Yıldız 569, 1.34 ppm) and like the study of Şen et al. [5], except for one sample, grows in with more organic matter soils. Values of *S. lycanica* species in five different localities and data from Sen et al. [5] study were compared in terms of soil minerals. In our study, it was determined that the amount of phosphorus (P), which is one of the mineral contents in the soil, except for just one sample, (K.Yıldız 569, 1.62 ppm) is good, on the other hand, potassium (K) amount is low and deficient, magnesium (Mg) amount is poor, moderate and high, and lastly calcium (Ca) amount is poor. According to our findings, phosphorus (P), one of the soil mineral content in Şen et al. [5] study, is higher, potassium (K) is less, magnesium (Mg) is different in values, and lastly calcium (Ca) is less (Table 3, Figures 1-4).

According to the analysis results of the soil samples of *Silene capillipes* Polat and Bağcı [6], they were found that the soil structure was heavy clay, pH showed a weak acidity with 6.40, salt-free was present in the soil and the amount of lime was very high. In the determination of organic matter, it was determined that the organic matter content of the soil was moderate humus, the mineral contents in the soil were high in phosphorus (P), high in potassium (K), high in magnesium (Mg) and calcium (Ca). As a result of soil analysis, the plant habitat of *S. capillipes* was found to be heavy clayey. The species in our study were grown in clayey, loamy, clayey and loamy soils, but no species were grown in heavy clayey soil. *Silene capillipes* is an endemic species with a narrow area distribution and the areas where it grows are around Ermenek (Karaman).

Aktaş et al. [32] in their ecological study on the *Petrorhagia* taxa, physical properties in terms of soil, seven taxa on clayey-loamy, two of them loamy and only a species are grown in clayey soils and soils found that the saturation value of the water varies between 34–95%. The chemical properties of the soil, the total salt values of the soil 36–868 µS/cm, pH values between 6.62–7.76, lime values between 0.07–30.04% and the average P values between 2.13–14.64 (0.0002–0.0014) ppm and K values were analyzed between 32–277 (0.0032–0.0277%) ppm. According to these results, *Petrorhagia* species are grown in salt-free soils, mostly in slightly basic and neutral soils in terms of pH, mostly in moderate-calcareous soils and some in lime-rich soils. When the genus *Petrorhagia* and *Silene* were compared, it was determined that both genera were very similar in terms of physical and elemental values, all salt-free in soils and *Silene* taxa were grown on more calcareous soils.

Korkmaz et al. [8] investigated the soil properties of 22 taxa belonging to genus *Gypsophila* which is the third largest genus of the family Caryophyllaceae in Turkey. Studied *Gypsophila* soils are moderate and generally coarse, more or less salty, salt-free, slightly alkaline, very high and moderately calcareous, low in phosphorus (P), low in organic matter, moderate and rich in potassium (K). In terms of micro elements, it has been determined that they are of different grades and a significant part of them are grown in gypsum fields.

In general, when compared to the soil characteristics of the same number of *Silene* taxa we studied, it has been found to grow in soils, the soils belonging to the genus *Silene* (Table 3, Figures 1-4) are clayey, loamy, clayey-loamy (moderate group-moderate), most of the taxa are slightly alkaline, all are salt-free, very low and high organic matter values, lime-free and much lime, moderate-good phosphorus (P), deficient-high potassium (K), poor-moderate category of calcium (Ca), poor-very high magnesium (Mg). According to this evaluation, *Gypsophila* and *Silene* soil properties are generally similar. Korkmaz and Özçelik [9] examined the soil properties of the annual *Gypsophila* taxa. Soil samples examined in this study are mostly moderate textured (sand and loamy-sandy soils), salt content is very low, generally slightly alkaline and lime content is low to very high. Phosphorus (P) and potassium (K) concentrations of soil samples are generally low. The organic matter content ranges from low to high. In the habitats of taxa, the dominant vegetation type is steppe. Soil characteristics of *Silene* species in our study compared with soil properties of *Gypsophila* taxa, Korkmaz and Özçelik [9]'s study, although only phosphorus (P) and potassium (K) concentrations are generally low, *Silene* taxa, moderate-good phosphorus (P) differs from the lack-high-potassium (K).

When the studies on different genera similar to the above studies are examined; in the study on two species of the genus *Agrostemma* [10] and in the study on three species of the genus *Ankyropetalum* [7], little differences were observed in terms of soil properties. This is to show the similarity of character, showing us that one of the five most widespread in the Flora of Turkey family, of the family Caryophyllaceae, except endemic species, especially shows that cosmopolitan species usually grows in similar areas.

As a result of our study; the analysis of 33 different soil samples of 21 taxa belonging to 19 species of the genus *Silene* were determined and the values of living environments were determined. *Silene* taxa are resistant to lime, in terms of water saturation, clayey-loamy, loamy and clayey soils, moderate-good level forfor (P), deficient-high potassium (K), poor-moderate calcium (Ca), poor-very high magnesium (Mg), in terms of organic matter, in very little-high values have been found in the areas. According to these data, it was found to be of the species of genus *Silene* that can be grown in almost every region in Turkey.

Acknowledgements

We wish to thank the Celal Bayar University Scientific Research Projects Unit (Project No. FEF 2014–125) for financial support. We would like to thank the staff of Manisa Provincial Directorate of Food, Agriculture and Livestock Laboratories for their soil analysis.

References

- [1] Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (1988). *Silene* L. In: Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (eds.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Suppl. 1), Edinburgh: Edinburgh University Press, Vol. 10, pp. 76–81.
- [2] Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K.H.C. (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 11, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [3] Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (eds.) (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği yayını, İstanbul.
- [4] Yıldız, K. (2012). *Silene*. In: Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M & Babaç MT (eds.). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). İstanbul Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, pp. 354–365.
- [5] Şen, H., Bağcı, Y. & Yılmaz Çıtak, B. (2014). The investigation of morphological, anatomical and ecological properties of endemic *Silene anatolica* and *Silene lycaonica*. Biological Diversity and Conservation, 7/1, 47–60.
- [6] Polat, T. & Bağcı, Y. (2015). *Silene capillipes* Boiss. & Heldr. (Caryophyllaceae)'in morfolojik, anatomik ve özellikleri. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 41, 104–123.
- [7] Özçelik, H. & Muca, B. (2010). *Ankyropetalum* Fenzl (Caryophyllaceae) Cinsine Ait Türlerin Türkiye'deki Yayılışı ve Habitat Özellikleri. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 3 (2), 47–56.
- [8] Korkmaz, M. & Özçelik, H., İlhan, V. (2012). Habitat Properties of Some *Gypsophila* L. (Caryophyllaceae) Taxa of Turkey. Research Journal of Biology Sciences, 5 (2), 111–125.
- [9] Korkmaz, M. & Özçelik, H. (2013). Soil–plant relations in the annual *Gypsophila* (Caryophyllaceae) taxa of Turkey. Turk J Bot, 37, 85–98.
<https://doi:10.3906/bot-1201-3>.
- [10] Selvi, S., Güner, Ö. & Akçiçek, E. (2014). Türkiye'de yayılış gösteren *Agrostemma* L. (Caryophyllaceae) cinsi üzerinde mikromorfolojik, anatomik ve ekolojik araştırmalar. Biological Diversity and Conservation, 7/1, 61–67.
- [11] Scheffer, F. & Schachtschabel, P. (1989). Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag: Stuttgart., 12 Aufl., pp. 442,118.
- [12] Irmak, A. (1954). Aride ve Laboratuvarında Toprağın Araştırılması Metodları. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 599, O. F. Yayın No: 27, İstanbul.
- [13] Jackson, M.L. (1962). Soil Chemical Analysis. London, England: Constable and Company Ltd.
- [14] Gülçur, F. (1974). Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1970, O. F. Yayın No: 201, İstanbul: Kutulmuş Matbaası.
- [15] Eruz, E. (1979). Toprak tuzluluğu ve Bitkiler Üzerindeki Genel Etkileri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 29(2), 112–120.
- [16] Altundağ, E. & Öztürk, M. (2011). Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia Turkey. Procedia Social and Behavioral Sciences, 19, 756–777.
- [17] Ülgen, N. & Ateşalp, M. (1972). Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir Fosfor Tayini. Köy İşleri Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınlar Serisi, Sayı 21, Ankara.
- [18] Saatçi, F., Tuncay, H., Altınbaş, Ü. & Akıncı, M.Ç. (1983). Toprak ve Su Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Teksir No:18–II. Bornova.
- [19] Öztürk, M., Pirdal, M. & Özdemir, F. (1997). Bitki Ekolojisi Uygulamaları. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, No: 157, Bornova, İzmir.
- [20] Tüzüner, A. (1990). Toprak ve Su Analizi Laboratuvarı El Kitabı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [21] Çokuysal, B. & Erbaş, E. (2004). Bitkilerde Besin Maddeleri ve Toprak Tahlillerinin Değerlendirilmesi, Ege Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Çiftçi Broşürü: 55.
- [22] Güneş, A., Alpaslan, M. & İnal, A. (2000). Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No: 1514, pp. 467, 576.
- [23] Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, A.İ. & Yanmaz, R. (1997). Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları no: 4
- [24] Güzel, N. (1989). Süs bitkilerinin gübrenmesi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders kitabı, Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:113.

- [25] Gallet, A., Flish, R., Ryser, J., Nosberger, J., Frossard, E. & Sinaj, S. (2003). Uptake of Residual Phosphate and Freshly Diammonium Phosphate by *Lolium perenne* and *Trifolium repens*. J. Plant Nutr. Sci., 166, 557–567. <https://doi.org/10.1002/jpln.200321075>
- [26] Tetik, A. & Oğuz, İ. (2004). Gübre uygulamalarında toprak analizlerinin ve Türkiye yöresi topraklarının biyolojik ve kimyasal özellikleri ile besin elementleri ihtiyaçları. Türkiye III. Ulusal Gübre Kongresi, Tokat.
- [27] Fohse, D., Claassen, N. & Jungk, A. (1991). Phosphorus Efficiency of Plants. Plant and Soil, 132, 261–272.
- [28] Sanchez, E., Etchevers, J.D., Ortig, C.J., Nunez, E.R., Martinez, G.A., Castellanos, J.Z. (2001). Phosphorus Nutrition of Potato and Maize Seedlings. Terra, Mexico, 19, 55–65.
- [29] Zhu, Y., Smith, F.A. & Smith, S.E. (2003). Phosphorus Efficiencies and Responses of Barley (*Hordeum vulgare* L.) to Arbuscular Mycorrhizal Fungi Grown in Highly Calcareous Soil. Mycorrhiza, 13, 93–100.
- [30] <https://www.drt.com.tr/Blog/Bitkilerde-Fosfor-Kullanimi/11> (13.12.2019).
- [31] Aktaş, M. & Ateş, A. (1998). Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları. Ankara-Türkiye: Nurol Matbaacılık A.Ş.
- [32] Aktaş, K., Özdemir C, Altan, Y., Baran, P. & Özkan, M. (2010). Türkiye’de yayılış gösteren Petrorhagia (Ser.)

Link (Caryophyllaceae) Taksonlarının Bazı Ekolojik Özellikleri. Tünav Bilim Dergisi, 3(1), 79–93.

The names of the *Silene* species (taxa) belonging to the line numbers in the figures 1-4. 1. 537–*Silene italica* subsp. *italica*, 2. 572A–*S. italica* subsp. *italica*, 3. 572B–*S. italica* subsp. *italica*, 4. 610–*S. italica* subsp. *italica*, 5. 617–*S. italica* subsp. *italica*, 6. 524–*S. splendens*, 7. 541–*S. gigantea* subsp. *gigantea*, 8. 554–*S. gigantea* subsp. *gigantea*, 9. 573–*S. gigantea* subsp. *gigantea*, 10. 608–*S. longipetala*, 11. 615–*S. longipetala*, 12. 603–*S. phrygia*, 13. 567–*S. capitellata*, 14. 598–*S. isaurica*, 15. 596–*S. caramanica* var. *caramanica*, 16. 606–*S. caramanica* var. *caramanica*, 17. 615–*S. caramanica* var. *caramanica*, 18. 570–*S. idaea*, 19. 616–*S. armena* var. *armena*, 20. 553–*S. armena* var. *serrulata*, 21. 606–*S. laxa*, 22. 601–*S. caeseria*, 23. 571–*S. chlorifolia*, 24. 603–*S. chlorifolia*, 25. 612–*S. chlorifolia*, 26. 554–*S. swertiifolia*, 27. 529–*S. lycaonica*, 28. 568A–*S. lycaonica*, 29. 568B–*S. lycaonica*, 30. 569–*S. lycaonica*, 31. 599–*S. lycaonica*, 32. 513–*S. frivadzkjana*, 33. 508A–*S. skorpilii*, 34. 615–*S. otites*, 35. 170–*S. densiflora*, 36. 508B–*S. densiflora*.

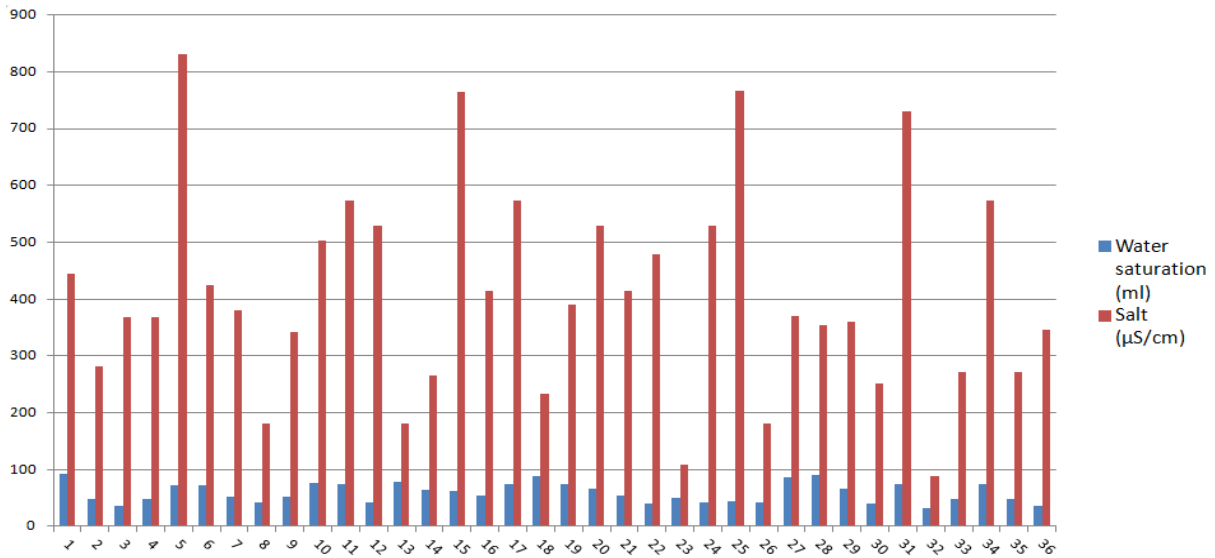


Figure 1. Water saturation (ml) and salt (µS/cm) graph.

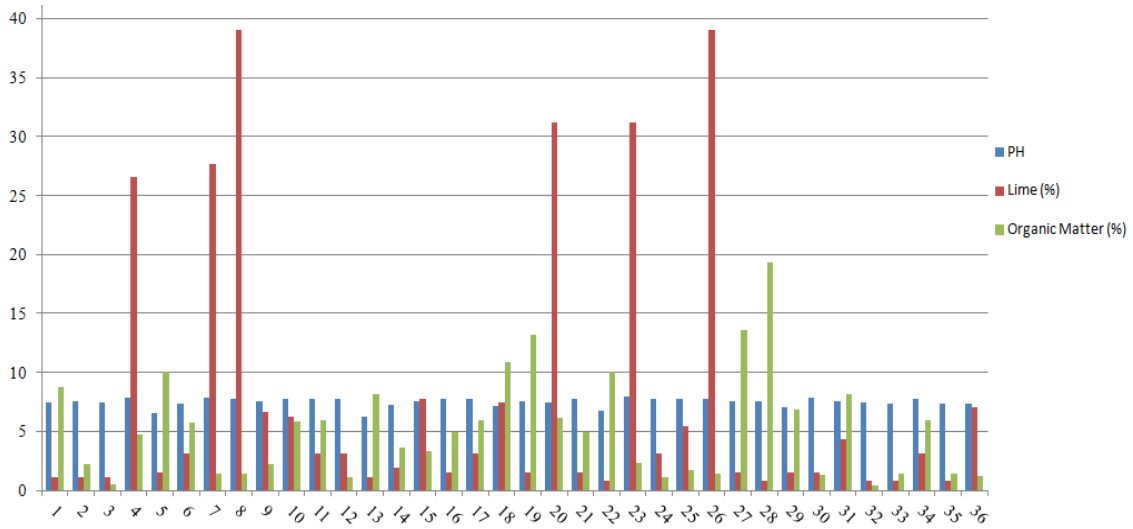


Figure 2. pH, lime (%) and organic matter (%) graph.

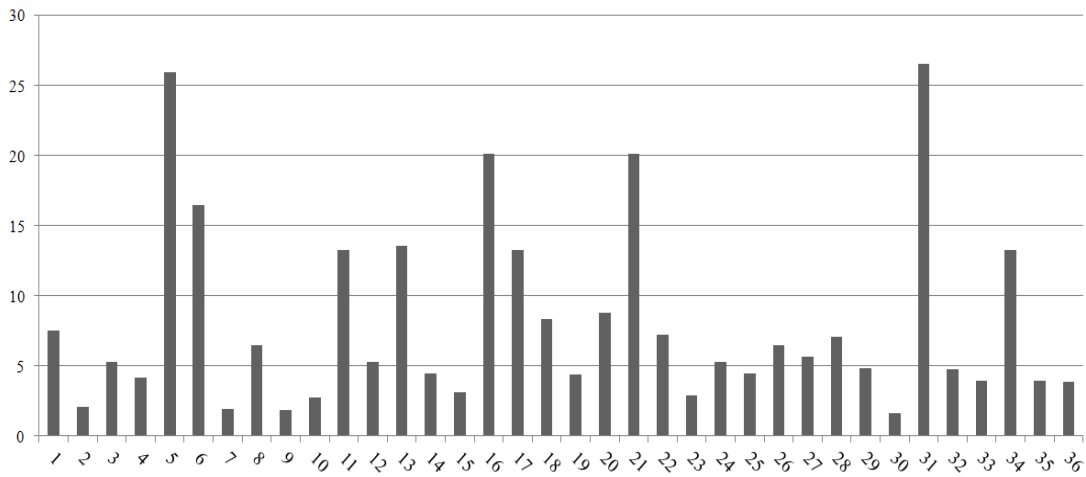


Figure 3. Phosphorus (P) (ppm) graph.

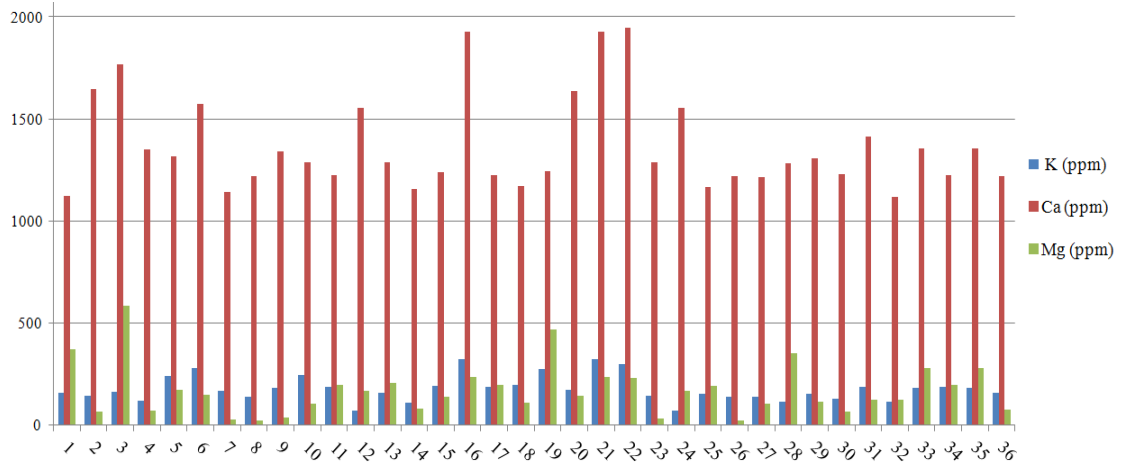


Figure 4. Potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg) (ppm) graph.



Relationships between plant species diversity of black pine forests and site factors in the Sütçüler district of Turkey

Merve BAŞ¹, Ali ŞENOL^{*1}, Serkan GÜLSOY¹, Kürşad ÖZKAN¹

ORCID: 0000-0000-0000-0000; 0000-0003-0237-6215; 0000-0003-2011-8324; 0000-0002-8526-7243

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Turkey

Abstract

This study was routed to analyze the connections between alpha species diversity, species richness and environmental variables of black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) forests. For this reason, the plant species were recorded by the Braun-Blanquet cover-abundance scale and changed over into fractional values extending from 0-1 in the test territories taken from the common black pine remains in the Sütçüler district. In addition, plant species, the slope position, soil depth, land surface form, soil stoniness were recorded in each sample plots. The maps of elevation, slope, and aspect were acquired from the Digital Elevation Model (DEM) of the region whereas heat and radiation index maps were obtained from aspect and slope maps. Alpha diversity was determined by Shannon, Brillouin, Simpson, and Berger-Parker indices and species richness was determined for each sample plot. To illustrate the connections between all diversity values and ecological site factors in the area, Pearson Correlation Analysis and Principal Component Analysis were implemented. Species diversity resulting from all alpha indices indicated a negative correlation with altitude and percentage of stoniness as a consequence of statistical studies, although it was positively correlated with slope degree and mean temperature levels of the plots As indicated by the outcomes from this investigation, although alpha diversity indices are addressed to natural factors, there is no substantial association between ecological site conditions and species abundance. This has resulted in that the consideration of species richness would not be enough in the studies on the relationship between diversity and the environment. Moreover, the results derived from various diversity indices are slightly different. Hence, it is additionally vital to consider this circumstance in the studies to be carried out.

Key words: biodiversity, climate, black pine, shannon index, site factor

----- * -----

Sütçüler yöresi karaçam ormanlarında bitki tür çeşitliliği ve yetiştirme ortamı ilişkileri

Özet

Bu çalışmada *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe meşcerelerinde alfa tür çeşitliliği ve tür zenginliği ile ekolojik ortam koşulları arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla Sütçüler Yöresi'nde yayılış gösteren doğal karaçam meşcerelerinden alınan örnek alanlarda bitki türlerine ait bolluk verileri Braun-Blanquet yöntemine göre kayıt edilerek, 0-1 arasında değişen örtüş-bolluk değerlerine dönüştürülmüştür. Her bir örnek alanda bitki türlerinin yanı sıra yamaç konumu, toprak derinliği, arazi yüzey formu, toprak taşlılığı verileri envanter karnesine kayıt edilmiştir. Yörenin eş yükselti haritasından elde edilen Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) yardımıyla çevresel değişkenlerden yükselti, eğim ve bakı haritaları elde edilmiştir. Elde edilen bakı ve eğim haritalarından faydalanılarak, sıcaklık indeksi ve radyasyon indeksi haritaları oluşturulmuştur. Örnek alanlara ait alfa çeşitlilik değerlerinin hesaplanması için Shannon, Brillouin, Simpson ve Berger-Parker indislerinden yararlanılmakla birlikte, ayrıca her bir örnek alan için doğrudan tür zenginliği hesaplaması yapılmıştır. Çalışmada çeşitlilik değerleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkilerin tespitine yönelik sırasıyla Pearson Korelasyon Analizi ve Temel Bileşenler Analizinden yararlanılmıştır. Uygulanan analizler neticesinde farklı alfa indislerine göre hesaplanan çeşitlilik

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902462146483; Fax.: +902462146599; E-mail: alisenol@isparta.edu.tr

değerlerinin karaçam ormanlarındaki yükselti ve topraktaki taşlılık oranının artmasıyla birlikte azaldığı, eğim ve sıcaklığın artmasıyla ise arttığı şeklinde bir sonuca varılmıştır. Çalışmada tür zenginliği ile çevresel değişkenler arasında önemli bir ilişki tespit edilemezken, bolluk verilerine dayalı indisler ile hesaplanan çeşitlilik değerlerinin yükselti, sıcaklık, eğim ve toprak taşlılığı değişkenleri ile önemli ilişkileri belirlenmiştir. Bu durum tür çeşitliliği-yetişme ortamı ilişkilerinin ele alındığı çalışmalarda sadece tür zenginliğinin dikkate alınmasının yeterli olmayacağı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca hesaplamalarda kullanılan farklı alfa çeşitlilik indislerinin çevresel değişkenlerle ilişkilerinin ortaya koyulması aşamasında da kısmi farklılıklar oluşmuştur. Dolayısıyla yapılacak olan çalışmalarda bu durumda ayrıca göz önünde bulundurulması önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: biyolojik çeşitlilik, iklim, karaçam, shannon indeksi, yetişme ortamı

1. Giriş

İnsanların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli olan gıda, yapı malzemesi, ilaç ve enerji gibi çeşitli hammadde gereksinimlerinin çoğu orman ekosistemlerinden elde edilmektedir [1]. Orman ekosistemleri bu faydalarının yanı sıra ekonomik, kültürel ve sosyal yönden de insanoğluna hizmet etmektedir. İnsanlar; iş stresinden, şehrin gürültüsünden, hava kirliliğinden ve kalabalıktan uzaklaşıp, rahatlamak ve stres atabilmek amacıyla doğal alanlara ihtiyaç duymaktadırlar. Bunun için sessizlik, doğal güzellikler ve temiz hava barındıran alanların rekreasyon amaçlı kullanılması orman ekosistemlerinin sosyal faydaları arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra orman kaynaklarının işletilmesiyle birçok iş kolu ortaya çıkmakta ve böylece ormanlar insanlara ekonomik yönden de fayda sağlamaktadır. İnsanoğlunun ihtiyaçlarını çeşitli yollarla karşılayan orman ekosistemlerinin devamlılığı sağlanmalı, nitelikleri iyileştirilmeli ve alan bakımından artırılması gerekmektedir.

Ülkemizde 2015 yılı itibarıyla yapılan çalışmalar sonucunda ormanlık alanların ülke yüzölçümünün yaklaşık olarak %28'ini kapladığı tespit edilmiştir. Genel ormanlık alanların %35'ini geniş yapraklı ormanlar, %54'ünü iğne yapraklı (ibrelili) ormanlar, %11'ini ise ibrelili ve geniş yapraklı karışık ormanlardan oluşmaktadır. Ülke ormanlarında en fazla yayılış gösteren türler içerisinde sırasıyla kızılçam, meşe, karaçam, kayın ve sarıçam türleri en başta gelmektedir [2].

Türkiye'de 4,2 milyon ha yayılışıyla ibrelili türler içerisinde kızılçamdan sonra yer alan karaçam, hem yayılış alanı hem de odununun kullanış koşulları bakımından önemli bir tür olarak ön plana çıkmaktadır. Ülkemizde bozkıra en çok sokulan karaçam türü deniz iklimini alan ve lokal olarak nemli olan yetişme ortamlarında oldukça düşük yükseltilere inmekle birlikte, 700-1400 m yükseltiler arasında geniş alanlarda saf ormanlar, 1400-1700 m'ler arasında ise Sarıçam ve Ardıç gibi türlerle lokal karışık meşcereler kurmaktadır [3]. Bu tür yazın en sıcak dönemlerde yaşanan kuraklığa ve şiddetli kış soğuklarına dayanıklı olup, yetişme ortamındaki çeşitli toprak özelliklerine karşı tolerans seviyesi oldukça esnek [4]. Karaçamın dayanıklı ve ekolojik anlamda ortam koşullarına toleranslı olması ve geniş alanlarda yayılış göstermesi dolayısıyla oldukça farklı bitki türleriyle birliktelik gösterdiği bilinmektedir. Dolayısıyla hem geniş ölçekte hem de lokal alanlarda farklı ekolojik koşullara sahip karaçam meşcerelerinde biyolojik çeşitlilik bakımından farklılıkların olduğu tahmin edilmektedir. Fakat söz konusu bu farklı yetişme ortamı koşullarında meşcere içi çeşitlilik dağılımının nasıl şekillendiği ve bu duruma hangi ekolojik ortam koşullarının daha fazla etkili olduğu hususunda detaylı bir bilgi mevcut değildir.

Buradan hareketle gerçekleştirilen bu çalışmada Isparta-Sütçüler Yöresi sınırları içerisinde farklı yetişme ortamı koşullarında yayılış gösteren doğal karaçam meşcerelerinde bitki türlerinin bolluk verilerine dayalı alfa tür çeşitliliği ile ekolojik ortam koşulları arasındaki ilişkilerin ortaya konulması hedeflenmiştir. Böylece karaçam meşcerelerinde yayılışa sahip bitki türleri, bunların dağılım frekansları, alfa çeşitlilik durumları ve bu çeşitlilik değerleri üzerinde bazı ekolojik ortam koşullarının etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

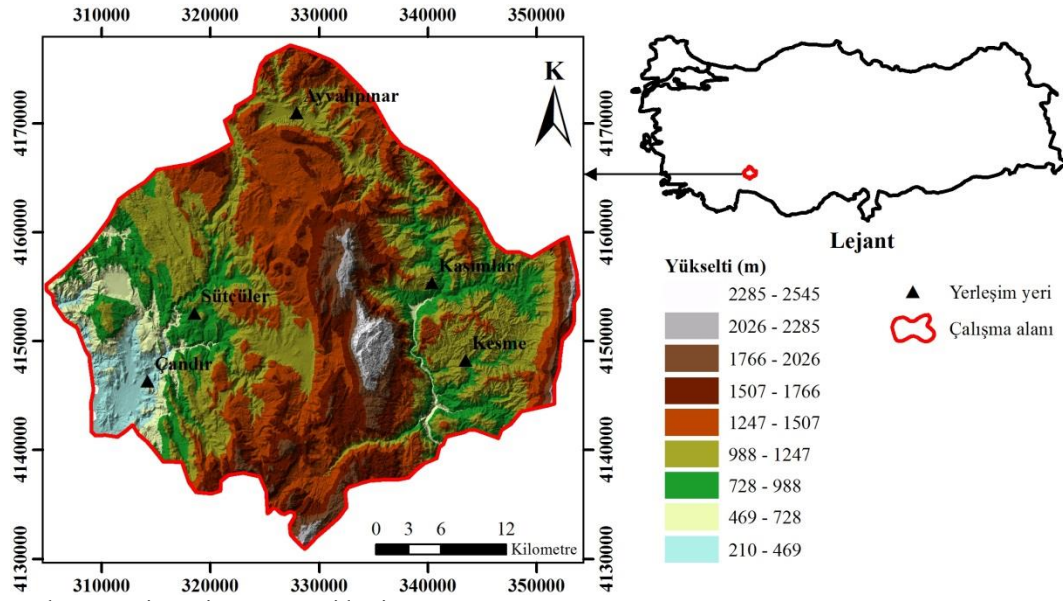
Biyolojik çeşitlilik denildiğinde genel olarak çeşitliliğin genetik, tür ve ekosistem düzeyleri akla gelmekle birlikte, farklı çalışmalarda çeşitli yazarlar tarafından değişik tanımlamasının yapıldığı görülmektedir. Örneğin Magurran [5], biyolojik çeşitliliği temel olarak "belirli bir alanda bulunan türlerin farklılığı ve bolluğu" olarak ifade etmiştir. Thompson vd. [6] ise, çeşitli ekosistemler ile bu ekosistemler içerisindeki farklı ekolojik yapılar üzerindeki canlı organizmaların farklılaşmasını genel olarak biyolojik çeşitlilik şeklinde tanımlamışlardır.

Orman ekosistemlerinde biyolojik çeşitlilik hesaplamalarını içeren çalışmaların, daha çok bitki tür çeşitliliği üzerine yoğunlaştığını söylemek mümkündür [7,8]. Yapılan bu çalışmalarda belirli bir toplum için, çeşitli toplumlar arası ya da tüm alanı kapsayacak şekilde toplam çeşitlilik hesaplamaları yapılmıştır. Bunlardan belirli bir toplumun kendi içinde yapılan çeşitlilik hesabı alfa, toplumlar arası olan hesaplamalar beta, bir ekosistem bölgesinin tümü için yapılan hesaplamaların toplamı ise gama çeşitliliğini ifade etmektedir [9]. Bunlar içerisinde tür çeşitliliği-yetişme

ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi aşamasında alfa tür çeşitliliğinin daha fazla tercih edildiği bilinmektedir [8].

Alfa çeşitliliğinin hesabında kullanılan geleneksel yöntemler genel olarak tür zenginlik hesaplamaları, bolluk verilerinin oransal veya sayısal değerlerine dayalı indisler (heterojenlik indisleri) ve tür bolluk modelleri şeklinde sınıflandırılmaktadır [9]. Bunlardan bolluk verilerinin oransal veya sayısal değerlerine dayalı veri tipine uygun çeşitlilik hesaplamalarında çoğunlukla Shannon-Wiener, Simpson ve Margalef indisleri kullanılmaktadır. Bu indislerin yanı sıra Berger-Parker ve McIntosh indisleri ise yine yaygın olarak kullanılan diğer formülleri içermektedir [9].

Bu bilgiler doğrultusunda yürütülen bu çalışmada, Isparta İli'nin güneyinde bulunan Sütçüler Yöresi'nde, orman işletme müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan saf Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcereleri çalışma materyali olmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Sütçüler Yöresi'ne ait yer gösteri haritası

Çalışma alanı Akdeniz Bölgesi'nin Göller Yöresi sınırları içerisinde yaklaşık 128000 hektarlık bir alanı kaplamakta olup, denizden yüksekliği ise 250 m ile 2500 m arasında değişmektedir [10]. Yörenin yıllık ortalama toplam yağışı 950 mm, ortalama sıcaklık ise 13,1 °C civarındadır [10]. Yörede karstik arazi yapısı üzerinde oldukça eğimli ve girintili çıkıntılı sarp bir arazi yapısı mevcuttur. Yaygın kayaç türleri olan kireçtaşı, konglomera ve kumtaşları üzerinde toprak oluşumu oldukça yavaş seyretmekte olup, arazi yüzey şekillerinin etkisi altında çoğunlukla sığ toprak koşulları mevcuttur. Diğer yandan kayaçların çatlaklı yapısına bağlı fizyolojik derinliğin yer yer oldukça derinlere ulaştığı bir topografya mevcut olup bu durum yöredeki bitki türlerinin varlığı ve verimliliğine etki eden en önemli ekolojik ortam koşullarından birisidir [10]. Orman içi alanlarda mevcut iklimik toprak tipleri terra-rosa ve esmer orman topraklarıdır. Yörede gerçekleştirilen kapsamlı bir flora değerlendirmesi sonucunda 63 familyaya ait 225 cins içerisinde 478 farklı tür kayda geçmiş olup, bunlardan 118 tanesinin endemik bitki türü olduğu belirtilmiştir [11]. Dolayısıyla yöredeki tür zenginliği ve endemik bitki tür yoğunluğunun oldukça fazla olduğunu söylemek mümkündür.

2.2. Yöntem

Çalışmada Sütçüler Yöresi'ndeki farklı ekolojik ortamlarda yayılış gösteren doğal karaçam meşcerelerinde alfa çeşitlilik değerleri hesaplanıp, biyolojik çeşitlilik ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 37 farklı örnek alanda arazi ve büro çalışmaları gerçekleştirilmiştir. İlk olarak örnek alanlarda arazi çalışmaları ile hedef tür karaçam haricinde diğer bitki türleri Braun-Blanquet yöntemiyle arazi envanter karnesine kayıt edilmiştir. Ayrıca yine arazide örnek alanların yamaç konumu, arazi yüzey formu, ortalama toprak derinliği ve toprak taşlılığı (%) tespit edilerek ölçüm karnelerine kayıt edilmiştir [12]. Daha sonra örnek alanların koordinatlarına göre büro ortamında oluşturulan sayısal altlıklar yardımıyla her bir örnek alan için çeşitli çevresel değişkenlere ait veriler temin edilmiştir. Bu aşamada sırasıyla sayısal yükseklik modeli üzerinden; yükselti, eğim, topografik pozisyon indeksi [13], radyasyon indeksi [14], sıcaklık indeksi [15] haritaları elde edilmiştir. Ayrıca yine nokta bazlı koordinat sistemi ile Fick ve Hijmans [16] tarafından hazırlanan küresel iklim verileri <http://www.worldclim.org> adresinden indirilip, buradan yöreye ait yıllık toplam yağış (mm) ve yıllık ortalama sıcaklık (°C) haritaları temin edilmiştir.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında arazide Braun-Blanquet yöntemiyle her bir örnek alanda arazi envanter karnesine kayıt edilen türlerin örtüş bolluk değerleri Fontaine vd. [17]'de kullanılan şekli ile 0-1 aralığında değişen

rakamsal değerlere dönüştürülmüştür. Bu aşamada kullanılan ölçek sırasıyla r:0,01; +:0,02; %1-4:0,04; %5-24:0,15; %25-49:0,375; %50-74:0,625; %75-100:0,875 şeklinde olmuştur. Bu işlemin ardından büro çalışmalarında son olarak her bir örnek alanda çeşitlilik hesaplamaları için sırasıyla Shannon-Wiener [18], Simpson [19], Brillouin [20] ve Berger-Parker [21] indislerinden yararlanılarak alfa çeşitlilik değerleri tespit edilmiştir [9]. Bunlar içerisinde Berger-Parker indisi (d) bir dominantlık indeksi olup, 1/d formuna dönüştürülüp istatistiksel analiz için veri uygun hale getirilmiştir. Ayrıca her bir örnek alan için tür zenginliğini doğrudan hesaplamak için $S = \sum_i S_i$ [22] formülünden yararlanılarak örnek alanlarda bulunan farklı türlerin sayısının doğrudan hesabı gerçekleştirilmiştir.

2.3. İstatistiksel değerlendirme

Çalışmada tür zenginliği ve alfa çeşitlilik değerlerinin, çevresel değişkenler ile ilişkilerini ortaya koyabilmek amacıyla Pearson Korelasyon Analizi ve Temel Bileşenler Analizi (TBA)'nden yararlanılmıştır [23]. İstatistiksel değerlendirme sürecinde yer alan tüm değişkenlere Tablo 1'deki kodlar verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya dahil olan değişkenler ve kodları

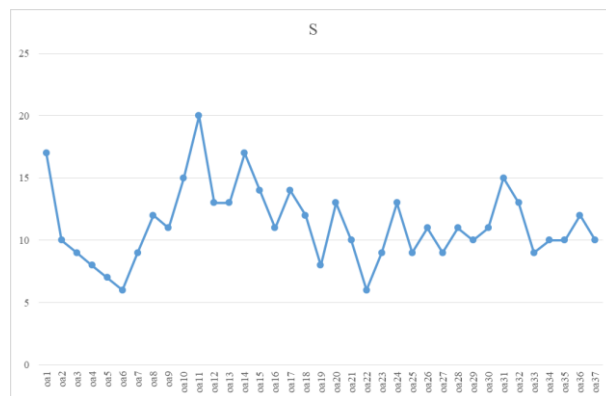
Değişkenler	Kodlar	Değişkenler	Kodlar	Değişkenler	Kodlar
Yükselti (m)	yukslt	Yıllık ort. sıcaklık (°C)	sicaklik	Tür zenginliği	turzen
Eğim (%)	egim	Yıllık toplam yağış (mm)	yagis	Simpson indeksi	simpson
Radyasyon indeksi	radind	Yamaç konumu	yamkon	Shannon indeksi	shannon
Topografik pozisyon indeksi	tpi	Toprak derinliği (cm)	topder	Berger-Parker indeksi	berger
Sıcaklık indeksi	si	Toprak taşlılığı (%)	toptas	Brillouin indeksi	brillouin

3. Bulgular

Gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde örnek alanların yükselti aralığı yaklaşık 1100 m ile 1800 m arasında değişmekte olup, örnek alanlar arası 700 m'lik bir yükselti farklılığı mevcuttur. Örnek alanlarda eğim % 8 ile %70 arasında değişim göstermekte olup, az eğimli (%3-%9) arazilerden sarp (%58-%100) arazilere kadar farklı eğim sınıflarında meşcereler mevcuttur. Örnek alanlarda yıllık ortalama sıcaklık değeri 10,1 °C, yıllık toplam yağış miktarı ise 610 mm civarında olmuştur. Mutlak toprak derinlikleri bakımından örnek alanların % 48'i orta derin (30-100 cm arası), %52'si ise derin (100 cm'den fazla) niteliktedir. Bu topraklarda profil bazında ortalama taşlılık yüzdesi %2-%55 arasında değişim göstermiştir. Ayrıca örnek alanlarda sırasıyla radyasyon indeksi değerleri 0-0,98 arasında, topografik pozisyon indeksi değerleri -1,47 ile 2,49 arasında, sıcaklık indeksi değerleri ise -1 ile +1 arasında değişim göstermiştir.

Yapılan envanter neticesinde 54 farklı bitki türü kayıt edilmiş olup, bunlar içerisinde %97 oranla karaçam ile en çok birliktelik gösteren bitki türünün sütleğenler (*Euphorbia* sp.) olduğu belirlenmiştir. Sütleğenlerden sonra her ikisi de %78,3'lük orana sahip olan kadımtuzluğu (*Berberis crataegina* DC.) ve diken ardıç (*Juniperus oxycedrus* L.) türleri yine yörede karaçam ile en çok birliktelik gösteren bitki türleri olmuştur. Sadece %2,7 lik bulunma oranına sahip olan *Acantholimon acerosum* (Wild.) Boiss, *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica*, *Hedera helix* L., *Mespilus germanica* L., *Myrtus communis* L., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Phlomis grandiflora* H.S. Thompson, *Paliurus spina-christi* Miller., *Quercus ithaburensi* Decn subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedye & Yalt., *Rhus coriaria* L., *Scabiosa columbaria* L. subsp. *ochroleuca* (L.) Celak var. *webbiana* (Don) Matthews., *Silene caryophyllodes* (Poiret) Eth., *Sorbus torminalis* L.(Crantz), *Sorbus umbellata* (Desf) Feritsch var. *umbellata*. ve *Urtica dioica* L. türleri ise karaçam ile sadece lokal alanlarda en az birliktelik gösteren türler olmuştur.

Örnek alanlarda doğrudan tür zenginliği hesaplamaları neticesinde elde edilen çeşitlilik değerleri 6 ile 20 arasında değişim göstermiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Karaçam meşcerelerinde örnek alanlara ait tür zenginliği dağılım grafiği

Örnek alanlarda tespit edilen türlerin bolluk verilerine göre Shannon, Simpson, Brillouin ve Berger-Parker geleneksel çeşitlilik indislerine göre yapılan hesaplamalar neticesinde elde edilen bulgular ise Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Örnek alanlarda türlerin bolluk verilerine göre hesaplanan çeşitlilik indisi değerleri

Şekil 3 incelendiğinde farklı indislerde kısmi farklılıklar görüle de genel olarak tüm indislerin birbirleri ile benzer sonuç verdiği görülmektedir.

Alfa çeşitlilik indislerinden elde edilen değerler ve tür zenginliğinin çevresel değişkenlerle olan ikili doğrusal ilişkilerini ortaya koymak için uygulanan Pearson Korelasyon Analiz sonuçları ise Tablo 2'de verilmiştir.

Analiz sonucunda çeşitlilik indislerinden Simpson, Brillouin ve Berger-Parker indisleri ile yükselti arasında negatif yönde, eğim ile Shannon ve Berger-Parker indisleri arasında pozitif yönde, yıllık ortalama sıcaklık ile Shannon, Simpson, Brillouin ve Berger-Parker indisleri arasında pozitif yönde ve son olarak toprak taşlılığı ile Shannon, Simpson ve Brillouin indisleri arasında negatif yönde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Tür zenginliği ve alfa çeşitlilik indisleri ile çevresel değişkenler arasında uygulanan Pearson Korelasyon Analizi sonuçları

	yukslt	egim	radind	tpi	si	sicaklik	yagis	yamkon	topder	toptas	turzen	simpson	shannon	brillouin	berger
yukslt	1	-0,116	0,230	-0,096	0,359*	-0,891**	0,360*	-0,152	-0,012	0,060	-0,128	-0,408*	-0,271	-0,333*	-0,398*
egim	0,116	1	0,187	0,391*	-0,643**	0,127	0,299	0,243	0,103	0,036	0,201	0,319	0,336*	0,323	0,428**
radind	0,230	0,187	1	-0,024	0,483**	-0,280	0,251	0,170	-0,285	0,154	0,277	0,206	0,253	0,247	0,260
tpi	-0,096	0,391*	-0,024	1	-0,349*	0,014	0,259	-0,132	0,115	-0,019	-0,046	0,058	0,064	0,065	0,162
si	0,359*	-0,643**	0,483**	-0,349*	1	-0,370*	-0,123	-0,142	-0,217	0,036	0,105	-0,110	-0,057	-0,070	-0,112
sicaklik	-0,891**	0,127	-0,280	0,014	-0,370*	1	-0,339*	0,105	-0,030	-0,233	0,166	0,550**	0,406*	0,446**	0,522**
yagis	0,360*	0,299	0,251	0,259	-0,123	-0,339*	1	0,188	-0,090	0,084	0,007	-0,061	0,041	-0,004	0,010
yamkon	-0,152	0,243	0,170	-0,132	-0,142	0,105	0,188	1	-0,081	0,048	0,155	0,043	0,090	0,015	0,091
topder	-0,012	0,103	-0,285	0,115	-0,217	-0,030	-0,090	-0,081	1	-0,048	-0,174	-0,099	-0,140	-0,056	-0,100
toptas	0,060	0,036	0,154	-0,019	0,036	-0,233	0,084	0,048	-0,048	1	-0,256	-0,344*	-0,354*	-0,333*	-0,280
turzen	-0,128	0,201	0,277	-0,046	0,105	0,166	0,007	0,155	-0,174	-0,256	1	0,683**	0,810**	0,731**	0,690**
simpson	-0,408*	0,319	0,206	0,058	-0,110	0,550**	-0,061	0,043	-0,099	-0,344*	0,683**	1	0,968**	0,967**	0,949**
shannon	-0,271	0,336*	0,253	0,064	-0,057	0,406*	0,041	0,090	-0,140	-0,354*	0,810**	0,968**	1	0,965**	0,940**
brillouin	-0,333*	0,323	0,247	0,065	-0,070	0,446**	-0,004	0,015	-0,056	-0,333*	0,731**	0,967**	0,965**	1	0,926**
berger-	-0,398*	0,428**	0,260	0,162	-0,112	0,522**	0,010	0,091	-0,100	-0,280	0,690**	0,949**	0,940**	0,926**	1

* %5 düzeyinde önem seviyesine sahip; ** %1 düzeyinde önem seviyesine sahip

Temel Bileşenler Analizi sonucunda bulunan eksen değerleri üzerinde yorum yapılabilmesi için eksene ait öz değer kat sayısının 1'den, varyans yüzdesinin ise 10'dan büyük olması gerekmektedir. Tablo 3'e bakıldığında Eksen 1, Eksen 2 ve Eksen 3'ün bu koşulu sağladığı görülmektedir. Eksen1'in toplam varyansın % 35,3'ünü, Eksen 2'nin % 16,28'ini ve Eksen 3'ün % 13,59'luk kısmı açıkladığı görülmektedir.

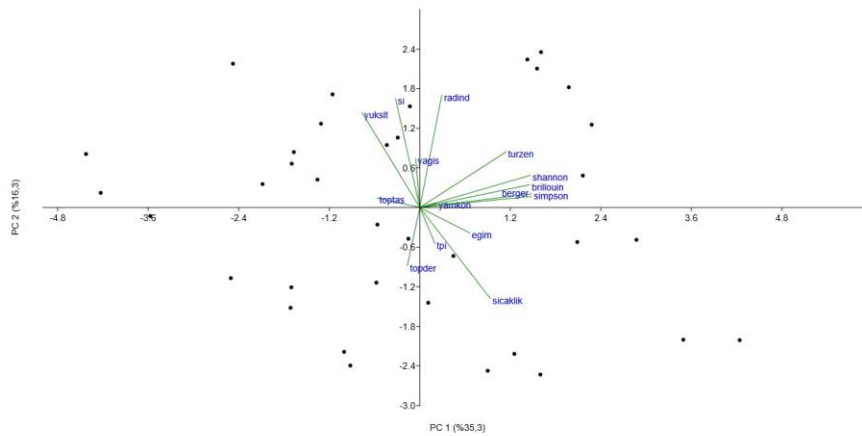
Tablo 3. Temel bileşen eksenlerine ait özdeğer katsayıları ve varyans yüzdeleri

	Özdeğerler	Varyans(%)
Eksen1	5,295	35,3
Eksen2	2,442	16,283
Eksen3	2,038	13,587

Bu eksenler üzerinde bağımlı ve bağımsız değişkenlerin korelasyon katsayıları Tablo 4'te, değişkenlerin eksenler üzerindeki konumları ise Şekil 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Temel bileşen eksenleri üzerinde bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait korelasyon (r) değerleri

	Bağımsız Değişkenler		
	Eksen 1	Eksen 2	Eksen 3
	r	r	r
yukslt	-0,497	0,635	0,250
egim	0,431	-0,170	0,757
radind	0,189	0,751	0,188
tpi	0,130	-0,241	0,586
si	-0,208	0,727	-0,521
sicaklik	0,607	-0,607	-0,302
yagis	-0,035	0,327	0,714
yamkon	0,144	0,028	0,254
topder	-0,107	-0,389	0,131
toptas	-0,366	0,064	0,225
	Bağımlı Değişkenler		
	Eksen 1	Eksen 2	Eksen 3
	r	r	r
turzen	0,745	0,372	-0,070
simpson	0,967	0,074	-0,085
shannon	0,956	0,216	-0,014
brillouin	0,947	0,152	-0,044
berger	0,961	0,091	0,037



Şekil 4. TBA analiz eksenleri üzerinde değişkenlerin konumu

Tablo 4 ve Şekil 4 birlikte yorumlandığında Eksen 1 üzerinde Simpson, Berger-Parker, Shannon ve Brillouin indislerinin tümü yükselti ve toprak taşlılığı ile negatif, sıcaklık ve eğim ile de pozitif yönde ilişki göstermiştir. Bu indisler ile tür zenginliği aynı yönde ilişki göstermesine rağmen, hem ilişki katsayısı ($r: 745$) daha düşük olmuş, hem de bu duruma bağlı temel bileşenler eksenini üzerinde daha bağımsız bir yerde konumlanmıştır.

4. Sonuçlar ve tartışma

Biyolojik çeşitliliğin ekosistemlerde süreklilik, üretkenlik, hareketlilik ve dayanıklılık gibi parametreler ile önemli ilişkilerinin olduğu ifade edilmekte olup, özellikle ortamda oluşabilecek kirlilik, böcek ve yangın gibi çeşitli tahribatlara karşı ekosistemlerin dayanım göstermesi açısından ortamda dengeli bir dağılıma sahip yüksek biyolojik çeşitlilik koşulunun öneminden bahsedilmektedir [24]. Bununla birlikte yine ortamdaki çeşitliliğin karbon dengesi ve buna bağlı küresel iklim değişim olayları, temiz su ve oksijen, ürün potansiyeli, genetik materyal, ekoturizm ve rekreasyon gibi pek çok ekosistem unsurları üzerine doğrudan ve dolaylı katkılarının olduğunu söylemek mümkündür [24]. İfade edilen tüm bu unsurlar neticesinde ülkeler sahip oldukları biyolojik çeşitliliği daha fazla önemsemekte olup, bu konuda doğru adımların atılması ve yerinde politikaların uygulanması açısından ulusal ve uluslararası ölçekte çeşitli sözleşmeler, anlaşmalar, araştırmalar ve bilimsel faaliyetler gibi farklı girişimlere daha çok yönelim göstermişlerdir.

Biyolojik çeşitliliğin ana merkez noktalarından birisi orman ekosistemleri olup, burada konuya ilişkin olarak yapılan çalışmaların daha çok bitki türlerine yönelik olduğunu söylemek mümkündür [7]. Ormanlarda mevcut bitki tür çeşitliliği üzerinde ise özellikle yetişme ortamı koşullarının önemli etkisinin olduğuna değinilerek, bu konuda yapılacak olan bilimsel çalışmalara ihtiyaç olduğu ifade edilmektedir [7]. Zira konuyla alakalı olarak ülkemizde son yıllarda gerçekleştirilen çalışmaların daha çok alfa çeşitlilik indisleri üzerinden kurgulandığı ve bu çalışmalarda özellikle biyolojik çeşitlilik-yetişme ortamı koşulları arasında önemli ilişkilerin tespit edildiği görülmektedir [8,25]. Fakat konunun önemi ve ülkemizin jeomorfolojik, toprak ve iklim koşulları göz önüne alındığında bu konuda daha fazla çalışma yapılarak, özellikle ormanlarda yüksek çeşitlilik durumuna sahip ya da bu açıdan potansiyel arz eden alanların yetişme ortamı koşullarının tespiti için yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Buradan hareketle gerçekleştirilen bu çalışmada, ülkemiz için önemli aslı orman ağaç türlerimizden biri olan karaçam meşcerelerinde bitki türlerinin bolluk verilerine dayalı alfa tür çeşitlilik indisleri ve doğrudan tür zenginlik değerlerinin ekolojik ortam koşulları ile ilişkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada ilk aşamada uygulanan Pearson Korelasyon Analizi neticesinde karaçam meşcerelerinde sırasıyla Simpson, Berger-Parker ve Brillouin indislerine göre hesaplanan çeşitlilik değerleri yükselti ile negatif korelasyon gösterirken, doğrudan tür zenginliği ve Shannon indisi ile hesaplanan çeşitlilik değerlerinin yükselti ile istatistiksel anlamda önemli bir ilişkisi bulunmamıştır. Fakat ikinci aşamada uygulanan Temel Bileşenler Analizi neticesinde Shannon indisi ve tür zenginliğinin yükselti ile negatif ilişkisi tespit edilmiştir. Atalay, [26] tarafından yapılan bir çalışmada yükseltinin tür çeşitliliğini etkileyen en önemli yetişme ortamı faktörlerinden biri olduğu ifade edilmiştir. Bu durum destekler nitelikte yapılan pek çok araştırmada yükselti ve tür çeşitliliği arasında istatistiksel anlamda önemli ilişkiler belirlenmiştir. Örneğin Chang-Fu vd., [27] yapmış oldukları bir çalışmada tıpkı bu çalışmada olduğu gibi yükselti ile tür çeşitliliği arasında negatif ilişkiler tespit etmişlerdir. Pausas ve Austin [28] tarafından yapılan bir araştırmada ise çalışılan alandaki odunsu bitki tür çeşitliliği ile yükseltinin yine negatif ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Yükselti ile tür çeşitliliğinin negatif ilişkisinin bulunduğu benzer bir çalışma Sherman vd., [29] tarafından gerçekleştirilmiştir. Yine son yıllarda yapılan bir çalışmada Oğuzoğlu vd., [24] yükselti ile ortamda taksonomik çeşitliliğin istatistiksel olarak anlamlı negatif ilişkisini tespit etmiş olup, özellikle alfa çeşitliliği ile yükselti arasında bulunan negatif ilişkilerin daha önceki yapılmış olan çalışmalarla uyumundan bahsetmişlerdir.

Diğer yandan yükselti ile bitki çeşitliliği arasındaki ilişkiler bölgelere göre farklılıklar gösterebilmektedir. Zira Joseph vd., [30] yapmış oldukları çalışma neticesinde ortamda tür çeşitliliğini etkileyen en önemli yetişme ortamı faktörlerinin başında yükseltinin olduğunu belirtmişler ve yükseltinin deniz seviyesinden itibaren artması ile bitki çeşitliliğinin de arttığını ifade etmişlerdir. Yine Iberian yarımadasında çiçeksiz bitki tür çeşitliliği [31] ve Güneybatı Afrika (Nama Karoo)'da damarlı bitki tür çeşitliliği [32]'nin yükselti ile istatistiksel anlamda önemli pozitif ilişkileri tespit edilmiştir. Bu çalışmaların haricinde yine son yıllarda konuya ilişkin olarak yükselti ile tür çeşitliliği arasında önemli pozitif ilişkilerin olduğu sonucuna ulaşılan benzer çalışmaların bulunduğunu da ifade etmek mümkündür [7,8].

Tüm bu çalışmalar ortamda yükseltinin tür çeşitliliğini etkileyen oldukça önemli bir yetişme ortamı koşulu olduğunu ortaya koymaktadır. Fakat burada ilişkinin yönünün ne olacağını söylemenin pek mümkün olmadığı anlaşılmaktadır. Zira Lundholm ve Larson [33] Bruce Yarımadası Milli Parkı'nda (Ontario, Kanada) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, damarlı bitki tür çeşitliliğinin yükseltiye bağlı olarak önce zenginleşen, daha sonra ise azalan bir ilişkisini belirtmişlerdir. Burada bilinmesi gereken durum aslında yükseltinin ortamda iklim koşullarını etkilediği ve yükseltiye bağlı değişen iklim koşullarının, ortamdaki bitki türlerinin ekolojik tolerans aralıklarına göre çeşitliliği şekillendirdiğidir. Nitekim bu çalışmada yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin yükselti ile birlikte karaçam meşcerelerindeki tür çeşitliliği ile olan ilişkisi ise bu durumdan ileri gelmektedir.

Yöredeki karaçam meşcerelerinde tür çeşitlilik değerlerinin yıllık ortalama sıcaklık artışı ile arttığı görülmektedir. Fakat çalışmada diğer bir iklim parametresi olan yağışın ise tür çeşitliliği ile istatistiksel anlamda önemli bir ilişkisi tespit edilememiştir. Bu durum aslında beklenen bir sonuçtur. Çünkü yörede karaçam meşcereleri yaklaşık

1100 m ile 1775 m arasında değişim göstermekte olup, aradaki yükselti farkı 675 m'dir. Bu yükselti farkında 3,9 °C'lık bir sıcaklık değişimi tespit edilirken, yağış farkının ancak 50 mm ile sınırlı kaldığı görülmüştür. Daha açık bir ifade ile bu çalışmada belli bir yükseltinin üstündeki karaçam meşcerelerindeki ekstrem iklim koşullarında, yağışın yükselti artışına bağlı düşük varyasyona, sıcaklığın ise daha yüksek varyasyona sahip olması durumu, ortamda yükselti-sıcaklık-tür çeşitliliği ilişkisini ortaya çıkarırken, yağışın bu durumda önemsiz kalmasına sebep olmuştur. Burada yine bilinmesi gereken her ortamda böyle bir sonucun beklenmesinin doğru olmayacağı, yükselti ve ortamdaki tür çeşitliliği ilişkilerinin genel olarak yükseltiye bağlı iklim parametrelerindeki varyasyonla açıklanabileceğidir. Zira konuya ilişkin yapılan bir çalışmada bitki çeşitliliği bakımından zengin olan alanların yağışın yüksek, yıllık ortalama sıcaklığın ise düşük olduğu yerler olarak tespit edilmesi bu durumu desteklemektedir [30].

Diğer yandan yine bu çalışma kapsamında uygulanan Pearson Korelasyon Analizi neticesinde Shannon ve Berger-Parker indisleri ile hesaplanan alfa tür çeşitliliği ile eğim arasında pozitif yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Lorenzo vd. [34]'nin İtalya'da yapmış oldukları bir çalışmada Alpin zon bölgelerinde bitki tür zenginliği üzerinde yetiştirme ortamı faktörlerinin etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda yükselti ve eğimin en önemli yetiştirme ortamı faktörü olduğunu belirlemiştir. Ayrıca burada olduğu gibi ortamda eğim artışının alfa tür çeşitliliğinin artmasına sebep olduğunu belirten başka çalışmalar mevcuttur [35]. Fakat yine yüksek eğim derecesine sahip her alanda tür çeşitliliğinin artacağını söylemek pek mümkün değildir. Zira eğim ile olan ilişkiler ortamda sıcaklık, toprak derinliği, su ve besin ekonomisi gibi durumları etkilemekte olup tür çeşitliliği üzerinde oldukça karmaşık ilişkilere sebep olabilmektedir.

Pearson Korelasyon Analizi sonuçlarına göre yörede karaçam meşcerelerinde toprak taşlılığının arttığı durumlarda ise Berger-Parker haricindeki diğer indislerden hesaplanan alfa tür çeşitlilik değerleriyle negatif bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Çeşitlilik indisleri ile diğer çevresel faktörler arasında istatistiksel anlamda bir ilişki tespit edilememiştir.

Çalışmada ikinci aşamada uygulanan Temel Bileşenler Analizinde yine benzer sonuçlar elde edilmesine rağmen, Korelasyon Analizinde istatistiksel olarak önemli sonuç vermeyen bazı değişkenlerin burada ilişki durumları tespit edilmiştir. Örneğin Korelasyon Analizinde istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermeyen tür zenginliğinin Temel Bileşenler Analizi sonucunda çevresel değişkenler ile ilişkili olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu tip çalışmalarda ilişkilerin Korelasyon Analizi gibi sadece ikili doğrusal ilişkileri baz alan yöntemler üzerinden yorumlanmasının doğru olmayacağı, bu aşamada Temel Bileşenler Analizi gibi çok değişkenli analiz yöntemlerinden faydalanılması gerektiği anlaşılmaktadır. Diğer yandan Temel Bileşenler Analizinde bolluk verilerine dayalı indisler ile hesaplanan çeşitlilik değerlerinin çevresel değişkenlerle olan ilişki katsayılarının, doğrudan tür zenginliği ile olan ilişki katsayılarından daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu durum ise yukarıdaki yorumları desteklemekte olup, çeşitlilik-yetiştirme ortamı ilişkilerinin ele alındığı çalışmalarda sadece tür zenginliğinin dikkate alınmasının yeterli olmayacağı ve ilişkilerin yorumlanması aşamasında ise farklı istatistiksel yöntemlerden faydalanılması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Son olarak bu çalışmada ilişkiler ikili doğrusal ilişkiler ve çok değişkenli analiz yöntemleri üzerinden açıklanmaya çalışılmış olup kısmi farklılıkların olduğu görülmüştür. Fakat tür çeşitliliği-yetiştirme ortamı ilişkilerinin oldukça kompleks olduğu düşünüldüğünde, ilişkilerin daha net ortaya konulması aşamasında ayrıca çeşitli modelleme tekniklerinin de kullanılmasının uygun olacağını önermek mümkündür.

Teşekkür

Bu çalışma; Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje No: 1161-YL-05) tarafından desteklenmiş ve Uluslararası Ekoloji 2018 Sempozyumu (International Symposium of Ecology 2018)'nda özet bildiri olarak yayınlanmıştır.

Kaynaklar

- [1] Leemans, R. (1999). Modelling for species and habitats: new opportunities for problem solving. *The Science of the Total Environment*, 240, 51-73.
- [2] OGM, (2015). Türkiye Orman Varlığı-2015. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara, 32 s.
- [3] Güner, Ş., Çömez, A., Özkan, K., Karataş, & R., Çelik, N. (2016). Türkiye'deki karaçam ağaçlandırmalarının verimlilik modellemesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(1), 159-172.
- [4] Saatçioğlu, F. (1976). Silvikültür I, Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, İ.Ü. Yayın No: 2187, Orman Fak. Yayın No: 222, Sermet Matbaası, İstanbul, 423 s.
- [5] Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, U.K.
- [6] Thompson I. D., Mackey B., McNulty S., & Mosseler A. (2009) . *Forest Resilience, Biodiversity and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationships in forest ecosystems - Secretariat of the Convention on Biodiversity*, Montreal, 43, 67-73.

- [7] Özkan, K. (2006). Beyşehir Gölü Havzası Çarıkisaraylar Yetiştirme Ortamı Yörelere Grubunda Fizyografik Yetiştirme Ortamı Faktörleri ile Ağaç ve Çalı Tür Çeşitliliği Arasındaki İlişkiler Analizi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 157-166.
- [8] Negiz, M. G., Kurt, E. Ö., & Şentürk, Ö. (2017). Isparta-Yenişarbademli Yöresi ormanlık alanlarında tür merkezli tıbbi ve aromatik bitki tür zenginliğinin hesabı üzerine örnek bir çalışma. *Turkish Journal of Forestry*, 18(4), 282-288.
- [9] Özkan, K. (2016). Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri (α , β ve γ) Nasıl Ölçülür? Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, No:98, 142 s., Isparta, Türkiye.
- [10] Özkan, K., & Kuzugüdenli, E. (2010). Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresinde kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) verimliliği ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 16-29.
- [11] Özçelik, H., & Korkmaz M. (2002). Contributions to the flora of Sutçuler- Isparta (Turkey). *Bulletin of Pure and Applied Sciences*, 21(1), 1-19.
- [12] Zech, W., & Çepel, N. (1972). Güney Anadolu'daki Bazı Kızılçam Mesçerelerinin Gelişimi ile Toprak ve Reliyef Özellikleri Arasındaki İlişkiler, İstanbul Matbaası, İstanbul.
- [13] Weiss, A. (2001). Topographic position and landforms analysis. Poster presentation, ESRI user conference, San Diego, CA. Vol. 200.
- [14] Aertsen, W., Kint, V., Van Orshoven, J., Özkan, K., & Muys, B. (2010). Comparison and ranking of different modelling techniques for prediction of site index in Mediterranean mountain forests. *Ecological Modelling*, 221, 1119-1130.
- [15] Beers, T. W., Dress, P. E., & Wensel, L. C. (1966). Notes and Observations: Aspect Transformation In Site Productivity Research. *Journal of Forestry*, 64(10), 691-692.
- [16] Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1- km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302-4315.
- [17] Fontaine, M., Aerts, R., Özkan, K., Mert, A., Gülsoy, S., Süel, H., ... Muys, B. (2007). Elevation and Exposition Rather Than Soil Types Determine Communities and Site Suitability in Mediterranean Mountain Forests of Southern Anatolia, Turkey. *Forest Ecology and Management*, 247, 18-25.
- [18] Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- [19] Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148), 688-688.
- [20] Pielou, E. C. (1975). *Ecological Diversity*, New York, Wiley InterScience.
- [21] Berger, W. H., & Parker, F. L. (1970). Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep Sea Sediments. *Science*, 168, 1345-1347.
- [22] Peet, R. K. (1974). The Measurement of Species Diversity. *Annual review of ecology and systematics*, 5, 285-307.
- [23] Özdamar, K. (2002). Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi. Eskişehir, Kaan Kitabevi.
- [24] Oğuzoğlu, Ş., Sinpari, G., & Özkan, K. (2013). The relationships between taxonomic diversity and some environmental factors: A case study of Yazılı Canyon Nature Park. GeoMed 2013 The 3rd International Geography Symposium, Eds: Efe, R., Atalay, İ., Cürebal, İ., 10-13 June, 2013, Kemer Antalya, pp. 509-518.
- [25] Şentürk, Ö., & Özkan, K. (2017). Calculating landscape diversity with alpha diversity indices. *Journal of Environmental Biology*, 38, 931-936.
- [26] Atalay, İ. (2006). The Effects of Mountainous Areas on Biodiversity: A Case Study From The Northern Anatolian Mountains And The Tauros Mountains. 8th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartograph, Band, 41, 17-26.
- [27] Chang-Fu, H., Zueng-Sang, C., Yueh-Mei, H., Kuoh-Chieng, Y., & Tsung-Hsin, H. (1998). Altitudinal Zonation of Evergreen Broad-leaved Forest on Mount Lopei, Taiwan. *Journal of Vegetation Science*, 9, 201-212.
- [28] Pausas, J. G., & Austin, M. P. (2001). Patterns of Plant Species Richness in Relation to Different Environments: An Appraisal. *Journal of Vegetation Science*, 12, 153-166.
- [29] Sherman, R. E., Martin, P. H., & Fahey, T. J. (2005). Vegetation-Environmental Relationships in Forest Ecosystems of the Cordillera Central, Dominican Republic. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 132(2), 293-310.
- [30] Joseph, S., Reddy, S. C., Pattanaik, C., & Sudhakar, S. (2008). Distribution of Plant Communities along Climatic and Topographic Gradients in Mudumalia Wildlife Sanctuary (Southern India). *Biological Letters*, 45(1), 29-41.

- [31] Pausas, J. G., & Sáez, L. (2000). Pteridophyte richness in the NE Iberian Peninsula: Biogeographic patterns. *Plant ecology*, 148(2), 195-205.
- [32] Burke, A., Esler, K. J., Pienaar, E., & Barnard, P. (2003). Species richness and floristic relationships between mesas and their surroundings in southern African Nama Karoo. *Diversity and Distributions*, 9(1), 43-53.
- [33] Lundholm, J. T., & Larson, D. W. (2003). Relationships between spatial environmental heterogeneity and plant species diversity on a liestone pavement. *Ecography* 26, 715-722.
- [34] Lorenzo, M., Michele, S., Sebastian, K., Johannes, I., & Angelo, P. (2007). Effects of local factors on plant species richness and composition of Alpine meadows. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, 119, 281-288.
- [35] Shaltout, K. H., El-Keblawy, A. A., & Mousa, M. T. (2008). Vegetation Analysis of Some Desert Rangelands in United Arab Emirates. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 3 (3), 149-155.



Pollen morphology of the some taxa belonging to *Veronica* L. (Plantaginaceae) and Its taxonomic importance

Birol BAŞER^{*1}, Sedat KOCAMAN², Murat KURŞAT¹

ORCID: 0000-0002-9305-8759; 0000-0002-4227-5171; 0000-0002-0861-4213

¹ Bitlis Eren Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 13000, Bitlis, Turkey

² Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji ABD, 13000, Bitlis, Turkey

Abstract

In this study, the genus *Veronica* L. (Plantaginaceae) from the Plantaginaceae family *Veronica bozakmanii* M.A.Fisch., *Veronica triphyllos* L., *Veronica persica* Poir., *Veronica triloba* Opiz., *Veronica anagallis-aquatica* L., *Veronica oxycarpa* Boiss., *Veronica cinerea* Boiss. & Balansa., *Veronica macrostachya* Vahl. subsp. *mardinensis* (Bornm.) M. A. Fisch., *Veronica orientalis* L. subsp. *orientalis*, *Veronica orientalis* L. subsp. *nimrodi* (Richt. ex Stapf) M.A. Fisch taxa were investigated in terms of palynological features. The specimens of this taxa were collected during the field surveys were investigated using Light Microscope (LM) and Scanning Electron Microscope (SEM). As a result of this study some common traits of the taxa found out such as pollen tectate, the pollen shapes being subprolate, prolate and the symmetry being heteropolar. Also, the type of the aperture is tricolpate. The SEM microphotographs shows that the ornamentations are reticulate, scabrate-perforate and striate-microreticulate.

Key words: Plantaginaceae, pollen morphology, SEM, *Veronica*

----- * -----

Veronica L. (Plantaginaceae) cinsine ait bazı taksonların polen morfolojileri ve onun sistematik önemi

Özet

Bu çalışmada Plantaginaceae familyasından *Veronica* L. (Plantaginaceae) cinsine ait *Veronica bozakmanii* M.A.Fisch., *Veronica triphyllos* L., *Veronica persica* Poir., *Veronica triloba* Opiz., *Veronica anagallis-aquatica* L., *Veronica oxycarpa* Boiss., *Veronica cinerea* Boiss. & Balansa., *Veronica macrostachya* Vahl. subsp. *mardinensis* (Bornm.) M. A. Fisch., *Veronica orientalis* L. subsp. *orientalis*, *Veronica orientalis* L. subsp. *nimrodi* (Richt. ex Stapf) M.A. Fisch taksonlarının palinolojik özellikleri açısından incelenmiştir. Bu taksonlara ait örnekler yapılan arazi çalışmalarında toplanmıştır. Bu cinse ait taksonlar IM ve SEM kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda polenin tektat, polen şekillerinin subprolat, prolat olması ve simetrisinin heteropolar olması gibi bazı özellikler bulunmuştur. Ayrıca SEM mikrofotografı da ornamentasyon yapılarının retikulat, skabrat-perforat ve striat-mikroretikulat olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Plantaginaceae, polen morfoloji, SEM, *Veronica*

1. Introduction

Plantaginaceae includes 94 genera and 1900 species throughout the world [1]. *Veronica* L. is a multifarious genus of *Veronicaceae* sensu Angiosperm Phylogeny Group with approximately 450 species in the world. It is commonly distributed throughout the North and South Hemispheres. The taxa of this genus have a high ecological variety and they exist in many different habitats from arid steppes to freshwaters and from sea level to high alpine regions [2]. *Veronica* L. genus is a member of Plantaginaceae sensu APG previously included in Scrophulariaceae [3]

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905427430485; Fax.: +904342229143; E-mail: baser2007@gmail.com

and in addition, they have transferred *Antirrhinum* L., *Calceolaria* L., *Digitalis* L., *Gratiola* L., *Limnophila* R., *Linaria* Mill., *Lindernia* All., *Nemesia* Vent., *Penstemon* Schmid., *Scoparia* L. and *Veronica* L. genera, which were included in Scrophulariaceae, to Plantaginaceae family based on molecular criteria [4; 5].

Veronica was represented with 89 taxa in Turkey before [6]. However, the taxon number of *Veronica* has reached to 107 by the addition of several new taxa; 35 of these taxa are endemic, so the endemism rate is 33% in Turkey [7; 8; 9; 10; 11].

The first description of *Veronica* pollen has been performed by Risch [12]. Also, recent studies have given an idea about the morphological variety in *Veronica* pollen and the genera belonging to it [13; 14]. 19 species of *Veroniceae* family, including 49 species, has been examined using SEM and LM [15]. The pollen morphology of 13 species of *Veronica* genus in southwest Spain has been examined using LM and SEM. This study demonstrates the eurypalinous structure of the genus. Due to exine ornamentation of pollens, two morphological types have been identified: rugulate and scabrate [16]. The pollen morphology of 17 species has been examined and three different outer shell ornaments (rugulate-perforate, microreticulate and psilate) have been defined [17].

Purpose of this study is to provide detailed palyno-morphological properties of 10 taxa belonging to the genus *Veronica* L. by using SEM and LM.

2. Materials and methods

In this article, the samples used are taxa belonging to *Veronica* genus collected from Elazığ and Bitlis provinces.

Specimens investigated: *Veronica bozakmanii*; B8-Bitlis, eastern slopes of mount Kambos, 27.03.2014, 38° 19' 29.58" K, 42° 00' 33.33" D, 1400-1600 m, M. Karataş 1594, Det. M. Kürşat. *Veronica triphyllos*; B7-Elazığ: Baskil, Yukarımahalle hamlet, slopes, 1650-1800m. 1650 m, M. Karataş 1522, Det. M. Kürşat. *Veronica anagallis-aquatica*; B8-Bitlis, northern slopes of mount Kambos, Step, 38° 19' 23.26" K, 41° 59' 42.29" D, 1800-1950 m, M. Karakaş 1500, Det. M. Kürşat. *Veronica oxycarpa*; B8-Bitlis, Northern Slopes of Mount Kambos, Ağaçköprü village, stream edges, 38° 20' 11.95" K, 42° 00' 10.88" D, 1350-1450, M. Karakaş 1963, Det. M. Kürşat. *Veronica orientalis* subsp. *orientalis*; B7-Baskil, Bolucuk hamlet and surroundings, garden interiors, 1580 m, M. Kürşat 7002, Det. M. Kürşat. *Veronica cinerea*; B7-Elazığ: Sivrice, Gözeli Plain, between Şirinyazı-Kamışlık Mountain and Field Edge, 1600-1650 m, M. Kürşat 7005, Det. M. Kürşat. *V. triloba*; B7 Elazığ: Baskil, Bolucuk hamlet sub-places, Quercus area, 1410-1480 m, M. Kürşat 7004, Det. M. Kürşat. *V. persica*; B7- Elazığ: Baskil, Hacımustafa south of village, hillsides, 1750-1950 m, M. Kürşat 7007, Det. M. Kürşat. *Veronica orientalis* subsp. *nimrodi*; B7- Elazığ: Sivrice, Reeds Mountain, Tarlatepe Village Surroundings, Slopes, 1450-1760 m, M. Kürşat 7003, Det. M. Kürşat. *Veronica macrostachya* subsp. *mardinensis*; B7- Elazığ: Baskil, Bolucuk hamlet and surroundings, garden interiors, 1580 m, M. Kürşat 7008, Det. M. Kürşat.

Pollen slides were prepared using Wodehouse [18]. The pollen in the preparations prepared by using wodehouse method was examined morphologically with x100 immersion objective magnification in Olympus BX-3 light microscope. The microphotographs of the pollens were taken with an Olympus BX-41 microscope by taking their equatorial and polar views. SEM microphotographing performed to view the surface of pollens in detail and examine their apertures was performed in ZEISS supra 55 Electron microscope. The terminologies of Hesse et al. [19] were followed.

3. Results

Palynomorphological features of *Veronica* in Tables 1 and Figures 1-2-3. *Veronica* are monad, radially symmetrical, isopolar, prolate-spheroidal, prolate and subprolate with the polar axes 21.95–45.26 µm and the equatorial diameters 15.61–35.58 µm (Table 1). Their dimensions are smaller in *V. orientalis* L. subsp. *orientalis* and larger in *V. triloba* Opiz. The outline of all pollen grains is circular in equatorial view and triangular in polar view; intersemiangular (Table 1; Figures 1-2-3). The pollen grains of *Veronica* are trizonocolpate. Colpus is long (18.69–38.32 µm) and narrow or broad (4.75–7.60 µm); margins distinct, regular and ends acute. Aperture membrane ornamented (Table 1; Figures 1-2-3). The exine ranges from 0.90 to 0.99 µm. The intine is 0.36–0.51 µm thick. *V. bozakmanii* M.A.Fisch. exine sculpturing is reticulate. The number of lumina per 1 µm² is 8-9, the size of the lumina of the pollen grains is approximately 0.77 µm, and the average thickness of the muri is 0.37 µm The reticula are heterobrachate. *V. triphyllos* L. exine sculpturing is scabrate-perforate. The number of scabrae per 1 µm² is 5; scabrae width 0.13 µm, scabrae length 0.20 µm. The number of perforae per 1 µm² is 4. Exine sculpturing is striate-microreticulate in all investigated other species (Table 1; Figures 1-2-3).

Table 1. Palynomorphological parameters of *Veronica* Genus

Taxon	P (μm)	E (μm)	P/E ratio	Ex (μm)	In (μm)	clt (μm)	clg (μm)	Or
<i>V. bozakmanii</i>	40.16 \pm 2.99	31.35 \pm 2.54	S	0.98 \pm 0.11	0.51 \pm 0.19	5.91 \pm 1.09	31.43 \pm 3.56	Re
<i>V. triphyllos</i>	32.74 \pm 3.77	25.39 \pm 3.53	S	0.90 \pm 0.19	0.49 \pm 0.16	6.00 \pm 1.09	25.25 \pm 2.24	Sc-per
<i>V. persica</i>	34.37 \pm 2.67	22.78 \pm 2.46	P	0.92 \pm 0.13	0.38 \pm 0.13	6.49 \pm 0.79	27.78 \pm 4.22	St-mr
<i>V. triloba</i>	45.26 \pm 3.03	35.58 \pm 3.37	S	0.99 \pm 0.11	0.43 \pm 0.18	7.42 \pm 0.84	38.32 \pm 3.36	St-mr
<i>V. anagallis - aquatica</i>	27.65 \pm 4.02	22.02 \pm 4.55	S	0.97 \pm 0.12	0.37 \pm 0.16	5.38 \pm 1.39	22.61 \pm 3.49	St-mr
<i>V. oxicarpa</i>	23.96 \pm 1.05	17.96 \pm 1.23	P	0.94 \pm 0.13	0.42 \pm 0.13	4.75 \pm 0.51	19.84 \pm 0.75	St-mr
<i>V. cinerea</i>	28.26 \pm 4.19	21.26 \pm 3.12	P	0.95 \pm 0.12	0.42 \pm 0.17	5.55 \pm 0.77	23.34 \pm 3.27	St-mr
<i>V. macrostachya</i> subsp. <i>mardinensis</i>	36.62 \pm 3.17	25.87 \pm 2.48	P	0.94 \pm 0.13	0.43 \pm 0.17	6.03 \pm 1.02	32.39 \pm 3.54	St-mr
<i>V. orientalis</i> subsp. <i>orientalis</i>	21.95 \pm 1.59	15.61 \pm 1.20	P	0.93 \pm 0.13	0.36 \pm 0.13	4.75 \pm 0.68	18.69 \pm 1.35	St-mr
<i>V. orientalis</i> subsp. <i>nimrodi</i>	33.26 \pm 3.01	29.51 \pm 2.58	P-s	0.95 \pm 0.12	0.45 \pm 0.15	7.60 \pm 1.31	26.67 \pm 2.05	St-mr

P: Polar axis, **E:** Equatorial diameter, **P-s:** Prolate-spheroidal, **S:** Subprolate, **clg:** Colpus longitude(length), **clt:** Coplus latitude(width), **Ex:** Exine thickness, **In:** Intine thickness, **Or:** Ornamentation, **Sc-per:** Scabrate-perforate, **St-mr:** Striate-microreticulate, **Re:** reticulate

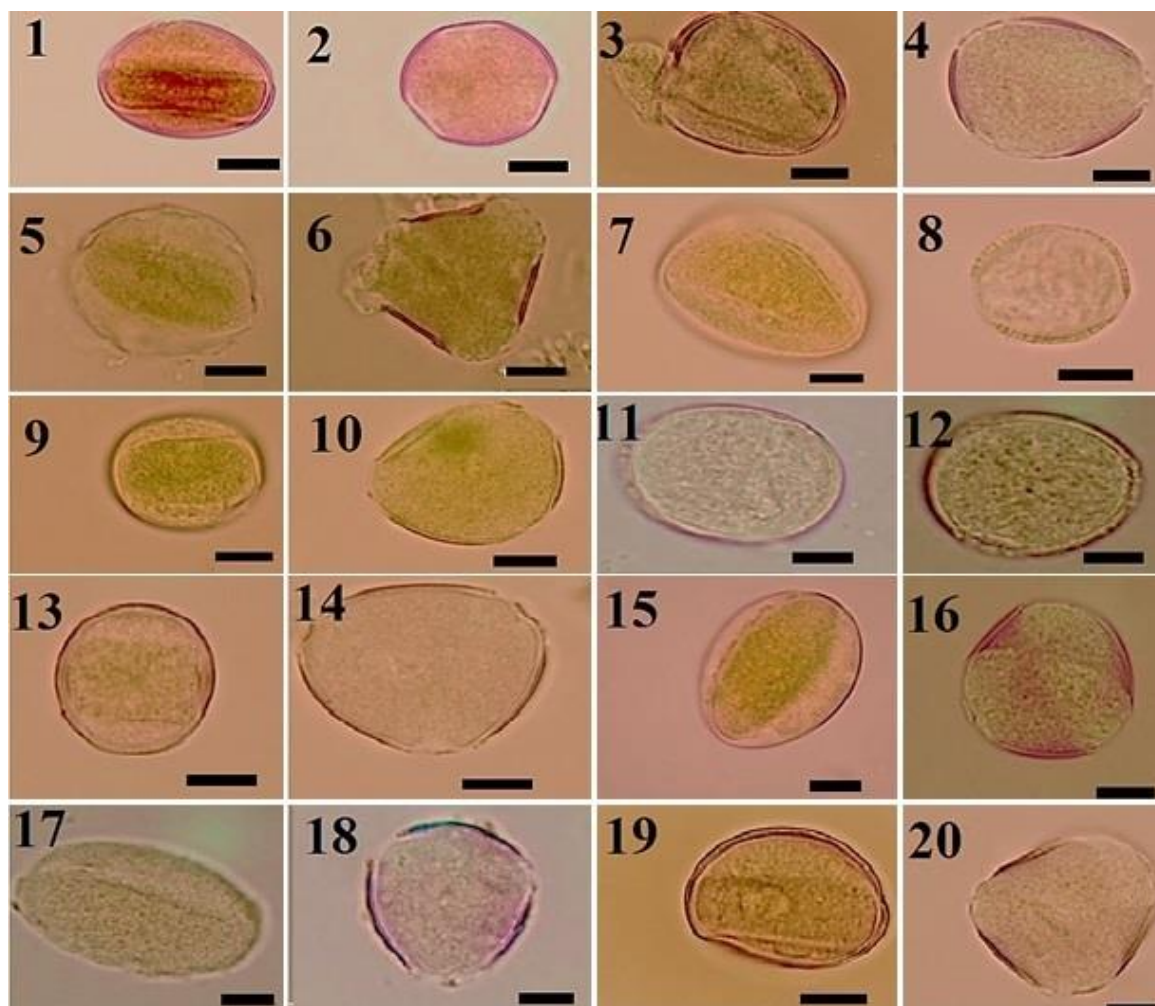


Figure 1. Pollen morphology of *Veronica* by light microscopy. (1-2) *V. bozakmanii*, (3-4) *V. triphyllos*, (5-6) *V. persica*, (7-8) *V. triloba*, (9-10) *V. anagallis-aquatica* (11-12) *V. oxicarpa*, (13-14) *V. cinerea*, (15-16) *V. macrostachya* subsp. *mardinensis*, (17-18) *V. orientalis* subsp. *orientalis*, (19-20) *V. orientalis* subsp. *nimrodi* (scale bar 10 μm)

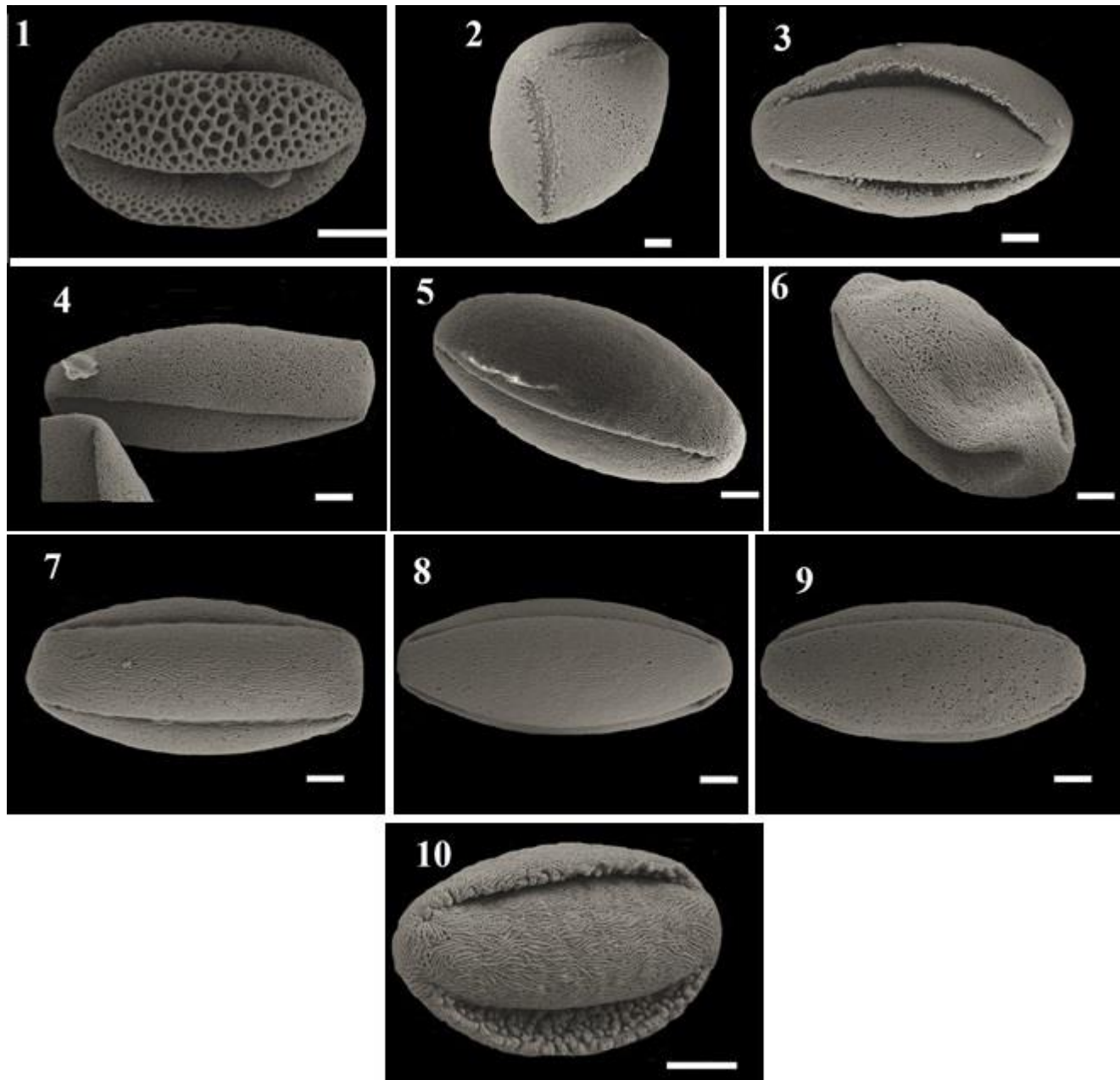


Figure 2. Pollen morphology of *Veronica* by scanning electron microscopy (General view). 1-*V. bozakmanii*, 2-*V. triphyllos*, 3-*V. persica*, 4-*V. triloba*, 5-*V. anagallis-aquatica*, 6-*V. oxycarpa*, 7-*V. cinerea*, 8-*V. macrostachya* subsp. *mardinensis*, 9-*V. orientalis* subsp. *orientalis*, 10-*V. orientalis* subsp. *nimrodi* (scale bar 1 μm)

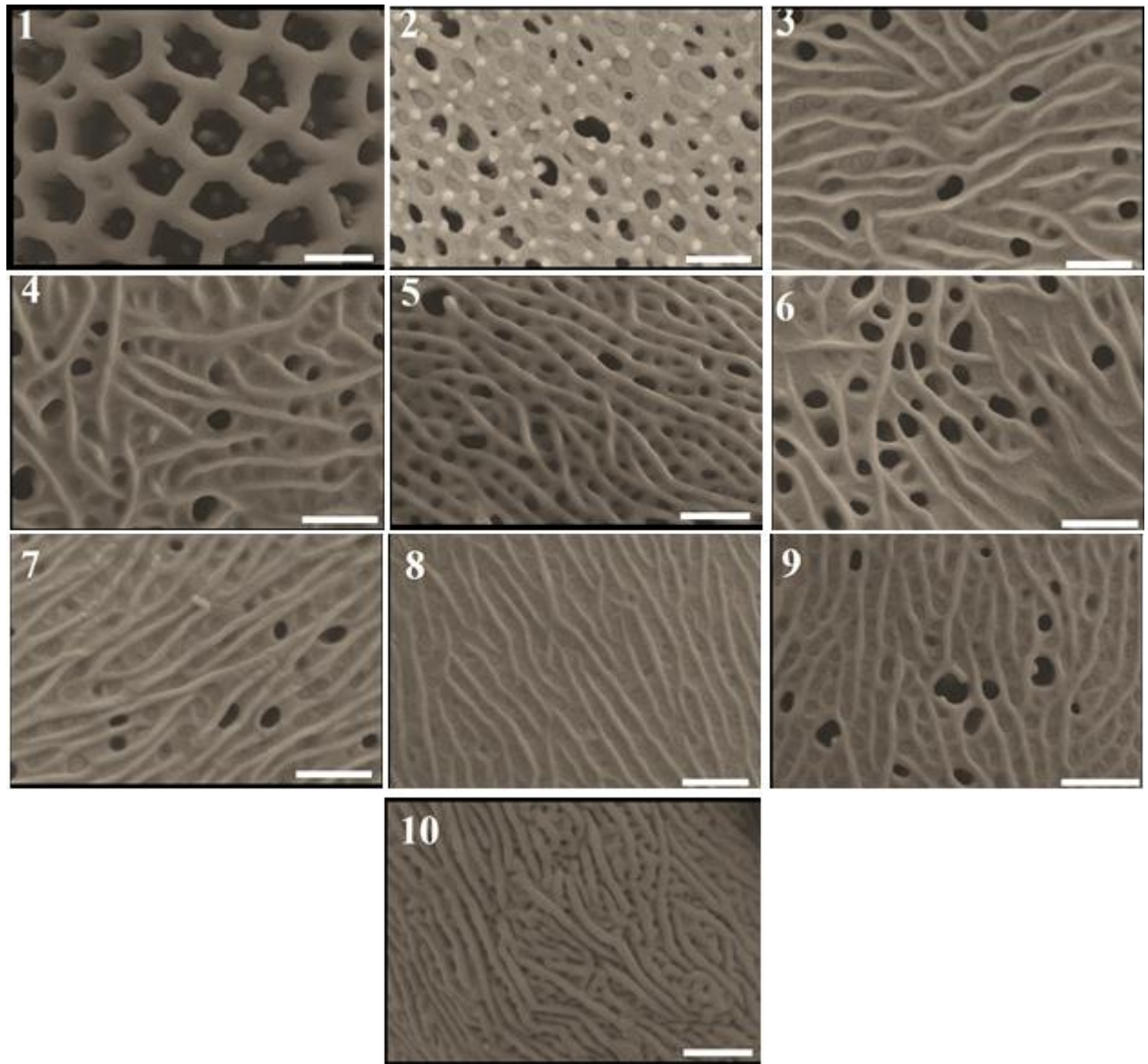


Figure 3. Pollen morphology of *Veronica* by scanning electron microscopy (Ornamentation). 1-*V. bozakmanii*, 2-*V. triphyllos*, 3-*V. persica*, 4-*V. triloba*, 5-*V. anagallis-aquatica*, 6-*V. oxycarpa*, 7-*V. cinerea*, 8-*V. macrostachya* subsp. *mardinensis*, 9-*V. orientalis* subsp. *orientalis*, 10-*V. orientalis* subsp. *nimrodi* (scale bar 1 μm)

4. Conclusions and discussion

The pollen morphology of the 10 taxa of *Veronica* genus included in Plantaginaceae was studied in detail using light microscope and SEM. Some authors have emphasized that there is a close relationship between Plantaginaceae and Scrophulariaceae [20; 21].

In the first studies conducted on the pollens of Plantaginaceae stenopalynous family, they have not associated pollen characteristics with the taxonomy of the family [22; 23]. Pollen grains of Plantaginaceae are generally characterized by having medium-sized or small, radial symmetry, apolar, polypantaporate (periporate) 4-15 apertures; being porate, spheroidal, prolate-spheroidal shaped; being with or without operculum, with or without annulus, having scabrate, verrucate, verrucate-granulate and areolate ornamentation without costa, and being anemophilous [24; 25; 26].

As a result of the study we conducted using light microscope, it was determined that the pollen grains of *Veronica* taxa had exine of 0.92-0.99 μm , intine of 0.36-0.51 μm , polar axis of 21.95-45.26 μm , equatorial axis of 15.61-35.58 μm , colpus length of 18.69-38.32 μm , and colpus width of 4.75-7.60 μm . As a result of the study we performed with SEM, it was found that the pollens of *Veronica* taxa had prolate, subprolate and prolate-spheroidal pollen shapes and their ornamentations were reticulate, striate-microreticulate and microecinate-perforate and their exine structure was tectate. Also, the lumina number in 1 μm^2 was 9 on average, the scabrate number in 1 μm^2 was 10.5 on average, the muri thickness was 0.23 μm in μm^2 , and the lumina diameter was 0.43 μm (Table 1 Figure 1-2-3).

İnceoğlu & Karamustafa [27] studied on 6 taxa of *Veronica* genus with Wodehouse and Erdtman methods. The pollen grains of *Veronica* genus are tricolpate, oblate-spheroidal and spheroidal and their exine ornamentation is granulate. The average values of the pollen size of the examined species were 33.3 x 33.7 µm according to Wodehouse. According to Erdtman, the average values were measured to be 32.8 x 24.2 µm. In the present study, only Wodehouse method was used. The average (P) was 32.4 µm and (E) was 24.7 µm. The pollens of *Veronica* genus were prolate, subprolate, prolate-spheroidal and their exine ornamentation was reticulate and striate-reticulate.

Martinez-Ortega et al. [28] studied 30 taxa of *Veronica* using light and scanning electron microscopes. Their pollen was averagely 30.8 µm (P) and 28.7 µm (E) and their pollen shapes are tricolpate and occasionally 2-4 colpate. Their ornamentation is rugulate-perforate or verrucate. Also, two types of ornamentation were determined: rugulate-reticulate and striate-microreticulate. The average values of the pollens of the common taxa (*V. triphyllos* L., *V. persica* Poir., *V. triloba* Opiz, *V. anagallis* subsp. *aquatica* L.) in the present study were 30 x 26.4 µm. The pollen shapes were tricolpate and unlike this study, their ornamentation was striate-reticulate.

Four species of *Veronica* genus were examined using light and scanning electron microscope [29]. In a previous study, the pollen type was found to be tricolpate in *V. persica* pollens, perprolate in *V. officinalis* L., subprolate in *V. multifida* L. and oblate-spheroidal in *V. beccabunga* L. In terms of size, the examined *Veronica* pollen had 27.38 x 19.40 µm on average. The sizes of the pollens varied between 16.7 x 13.3 µm in *V. multifida* L. and 39.5 x 19.5 µm in *V. persica* Poir. Operculum ornamentation was mostly rugulate-perforate in *V. multifida* L. and verrucate-perforate in *Veronica persica* Poir., *Veronica beccabunga* L. and *Veronica officinalis* L. species. Ornamentation were striate-reticulate and striate-microreticulate.

In the present study, the pollen size in *V. persica* was between 34.37 µm (P) and 22.78 µm (E) and the pollen type was found to be tricolpate and unlike this study, ornamentation was determined to be striate-reticulate. Martine-Ortega et al. [28] and Kaplan et al. [29] found that the taxonomic value of pollen characters in *Veronica* species examined by them was limited and remarkable and the differences between the pollen were not a very important character for the taxonomy of this genus and stated that striate-reticulate ornamentation was the most frequent ornamentation in *Veronica*.

Studies have been conducted to demonstrate and assess the taxonomic importance of the palynological characteristics of 6 genera and 9 species of Scrophulariaceae [30]. The equatorial and polar axis sizes of the pollens in *V. anagallis-aquatica* L. species are 25 µm and 21 µm on average, respectively and their pollen shape are sub-prolate. The pollen size in *V. melissifolia* Poir. species is 34.5 x 25 µm on average and their pollen shape is prolate. The pollen size in *V. persica* is 25.83 x 27.5 µm and their pollen shape is oblate-spheroidal. In the present study, the pollen size of *V. anagallis-aquatica* L. was 27.65 x 22.02 µm and their pollen shape was sub-prolate and their ornamentation was striate-reticulate and it had similarity with this study. The pollen size in *V. persica* was 34.37 x 22.78 µm and we found the pollen shape to be prolate unlike this study.

In the study conducted by El-Amier [31] in 25 species of different genera, it was observed that the apertures of the researched pollens were mostly colporate, colpate, porate and rarely inaperturate. *V. anagallis-aquatica*, one of the studied species, was determined to be tricolporate and subprolate. In the present study, the pollen of *V. anagallis-aquatica* L. species was tricolporate, its exine ornamentation was striate-reticulate and its pollen shape was subprolate and it was different from this study.

Yaylacı et al. [32] performed measurements with the published species (*V. ersin-yucelii* Yaylacı, O. Koyuncu & Ocak) *V. caespitosa* Boiss. and *V. multifida* L. species using Wodehouse and Erdtman Methods and they compared them. As a result, the pollens of these species had radial symmetry, was isopolar, prolate-subprolate and tricolpate, operculum was rugulate-perforate and the ornamentation was striate-reticulate.

It was determined that the data obtained on *Veronica* genus was compatible with the previous studies and the pollen shapes of this species were prolate and subprolate, exine was 0.92-0.98 µm, exine ornamentation was reticulate and striate-reticulate, and its size was averagely 32.42 µm (P) and 24.73 µm (E).

A study was conducted on the pollen morphology of 25 taxa of *Veronica* genus included in Plantaginaceae family. As a result of the study, the pollen size was measured to be averagely 10-25 µm in two species (*V. alpina* L., *V. arvensis* L.) and averagely 26-50 µm on average in the other species. The ornamentation was observed to be microreticulate in *V. allionii* Vill., *V. anagallis-aquatica*, *V. barrelieri* H.Schott ex Roem. & Schult., *V. spicata* L. species; striate-perforate in *V. cinerea* Boiss. & Balansa, microgemmate and perforate in *V. hederifolia* L. species, microreticulate and microechinate in *V. praecox* species, microechinate and perforate in *V. sublobata* M.A.Fisch. and *V. triloba* Opiz species and striate-microreticulate in the other species [33]. In the present study, the pollen sizes of the common species (*V. anagallis-aquatica* L., *V. cinerea* Boiss. & Balansa, *V. persica* Poir., *V. triloba* Opiz) were 33.88-25.41 µm and their ornamentation was observed to be striate-reticulate. While the ornamentation of *V. triloba* species in the present study was striate-reticulate, it was observed to be microechinate and perforate in this study.

In this study, morphological characteristics of pollen of 10 taxa belonging to *Veronica* L. (Plantaginaceae) genus were determined.

Acknowledgements

The authors thank to Assoc. Prof. Dr. Rıza BİNZET who is helper to take of electron photographs of pollen surface.

References

- [1] Christenhusz, M.J.M., Byng J.W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa* 261 (3): 201–217. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
- [2] Albach, D.C., Martínez-Ortega, M.M., Delgado, L., Weiss-Schneeweiss H., Özgökçe F., Fischer, M.A. (2008). Chromosome numbers in Veroniceae: review and several new counts. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 95: 543–566. <https://doi.org/10.3417/2006094>.
- [3] Albach, D.C., Meudt, H.M., Oxelman, B. (2005a). Piecing together the “new” Plantaginaceae. *American Journal of Botany*, 92 (2): 297–315.
- [4] Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., SKEVENS, P.E. (1999). *Plant Systematics, A phylogenetic Approach*. USA: *Sinauer Associates Inc.*, 373-375.
- [5] APG (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- [6] Fischer, M.A. (1978). *Veronica L.* In: Davis, P.H. (Ed.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh University Press, Edinburgh, 6: 689–753.
- [7] Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K. (Eds.). (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement)*. Vol. 10. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- [8] Ekim, T. (2000). *Veronica L.* In: Güner A., Özhatay N., Ekim T. & Başer K.H.C. (Eds.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement II)*. Edinburgh University Press, Edinburgh, 11: 194–196.
- [9] Öztürk, F., Öztürk, A. (2000). A8, B7, B9, B10, C10 Coğrafik Kareleri ve Türkiye için *Veronica L.* (Scrophulariaceae) Cinsine Ait Yeni Floristik Kayıtlar. *Y.Y.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6: 25-28,
- [10] Öztürk A. 2001. Two new species of *Veronica L.* (Scrophulariaceae) from Turkey, *V. vanensis* and *V. yildirimlii*. *The Herb Journal of Systematic Botany*, 8 (1): 5–8.
- [11] Vural, C., Özcan, S., Akbulut, M. (2009). New combination in *Veronica* (Scrophulariaceae s.l.) based on morphological characters and the seed storage protein polymorphism. *Journal of Systematics and Evolution*, 47 (2): 168–172. DOI: 10.1111/j.1759-6831.2009.00016.x
- [12] Risch, C. (1939). Die Pollenkörner der in Deutschland wild wachsenden Scrophulariaceen. *Ver. Dtsch. Bot. Ges.*, 57, 108–121.
- [13] Huang, T.C. (1972). *Pollen flora of Taiwan*. Taipei: Bot. Dept. Natl. Taiwan Univ. Press.
- [14] Hong, D.Y., Nilsson, S. (1983). On the validity of the genus *Cochlidiosperma* Reichenb. (Scrophulariaceae), as supported by additional palynological evidence. *Acta Phytotax Sin.*, 21: 146–150.
- [15] Hong, D.Y. (1984). Taxonomy and evolution of the Veroniceae (Scrophulariaceae) with special reference to palynology. *Opera Bot.*, 75:5-60.
- [16] Fernández, I., Juan, R. & Pastor, J. (1997). Morfología polínica de *Veronica L.* (Scrophulariaceae) en el suroeste de España. – *Acta. Bot. Malacit.* 22: 65 –72.
- [17] Saeidi-Mehrvarz, S., & Zarrei, H. (2006). Pollen morphology of some species of the genus *Veronica* (Scrophulariaceae) in Iran. *Wulfenia*, 13, 1–10.
- [18] Wodehouse, R.P. (1935). *Pollen Grains*. McGraw-Hill Book Company, New York, 574 pp.
- [19] Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S. (2009). *Pollen Terminology, An illustrated handbook*. 15-23. Springer-Verlag/Wien, Austria. DOI:10.1007/978-3-211-79894-2
- [20] Heywood, V.H. (1993). *Flowering plants of the world*, Oxford: Andromeda, Ltd. 1- 241
- [21] Mabberley, D.J. (1997). *The plant-book, a portable dictionary of the vascular plants*. 2nd Ed. p. 564, Cambridge: Cambridge University Press.
- [22] Erdtman, G. (1952). *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*. Angiosperms. Chronica Botanica Co.,
- [23] Kupriyanova, L.A. & Alyoshina, L.A. (1978). Pollen dicotyledonearum Florae Partis Europaeae. URSS. Lamiaceae-Zygophyllaceae. (in Russian). *Nauka* 184 p. Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences.
- [24] Perveen, A. & Qaiser, M. (2004). Pollen flora of Pakistan. -XXXVIII. Plantaginaceae. *Pak. J. Bot.*, 36 (1): 19-25.
- [25] Al-Quran, S.A. (2004). Pollen Morphology of Plantaginaceae in Jordan. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7 (9): 1594-1602.
- [26] Bukhari, N.A.W. (2009). Pollen Morphology of some *Plantago* species native to Saudi Arabia and their taxonomic implication. *BioDiCon*, 2/3, 2009. 1-6.

- [27] İnceoğlu, Ö. & Karamustafa, F. (1977). The Pollen Morphology of Plants in Ankara Region V. Plantaginaceae. Communications, Series C2: *Botanique Tome*, 21: 145-149.
- [28] Martinez-Ortega, M.M., Sanchez J.S., Rico E. (2009). Agudo J. A. S. Pollen morphology in the genus *Veronica* L. (Plantaginaceae) and its systematic significance. *Grana*; 48: 239–257. <https://doi.org/10.1080/00173130903364723>
- [29] Kaplan, A., Hasanoğlu, A., & İnce, İ.A. (2007). Morphological, Anatomical and Palynological Properties of some Turkish *Veronica* L. Species (Scrophulariaceae). *International Journal of Botany*, 3 (1): 23-32. DOI: 10.3923/ijb.2007.23.32
- [30] Asmat, T., Khan, M.J., Ahmed, M., Zafar, M., Manzoor, F., Munir, M. ... Abbasi, S.N. (2011). Pollen morphology of selected species of Scrophulariaceae of District Dir Upper, Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(28): 6423-6428. DOI: 10.5897/JMPR11.723
- [31] El- Amier, Y.A. (2015). Morphological studies of the pollen grains for some hydrophytes in coastal Mediterranean lakes, Egypt. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2:132 -138. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2015.04.001>
- [32] Yaylacı, Ö.K., Sezer, O., Özgüşi, K., Öztürk, D., Erkara, İ.P., Koyuncu, O. & Ocak, A. (2018). A new *Veronica* (Plantaginaceae) species from Central Anatolia, Turkey. *Phytotaxa* 362 (1): 055–067. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.362.1.4>
- [33] Anonim, (2019). <https://www.paldata.org/search/genus/Veronica>. (Erişim Tarihi: 07.10.2019).



Biodiversity of honey bees (*Apis mellifera* L.) in Turkey by geometric morphometric analysis

Meral KEKEÇOĞLU^{*1,5}, Merve KAMBUR ACAR², Songül BİR³, Tuğçe ÇAPRAZLI⁴, Münir UÇAK^{2,5}
ORCID: 0000-0002-2564-8343; 0000-0001-9658-6584; 0000-0002-4116-4138; 0000-0001-9109-0969; 0000-0003-1538-6711

¹ Düzce University, Faculty of Science, Department of Biology, 81620 Düzce, Turkey

² Düzce University, Düzce Vocational School, Beekeeping Program, 81620 Düzce, Turkey

³ Düzce University, Institute of Science, Department of Biology, 81620 Düzce, Turkey

⁴ Düzce University, Institute of Medical Sciences, Depart. of Natural, Herbal and Cosmetic Products, Düzce, Turkey

⁵ Düzce University, Beekeeping Research Development and Application Centre, 81620 Düzce, Turkey

Abstract

In this study, the honey bee diversity existing in Turkey were explained by geometric morphometric methods. For this purpose, the deviations of the junction points in the right wing veins were analyzed with the Draw Wing software program. Generalized Procrustes Analysis and Principal Component Analysis were performed to distinguish the populations according to the deviations in the intersections of the wing vein angles. In the first two canonical planes, honey bee populations were divided into two main groups, Southeastern Anatolia and others. While honey bees in Southeastern Anatolia, which differ in terms of shape morphology, formed a separate group in the UPGMA dendrogram, all the rest grouped closer with each other except Thrace region. This population was not separated from the others in the scatter graph but unseparated in the UPGMA dendrogram. The proximity of the Thracian honey bee population to other groups on the Plot supports that there may be a mixture in this region. Also, the fact that the Southeastern Anatolia population constitutes a separate group in both dendrogram and scatter graph showed that there may be a different race in this region.

Key words: *Apis mellifera* L., Anatolia, biodiversity, forewing, TpsDig

----- * -----

Geometrik morfometrik analiz ile Türkiye'deki bal arısı (*Apis mellifera* L.) biyoçeşitliliği

Özet

Bu çalışmada, Türkiye'deki bal arısı çeşitliliğini geometrik morfometrik yöntemle açıklanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, sağ kanat damarlarındaki kesişim noktalarının sapmaları Draw Wing yazılım programı ile analiz edildi. Popülasyonları kanat damar açılarının kesişim yerlerindeki sapmalara göre ayırt etmek için Generalize Procrustes Analizi ve Temel Bileşen Analizi yapıldı. İlk iki kanonik düzlemde bal arısı popülasyonları Güneydoğu Anadolu ve diğerleri olmak üzere iki ana gruba ayrıldı. Şekil morfolojisi açısından farklılık gösteren Güneydoğu Anadolu'daki bal arıları UPGMA dendrogramında ayrı bir grup oluştururken, Trakya bölgesi dışında kalan popülasyonların tamamı birbirine daha yakın bir grup oluşturmuştur. Trakya popülasyonu UPGMA dendrogramında ayrı bir grup oluştururken, saçılım grafiğinde diğer popülasyonlardan belirgin olarak ayrılmamıştır. Trakya bal arısı popülasyonunun diğer gruplara yakınlığı bu bölgede bir karışımın olduğunu desteklemektedir. Aynı zamanda Güneydoğu Anadolu popülasyonunun hem dendrogram hem de saçılım grafiğinde ayrı bir grup oluşturması bu bölgede farklı bir ırk bulunduğuna işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: *Apis mellifera* L., Anadolu, biyoçeşitlilik, TpsDig, ön kanat

1. Introduction

Behavioral complexity, genetic diversity and morphologic distinction methods have been referenced methods on subspecific classification and phylogeographic inferences in *Apis mellifera* L. As a genetic tool, especially

mitochondrial RFLP and sequence analysis are widespread techniques to explain current status of honey bee diversity. These attempts are generally share similar and correlative results of morphometric studies which are supported the 4 major dispersal lineages. However, as new information is acquired some controversies revealed about the composition and validity of branches C, O and supporting new fourth mtDNA lineage. According to mtDNA analysis “C” lineage combines also “O” morphological lineages [1,2].

Southwest Asia, included Anatolia (Turkey), is a zone of high morphological diversification and evolution for honey bees. Honey bee races in this region, *A. m. anatoliaca*, *A. m. caucasica*, *A. m. meda* and *A. m. syriaca* were considered to form a basal branch “O” of the subspecies by researchers [3,4]. *A. m. caucasica* populations are spread throughout eastern Black Sea coast, *A. m. meda* in the southeastern region and *A. m. syriaca* in the extreme south, near the border with Syria. *A. m. anatoliaca* distribute throughout the rest of Anatolia and Thrace. Later, based on mtDNA, it was claimed that *A. m. carnica* have been in European part of Turkey, According to Ruttner’s classification, *A. m. carnica* belongs to the branch “C” [5,6,7,8]. In the last, Kandemir, et al., [9] reported the existence of fourth new mtDNA lineage “O” in the extreme South near the Syrian border of Turkey. mtDNA studies on Anatolian honey bees showed that *A. m. anatoliaca* and *A. m. caucasica* located the Eastern or “C” mitochondrial lineage [5,9,10] as do *A. m. ligustica* and *A. m. carnica*. These results differ from Ruttner’s findings, that *A. m. caucasica* and *A. m. anatoliaca* were diverged in a separate oriental group of subspecies.

Based on mtDNA, it would be difficult to synthesize the results at the European scale. Morphometrical parameters are universal in contrast to having some difficulties related to interpretations and explanations with graphic and personal errors. Many of these problems on traditional morphometric methods, can be achieved by alternative geometric morphometrics model [11,12,13,14,15]. Cartesian coordinate data usually limited to landmark point locations on the geometric morphometric analysis being a powerful tool in evolutionary studies to explore intraspecific variation at the population level [16]. From this perspective; geometric morphometrics gain an advantage over traditional approaches include; (1) using Procrustes distance, to detect differentiation ranks of wing shapes, (2) defining the description of feature of the multidimensional shape space using distance coefficient, (3) advancement of distinctive statistical methods for descriptive shape analysis, and (4) the descriptive attitude for new techniques also the graphical representations of the results [12,13,16,17,18]. By using this approach in the previous studies, three honey bee subspecies (*A. m. carnica*, *A. m. caucasica*, *A. m. mellifera*) were well separated [19]. Genetic changes with Africanized honey bees were well identified by using landmark-based geometric morphometrics [11,15,20,21]. Also, this method was taken place on honey bee subspecies from mainland Grete and Ionian Islands to investigate the differentiation between honey bee population [22]. In the present study landmark-based geometric morphometric method was applied to investigate Turkish honey bee biodiversity in Anatolia. It was focused on the study was to determine morphometric variation of honey bees distributed in Turkey using geometric morphometric methods based on landmark and to explain this diversity with the previous morphometric analysis and mtDNA results.

2. Materials and methods

2.1. Field study and sampling

Field studies were performed in 30 locations belong to the seven regions of Turkey (Fig 1). Samples were collected from small managed apiaries which are non-migratory beekeeping and requeening of colonies. Five honey bee colonies were randomly chosen from per apiary, 20-25 colonies from per city, also each colony were represented by 10 worker bees. Preparations of samples for the microscope slides were performed according to method of Kekeçoğlu [14].

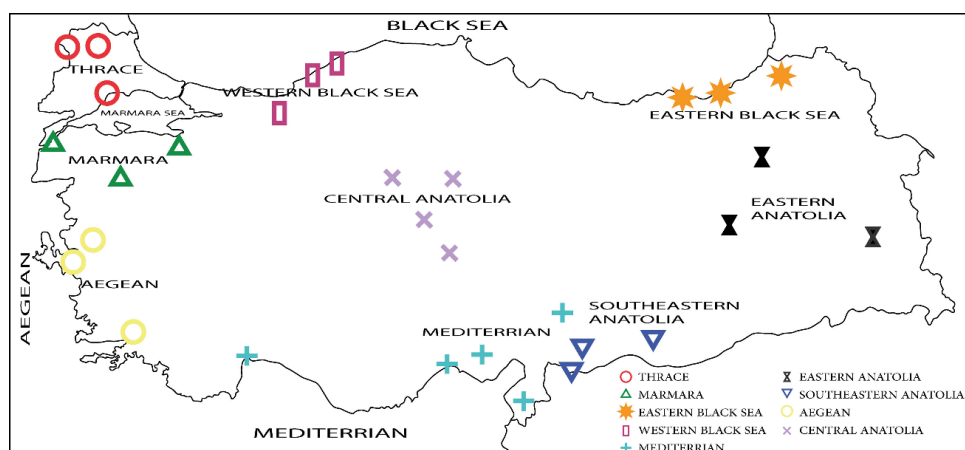


Figure 1. Sampling site; Central Anatolia (Eskişehir, Ankara, Aksaray, Kırşehir), Thrace (Kırklareli, Edirne, Tekirdağ), Eastern Black Sea (Artvin, Ardahan, Trabzon), Western Black Sea (Düzce, Bolu, Zonguldak), Marmara (Çanakkale, Balıkesir, Bursa), Aegean (Manisa, İzmir, Muğla), Mediterranean (Antalya, Mersin, Kahramanmaraş, Hatay, Adana), Southeastern Anatolia (Gaziantep, Kilis, Şanlıurfa), Eastern Anatolia (Bingöl, Van, Erzurum)

2.2. Data collection

Using a Leica MZ-7.5 stereo microscope and 300 digital camera system wing slides were photographed. They were archived and labeled with unique codes. All slides were scored by responsible researcher. Photographs were first input to tps-UTIL1.28 [17]. Two dimensional Cartesian coordinates (2-D coordinates) of 18 landmarks from the right front wings (Fig 2) were digitized by tps-DIG1.40 [23]. Analogous systems were not used during this experiment to keep the digital errors in minimum.

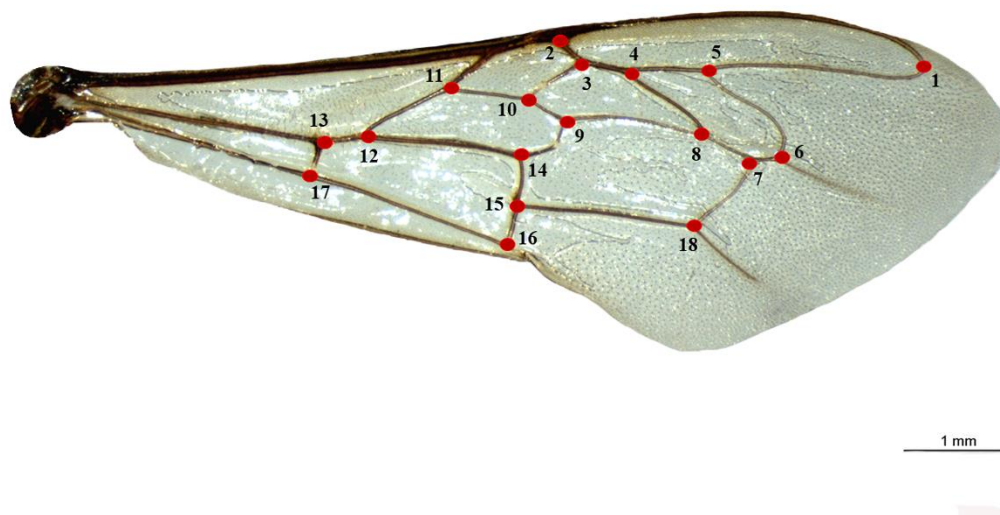


Figure 2. Location of the 18 landmarks on the schematic wing of a honey bee

2.3. Statistical analysis

Undeformed 6745 forewings were examined in analyses. Using tps-RELW1.34 [24] and Morphueus [25], all coordinates were examined and calculate eigenvalues for each principal warp. The landmark configurations were scaled, translated and rotated against the consensus configuration by Generalized Procrustes Analysis (GPA), formerly termed Generalize Least superimposition (GLS) method (Fig 3) [16,26,27]. The changeability in the shape space was evaluated using the scores provide for each figure on the first two relative warps on PCA these relative warps account for the principal components and define a shape space [27]. Mean front wing configurations of each population were visualized sensitively. Then, relative warps analysis was performed to per wings for the consensus configurations.

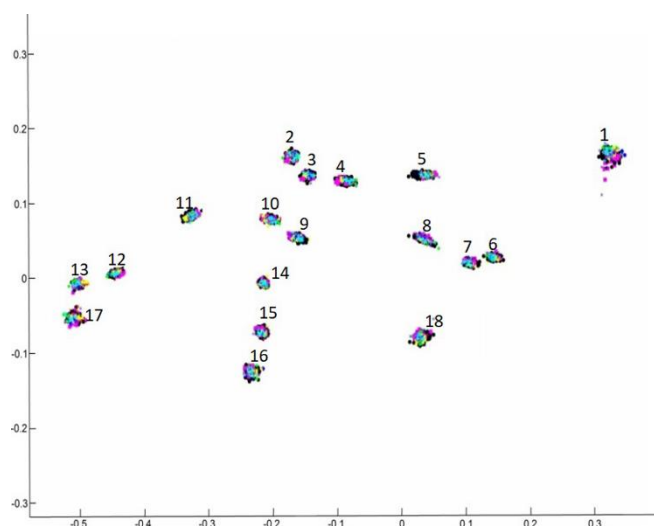


Figure 3. Generalize Least Superimposition (GLS) of landmarks

To calculate landmark procrustes distances, MANOVA and permutation tests were applied. Using the tps-RELW, wing deformations were showed on the first two axes of PCA graph [24]. Then IMP CVAGEN6n was used to

conduct Landmark data for canonical variate analysis [28] also group membership information was calculated to compare of the populations. Barlett's test and Goodll's F test were applied by the software IMP TwoMorphGen6 [28].

The size morphometry and centroid sizes of the wings were evaluated by one-way ANOVA [29]. The square root of the sum of the variances of landmarks about that centroid in x- and y- direction refers to centroid size [16]. The differences calculated accordingly were illustrated with graphs (Minitab v13.2).

The principal components were used to obtain an UPGMA dendrogram. Euclid distance was calculated and then it was used for pooled interval data obtained from the similarity matrix. Procrustes distances were computed by tpsSMALL [17,23] and visualized according to the UPGMA (Unweighted Pairs Group Method Analysis) dendrogram by Ntsys-Pc2.1 [17,23].

3. Results

Changeability of shape space was assessed using original coordinates that was conducted for the digitized 18 landmarks. Results of PC analysis (PCA) of the first two relative warps were depicted as a plot (data not shown). The first two PC explained subsequently 14.06 % and 11.74 % of the variance (25.80 % of the total variance). Principal component analyses suggested no differences in the relative position of the landmarks. There is no deformation at the base of the wing.

Out of the five, two statistically significant canonical vectors with eigenvalues were extracted from the matrix. Axis 1 Lambda 0.8488, $X^2 = 136.7987$, $df=81$, $p < 0.0001$; Axis 2 Lambda=0.9109, $X^2 = 77.8483$, $df=52$, $p < 0.01$. The CVA based on the shape of front wings showed that there was more overlapping among honey bee populations and no clear groups patterns could be identified except Southeastern. Population. The clusters plotted on CVA graph relatively close each other, and no clear intergaps between groups. Although Southeastern part of Turkey was well separated by two axis. The Aegean and Marmara population were placed mainly in the upper half of the plot. Thrace population mainly in lower-right-hand quadrant and small set of samples from Southeastern in more lower-left hand of the plot (Fig 4).

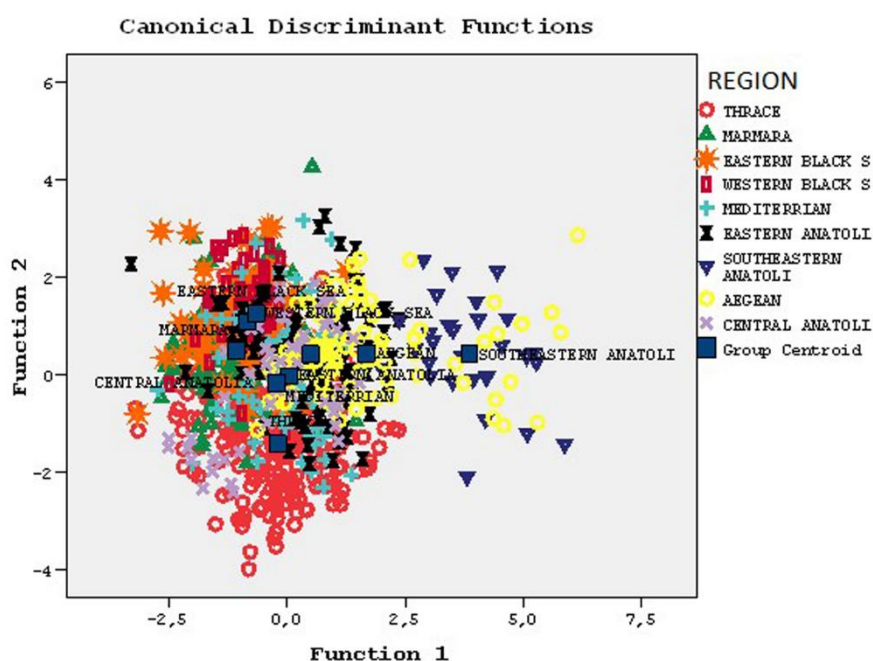


Figure 4. Two-dimensional clustering in Canonical Variates Analysis of individuals' data from 9 different geographic regions

UPGMA dendrogram based on euclidean distance showed higher resolution among the populations. In the UPGMA dendrogram Southeastern honey bee populations were clustered separately and remained as distinct units within this phenogram. Thrace population is coherent groups discriminated from the rest ones. Aegean and Marmara samples clustered very closely. Mediterranean and East Anatolian were overlapped and made up a larger cluster with Central Anatolia Eastern Black Sea and western Black sea samples (Fig 5).

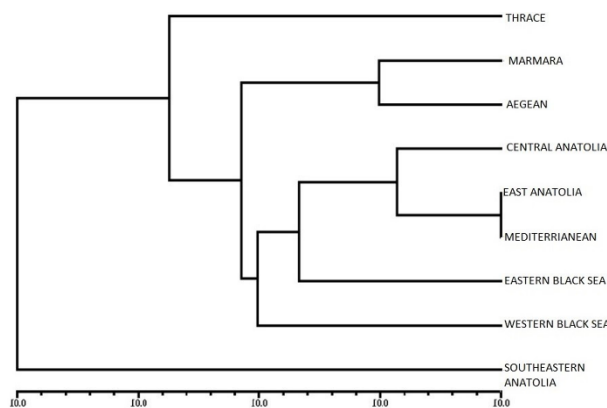


Figure 5. Phylogenetic tree according UPGMA (Un-weighted Pair Group Method) method based on standardized Euclidean distance.

Oneway ANOVA was conducted to test the centroid size differences. Single classification of ANOVA showed a significant difference of centroid size ($F= 16.61$, $p< 0.0001$) among honey bee populations (Fig 6). Out of the Thrace population, generally all honey bee populations showed the expected classification schema by means of their centroid sizes. There were significant size differences between Southeastern and Thrace regions. Honey bees from central Anatolia and Eastern Anatolian Region were not different significantly from each other.

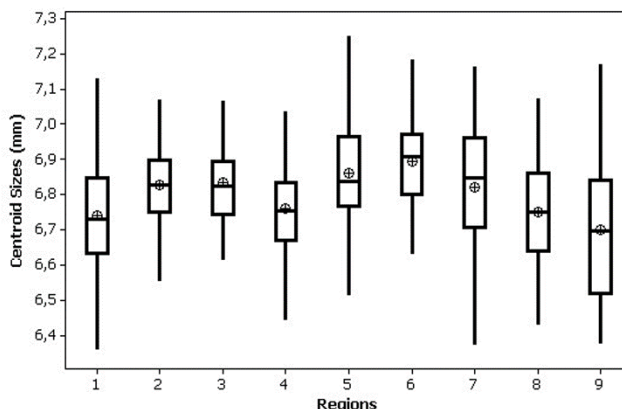


Figure 6. Plot of the centroid size in honey bee populations from nine different regions. (From the data of centroid size from the wings. Group means are indicated by lines and dot plots). Location codes; 1-Thrace, 2-Marmara, 3-Central Anatolia, 4-Aegean, 5-Western Black Sea, 6-Eastern Black Sea, 7-East Anatolia, 8-Mediterranean, 9-Southeastern Anatolia

4. Conclusions and discussion

In the present study, geometric morphometric method has been used as a tool to investigate relationship of honey bees in Turkey. Geometric morphometric is relatively provide explicit results in many fields of morphometry [11,12,13,15,18,20,21].

In our previous traditional morphometric study [30,14] with the current regional populations, the linear regressions were found between wing size and geographical locations (longitude and latitude). The present analysis enables comparisons of size independent covariates in wing shape because landmark coordinates of each specimens were normalized by centroid size.

According to Principal Component Analysis (PCA) and Canonical Variate Analysis (CVA), plot depicted based on PC1 and PC2 showed that no significant shape variation among honey bee populations in Turkey. On contrast to PCA, results of CVA analysis revealed strong two main cluster (Southeastern Anatolia, and the rest ones). According to researchers A.m. *syriaca* have been distributing in Hatay-Antakya province in South part of the Turkey which is the border line to Syria [4, 14, 36,37]. Because of this border line honey bee samples in this study also shown distinctions. Reduction of dimensionality of variability by conducting a CVA would be appropriate to explore shape variability within homogenous samples such as subspecies [31,32]. Other studies with different species and subspecies came on also the same conclusion: Relative warp is a useful tool for distinguish more distinct species [12,13,33].

Geometric morphometric technique can extract subtle differences when compared to the traditional morphometric. In the previous study based on traditional morphometric analysis with these current samples of

southeastern population (*A. m. meda*) formed strong close cluster with honey bees (*A. m. anatoliaca*) from Mediterranean and Central Anatolia [30]. However, in this study, the small set of specimen belong to Southeastern Anatolian populations were further resolved and formed a distinct cluster that may be belong to *meda*1 in group 2 sensu Arias and Shapperd [34] or belong to fourth new mtDNA lineage (O[▪]), *A. m. syriaca* Franck, et al., [2]; or intermediate group.

It was reported that there were three different subspecies, *A. m. meda*, *A. m. anatoliaca* and *A. m. syriaca*, in the southeastern part of Turkey [4,5,9,10,35] Kandemir [9,35]. However, some unanswered questions with Ruttner's [4] and Kekeçoğlu's [14] were remained: Is there direct contact with the *A. m. syriaca* or are there intermediate. How far to the east, *A. m. syriaca* extend and is there any borderline to the population of *A. m. meda* in South Eastern Anatolia. Kandemir, et al. [35] claimed that fourth new lineage have been in only Hatay city in the southeastern part of Turkey. In the present study it is proposed that fourth new lineage not only have been in Hatay, also may extends to further eastern drawn included Urfa, or there was hybrid zone where comprise *A. m. meda*, *syriaca* and *anatoliaca*. This information obtained using new method reveal specific patterns of honey bee biodiversity that cannot be readily discerned by more traditional morphometric methods. There were needed to detailed studies to explain current taxonomic status of these honey bees and population diversity on southeastern part of Turkey.

Honey bees of the Western part of Turkey seemed like a separate group. But on account of its closeness to the general anatoliaca cluster, it was reported as a local population of *A. m. anatoliaca* [4]. The previous research results of the traditional morphometric study [30] and the results of the current study agree with Ruttner's [4] findings. Honey bees taken from Thrace slightly resolved from both central Anatolia and western part (Marmara and Aegean regions) of Turkey. This current result based on geometric morphometric, disagree with the opinion that Thracian honey bee populations may belong to *A. m. carnica* ecotype in lineage C. However, there is also opposite views on methodologies, such as Smith, et al. [5] on mtDNA, Kandemir, et al. [7,8] on alloenzyme and morphometric, Bodur, et al. [6] on microsatellite.

It is interesting that there was no more compatibility between results from the current geometric morphometric and previous mtDNA studies. To clarify this incomprehensible difference there should be more specific researches which compare mtDNA and morphometry of Sout Eastern Anatolia honey bees.

Modern geometric morphometric can be immensely powerful in exploring phylogenetic relationships and discrimination of populations combining with other approaches, molecular (microsatellite) and mtDNA analysis. The present accurate description of honey bees' variability offers an important basis for future comparative research with neighboring population (from Iran, Iraq, and Syria) to better clarify the origin and characteristics of southeastern population of Turkey.

There are intensive migratory beekeeping and commercial queen bee activities in the beekeeping sector. As long as these activities continue, it will be inevitable that the Anatolian honey bee biodiversity will enter the process of extinction [14,37]. For this reason, the genetic and morphometric differences of honey bee races and ecotypes in Anatolia should be defined and studies to protect the biodiversity of the Anatolian honey bee must be started urgently. Therefore, detailed biodiversity studies conducted with different methods are extremely important in terms of protecting local gene resources.

References

- [1] Garnery, L., Franck, P., Franck, P., Vautrin, D., & Solignac, M. (1998). European honey bee (*Apis mellifera mellifera*). *Genetics Selection Evolution*. 30(1), 49-74. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-30-S1-S49>
- [2] Franck, P., Garnery L., Solignac M. & Cornuet J.M. (2000) Molecular confirmation of a fourth lineage in honey bees from the Near East. *Apidologie*, 31(2):167-180. doi: 10.1051/apido:2000114ff. fhal-00891704f
- [3] Bodenheimer, F.S. (1941) Studies on the honey bee and beekeeping in Turkey. Merkez Ziraat Mücadela Enstitüsü, Ankara.
- [4] Ruttner, F. (1988) Biogeography and taxonomy of honey bees. Springer Verlag, Berlin, 298 pp
- [5] Smith, D., Slaymaker A., Palmer M. & Kaftanoglu O. (1997) Turkish honey bees belong to the east Mediterranean mitochondrial lineage, *Apidologie* 28: 269-274. doi: 10.1051/apido:19970503
- [6] Bodur, Ç., Kence M. & Kence A. (2007) Genetic structure of honey bee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) populations of Turkey inferred from microsatellite analysis. *Journal of Apicultural Research*. 46(1): 50-56. doi: 10.1080/00218839.2007.11101366
- [7] Kandemir, I., Kence M. & Kence A. (2000) Genetic and morphometric variation in honey bee (*Apis mellifera*) population of Turkey. *Apidologie*, 31(3): 343-356. doi: 10.1051/apido:2000126f
- [8] Kandemir, I., Kence M. & Kence A. (2005) Morphometric and electrophoretic variation in different honey bees (*Apis mellifera*) population. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 29: 885-890. <http://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/abstract.htm?id=7728>

- [9] Kandemir, I., Kence M., Sheppard W.S. & Kence A. (2006a) Mitochondrial DNA variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) population from Turkey, *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 45(1): 33-38. doi: <https://doi.org/10.1080/00218839.2006.11101310>
- [10] Palmer, M.N., Smith D.R. & Kaftanoglu O. (2000) Turkish Honey bees: Genetic variation and evidence for a fourth lineage of *Apis mellifera* mtDNA. *The Journal of Heredity*, 91(1): 42-46. doi: 10.1093/jhered/91.1.42.
- [11] Oleksa, A. & Tofilski, A. (2015). Wing geometric morphometrics and microsatellite analysis provide similar discrimination of honey bee subspecies. *Apidologie*, 46:49–60. doi: 10.1007/s13592-014-0300-7.
- [12] Kambur, M. & Kekeçoğlu, M. (2018a). The loss of genetic diversity on native Turkish honey bee (*Apis mellifera* L.) subspecies. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 33, 73-84. doi: 10.7161/omuanajas.337798.
- [13] Kambur, M. & Kekeçoğlu, M. (2018b). The current situation of Turkey honey bee (*Apis mellifera* L.) biodiversity and conservations studies. *Biological Diversity and Conservation*, 11(1): 105-119. doi: 10.13140/RG.2.2.12203.54568
- [14] Kekeçoğlu, M. (2018). Morphometric divergence of anatolian honey bees through loss of original traits: A dangerous outcome of Turkish apiculture. *Sociobiology*, 65(2): 232-243. doi: 10.13102/sociobiology.v65i2.1895.
- [15] Nawrocka, A., Kandemir, İ. Fuchs, S. & Tofilski, A. (2018). Computer software for identification of honey bee subspecies and evolutionary lineages. *Apidologie*, 49:172–184. doi: 10.1007/s13592-017-0538-y.
- [16] Bookstein, F.L. (1991) *Morphometric tools for landmark data – Geometry and Biology*. Cambridge University Press.
- [17] Rohlf, F.J. (2000a). Statistical power comparisons among alternative morphometric methods. *American Journal of Physical Anthropology*. 111:463-478. doi: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(200004\)111:4<463::AID-AJPA3>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(200004)111:4<463::AID-AJPA3>3.0.CO;2-B)
- [18] Kambur, M. (2017). Türkiye bal arısı (*Apis mellifera* L.) biyoçeşitliliğinin geometrik morfometrik yöntemler ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 108s, Düzce.
- [19] Tofilski, A. (2008). Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honey bee subspecies. *Apidologie*, 39(5):558-563. doi: 10.1051/apido:2008037
- [20] Francoy, T.M., Silva R.A.O., Nunes-Silva P., Menezes C. & Imperatriz-Fonseca V.L. (2009a). Gender Identification of five genera of stingless bees (Apidae, Meliponini) based on wing morphology. *Genetics and molecular research*, 8(1): 207-214. doi: 10.4238/vol8-1gmr557
- [21] Francoy, T.M., Wittmann D., Steinhage V., Drauschke M., Müller S., Cunha D.R., Nascimento A.M., Figueiredo V.L.C., Simoes Z.L.P., DeJong D., Arias M.C. & Gonçalves L.S. (2009b). Morphometric and Genetic changes in a population of *Apis mellifera* after 34 years of Africanization, *Genetic and Molecular Research*, 8 (2): 709-717.
- [22] Hatjina, F., Haristos L. & Bouga M. (2004). Geometric morphometrics analysis of honey bee populations from Greek Mainland, Ionian Islands and Crete island. *Proceedings of the First European Conference of Apidology*, Udine, Italy pp.44.
- [23] Rohlf, F.J. (2000b) *Geometric morphometrics and phylogeny*, Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, NY, USA.
- [24] Rohlf, F.J. (2006). Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- [25] Slice, D. E. (2001). Landmark configurations aligned by Procrustes analysis do not lie in Kendall's shape space. *Systematic Biology*, 50 (1): 141-149.
- [26] Rohlf, F.J. (1999) On the use of shape spaces to compare morphometric methods. *Hystrix*. 11(1): 1–17. doi: <https://doi.org/10.4404/hystrix-11.1-4134>
- [27] Alibert, P., Moureau B., Dommergues J.L. & David B. (2001) Differentiation at a micro geographical scale within two species of ground beetle, *Carabus auronitens* and *C. nemoralis* (Coleoptera, Carabidae): a geometrical morphometric approach. *Zoologica Scripta*. 30(4): 299-316. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1463-6409.2001.00068.x>
- [28] Zelditch, M.L., Swiderski D.L., Sheets H.D. & Fink W.L. (2004). *Geometric morphometrics for biologists*. Elsevier/Academic Press. London. 443 pp.
- [29] Sokal, R.R. & Rohlf F.J. (1995) *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. 3rd ed. W.H. Freeman and Company, New York, pp 887.

- [30] Kekeçoğlu M., Soysal M.İ. (2010). Genetic Diversity of Bee Ecotypes in Turkey and Evidence for Geographical Differences Romanian Biotechnological Letter. Romanian Biotechnological Letters, 15(5), 5646-5653.
- [31] Rohlf, F.J. & Loy A., Corti M. (1996). Morphometric analysis of Old World Talpidae (Mammalia, Insectivora) using partial-warp scores. Systematic Biology, 45(3): 344-362.
- [32] Adams, D.C. & Funk D.J. (1997) Morphometric inferences on sibling species and sexual dimorphism in *Neochlamisus bebbianae* leaf beetles: multivariate applications of the thin-plate spline. Systematic Biology, 46:180-194. doi: <https://doi.org/10.1093/sysbio/46.1.180>
- [33] Aytakin, M.A., Terzo M., Rasmont, P. & Çađatay N. (2007) Landmark based geometric morphometric analysis of wing shape in *Sibirocobombus Vogt* (Hymenoptera: Apidae: Bombus Latreille). Annales De La Societe Entomologique De France. 43 (1): 95-102. doi: <https://doi.org/10.1080/00379271.2007.10697499>
- [34] Arias, M.C. & Sheppard W.S. (1996) Molecular phylogenetics of honey bee subspecies (*Apis mellifera* L.) inferred from mitochondrial DNA sequence. Molecular Phylogenetics and Evolution. 5(3): 557-566. doi: <https://doi.org/10.1006/mpev.1996.0050>
- [35] Kandemir, I., Pinto M.A., Meixner M.D. & Sheppard Ws. (2006) Hinf-I digestion of cytochrome oxidase I region is not a diagnostic test for *A. m. lamarckii*. Genetics and Molecular Biology, 29(4): 747-749. doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572006000400027>
- [36] Özbakır, G.Ö. (2011) "Türkiye'nin Güneydoğu Sınırboyu Bal Arısı Populasyonlarının (*Apis Mellifera* L.) Morfolojik Özellikleri," Doktora tezi, Zootekni Bölümü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- [37] Kambur Acar, M., & Kekeçoğlu. M. (2020). Is The Natural Honey Bee Biodiversity of Anatolia in the Process of Extinction?. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30(3), 593-600.



Effects of soil conditioners and nitrogen applications on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fiber technological properties

Yusuf Ziya AYGÜN^{*1}, Mehmet MERT¹
ORCID: 0000-0001-9842-006X; 0000-0002-0457-0532

Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 31060 Hatay, Turkey

Abstract

This study aimed to reduce the use of chemical fertilizers and to reach sufficient yields and fiber quality with natural soil conditioners in 2019 growing season in Amik Plain, Hatay, Turkey. The experiment was carried out using randomized complete block design with split-plot arrangement in 3 replications. The treatments consisted of two soil conditioners (leonardite and zeolite, 1000 and 2000 kg ha⁻¹) allocated in the main plots, and 5 nitrogen doses (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹) applied in the subplots. Soil conditioners and applied nitrogen doses had no significant effect on plant height, number of monopodia, number of sympodia, number of boll, seed cotton weight per boll, fiber fineness, fiber strength and 100 seed weight. However, ginning percentage was the only parameters that significantly affected from nitrogen doses. The soil conditioner and nitrogen interaction was significant for yield and fiber length. Further studies are needed to determine the effects of soil conditioner and nitrogen application on yield and fiber properties under different soil and climate conditions.

Key words: sustainable agriculture, cotton, nitrogen, leonardite, zeolite

----- * -----

Toprak düzenleyicileri ve azot uygulamalarının pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) verim ve lif teknolojik özelliklere etkisi

Özet

Bu çalışma, Hatay, Amik Ovası'nda 2019 yetiştirme sezonunda kimyasal gübre kullanımının azaltılması ve doğal toprak düzenleyiciler ile yeterli verim ve lif kalitesine ulaşılması amaçlanmaktadır. Deneme tesadüfi tam blok tasarımı ile bölünmüş arsa düzenlemesi kullanılarak 3 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. İşlemler, ana parsellerde tahsis edilen iki toprak düzenleyiciden (leonardit ve zeolit, 1000 ve 2000 kg ha⁻¹) ve alt parsellerde uygulanan 5 nitrojen dozundan (0, 50, 100, 150 ve 200 kg ha⁻¹) oluşuyordu. Toprak düzenleyiciler ve uygulanan azot dozlarının bitki boyu, monopodi sayısı, semptom sayısı, koza sayısı, koza başına pamuk çekirdeği ağırlığı, lif inceliği, lif mukavemeti ve 100 tohum ağırlığı üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Bununla birlikte, çırçırılama yüzdesi, nitrojen dozlarından önemli ölçüde etkilenen tek parametredir. Toprak iyileştirici ve nitrojen etkileşimi verim ve lif uzunluğu için önemlidir. Farklı toprak ve iklim koşullarında toprak düzenleyici ve azot uygulamasının verim ve lif özelliklerine etkilerinin belirlenmesi için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: sürdürülebilir tarım, pamuk, azot, leonardit, zeolit

1. Giriş

Tarımın endüstriyelmesi ile birlikte tarımsal üretimde tek amaç her ne koşulda olursa olsun azami verim elde etmek olmuştur. Verimi arttırmak amacıyla kullanılan kimyasal gübreler ve pestisitler gibi girdiler tarımın kaynağı olan toprak ve suya ciddi zararlar verebilmektedir. Bu koşullarda yalnızca toprak-su değil tüm ekosistemi göz önünde

bulundurmak gerekir. Ekosistemlerin zarar görmesi ile rutin iklim değerleri, toprak ve su özellikleri ve en önemlisi genetik çeşitlilik değişebilir. Bu nedenle kimyasal girdilerin azaltılması gerekmektedir. Ne var ki kimyasal gübreler ve pestisitlerin kullanımından geri durmak endüstriyel tarım için yalnızca ekonomik parametrelerle ilgilidir. Azami verime ulaşabilmek için kimyasal girdilerin kullanılması durumu ise her anlamda kârlı olamamaktadır. Kimyasal gübrelerin aşırılığı sonucu çevreye verilen zarar göz önüne alındığında ekonomik karlılık önemini yitirmektedir. Endüstriyel tarımın çevreye olan zararları gözlenmeye başlandıktan sonra ortaya atılan fikirler, tarımsal uygulamaların çevre dostu olması yönünde etkiler oluşturmuştur. Bu gelişmeler içinde belki de en önemli kavram sürdürülebilir tarımdır.

Sürdürülebilir tarımın en önemli amaçlarından biri toprakta geriye dönülemez değişimleri oluşturmayacak veya önleyecek tedbirler alınmasıdır. Bu değişikliklere en büyük örnek erozyondur. Benzer şekilde tarımsal uygulamaların bölgenin flora ve faunasına olan etkileri göz önünde bulundurulması konusu da sürdürülebilir tarımın konusudur. Sürdürülebilir tarıma ait diğer değerler ise kaynak kullanımında aşırılığın engellenmesi, ekolojik dengeye katkı sağlanması ve ürünlerin sağlığa zararı olmamasıdır.

Genel olarak sürdürülebilir tarım ilkeler halinde tanımlanacak olursa üreticilerin, tarım çalışanlarının, tarım alanları ve tüm doğal kaynakların korunması; yeterli ürünlerin ekonomik şekilde üretilmesidir. Bu ilkeler ışığında kısa vadede kârlılığı yitirmeden yeterli üretim sağlanırken uzun vadede ekolojik dengeyi ve çiftçi refahını koruyarak üretimin devamlılığını sektöre uğratmamaktır. Bu sayede kimyasal kalıntıların insan ve diğer canlılar üzerinde oluşturduğu olumsuzlukların azaltılabileceği düşünülmektedir. Genel bir yaklaşım olan sürdürülebilir tarım ile organik tarım ve iyi tarım uygulamaları kavram olarak karışıklık gösterebilmektedir. Daha keskin kuralları olan organik tarım tarımsal ilaç, bitki büyüme düzenleyici, kimyasal gübre vb. kullanımını katı bir şekilde engellerken iyi tarım uygulamaları bu girdilerde kısıtlama amaçlamıştır. Bilinmesi gereken bir başka husus ise iyi tarım uygulamaları ve organik tarım, sürdürülebilir tarım çatısı altında toplanabilecek alt başlıklardır. Bu durumda ekonomik kârlılığın devamını sağlayabilmek, kimyasal girdi kullanımını azaltmak veya daha çevreci ürünlerin tercih edilmesi, üretim ve üreticinin devamlılığını sağlamak, tarımsal üretim ve tarımsal sanayinin modernleşmesi ve hatta ekonomikleşmesi dahi sürdürülebilir tarım kavramı içerisindedir.

Azaltılmış gübre, kısıtlı sulama, münavebe ve yeşil gübre gibi konularda yapılan bilimsel çalışmalar sürdürülebilir tarımı desteklemektedir. Bu ve benzeri çalışmaların tarımı yaygın olarak yapılan bitkiler üzerinde yapılması ve sürdürülebilir tarımın bu bitkiler üzerinde yaygınlaşması daha büyük alanlarda doğa dostu uygulamalar olması demektir. Büyük üretim alanlarına sahip olan mısır, buğday, pamuk gibi bitkilere ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu ihtiyaç yalnızca tarımsal kaynaklı temel gıda ürünlerinde değil, diğer tarımsal ürünler için de söz konusudur. Bu ürünler içinde ilaç, kozmetik, boya, yem ve tekstil gibi çeşitli sektörlerde hammadde sağlayacak bitkiler mevcuttur. Özellikle pamukta olduğu gibi ana ürün ve yan ürünleriyle yüksek ekonomik değeri olan [1] ve birçok sektöre hammadde sağlayan bitkiler büyük önem taşımaktadır. Pamuk bu değerlendirilme yöntemleri ve destek verdiği sanayi dalları ile üretildiği bölgelerde katma değer kazanırken yöre insanına da istihdam ve ekonomik getiri sağlamaktadır.

Tropikal ve subtropikal iklimlere adapte olup, yetiştiriciliğinin yapıldığı her ülke gibi ülkemiz için de stratejik değere sahip olan pamuk, Amik Ovası'nda yetiştiriciliği yapılan başlıca tarla bitkilerinden birisidir.

Amik Ovası'nda, genellikle pamuk-pamuk veya pamuk-buğday ekim nöbeti uygulanmaktadır. Üst üste pamuk ekimi toprakta, organik maddenin azalmasına, toprağın tek taraflı sömürülmesine ve yoğun bir şekilde sulamayla birlikte toprakta, çoraklaşmaya neden olmaktadır [2]. Böylece azalan toprak verimliliğini tekrar artırmak için başta azotlular olmak üzere yoğun gübre uygulaması yoluna gidilmektedir. Artan gübre dozları ise toprağın çoraklaşma sürecini de hızlandırmaktadır.

Pamuk ana ürünü olan lifleri ile çok farklı şekilde değerlendirilmektedir. Bunlar içinde lifleri ile dokuma sanayi [1], tekstil, patlayıcı madde, dolgu, kompozit yapımı ve teknik tekstil; tohumundan elde edilen yağ ile kozmetik, gıda vb. ve artan küspesi ile de yem olarak değerlendirilmektedir [3]. Pamuk bu katma değeri ile vazgeçilmez bir lif bitkisi konumundadır. Tohumlarında yüksek yağ (%12-25), protein (%22-26) [4] ve liflerindeki yüksek selüloz oranı ile stratejik bir ürün olan pamukta üretimin sürdürülebilirliği için öncelikle toprağı korumak gerekir.

Tarımsal sürdürülebilirlik için önemli bir konu ise toprakların organik madde dengesidir. Bitkilerin topraktan besin elementi alımında en önemli faktörlerden biri toprak reaksiyonudur. Hafif asidik ve nötr topraklar pamuk yetiştiriciliği için en uygun şartlardır. Bu pH değerleri içinde optimum besin elementi alımını gerçekleştiren pamuk alkali ya da asidik topraklarda beklenen verimi veremez.

Bu nedenledir ki toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri bitki büyüme ve gelişmesine yani tarımsal üretime doğrudan etki etmektedir. Tarımsal üretimde sürdürülebilirliği sağlamak için tarla tarımının temeli olan toprağı korumak gerekir. Üretimde maksimum verimi alabilmek için toprağın da durumunun gözetilmesi gerekir. Bu amaçla, son yıllarda toprak düzenleyicilerinin kullanımı artmaktadır. Bunların arasında da en yaygın olanlardan bazıları zeolit ve leonardittir. Leonardit hümitik asit ve fulvik asit içermesi ile yalnız toprakta değil bitkilerde de düzenleyici bir rol almaktadır.

Tarımsal üretimde sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla doğal kaynaklı toprak düzenleyicilerin kullanılmasının verim ve kalite üzerine etkileri bilinmeli ve verim ve kalite üzerine bu toprak düzenleyicilerin kıyaslanması gerekmektedir. Bu amaçla Amik Ovası koşullarında yürütülmüş olan bu çalışmayla doğal kaynaklı toprak düzenleyiciler olan leonardit ve zeolit uygulamalarında farklı azot dozlarının pamuk verimi, verim öğeleri ve lif kalite unsurlarına etkisi incelenmiştir

2. Materyal ve yöntem

Doğal kaynaklı toprak düzenleyici olarak leonardit ve zeolit, azot kaynağı olarak üre (%46 N) kullanılmıştır. Toprak düzenleyicilerin tedarik edildiği firmadan alınan bilgilere göre zeolit 1-5 mm tane büyüklüğü, 7-9 pH aralığına sahipken leonardit ise 0-12 mm tane büyüklüğü, 3-4 pH ve % 40-50 hümik+fulvik asit içeriğine sahiptir.

Bitki materyali olarak *Gossypium hirsutum* L. türüne ait Edessa çeşidi kullanılmıştır. Araştırma Akdeniz ikliminin görüldüğü Amik Ovası'nda yürütülmüştür. Bölgenin üretim yılına ait ve uzun yıllara ait iklim verileri Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Üretim yılına ait iklim verileri ve uzun yıllar ortalamaları (UYO)

Ay	Maksimum Sıcaklık (°C)		Ortalama Sıcaklık (°C)		Minimum Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)	
	2019	UYO	2019	UYO	2019	UYO	2019	UYO
1	17.7	20.7	9	8.2	-0.6	-14.6	259.4	193
2	19.3	26.6	10.5	9.9	1.5	-6.8	45	167.6
3	24.9	30.5	13	13.1	2.5	-4.2	80	142.3
4	30.2	37.5	16.4	17.2	5.3	1.5	81.6	102.7
5	41.8	42.5	23.9	21.2	9.6	7.7	0.4	80.1
6	39.5	43.2	27.7	24.8	14.1	11.6	0	24.2
7	37.2	44.6	28.4	27.1	16	15.9	0.4	6.7
8	39.6	43.9	29.1	27.8	20.5	15.4	0	6.6
9	37.6	42.6	26.7	25.6	12.8	7.9	1	38.5
10	36.5	39.2	22.7	20.6	10.8	2.3	8.8	78
11	28.6	32.5	14.9	14.2	0.8	-3	45.4	101.6
12	19.8	24	12.3	9.5	3.4	-6.6	9.8	183.7

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürde yürütülmüştür. Denemede ana parsellere bir kontrol (hiçbir toprak düzenleyici olmadan), iki doz leonardit (100 ve 200 kg da⁻¹) ve iki doz zeolit (100 ve 200 kg da⁻¹) uygulanmıştır. Bu uygulamalar sırası ile kontrol, 100L, 200L, 100Z, 200Z olarak isimlendirilmiştir. Alt parsellere ise azot dozları (0, 5, 10, 15, 20 kg da⁻¹) uygulanmıştır ve sırası ile N0, N5, N10, N15 ve N20 olarak isimlendirilmiştir. Deneme arazisinden örneklenen toprak analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları

Parametre	Birim	Sonuç
pH	-	7.31
İletkenlik	µS cm ⁻¹	2200
Fosfor (P)	kg da ⁻¹	5.43
Potasyum (K)	kg da ⁻¹	116.4
Kalsiyum (Ca)	Ppm	11400
Sodyum (Na)	Ppm	358
Organik Madde	%	1.54
Kireç	%	44.35
Saturasyon	%	69.3 (Killi-Tınlı)

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Teknoloji ve Ar-Ge Uygulama ve Araştırma Merkezi

Ekim işlemi 2019 yılı Haziran ayının ilk haftasında yapılmıştır. Çenek yapraklar görülüp ilk gerçek yaprakların oluştuğu dönemde toprak düzenleyiciler ve azot dozları sıra üzerine uygulanmıştır. *Aphis gossypii* ve *Spodoptera litura* türlerine karşı ilaçlama yapılmıştır. Tüm kültürel işlemler çiftçi koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bu kültürel uygulamaların sonucunda 9 Ekim tarihinde (Etephon + Cyclanilide) ve (Thidiazuron + Diuron) etken maddeli koza açtırıcı ve yaprak döktürücü ilaçlar uygulanmıştır. Defoliyant uygulamasından bir hafta sonra hasat başlamıştır.

Lif teknolojik özellikleri HVI (High Volume Instrument) kullanılarak bölgede faaliyet gösteren Progen Tohum A.Ş.'de tayin edilmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 24 isimli istatistiksel analize yönelik bilgisayar programında değerlendirilerek varyans analizine tabi tutulmuştur. Uygulama ortalamaları Tukey çoklu karşılaştırma testi ile %5 olasılıkla gruplandırılmıştır.

3. Bulgular

Bitki Boyu

Yapılan varyans analizi sonucunda bitki boyuna doğal kaynaklı toprak düzenleyicileri ve azot dozlarının etkisinin olmadığı ayrıca toprak düzenleyici x azot dozları interaksyonunun önemli olmadığı görülmektedir (Tablo 3).

Farklı doğal kaynaklı toprak düzenleyiciler ve azot dozlarına göre bitki boyu değerleri incelendiği zaman N0 uygulamasından N15 uygulamasına kadar azot dozları bitki boyunu olumlu etkilemiştir. Azot dozları içinde en düşük bitki boyuna neden olan uygulama ise N20 uygulaması olmuştur. Toprak düzenleyicileri bitki boyu için azot gibi sıralı olarak artan veya azalan bir etki göstermezken en yüksek değer 100Z uygulamasında (82.46 ± 1.37 cm) gözlenmiştir. Ancak tüm bu değerler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Kahramanmaraş koşullarında azot dozlarındaki artışın bitki boyunu olumlu etkilediği ve en yüksek bitki boyuna 15 ve 20 kg da⁻¹ uygulamalarıyla ulaşıldığı bildirilmiştir[5]. Benzer şekilde Durkal ve Mert [6]'in Amik Ovası koşullarında 3 farklı pamuk çeşidi ile yaptığı çalışmada azot dozları ile beraber artan bitki boyunu rapor etmişlerdir ancak çeşit x azot dozu interaksyonu önemli bulunmuştur. Bu nedenle çeşitlerin azot dozlarına verdikleri tepkilerin farklılığı ortaya konmuştur. Karademir [7] azot dozlarının bitki boyuna etkisinin olmadığını belirttiği çalışmada azot dozlarının ekim zamanı ile interaksyonuna dikkat çekmiştir. Boman ve ark. [8] ve Main ve ark. [9] artan azot dozları ile bitki boyunun artacağını bildirmiştir.

Odun Dalı Sayısı

Odun dalı sayısına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre toprak düzenleyicilerin, azot dozlarının ve toprak düzenleyici x azot dozları interaksyonunun etkisi görülmemiştir (Tablo 3).

Odun dalı sayısına ilişkin ortalama değerler incelendiğinde iki faktörün ve bu faktörlere ait interaksyonun istatistiki olarak önemli bir fark göstermemiş olmasıyla beraber en yüksek değer 0.65 ± 0.13 adet bitki⁻¹ ile N10 uygulamasından elde edilmiştir. En düşük değer ise 0.38 ± 0.04 adet bitki⁻¹ ile 200Z uygulamasından elde edilmiştir. Her iki faktörün ve bu faktörlere ait interaksyonun istatistiki olarak önemli birer fark göstermemiş olması dikkate alınmalıdır.

Karademir [7], Gençer ve Oğlakçı [10], Berberoğlu ve Karaltın [11] ve Karademir ve ark. [12] tarafından bildirildiği üzere pamukta odun dalı sayısı farklı azot ve fosfor dozlarından etkilenmemekte ve farklı odun dalı sayıları arasında istatistiki bir fark görülmemektedir.

Pamukta genellikle odun dalı sayısı 0-6 adet bitki⁻¹ arasında değişmektedir. Odun dalı sayısını etkileyen faktörler arasında toprak nemi, hastalık-zararlı etkileri, bitkinin yatması ve tepe tomurcuğunun zarar görmesi gibi fiziksel etkiler ve ekim normu yer alır [3].

Durkal ve Mert [6] ve Cevheri [13]'ye göre artan azot dozları odun dalı sayısı üzerinde istatistiki bir etkiye sahiptir ve artan azot odun dalı sayısını artırmaktadır. Azot miktarının bitkide odun dalı sayısı üzerine etkisinin genetik, çevresel ve uygulanan kültürel yöntemlerle ilgisi olabilir [6].

Meyve Dalı Sayısı

Meyve dalı sayısına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre toprak düzenleyicilerin, azot dozlarının ve toprak düzenleyici x azot dozları interaksyonunun etkisi görülmemiştir (Tablo 3).

Meyve dalı sayısına ilişkin ortalama değerler incelendiğinde en yüksek değerlere 9.43 ± 0.23 ve 9.43 ± 0.28 adet bitki⁻¹ ile N5 ve N20, en düşük değere ise 8.96 ± 0.28 adet bitki⁻¹ ile Kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Karademir [7], azot dozlarındaki değişimin pamukta meyve dalı sayısına istatistiki bir öneminin olmadığını belirtirken bu durumun aksine meyve dalı sayısının azot dozundan etkilendiğini belirten çalışmalar mevcuttur [6], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17]. Azot dozlarının meyve dalı sayısı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda farklı sonuçların elde edilmesinin sebebi çeşit farklılıkları olabilmektedir [6].

Koza Sayısı

Koza sayısına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre toprak düzenleyicilerin, azot dozlarının ve toprak düzenleyici x azot dozları interaksyonunun etkisi görülmemiştir (Tablo 3).

Koza sayısına ilişkin ortalama değerler incelendiğinde en yüksek değer 10.13 ± 0.76 adet bitki⁻¹ ile 200Z, en düşük değer ise 9.45 ± 0.69 adet bitki⁻¹ ile 100Z uygulamasından elde edilmiştir.

Koza sayısını öngörmek için yalnızca çiçek sayısına ya da yeni oluşmuş kozalara bakmak doğru değildir. Pamukta silkme (meyve dökümü) olarak bilinen fenomen bu yaklaşımı büyük ölçüde etkilemektedir. Meyve tutumunu etkileyen en önemli faktörler kültürel işlemlerdir [1]. Koza sayısının etkilenmesinde bitkinin büyümesi ve gelişmesi kavramları önemlidir. Pamuk generatif döneminde dahi uygun şartları buldukça vejetatif büyüme eğilimi gösterecektir. Koza sayısını etkileyen faktörler içinde bakım işlemleri ve ekim normu optimum değerler içerisinde olmalıdır.

Mert ve ark. [2], Karademir [7] ve Karademir ve ark. [12] azot dozlarındaki değişimin koza sayısı üzerinde istatistiki bir fark oluşturmadığını belirtmişlerdir. Fakat kimi araştırmalar koza sayısının azot dozlarından etkilendiğini bildirmişlerdir [5], [11], [13], [14], [15], [16], [18], [19], [20], [21], [22].

Koza sayısı üzerinde toprak düzenleyiciler ve azot dozlarının etkisinin olmaması bu özellik bakımından Edessa çeşidinin kararlı bir yapıya sahip olma ihtimali göz önünde tutulmalıdır. Çünkü koza sayısının azot dozlarına olan tepkisi genetik, çevresel ve yetiştiricilik şartlarına göre farklılık gösterebilir [6].

Demir [23]'e göre leonardit uygulaması ile kontrol parsellerine göre daha fazla koza sayısı elde edilmiştir ancak bu farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 3. Bitki boyu, odun dalı, meyve dalı ve koza sayısına ilişkin ortalama değerler.

Azot Dozları	Bitki Boyu (cm)	Odun Dalı Sayısı (adet bitki ⁻¹)	Meyve Dalı Sayısı (adet bitki ⁻¹)	Koza Sayısı (adet)
N0	80.07±1.27	0.45±0.08	9.26±0.22	9.84±0.36
N5	80.18±1.50	0.46±0.08	9.43±0.23	9.55±0.54
N10	80.65±0.86	0.65±0.13	9.01±0.21	9.89±0.58
N15	80.67±1.04	0.53±0.08	9.19±0.30	10.04±0.74
N20	79.15±1.22	0.53±0.08	9.43±0.28	9.56±0.70
Toprak Düzenleyiciler				
Kontrol	80.47±1.19	0.58±0.09	8.96±0.28	9.77±0.50
100L	78.50±1.19	0.60±0.13	9.38±0.22	9.81±0.45
100Z	82.46±1.37	0.61±0.09	9.33±0.31	9.45±0.69
200L	79.38±1.11	0.45±0.08	9.27±0.21	9.71±0.54
200Z	79.91±0.83	0.38±0.04	9.39±0.20	10.13±0.76
% C.V.	5.67	67.11	10.34	23.24
Azot (N)	0.35 ^{öd}	0.67 ^{öd}	0.50 ^{öd}	0.10 ^{öd}
Toprak Düzenleyici (TD)	2.48 ^{öd}	0.40 ^{öd}	0.29 ^{öd}	0.15 ^{öd}
N × TD	0.76 ^{öd}	1.83 ^{öd}	1.16 ^{öd}	1.57 ^{öd}

öd: önemli değil, C.V.: Varyasyon katsayısı

Koza Kütlü Ağırlığı

Koza kütlü ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre toprak düzenleyicilerin, azot dozlarının ve toprak düzenleyici x azot dozları etkisinin etkisi görülmüştür (Tablo 4).

Koza kütlü ağırlığına ilişkin ortalama değerler incelendiğinde en düşük değer 4.57±0.09 g ile N20, en yüksek değer ise 4.74±0.06 g ile 200L uygulamasından elde edilmiştir.

Durkal ve Mert [6], Berberoğlu ve Karaaltın [11], Cevheri [13], Hassan ve ark. [19] ve Bibi ve ark. [21] 'a göre azot miktarındaki değişiklik koza kütlü oranını artırmaktadır. Ancak bilinmelidir ki çalışmalar içinde koza kütlü ağırlığının azot dozlarından etkilenmesi çeşit farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Durkal ve Mert [6] koza kütlü ağırlığına ait azot dozu x çeşit etkisinin istatistiki olarak önemli olduğunu rapor etmişlerdir.

Lif İnceliği

Lif inceliğine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre toprak düzenleyicilerin, azot dozlarının ve toprak düzenleyici x azot dozları etkisinin etkisi görülmemiştir (Tablo 4).

Lif inceliğine ilişkin ortalamalar incelendiğinde en düşük değer 5.15±0.05 mic ile 100Z, en yüksek değer ise 5.35±0.07 mic ile N10 uygulamalarından elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, azot dozlarının lif inceliğine etki etmediğini belirten diğer araştırmalarla paralellik arz etmektedir [2], [7], [8], [10], [20], [24], [25], [26], [27]. 3.5-4.9 mikroner arasında değişen Upland pamukları için ideal lif inceliğine [7] nazaran, çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ideal sınırların üzerinde seyretmiştir.

Lif Mukavemeti

Varyans analizi sonucunda mukavemet bakımından doğal kaynaklı toprak düzenleyicilerin, azot dozlarının ve toprak düzenleyici x azot dozları etkisinin önemli bir etkisine rastlanmamıştır (Tablo 4).

Mukavemete ilişkin ortalamalar incelendiğinde en düşük değer 29.01±0.51 g tex⁻¹ ile N5, en yüksek değer ise 30.69±0.60 g tex⁻¹ ile 100L uygulamalarından elde edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen veriler değerlendirildiğinde azot dozlarındaki değişimin lif mukavemeti üzerine etkisinin olmaması hususunda önceki araştırmalarla benzerlik göstermektedir [2], [7], [8], [10], [13], [14], [16], [20], [22], [24], [25], [26], [27].

100 Tohum Ağırlığı

Varyans analizi sonucunda 100 tohum ağırlığı bakımından doğal kaynaklı toprak düzenleyicilerin, azot dozlarının ve toprak düzenleyici x azot dozları etkisinin önemli bir etkisine rastlanmamıştır (Tablo 4).

100 tohum ağırlığına ilişkin ortalamalar incelendiğinde en düşük değer 8.94±0.08 g ile N20, en yüksek değer ise 9.10±0.09 g ile N5 uygulamalarından elde edilmiştir.

Cesur [5], Karademir [7] ve Gencer ve Oğlakçı [10] azot dozlarındaki değişimin 100 tohum ağırlığı üzerine etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir. Ancak 100 tohum ağırlığı üzerinde farklı azot dozlarının istatistiki bir fark oluşturduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur [13], [15], [16], [17], [20].

Tablo 4. Koza kütlü ağırlığı, lif inceliği, lif kalınlığı ve 100 tohum ağırlığına ilişkin ortalama değerler.

Azot Dozları	Koza Kütlü Ağırlığı (g)	Lif İnceliği (mic)	Lif Mukavemeti (g tex ⁻¹)	100 Tohum Ağırlığı (g)
N0	4.70±0.07	5.25±0.05	30.33±0.53	8.98±0.08
N5	4.59±0.08	5.21±0.05	29.01±0.51	9.10±0.09
N10	4.72±0.09	5.35±0.07	30.01±0.40	9.07±0.10
N15	4.69±0.07	5.28±0.04	29.71±0.42	9.04±0.09
N20	4.57±0.09	5.20±0.04	30.15±0.56	8.94±0.08
Toprak Düzenleyiciler				
Kontrol	4.63±0.09	5.32±0.03	29.85±0.49	9.04±0.09
100L	4.65±0.09	5.23±0.05	30.69±0.60	9.03±0.09
100Z	4.64±0.09	5.15±0.05	29.39±0.35	9.08±0.11
200L	4.74±0.06	5.34±0.04	29.49±0.45	9.03±0.08
200Z	4.60±0.07	5.25±0.07	29.79±0.51	8.95±0.07
% C.V.	6.75	3.80	6.36	3.71
Azot (N)	0.64 ^{öd}	1.41 ^{öd}	1.42 ^{öd}	0.47 ^{öd}
Toprak Düzenleyici (TD)	0.37 ^{öd}	3.01 ^{öd}	0.95 ^{öd}	0.29 ^{öd}
N × TD	0.85 ^{öd}	1.09 ^{öd}	0.83 ^{öd}	1.04 ^{öd}

öd: önemli değil, C.V.: Varyasyon katsayısı

Çırcır Randımanı

Çırcır randımanına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre toprak düzenleyicilerin ve toprak düzenleyici x azot dozları etkisinin önemli bir etkisine rastlanmamıştır. Bununla beraber çırcır randımanına ilişkin ortalamalarda azot dozlarının istatistiki önemi gözlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Çırcır randımanı, verim ve lif uzunluğuna ilişkin ortalama değerler

Azot Dozları	Çırcır Randımanı (%)	Verim (kg da ⁻¹)	Lif Uzunluğu (mm)
N0	43.40±0.18 a	208.27±8.02	27.53±0.24
N5	43.03±0.14 ab	207.37±14.29	27.10±0.19
N10	43.46±0.23 a	199.91±12.44	27.01±0.30
N15	43.29±0.16 a	199.17±14.70	27.14±0.26
N20	42.74±0.22 b	216.06±9.67	26.82±0.19
Toprak Düzenleyiciler			
Kontrol	43.31±0.19	195.25±14.04	27.25±0.22
100L	43.30±0.14	196.68±6.84	27.40±0.24
100Z	43.20±0.20	200.38±15.52	26.93±0.28
200L	43.14±0.18	219.31±9.51	27.03±0.22
200Z	42.97±0.26	219.17±11.39	27.00±0.26
HSD (0.05)	0.4661	26.9978	0.5857
% C.V.	1.76	36.07	3.45
Azot (N)	4.12*	0.26 ^{öd}	0.75 ^{öd}
Toprak Düzenleyici (TD)	0.19 ^{öd}	0.60 ^{öd}	0.27 ^{öd}
N × TD	1.07 ^{öd}	2.11*	2.18*

öd: önemli değil. *: p<0.05

Çırcır randımanına ilişkin azot dozlarının etkisi incelendiğinde en yüksek değer % 43.46±0.23 ile N10, en düşük değer ise % 42.74±0.22 ile N20 uygulamasından elde edilmiştir.

Gencer ve Oğlakçı [10], Karademir ve ark. [12], Cevheri [13], Karaaltın ve ark. [14], Akyol [17], Toklu [20], Hakoomat ve Raheel [22] çırcır randımanının azot dozlarından etkilendiğini belirtirken Mert ve ark. [2], Durkal ve Mert [6], Karademir [7] ve Varshney [18], bu durumun aksine çırcır randımanının azot dozlarından etkilenmediğini

belirtmiştir. Yolcu [16] ve Oruçoğlu ve ark. [24] ise azot dozlarıyla çırçır randımanı arasında ters orantıya dikkat çekmişlerdir. Çırçır randımanının azot dozlarından etkilenip etkilenmemesi ve farklı tepkiler vermesi durumu genetik ve çevresel farklılıklardan ve bunların interaksiyonundan kaynaklanmaktadır [6].

Kütlü Pamuk Verimi

Verime ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre toprak düzenleyicilerin ve azot dozlarının etkisi görülmemiştir. Bununla beraber verime ilişkin ortalamalarda toprak düzenleyici x azot dozları interaksiyonunun istatistiki önemi gözlenmiştir (Tablo 5).

Verime ilişkin ortalama değerler incelendiğinde en yüksek değer 256.52±3.15 kg da⁻¹ ile N20 x 200L, en düşük değer ise 139.18±42.74 kg da⁻¹ ile N10 x 100Z kombinasyonlarından elde edildiği görülmektedir. Azot uygulaması yapılmayan yani N0 uygulaması içinde toprak düzenleyicilerin etkisi incelendiği zaman zeolit uygulamalarının verimde artışa neden olduğu söylenebilir fakat bu durum azot faktörü göz ardı edildiği zaman söz konusudur ve toprak düzenleyicilerin etkisi anlamlı değilken her iki faktöre ait interaksiyonun istatistiki olarak anlamlı farkı unutulmamalıdır (Tablo 6).

Tablo 6. Toprak düzenleyiciler ve azot dozlarının verime ilişkin interaksiyonu.

Verim	N0	N5	N10	N15	N20	Ortalama
Kontrol	200.20±20.44 AB b	175.07±21.12 B bc	212.47±22.32 A ab	196.68±67.76 AB ab	191.82±23.97 AB c	195.25±14.04
100L	192.77±11.33 B b	163.48±10.01 C c	203.67±12.37 AB b	199.08±15.51 AB ab	224.39±6.66 A b	196.68±6.84
100Z	216.43±18.20 AB ab	199.14±51.52 B b	139.18±42.74 C c	216.92±31.97 AB a	230.25±2.92 A ab	200.38±15.52
200L	190.18±19.19 B b	242.88±18.98 A a	212.56±4.99 B ab	194.40±25.99 B ab	256.52±3.15 A a	219.31±9.51
200Z	241.77±9.80 A a	256.30±15.58 A a	231.65±19.93 A a	188.78±28.40 B b	177.33±25.30 B c	219.17±11.39
Ortalama	208.27±8.02	207.37±14.29	199.91±12.44	199.17±14.70	216.06±9.67	

Her bir toprak düzenleyici dozu içinde azot dozları büyük harfle, her bir azot dozu içinde toprak düzenleyici dozları küçük harfle gruplandırılmıştır.

Karademir [7], değişen azot dozları ile pamuk kütlü veriminde istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmiştir. Azot dozlarındaki artışla beraber kütlü veriminde artış sağlanacağını belirten çalışmalar da bulunmaktadır [2], [5], [6], [11], [12], [13], [14], [16], [17], [18], [19], [21], [22], [27]. Bu farklılık pamuk çeşitlerin verim konusunda azot dozlarına olan tepkilerinin farklılığından kaynaklanabilmektedir [28].

Demir [23], pamukta leonardit uygulaması yapılan parsellerin leonardit uygulanmayan parsellerden daha yüksek verime sahip olduğunu bildirmiştir.

Lif Uzunluğu

Lif uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre toprak düzenleyicilerin ve azot dozlarının etkisi görülmemiştir. Bununla beraber lif uzunluğuna ilişkin ortalamalarda toprak düzenleyici x azot dozları interaksiyonunun istatistiki önemi gözlenmiştir (Tablo 5).

Lif uzunluğuna ilişkin ortalamalar incelendiğinde en düşük değer 25.58±0.86 mm ile N10 x 100Z, en yüksek değer ise 28.27±0.36 mm ile N0 x 100L kombinasyonlarından elde edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Toprak düzenleyiciler ve azot dozlarının lif uzunluğuna ilişkin interaksiyonu.

Lif Uzunluğu	N0	N5	N10	N15	N20	Ortalama
Kontrol	26.75±0.66 B c	27.49±0.17 A a	27.96±0.14 A a	27.69±0.18 A ab	26.38±0.58 B b	27.25±0.22
100L	28.27±0.36 A a	26.50±0.33 C b	27.30±0.63 B b	28.06±0.19 A a	26.85±0.43 BC ab	27.40±0.24
100Z	27.82±0.31 A ab	27.05±0.38 B ab	25.58±0.86 C c	27.37±0.52 AB b	26.83±0.04 B ab	26.93±0.28
200L	27.25±0.55 A bc	27.06±0.75 A ab	27.35±0.19 A b	26.43±0.74 B c	27.05±0.11 A a	27.03±0.22
200Z	27.57±0.68 A b	27.42±0.27 AB a	26.86±0.68 B b	26.17±0.29 C c	27.00±0.79 AB a	27.00±0.26
Ortalama	27.53±0.24	27.10±0.19	27.01±0.30	27.14±0.26	26.82±0.19	

Her bir toprak düzenleyici dozu içinde azot dozları büyük harfle, her bir azot dozu içinde toprak düzenleyici dozları küçük harfle gruplandırılmıştır.

Lif uzunluğunun değişen azot dozlarından etkilenmediğini belirten çalışmalar mevcuttur [2],[10], [13], [14], [16], [20], [22], [25], [26], [27]. Lif uzunluğu genotipe bağlı olduğu gibi [29], Durkal ve Mert [6] de yaptıkları çalışmada azot dozlarının lif uzunluğuna etkisinin olduğunu ve azot dozları ile çeşit interaksyonuna dikkat çekmişlerdir. Bu nedenle sadece azot dozlarının etkisi değil bu etkinin çeşitten çeşide farklılık gösterebileceği unutulmamalıdır.

4. Sonuçlar ve tartışma

Mineral besin maddelerinin toprakta bulunduğu miktar verim ve kalite üzerinde etkili olmaktadır özellikle azot ve fosfor yoğun tarım yapılan alanlarda eksiklik göstermektedir [30]. Teknik bir uygulama olan gübreleme ile besin madde yönünden fakirleşen yoğun kullanımdaki topraklar beslenir ve verimli hale getirilir [31]. Kimyasal gübrelerin aşırı kullanımının sonucu olarak toprakta tuzluluk [32] gibi sorunlar oluşmaktadır. Toprakları tuzdan arındırmak için gereken drenaj yöntemi yalnızca tatlı suyun bulunduğu alanlar için geçerlidir [33]. Ne var ki toprak ve su kirliliğinde tek etmen bilinçsiz tarımsal uygulamalar değildir. Su sistemlerine verilen arıtılmamış sanayi atıkları, aşırı pestisit kullanımı ve hızlı şehirleşme bu duruma neden olabilmektedir [34]. Tüm bu zararlar göz önüne alındığında kimyasal gübre kullanımındaki aşırılıkların engellenmesi elzemdir. Bitkiler için temel besin elementlerinden biri olan azotun bu nedenle doğal kaynaklardan elde edilmesi daha çevreci olacaktır.

Kimyasal gübre kullanımını azaltmayı ve doğal kaynaklı toprak düzenleyiciler ile yeterli verim ve kaliteye ulaşmayı amaçlayan bu çalışmada pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) bazı verim ve kalite öğeleri incelenmiştir. İncelenen özellikler içerisinde bitki boyu, odun dalı sayısı, meyve dalı sayısı, koza sayısı, koza kütlü ağırlığı, lif inceliği, mukavemet ve 100 tohum ağırlığı her iki faktörden de etkilenmemiş, ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı azot dozları yalnızca çırçır randımanı üzerinde istatistiki öneme sahip bir etki oluşturmuştur. Bu etki sonucunda % 43.46 değeri ile en yüksek sonuç N10 uygulamasından, en düşük sonuç ise % 42.74 ile N20 uygulamasından elde edilmiştir. Toprak düzenleyiciler herhangi bir özellik üzerinde tek başına etki göstermezken verim ve lif uzunluğu üzerinde toprak düzenleyiciler ve azot dozlarının ikili interaksyonu istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Dekara verim incelendiğinde en yüksek değer 256.52 kg da⁻¹ ile N20 x 200L, en düşük değer ise 139.18 kg da⁻¹ ile N10 x 100Z kombinasyonlarından elde edildiği gözlenmiştir. Lif uzunluğu için en yüksek değer 28.27 mm ile N0 x 100L, en düşük değer ise 25.58 mm ile N10 x 100Z kombinasyonlarından elde edilmiştir. Tarımsal üretimde temel amaçlardan biri olan yüksek verim ve kalite hedefi dikkate alındığında çalışmada bahsi geçen iki faktörün ikili interaksyonunun hem verim hem lif uzunluğu parametrelerinde anlamlı etki göstermeleri bu hususta ümitvar görülebilmektedir.

Daha önceki çalışmalarda da bildirildiği üzere, bu çalışmada kullanılan doğal kaynaklı toprak düzenleyicilerin farklı iklim koşullarında ve farklı bitkilerde de verim ve kalite parametreleri üzerinde önemli etkileri kaydedilmektedir. Sürdürülebilir tarımın amacına uygun olarak tarımsal üretimde kimyasal kaynaklı girdilerin engellenmesi/kısıtlanması veya doğal kaynaklı olup ekolojik dengeye etki etmeyecek türde olması gıda güvenliği, insan ve diğer canlıların sağlığını ve dahi gelecek on yılların tarımsal üretiminin garantörlüğü anlamına gelecektir. Bu nedenle doğal kaynaklı toprak düzenleyicilerin kimyasal gübrelere ikame olması elzemdir.

Bu çalışmanın sonuçları önceki araştırma bulguları ile karşılaştırıldığında birçok parametre yönünden genel bir uyum içerisindedir. Verim yönünden genel düşüklük 2019 yılı üretim sezonunda iklim verilerinin irdelenmesi ile açıklanabilmektedir. Gelişim dönemi boyunca özellikle generatif dönemdeki gece sıcaklıklarının ve günlük sıcaklıkların uzun süreli düşüşü sebebiyle bu üretim sezonunda Amik Ovası'nın tamamında pamuk üretiminde düşüş gözlenmiştir. Bu durum çalışmanın farklı yıllarda ve farklı lokasyonlarda ve/veya farklı çeşitlerle tekrarlanabileceğini ve olası çevre etkileşimlerinin değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Ön bitkinin buğday olması ve buğdayın saçak köklü yapısı nedeniyle toprağa uygulanan azotun tamamını kullanamaması ve bitkilerde gözlenen düşük sıcaklık stresi nedeniyle bitkilerin girdilere olan gereksinimlerinin daha az olması uygulamaların gerçek etkilerini gösterememesine neden olabilmektedir.

Verim ve lif uzunluğu yönünden gözlemlenen interaksyonların nedenini anlayabilmek için daha detaylı toprak ve bitki analizleri ve fizyolojik gözlemler daha etkili bir rol oynayabilecektir. Çalışmanın 2019 yılında Amik Ovası koşullarında ve Edessa çeşidi ile yürütüldüğü, üretim yılına ait iklim verileri, toprak özellikleri ve özellikle pamuk çeşitlerinin azot dozlarına olan tepkisinin farklılığı dikkate alınmalıdır..

Teşekkür

Bu araştırma makalesi Yusuf Ziya AYGÜN'ün yüksek lisans tezinden elde edilmiştir ve HMKÜ BAP Koordinatörlüğü tarafından 19.YL.008 proje numarası ile desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü HMKÜ BAP Koordinatörlüğüne ve Progen Tohum A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Mert, M., (2011). *Pamuk tarımının temelleri*. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Teknik yayınlar Dizisi No: 7, İkinci Baskı, s.s. 282, Ankara.
- [2] Mert, M., Çalışkan, M.E., Günel, E., (1999). Farklı azot dozlarının pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) tarımsal ve teknolojik özelliklerine etkisi. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi*, 15-18 Kasım, Cilt II, Endüstri Bitkileri, 109-114, Adana.
- [3] Mert, M., (2017). *Lif bitkileri*. NOBEL Yayınları No: 1734, İkinci Baskı, s.s. 424, Ankara.
- [4] Mert, M., Akışcan, Y., Gençer, O., (2004). Inheritance of oil and protein content in some cotton generations. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(2): 174-176.
- [5] Cesur, C. (1995). Kahramanmaraş Şartlarında Farklı Azot Kaynakları ve Farklı Azot Dozlarının Maraş-92 (*Gossypium hirsutum* L.) Pamuk çeşidinin verim, verim unsurları ve bazı teknolojik özelliklere etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 54 s., Kahramanmaraş.
- [6] Durkal, Ö., Mert, M. (2017). Organik olarak yetiştirilen pamuk çeşitlerinin azot gereksiniminin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 22 (2), 19-34.
- [7] Karademir, E. (1997). Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) ekim zamanı ve azot dozlarının verim ve kalite üzerine etkisi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi*, 49 s. Diyarbakır.
- [8] Boman, R.K., Westerman, R.L., (1994). Nitrogen and mepiguat chloride effects on the production of nonrank, irrigated, short-season cotton. USA. *Journal of Production Agriculture*, 7:1, 70-75
- [9] Main, C. L., Barber, L. T., Boman, R. K., Chapman, K., Dodds, D. M., Duncan, S., ... & Norton, E. R. (2013). Effects of nitrogen and planting seed size on cotton growth, development, and yield. *Agronomy Journal*, 105(6), 1853-1859.
- [10] Gençer, O. ve M. Oğlakçı., (1983). Farklı Sıra Arası Uzaklığı ve Azot Gübrelemesinin Pamuk Bitkisinin Verim ve Kalite Unsurlarına Etkisi Üzerinde Araştırmalar. *Ç.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı*, Sayı: 3-4, 179-192, Adana.
- [11] Berberoğlu, F., Karaltın, S., (2001). Farklı azot ve fosfor dozlarının Maraş-92 pamuk çeşidinde (*Gossypium hirsutum* L.) verim ve fizyolojik özelliklere etkisi. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri, Cilt II*. (17-21 Eylül 2001), pp. 345-349, Erzurum
- [12] Karademir, Ç., Karademir, E., Doran, İ., & Altıkat, A. (2006). Farklı azot ve fosfor dozlarının pamuğun verim, verim bileşenleri ve bazı erkencilik kriterlerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(2), 121-129.
- [13] Cevheri, İ.C., (2016). Harran Ovası organik üretim koşullarında organik ve mikrobiyal gübre uygulamalarının bazı pamuk çeşitlerinde (*Gossypium hirsutum* L.) tarımsal ve lif kalite özellikleri üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Doktora Tezi*, 167 s
- [14] Karaaltın, S., Berberoğlu, F., & Yılmaz, A. (2000). The Effect of Different Levels of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on Yield and Fiber Characteristics of Cotton. *In The Interregional Cooperative Research Network on Cotton. A Joint Workshop and Meeting of the All Working Groups* (pp. 20-24).
- [15] Anlağan, T.M., (2001). GAP Bölgesi Harran Ovası koşullarında farklı azot gübre dozlarının ve büyüme düzenleyicilerinin pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) önemli tarımsal ve teknolojik özelliklerine etkisi ve bunlar arasındaki ilişki. *Türkiye V. Pamuk, Tekstil ve Konfeksiyon Sempozyumu Bildirileri*. 28-29 Nisan, Diyarbakır. S.211- 218.
- [16] Yolcu, S., (2009). Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) farklı azot doz ve uygulama zamanlarının verim ve verim unsurları ile bitki büyüme ve gelişmesini izleme parametrelerine etkisi (Dok.Tezi). *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı*, 136 s.
- [17] Akyol, N., (2013). Sıvı hayvan gübresinin pamuk tarımında üst gübre olarak kullanılabilirliği ve uygun doz araştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Aydın, 62s.
- [18] Varshney, O.P., (1977). Effect of nitrogen, phosphorus and potash alone and in various combinations on the development and yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Research*, Punjab Agric. Univ. 14(1): 34-37.
- [19] Hassan, M., Muhammad, T., Nasrullah, M., Iqbal, M., Nasir, A., Haq, I., (2003). Cotton response to split application of nitrogen fertilizer. *Asian J. Plant Sci.*, 2(6): 457-460.

- [20] Toklu, P., (2003). Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Azot Kullanım Etkinliğinin Damlama Sulama ve Salma Sulama Yöntemleri Yönünden Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi). *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı*, 98 s.
- [21] Bibi, Z., Khan, N., Mussarat, M., Khan, M.J., Ahmad, R., Khan, I.U., Shahen, S., (2011). Response of *Gossypium hirsutum* genotypes to various nitrogen levels. *Pak. J. Bot.*, 43(5): 2403-2409.
- [22] Hakoomat, A., Raheel, A.H., (2011). Growth, yield and yield components of american cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by cultivars and nitrogen fertilizer. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2: 112.
- [23] Demir, M. (2019). Leonardit ile birlikte azaltılmış kimyasal gübrenin toprağın bazı özellikleri ve pamuk bitkisinin kütlü verimi üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Ss 32. Şanlıurfa.*
- [24] Oruçoğlu, H., Boyacı, S., Paşaoğlu, T., Öztürk, Z. (1989). Pamuk araştırma özetleri. (1967-1989). *Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müd, Yayın No:12, Antalya.*
- [25] Abduldahab, A., Hassanin, M.A., (1991). Analytical study of yield it's component of Egyptian cotton under different N-levels and plant population densities. *Bulltein of Faculty of Agriculture University of Cirio*, 42(3): 1029-1041
- [26] Kechagia, U., Mitsios, J., Pashaliidis, C., Katranis, N., (1992). Effect of N levels on cotton quality parameters. *FAO 2nd Consultation of the Inter Regional Coop. Res. Network on Cotton Proc.* P. 192-195
- [27] Kılı, F., Kasap, Y., Gençer, O., (1997). Farklı sıra arası ve azot gübrelemesinin Erşan92 çeşidinde (*Gossypium hirsutum* L.) lif verimi ve teknolojik özelliklere etkisi. *Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi*, 22-25 Eylül, S. 662-664, Samsun.
- [28] Aydemir, M., (1968). Azot ve su gelişim faktörlerinin pamuk verimine etkileri. *Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü, Nazilli.*
- [29] Ramey Jr., H.H., (1986). Stress influences on fiber development. In: Mauney, J.R., Stewart, J.McD. (Eds.), *Cotton Physiology*. p. 315–359, The Cotton Foundation, Memphis, Tennessee, USA
- [30] Kökten, K., Atış, İ., Çelikleş, N., Hatipoğlu, R. ve Tükel, T. (2005). Çukurova Kıraç Koşullarında Azot ve Fosfor Gübrelemesinin Fiğ (*Vicia sativa* L.)+Tritikale (*X Tritosecale wimack*) Karışımında Ot Verimi ve Kalitesine 35 Etkisi Üzerinde Bir Araştırma, *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi*, 5-9 Eylül, Antalya, 2:791-796.
- [31] Aygün, C., Kara, İ., Sever, A. L., Erdoğan, İ., Atalay, A. K., Özaydın, K. A., ... & Aydoğmuş, O. (2017). Eskişehir İli Meralarının Azotlu ve Fosforlu Gübre Gereksinimlerinin Belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 6(1), 44-51.
- [32] Ertekin, İ., Yılmaz, Ş., Atak, M., Can, E., & Çelikleş, N. (2017). Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 10-18.
- [33] Can, E., Arslan, M., Sener, O., Daghan, H. (2013): Response of strawberry clover (*Trifolium fragiferum* L.) to salinity stress. *Research on Crops*, 14(2), 576-584.
- [34] Yücel, E., Edirnelioğlu, E., Soydam, S., Çelik, S., & Çolak, G. (2009). Porsuk çayında ağır metal kirlilik düzeylerinin *Myriophyllum spicatum* Başaklı Sucivanperçemi bitkisi ile biyomonitörlenmesi. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 3(2), 133-144.



Comparative study of total phenolic contents, antioxidant and antimicrobial activities of different extracts of *Corchorus olitorius* L. growing in North Cyprus

Ilkin Yucel SENGUN ^{*1}, Ahmet GARGI ¹
ORCID: 0000-0002-9445-5166; 0000-0003-4860-3241

¹Ege University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Izmir/Turkey

Abstract

In this study, antimicrobial and antioxidant activities as well as total phenolic content of dried leaf extracts of *Corchorus olitorius* grown in North Cyprus were determined. The total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity of the extracts were determined using the Folin-Ciocalteu, DPPH free radical and broth dilution methods, respectively. The antimicrobial activity of the extracts was tested against eight different microorganisms (*Bacillus subtilis* ATCC 6037, *Listeria monocytogenes* Scott A, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* 6538P, *Bacillus cereus* No 8, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *Escherichia coli* ATCC 1103, *Salmonella* Typhimurium NRRL-B-4420). The highest phenolic content was obtained from ethanol extract as 24.61 mg GAE/g. Water, ethanol and methanol extracts of *C. olitorius* were inhibited the DPPH radical by 17.50%, 87.10% and 86.00%, respectively. MIC values of ethanol and methanol extracts of *C. olitorius* against test cultures were varied between 50.00% and 6.25%, while no inhibitory effect was observed for water extract. The most susceptible microorganisms to methanol extract of the plant were *L. monocytogenes* Scott A, *E. faecalis* ATCC 29212 and *B. subtilis* ATCC 6037 (MIC value of 6.25%). All these results showed that *C. olitorius* extracts are important sources showing antimicrobial and antioxidant properties.

Keywords: *Corchorus olitorius*, antimicrobial, total phenolic content, antioxidant

----- * -----

Kuzey Kıbrıs'ta yetişen *Corchorus olitorius* L.'nin farklı ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin karşılaştırılması

Özet

Bu çalışmada, Kuzey Kıbrıs'ta yetiştirilen *Corchorus olitorius*'un kurutulmuş yaprak ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri ile toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Ekstraktların toplam fenolik madde miktarı, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi sırasıyla Folin-Ciocalteu, DPPH serbest radikal ve sıvı seyreltme yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Ekstraktların antimikrobiyal aktivitesi, sekiz farklı mikroorganizmaya (*Bacillus subtilis* ATCC 6037, *Listeria monocytogenes* Scott A, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* 6538P, *Bacillus cereus* No 8, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *Escherichia coli* ATCC 1103, *Salmonella* Typhimurium NRRL-B-4420) karşı test edilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarı etanol ekstraktından 24.61 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. *C. olitorius*'un su, etanol ve metanol ekstraktları DPPH radikalini sırasıyla %17.50, %87.10 ve %86.00 oranında inhibe etmiştir. *C. olitorius*'un etanol ve metanol ekstraktlarının test kültürlerine karşı MIC değerleri %50.00 ile %6.25 arasında değişirken, su ekstraktının herhangi bir engelleyici etkisi gözlenmemiştir. *L. monocytogenes* Scott A, *E. faecalis* ATCC 29212 ve *B. subtilis* ATCC 6037 (%6.25 MIC değeri), bitkinin metanol ekstraktına karşı en duyarlı mikroorganizmalar olmuştur. Tüm bu sonuçlar, *C. olitorius* ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan özellikler gösteren önemli kaynaklar olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: *Corchorus olitorius*, antimikrobiyal, toplam fenolik madde, antioksidan

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +90232 3113028; Fax.: +902323427592; E-mail: ilkin.sengun@ege.edu.tr

1. Introduction

Antimicrobials are commonly used in various areas including food production. Hence, some microorganisms became more resistant to antimicrobial agents and infectious diseases are generally caused by these resistant microorganisms, which make treatment difficult [1]. As an alternative to chemically synthesized antimicrobials, there was a need for effective and reliable antimicrobial agents of plant origin [2]. While many drugs originate from plants, various medicinal plants have been used for many years because of their curative effects on diseases [1]. The use of plant-based preservatives instead of chemically synthesized antimicrobials in foods inhibit microbial growth and prolong the shelf life of foods, as well as providing antioxidant effects due to phenolic contents, and shows positive effects on consumer health by increasing immunoglobulin synthesis [3].

Phenolics are secondary metabolite produced by plants to defend themselves against external threats (microbial, physical etc.) [4]. Phenolic contents of plants depend on environmental conditions and endogenous factors such as salinity, light intensity, bacterial infection, drought, temperature, maturity, organ and genotype [5]. Phenolics can be classified as flavonoids, phenolic acids, tannins, stilbenes, coumarins, ligands, quinones and curcuminoids, depending on the amount and position of the carbon element in their chemical structure [6]. Most of the antioxidant activities of fruits and vegetables are associated with their phenolic compounds. Recently, researches on plants containing phenolic compounds have been increased and it has been determined that they have various effects such as antimicrobial, anti-carcinogenic, antioxidant, anti-inflammatory and reducing chronic diseases [7, 8]. For example, flavonoids protect body cells against the harm brought about by oxygen, delivered as a side-effect of vitality digestion [9]. Thanks to the ability of gallic acid to rummaging free radicals and suppress-amyloid oligomerization, it can reduce nerve damage and cerebrum amyloid neuropathology and increase intellectual capacity [10]. In addition to being used as metal ion chelator and protein-precipitating agent, tannins also have antioxidant properties [11]. Hence, in recent years, consumers increase the demand for natural herbal products [12].

Corchorus olitorius is a green leafy plant belonging to Malvaceae family. It is commonly grown in Africa, Europe and Asia and named as molehiya in North Cyprus [13]. Leaves or whole plant are boiled, dried or freshly used in food [14]. As *C. olitorius* is rich in substances such as minerals, vitamins, fiber and ascorbic acid that provide cell renewal and energy production, it is also used in the medical field due to its antimicrobial and antioxidant effects [15, 16]. Studies indicate that this herb is used to cure diseases such as diabetes, asthma, diarrhea, back and stomach pain [17,18]. There are studies investigating the antimicrobial effect of the extracts of *C. olitorius* obtained with different solvents [19, 20]. Compounds such as hexadecanoic Acid, 2,4-di tert-butyl phenol, tetratetracontane, isoheptadecanol, ethyl palmitate, 1-eicosanol and 8-heptadecene have been identified in *C. olitorius* extracts [21].

In addition to the limited number of publications in which the phytochemical properties of *C. olitorius* plant grown in N. Cyprus, there is no study in the literature investigating the antimicrobial effect of this plant in terms of MIC (Minimum inhibition concentration) values. Therefore, in this study, antimicrobial and antioxidant activities as well as total phenolic content of three different extracts obtained from *C. olitorius* by water, ethanol and methanol were investigated.

2. Materials and methods

2.1 Collection and Drying of Sample

C. olitorius collected in July 2018 from Famagusta, N. Cyprus. The leaves removed from the branch were dried using a local conventional method. Fresh leaves allowed to dry for a week on a clean flat surface in the dark room at 30°C and mixed three times a day until drying took place. The dried leaves were powdered in a mortar and stored in sterile jars at room temperature.

2.2 Extraction of Sample

In the study, water, ethanol and methanol extracts were obtained. For the preparation of water extract, 500 mg of *C. olitorius* leaf was dissolved in 10 mL of distilled water and mixed at 25°C for 24 h. The prepared suspension was centrifuged at 4000 rpm for 10 min and filtered through a 0.22 µm sterile filter (Minisart Syringe Filter, Cellulose Asetate, Sartorius Stedim Biotech) [22]. For methanol extract, 5 g of *C. olitorius* were shaken with 100 mL of 85% methanol solution in the shaker (Mettler GF 4931, Germany) at room temperature for 24 h. After filtration, methanol was removed by treating the filtered liquid at 40°C. methanol and then the extract was diluted with water to 50 mL [23]. Ethanol extracts were prepared from 10 g of *C. olitorius* leaves. Extraction was carried out with ethanol and distilled water (40:60, v/v) in a ratio of 1:50 (m/v-solute/solvent), respectively. The medley liquid was shaken with shaker (Mettler GF 4931, Germany) at 25 °C for 24 h, then centrifuged at 5000 rpm for 25 min. The clear extracts were taken and dried in a vacuum evaporator at 40°C to eliminate ethanol [24]. Then, the final extract was used in the analysis as ethanol extract.

2.3 Total Phenolic Content

Total phenolic content of *C. olitorus* extracts was determined using the Folin-Ciocalteu method. 5 mL of Folin-Ciocalteu solution (10%, v/v) and 1 mL filtered sample were transferred into tube and stored in the dark for 3 min. Then 10 mL of saturated NaCO₃ was added and the mixture was filled to 100 mL with distilled water. The resulting mixture became ready to be analyzed after being kept at 25°C for 90 min in a non-light environment. Finally, absorbance of the sample was measured by using a spectrophotometer (Agilent Technologies, Carry60 UV-Visible) at 760 nm. The results were taken as mg gallic acid equivalents (GAE)/L [25].

Using the equation below, the results were converted from mg GAE/L to mg GAE/g [26].

$$T \text{ (mg GAE/g)} = (C \times V)/M$$

In this formulation, C is the concentration of the acid in which the results are expressed (gallic acid) (mg/mL), V is the volume of the extract solution (mL), and M is the weight of the plant extracted (g).

In this formula, C is the concentration of gallic acid established from the calibration curve in mg/mL, V is the volume of the extract solution in mL, M is the weight of the extract in g.

2.4 Antioxidant Capacity

DPPH radical scavenging activity method was used to determine the antioxidant activity of *C. olitorus* extracts. 4 mL of DPPH solution dissolved in methanol was mixed with 0.1 mL of the filtered sample in a tube. The mixture obtained was kept in non-light environment for 15 minutes before being analyzed in the spectrophotometer (Agilent Technologies, Carry60 UV-Visible) at 517 nm [27]. The control sample was methanol (1 mL). The obtained DPPH radical scavenging activity results converted to percentage using by this formula:

$$\text{DPPH scavenging activity (\%)} = (A_c - A_s)/A_c \times 100$$

In this formula, A_s and A_c are defined as absorbance of sample and control, respectively.

2.5 Antimicrobial Activity

The antimicrobial activity of three different extracts of *C. olitorus* was tested on eight microorganisms including 5 Gram positive (*Bacillus subtilis* ATCC 6037, *Listeria monocytogenes* Scott A, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* 6538P, *Bacillus cereus* No 8) and 3 Gram negative (*Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *Escherichia coli* ATCC 1103, *Salmonella* Typhimurium NRRL-B-4420) bacteria using broth dilution method. Test cultures obtained from University of Ege, Department of Food Engineering, Laboratory of Food Microbiology Research. Tryptic Soy Broth (TSB, pH 7.3±0.2, Oxoid) was used for the activation of glycerol stock cultures and the cultures were activated by incubating at 37°C for 24 h. Then, activated cultures were used in the analysis after being adjusted to 0.5 Mc Farland turbidity grade using DEN-1 Mc Farland Densitometer.

To determine MIC (Minimum Inhibitory Concentration) value of each *C. olitorus* extracts, the broth-dilution method was performed by using 96 well ‘‘U’’ type sterile microplates [28]. Firstly, a hundred µL of Mueller Hinton Broth (MHB, pH 7.3 ± 0.2, Oxoid) turned into brought to all wells, then a hundred µL of extract turned into brought to all wells in horizontal alignment. The amount of the extract was diluted to contain half of the previous well. The extraction rates from the first well were 50%, 25%, 12.5%, 6.25%, 3.125%, 1.563%, 0.781%, 0.391%, 0.195%, 0.098% (v/v), respectively. 10 µL of the culture to be tested was added to the homogenized mixed wells and incubated at 37°C for 18 h. After incubation period, each well filled with 20 µL of 0.5% 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride and incubated at 37°C for 30 min. The lowest concentration that does not cause color change on test cultures was determined as MIC value. The sample taken from the well containing the lowest concentration of extract without growth was used to determine the MBC (Minimum Bactericidal Concentration) value by spreading to Mueller-Hilton Agar (MHA, pH 7.3 ± 0.2, Oxoid).

2.6 Statistical analysis

The statistical analysis was applied using the one-way ANOVA method, with SPSS 20 package program, at the significance level of $P \leq 0.05$. Results are given as mean and standard deviation [29].

3. Results

Solvents such as methanol, acetone, hexane, chloroform, ethyl acetate, ethanol and water are used to obtain extracts from various plants. During extraction, the dissolution of phytochemicals varies according to the type of solvent used. In the other studies, it has been determined that although solvents are recommended for the extraction of phenolic compounds and saponins, water can dissolve non-phenolic antimicrobial substances and also the best option for the extraction of trypsin inhibitors [30]. Besides, water extraction could be preferred due to the safety and environmental concerns. In the study, the total phenolic content of water, ethanol and methanol extracts of *C. olitorus*

was the highest (24.61 mg GAE/g) in ethanol extract, while it was the least (9.86 mg GAE/g) in water extract ($P < 0.05$) (Table 1). Besides, no statistical difference was observed between phenolic contents of ethanol and methanol extracts ($P > 0.05$). Hence, ethanol appears to be the most suitable solvent for the dissolution of phenolic compounds of *C. olitorius*. Ademiluyi et al. [31] reported that the total phenolic amount of the water extract of dried leaves of *C. olitorius* grown in Nigeria was determined as 5 mg GAE/g.

Table 1. Total phenolic content of *C. olitorius* extracts

Extracts	Total phenolic content (mg GAE/g)
Water extract	9.86 ± 2.07 ^B
Ethanol extract	24.61 ± 1.97 ^A
Methanol extract	21.14 ± 0.69 ^A

*The capital letters (A, B) in the table show the statistical difference between samples ($P < 0.05$).

It was determined that water, ethanol and methanol extracts of *C. olitorius* inhibited the DPPH radical in the range of 17.50% - 87.10% (Table 2). The highest value was observed in ethanol extract, while there were no statistical differences between ethanol and methanol extracts ($P > 0.05$). These results were in parallel with the total phenolic content results. In the study of Yakoub et al. [32] antioxidant activity of water and ethanol extracts of dried leaves of *C. olitorius* grown in Tunisia was 77.64% and 91.65%, respectively. Obeng et al. [33] investigated the antioxidant activity of *C. olitorius* grown in Ghana after drying the leaves in an oven at 55°C for 6 h. The results showed that methanol extract of *C. olitorius* inhibited the DPPH radical by %22.20, which is very low than our results.

Table 2. Antioxidant activity of *C. olitorius* extracts

Extracts	DPPH (%)
Water extract	17.50 ± 2.59 ^B
Ethanol extract	87.10 ± 1.41 ^A
Methanol extract	86.00 ± 0.54 ^A

*The capital letters (A, B) in the table show the statistical difference between samples ($P < 0.05$).

Antimicrobial activities of the extracts obtained from *C. olitorius* had been decided against 8 different microorganisms by using broth dilution method. The water extract of *C. olitorius* showed no antimicrobial effect against any of the microorganisms tested. All test cultures had MIC value of 25.00% against ethanol extract. The results showed that antimicrobial activity of methanol extract is higher than ethanol extract ($P < 0.05$). In addition, the extracts did not show bactericidal effect against any of the microorganisms tested.

Table 3. Antimicrobial activity of *C. olitorius* extracts

Test Microorganisms	MIC value (% v/v)		
	Water extract	Ethanol extract	Methanol extract
<i>L. monocytogenes</i> Scott A	>50	25.00	6.25
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	>50	25.00	6.25
<i>B. subtilis</i> ATCC 6037	>50	25.00	6.25
<i>S. aureus</i> 6538P	>50	25.00	12.50
<i>E. coli</i> O157:H7 ATCC 43895	>50	25.00	12.50
<i>S. Typhimurium</i> NRRL-B-4420	>50	25.00	12.50
<i>E. coli</i> ATCC 1103	>50	25.00	12.50

B. cereus No 8

>50

25.00

12.50

There is no study in the literature in which the antimicrobial effect of *C. olitorius* extracts was determined by MIC analysis. In the study performed by Mohammed [34], *C. olitorius* was extracted in 96% ethanol and its antimicrobial effect was examined for four different concentrations (1.00, 0.75, 0.50, 0.25 mg/mL) by agar diffusion using 10 mm discs against *B. subtilis*, *E. coli* and *E. faecalis*. Zones formed against *B. subtilis*, *E. coli* and *E. faecalis* are reported as in the range of 18-20 mm, 14-20 mm and 13-15 mm, respectively. In another study, the antimicrobial effects of methanol petroleum ether and ethyl acetate + water extracts of *C. olitorius* harvested in N. Cyprus were determined against twelve different bacteria (*B. cereus* NRRL B-3711, *S. aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas gingeri* 3146, *B. subtilis* NRRL B-209, *Enterococcus faecium* NRRL B-3502, *Micrococcus luteus* NRRL-B 1018, *E. faecalis* ATCC 29212, *E. coli* ATCC 25922, *Enterobacter aerogenes* NRRL-B 3567, *Proteus vulgaris* NRRL B-123, *Yersinia enterocolitica*, *S. Typhimurium* ATCC 14028) using agar diffusion method with 10 mm discs and it was observed that the extracts were formed inhibition zones ranging from 10 to 20 mm [35]. All these results showed that *C. olitorius* have antimicrobial activity in various ranges depending on the test cultures used.

According to the results, the antioxidant and antimicrobial effects of the *C. olitorius* extracts were different, as well as the total phenolic substance content. This difference is thought to be due to the solvent's ability to dissolve different compounds of the plant.

4. Conclusions and discussion

Various compounds found in plants can be extracted by different methods. The performance of extracting process varies according to the solvent and the type of plant used. In the current study, it was observed that as the amount of phenolic content increased, the antimicrobial effect also increased. As similar with our results, the inhibitory effect of *C. olitorius* ethanol extract against test microorganisms was observed in another study [34], which also shows that ethanol is a suitable solvent for extracting the antimicrobial effective compounds from the plant. However, the total phenolic content of *C. olitorius* water extract obtained in another study [31] was almost half of our result. This result may be due to the geographical difference in which the plant grows.

In this study, it was determined that *C. olitorius* extracts have antimicrobial and antioxidant activities as well as rich in total phenolic content. The total phenolic content and antioxidant activity results showed that ethanol extract was the most efficient sample when compared to water and methanol extracts, while antimicrobial activity was the highest in methanol extract against all test cultures. Hence, *C. olitorius* has the potential to be used as an alternative to chemical antimicrobial and antioxidant agents. The results showed that the antimicrobial and bioactive properties of *C. olitorius* may change depending on the geographical region where the plant is grown, the drying processes applied to the plant, as well as solvent type used during plant extraction. In the future studies, *C. olitorius* will be used in various foods for detecting its effect on food quality and safety.

References

- [1] Sabo, V. A., & Knezevic, P. (2019). Antimicrobial activity of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. plant extracts and essential oils: A review. *Industrial Crops and Products*, 132, 413-429. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.02.051>
- [2] Panda, S. K., Mohanta, Y. K., Padhi, L., & Luyten, W. (2019). Antimicrobial activity of select edible plants from Odisha, India against food-borne pathogens. *LWT*, 113, 108246. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.06.013>
- [3] Tajkarimi, M. M., Ibrahim, S. A., & Cliver, D. O. (2010). Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, 21(9), 1199-1218. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.02.003>
- [4] Maddox, C. E., Laur, L. M., & Tian, L. (2010). Antibacterial activity of phenolic compounds against the phytopathogen *Xylella fastidiosa*. *Current Microbiology*, 60(1), 53. <https://doi.org/10.1007/s00284-009-9501-0>
- [5] Karray- Bouraoui, N. A. J. O. U. A., Ksouri, R., Falleh, H., Rabhi, M., Jaleel, C. A., Grignon, C., & Lachaal, M. (2010). Effects of environment and development stage on phenolic content and antioxidant activities of *Mentha pulegium* L. *Journal of Food Biochemistry*, 34, 79-89. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2009.00303.x>
- [6] Mark, R., Lyu, X., Lee, J. J., Parra-Saldívar, R., & Chen, W. N. (2019). Sustainable production of natural phenolics for functional food applications. *Journal of Functional Foods*, 57, 233-254. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.04.008>
- [7] Zhang, L., Shamaladevi, N., Jayaprakasha, G. K., Patil, B. S., & Lokeshwar, B. L. (2015). Polyphenol-rich extract of *Pimenta dioica* berries (Allspice) kills breast cancer cells by autophagy and delays growth of triple negative breast cancer in athymic mice. *Oncotarget*, 6(18), 16379. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.3834>
- [8] Correa, L. B., Pádua, T. A., Seito, L. N., Costa, T. E. M. M., Silva, M. A., Candéa, A. L. P., ... & Henriques, M. G. (2016). Anti-inflammatory effect of methyl gallate on experimental arthritis: Inhibition of neutrophil

- recruitment, production of inflammatory mediators, and activation of macrophages. *Journal of Natural Products*, 79(6), 1554-1566. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.5b01115>
- [9] Passamonti, S., Vrhovsek, U., Vanzo, A., & Mattivi, F. (2005). Fast access of some grape pigments to the brain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(18), 7029-7034. <https://doi.org/10.1021/jf050565k>
- [10] Hajipour, S., Sarkaki, A., Farbood, Y., Eidi, A., Mortazavi, P., & Valizadeh, Z. (2016). Effect of gallic acid on dementia type of Alzheimer disease in rats: electrophysiological and histological studies. *Basic and Clinical Neuroscience*, 7(2), 97. <https://doi.org/10.15412/J.BCN.03070203>
- [11] Kumar, S., Gupta, A., & Pandey, A. K. (2013). *Calotropis procera* root extract has the capability to combat free radical mediated damage. *International Scholarly Research Notices*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/691372>
- [12] J., & Pilz, S. (Eds.). (2011). *Industrial Scale Natural Products Extraction*. Germany: Wiley-VCH.
- [13] Yang, Z., Wu, Y., Dai, Z., Chen, X., Wang, H., Yang, S., ... & Deng, C. (2020). Comprehensive transcriptome analysis and tissue-specific profiling of gene expression in jute (*Corchorus olitorius* L.). *Industrial Crops and Products*, 146, 112101. <https://doi.org/10.1186/s12864-020-06805-6>
- [14] Bhandari, H. R., Bera, A., Kar, C. S., & Biswas, S. (2018). Stability assessment of jute seed production system in lower Gangetic plains of India. *Industrial Crops and Products*, 125, 505-510. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.09.009>
- [15] Islam, M. M. (2013). Biochemistry, medicinal and food values of jute (*Corchorus capsularis* L. and *C. olitorius* L.) leaf: a review. *International Journal of Enhanced Research In Science Technology & Engineering*, 2(11), 135-44.
- [16] Yan, Y. Y., Wang, Y. W., Chen, S. L., Zhuang, S. R., & Wang, C. K. (2013). Anti-inflammatory effects of phenolic crude extracts from five fractions of *Corchorus Olitorius* L. *Food Chemistry*, 138(2-3), 1008-1014. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.052>
- [17] Barku, V., Opoku-Boahen, Y., Owusu-Ansah, E., Dayie, N. T. K. D., & Mensah, F. (2013). In-vitro assessment of antioxidant and antimicrobial activities of methanol extracts of six wound healing medicinal plants. *In-Vitro*, 3(1).
- [18] Kumari, N., Choudhary, S. B., Sharma, H. K., Singh, B. K., & Kumar, A. A. (2019). Health-promoting properties of *Corchorus* leaves: A review. *Journal of Herbal Medicine*, 15, 100240. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2018.10.005>
- [19] Özdenefe, M. S., Muhammed, A., Süer, K., Güler, E., Aysun, H., & Takcı, M. (2018). Determination of antimicrobial activity of *Corchorus olitorius* leaf extracts. *Cyprus Journal of Medical Sciences*, 3(3), 159-164. <https://doi.org/10.5152/cjms.2018.623>
- [20] Abir, R. R., Marjia, M., Rakhi, N. N., Saha, O., Hossain, M. A., & Rahaman, M. M. (2019). *In vitro* comparative analysis of antibacterial activity of different fractions of *Corchorus capsularis* and *Corchorus olitorius* leaves extracts. *Bangladesh Journal of Microbiology*, 36(2), 69-73. <https://doi.org/10.3329/bjm.v36i2.45530>
- [21] Al-Yousef, H. M., Amina, M., & Ahamad, S. R. (2017). Comparative study on the chemical composition of *Corchorus olitorius* leaf and stem dry oils. *Biomedical research*, 28(10).
- [22] Silván, J. M., Mingo, E., Hidalgo, M., de Pascual-Teresa, S., Carrascosa, A. V., & Martínez-Rodríguez, A. J. (2013). Antibacterial activity of a grape seed extract and its fractions against *Campylobacter* spp. *Food Control*, 29(1), 25-31. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.063>
- [23] Hassanpour, H., & Khoshamad, R. (2017). Antioxidant capacity, phenolic compounds and antioxidant enzymes of wild grape seeds from different accessions grown in Iran. *Erwerbs-Obstbau*, 59(4), 281-290. <https://doi.org/10.1007/s10341-017-0323-0>
- [24] Corrêa, R. C., Barros, L., Fernandes, Â., Sokovic, M., Bracht, A., Peralta, R. M., & Ferreira, I. C. (2018). A natural food ingredient based on ergosterol: optimization of the extraction from *Agaricus blazei*, evaluation of bioactive properties and incorporation in yogurts. *Food & Function*, 9(3), 1465-1474. <https://doi.org/10.1039/C7FO02007D>
- [25] Cemeroglu, B., 2013, Gıda Analizleri, Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- [26] Abdelhady, M. I., Motaal, A. A., & Beerhues, L. (2011). Total phenolic content and antioxidant activity of standardized extracts from leaves and cell cultures of three *Callistemon* species. *American Journal of Plant Sciences*, 2(6), 847. <https://doi.org/10.4236/ajps.2011.26100>
- [27] Naik, D., Dandge, C., & Rupanar, S. (2014). Determination of chemical composition and evaluation of antioxidant activity of essential oil from *Tinospora cordifolia* (Willd.) Leaf. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(2), 228-236. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2013.831568>
- [28] Deng, Y., Yang, G., Yue, J., Qian, B., Liu, Z., Wang, D., ... & Zhao, Y. (2014). Influences of ripening stages and extracting solvents on the polyphenolic compounds, antimicrobial and antioxidant activities of blueberry leaf extracts. *Food Control*, 38, 184-191. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.10.023>
- [29] SPSS (2011). Statistical package, SPSS for Windows. Ver. 20.0, Chicago.
- [30] Le, A. V., Parks, S. E., Nguyen, M. H., & Roach, P. D. (2018). Effect of solvents and extraction methods on recovery of bioactive compounds from defatted Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng.) Seeds. *Separations*, 5 (39). <https://doi.org/10.3390/separations5030039>

- [31] Ademiluyi, A. O., Oboh, G., Aragbaiye, F. P., Oyeleye, S. I., & Ogunsuyi, O. B. (2015). Antioxidant properties and *in vitro* α -amylase and α -glucosidase inhibitory properties of phenolics constituents from different varieties of *Corchorus* spp. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 10(3), 278-287. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2014.11.005>
- [32] Yakoub, A. R. B., Abdehedi, O., Jridi, M., Elfalleh, W., Nasri, M., & Ferchichi, A. (2018). Flavonoids, phenols, antioxidant, and antimicrobial activities in various extracts from Tossa jute leave (*Corchorus olitorus* L.). *Industrial Crops and Products*, 118, 206-213. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.047>
- [33] Obeng, E., Kpodo, F. M., Tettey, C. O., Essuman, E. K., & Adzinyo, O. A. (2020). Antioxidant, total phenols and proximate constituents of four tropical leafy vegetables. *Scientific African*, 7, e00227. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00227>
- [34] Mohammed, R. M. O. (2016). Phytochemical investigation of antimicrobial and antioxidant activity leaves extracts of *Corchorus olitorius*. *Open Access Library Journal*, 3(1). 1-5. <https://doi.org/10.4236/oalib.1102225>
- [35] Semra, I., Filiz, S., & Ferdag, C. (2007). Antibacterial and antifungal activity of *Corchorus olitorius* L. (Molokhia) extracts. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1, 59-61.



The taxonomical investigations on lichens of Büyükorhan and Harmancık districts in Bursa province

Çağla GÖGEN¹, Şule ÖZTÜRK¹, Seyhan ORAN^{*1}

ORCID: 0000-0003-4613-3899; 0000-0002-1284-7992; 0000-0001-8196-2065

¹Bursa Uludağ University, Faculty of Arts & Sciences, Department of Biology, 16059, Görükle, Bursa, Turkey

Abstract

In this study, the lichen diversity of Büyükorhan and Harmancık districts in the city of Bursa were investigated. 94 lichen taxa belonging to 54 genera were determined by evaluating samples collected from 64 different localities in field studies conducted between 2014 and 2015. 10 taxa for Bursa province are new records. In addition, 41 taxa for Büyükorhan district, 67 taxa for Harmancık district are new records. The richest genera in terms of the number of taxa included in the study area were found as *Lecanora*, *Ramalina*, *Physcia*, *Physconia* and *Rinodina*, respectively.

Key words: biodiversity, Büyükorhan, Harmancık, lichenized fungi, Turkey

----- * -----

Bursa ili Büyükorhan ve Harmancık ilçelerinin likenleri üzerinde taksonomik incelemeler

Özet

Bu çalışmada Bursa ilinin Büyükorhan ve Harmancık ilçelerinin liken çeşitliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 2014-2015 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarında 64 farklı lokaliteden toplanan örneklerin değerlendirilmesi ile 54 cinse ait 94 liken taksonu tespit edilmiştir. Bu taksonlardan 10 tanesi Bursa ili için yeni kayıttır. Ayrıca, 41 tanesi Büyükorhan ilçesi, 67 tanesi Harmancık ilçesi için yeni kayıt durumundadır. Çalışma alanında içerdiği takson sayısı bakımından en zengin cinsler sırasıyla *Lecanora*, *Ramalina*, *Physcia*, *Physconia* ve *Rinodina* olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: biyoçeşitlilik, Büyükorhan, Harmancık, lichenized fungi, Türkiye

1. Giriş

Bursa iline ait ilk liken kayıtları 1900'lü yılların başlarında yabancı araştırmacılar tarafından verilmiştir. Bu çalışmaların, genellikle yabancı araştırmacıların ülkemizin farklı bölgelerinde yaptıkları geziler sırasında topladıkları örnekleri değerlendirdiği ve az sayıdaki liken kaydının verildiği listeler şeklinde olduğu görülmektedir. Daha sonraki yıllarda Türk araştırmacılar tarafından Bursa ili, ilçeleri ve Uludağ'ın liken zenginliği ile ilgili daha detaylı floristik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bursa iline ait liken kayıtlarının verildiği çok sayıda yayın ülkemizde yayınlı bulunan liken türlerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan "Türkiye Liken Listesi" adlı kitapta yer almaktadır [1]. Bu tarihten sonra Bursa ilinden yapılmış birkaç biyoçeşitlilik çalışması bulunmaktadır [2, 3, 4, 5].

Bursa ilinden günümüze kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde Harmancık ilçesine ait liken kaydının bulunmadığı, Büyükorhan ilçesinden ise bir çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmada iki ilçede yayılış gösteren liken türlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.1. Çalışma alanı

Bursa ili, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara bölgesinin ise güneybatısında yer almaktadır. Çalışma alanı olarak seçilen Büyükorhan ve Harmancık ilçeleri ise Bursa'nın güneyinde yer almakta olup yaklaşık 1060 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Kuzeyden Orhaneli, kuzeybatıdan Mustafakemalpaşa, doğudan Keles, güneybatıdan Balıkesir'in Dursunbey, güneydoğudan Kütahya'nın Tavşanlı ilçeleri ile çevrilidir. Büyükorhan ilçesinin Bursa şehir merkezine

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902242941669; Fax.: +902242941669; E-mail: seyhana@uludag.edu.tr

uzaklığı 86 km, denizden yüksekliği 830 m, yüzölçümü 672 km²'dir. Harmancık ilçesinin Bursa merkezine uzaklığı 96 km, denizden yüksekliği 650 m, yüzölçümü 389 km²'dir [6, 7].

Çalışma alanında *Pinus nigra* J. F. Arnold. ve *P. brutia* Ten.'dan oluşan kurak ormanlar hakim durumdadır. Bu ormanların tahrip olduğu alanlarda *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, *Quercus infectoria* Oliv. subsp. *infectoria*, *Phyllirea latifolia* L., *Paliurus spina-christii* Mill., *Cistus creticus* L., *C. salviifolius* L., *Arbutus andrachne* L., *Rhus coriaria* L., *Pistacia palaestina* Boiss.'dan oluşan maki vejetasyonu bulunmaktadır. Büyükorhan ilçesinde *Quercus cerris* L. yer yer saf ormanlar oluşturmaktadır. Harmancık ilçesinde çam ormanlarının tahrip edildiği kayalık alanlarda *Juniperus excelsa* M. Bieb., *J. foetidissima* Willd. toplulukları yaygındır. Alanda su kenarları ve nemli vadi içlerinde *Populus*, *Salix* türleri ile, *Platanus orientalis* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. subsp. *glutinosa*, *Ulmus minor* Mill., *Fraxinus ornus* L. subsp. *ornus*, *Tilia tomentosa* Moench, *Vitex agnus-castus* L. görülmektedir [7].

T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Bursa Meteoroloji İl Müdürlüğünden alınan meteorolojik verilere göre Bursa'da yıllık ortalama sıcaklık 14,5 °C iken, Büyükorhan'da 10,5 °C ve Harmancık'ta 11,8° C'dir. Yıllık ortalama yağış, Bursa'da 56,4 mm iken, Büyükorhan'da 29,6 mm ve Harmancık'ta 45,6 mm'dir [8, 9, 10]. Emberger metoduna göre her üç istasyonda da Akdeniz iklimi görülmektedir. Bursa merkezde Az-yağışlı Akdeniz, Büyükorhan ve Harmancık'ta ise Yarı-kurak Akdeniz iklim tipi hakimdir [11].

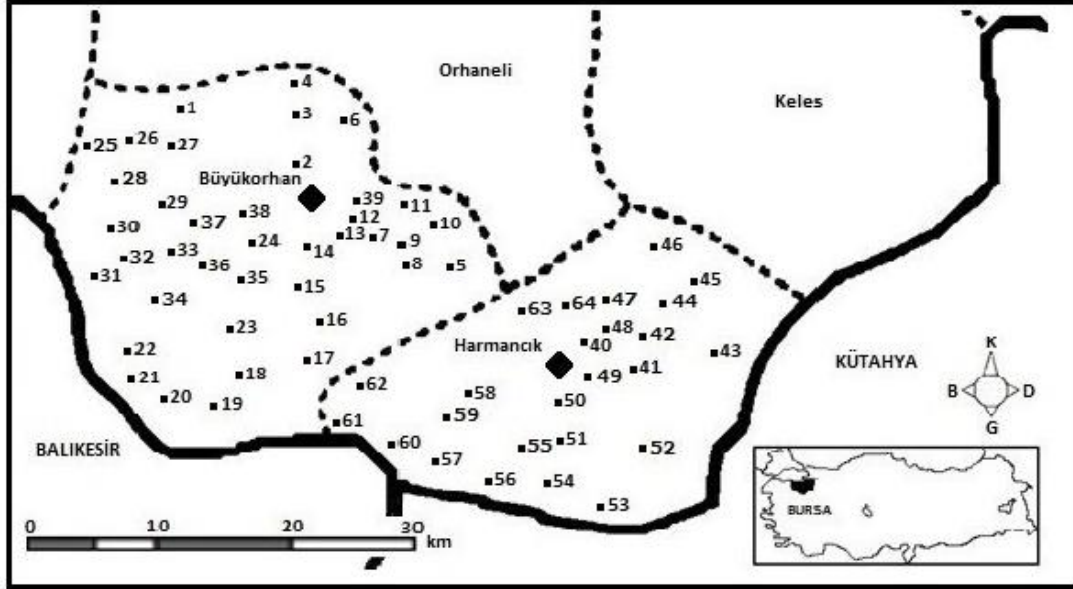
2. Materyal ve Yöntem

Liken örnekleri, çalışma alanındaki 64 farklı lokaliteden toplanmıştır (Şekil 1). Toplanan örneklerin morfolojik ve anatomik özelliklerinin incelenmesi için ışık mikroskobu (Nikon Eclipse E100) ve diseksiyon mikroskobu (Leica MZ6) kullanılmıştır. Tallus korteksi, medulla, apotesyum diski ve apotesyum kenarı için standart kimyasal spot testleri (C, K, KC, N, Pd) uygulanmış ve renk reaksiyonları gözlenerek tür tayininde değerlendirilmiştir. Anatomik kesitler su, % 10 luk KOH yada Lügol çözeltisi içinde incelenmiştir. Türlerin tayininde tayin anahtarı içeren revizyon ve çeşitli flora kitaplarından yararlanılmıştır [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19]. Hazırlanan herbaryum örnekleri, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Herbaryumu (BULU)'nda muhafaza edilmektedir.

Çalışma alanındaki lokaliteler:

1. Büyükorhan; Aktaş köyü çevresi, 780 m, 39° 48' 32,5" K 28° 48' 53,0" D, 13.07.2014.
2. Büyükorhan; Armutçuk köyü, 720 m, 39° 47' 33,4" K 28° 53' 20,8" D, 15.07.2014.
3. Büyükorhan; Durhasan köyü çevresi, 757 m, 39° 49' 32,0" K 28° 53' 15,3" D, 15.07.2014.
4. Büyükorhan; Çakıryenice köyü çevresi, 770 m, 39° 50' 46,7" K 28° 53' 15,2" D, 15.07.2014.
5. Büyükorhan; Gedikler köyü, 890 m, 39° 43' 33,9" K 29° 00' 36,5" D, 16.07.2014.
6. Büyükorhan; İsmetiye - Özlüce köyleri arası, meşelik alan, 790 m, 39° 48' 22,0" K 28° 55' 38,5" D, 17.07.2014.
7. Büyükorhan; Çeribaşı köyü girişi, meşelik alan, 808 m, 39° 44' 27,0" K 28° 56' 39,7" D, 17.07.2014.
8. Büyükorhan; Pınarköy, 850 m, 39° 43' 51,1" K 28° 58' 13,5" D, 17.07.2014.
9. Büyükorhan; Perçin köyü, 840 m, 39° 44' 07,5" K 28° 59' 16,7" D, 17.07.2014.
10. Büyükorhan; Hacıahmet köyü çevresi, 846 m, 39° 45' 36,7" K 28° 58' 53,9" D, 17.07.2014.
11. Büyükorhan; Hacıahmetler köyü, 780 m, 39° 46' 33,7" K 28° 58' 14,6" D, 18.07.2014.
12. Büyükorhan; Kayapa - Balaban köyleri arası, kayalık-meşelik alan, 767 m, 39° 46' 05,2" K 28° 56' 16,7" D, 18.07.2014.
13. Büyükorhan; Hacılar ve Derecik köyleri çevresi, 700 m, 39° 45' 53,4" K 28° 55' 07,6" D, 18.07.2014.
14. Büyükorhan; Yenice köyü, 756 m, 39° 45' 37,6" K 28° 54' 44,0" D, 18.07.2014.
15. Büyükorhan; Hemşeriler köyü mezarlığı, 782 m, 39° 44' 25,9" K 28° 54' 57,4" D, 18.07.2014.
16. Büyükorhan; Kınık beldesi mezarlığı, 780 m, 39° 42' 10,3" K 28° 56' 00,3" D, 18.07.2014.
17. Büyükorhan; Kınık - Akçasaz arası, çamlık alan, 781 m, 39° 40' 23,0" K 28° 54' 59,1" D, 18.07.2014.
18. Büyükorhan; Tekerler ve Çökene köyleri çevresi, 780 m, 39° 39' 16,8" K 28° 52' 14,6" D, 18.07.2014.
19. Büyükorhan; Veletler köyü, 594 m, 39° 38' 22,5" K 28° 51' 05,7" D, 18.07.2014.
20. Büyükorhan; Demirler köyü çevresi, 640 m, 39° 38' 37,9" K 28° 50' 34,4" D, 18.07.2014.
21. Büyükorhan; Piribeyler köyü mezarlığı ve çevresi, çamlık alan, 458 m, 39° 38' 26,3" K 28° 48' 06,2" D, 18.07.2014.
22. Büyükorhan; Osmanlar ve Mazlumlar köyleri çevresi, 564 m, 39° 39' 18,8" K 28° 47' 47,6" D, 18.07.2014.
23. Büyükorhan; Karaağz köyü, 930 m, 39° 41' 23,2" K 28° 52' 56,4" D, 18.07.2014.
24. Büyükorhan; Karaağz - Büyükorhan yolu, Karaağz köyü çıkışı, meşe ormanı, 890 m, 39° 42' 05,7" K 28° 53' 40,7" D, 18.07.2014.
25. Büyükorhan; Burunca köyü mezarlığı, 647 m, 39° 47' 56,9" K 28° 43' 45,4" D, 19.07.2014.
26. Büyükorhan; Burunca - Sarnıç köyleri arası, ormanlık ve açıklık alan, 682 m, 39° 48' 34,6" K 28° 45' 17,3" D, 19.07.2014.
27. Büyükorhan; Sarnıç köyü çevresi, 804 m, 39° 47' 09,7" K 28° 48' 02,9" D, 19.07.2014.
28. Büyükorhan; Örencik köyü girişi, 820 m, 39° 46' 24,3" K 28° 45' 44,8" D, 19.07.2014.
29. Büyükorhan; Danaçalı köyü mezarlığı, 887 m, 39° 45' 30,3" K 28° 46' 42,3" D, 19.07.2014.
30. Büyükorhan; Elekçalı köyü mezarlığı, 790 m, 39° 45' 06,4" K 28° 45' 16,0" D, 19.07.2014.
31. Büyükorhan; Dügüncüler köyü çevresi, 590 m, 39° 42' 51,7" K 28° 44' 33,9" D, 19.07.2014.
32. Büyükorhan; Bayındır köyü merkezi, 707 m, 39° 43' 15,4" K 28° 46' 34,2" D, 19.07.2014.
33. Büyükorhan; Karaçukur köyü mezarlığı, 874 m, 39° 43' 40,3" K 28° 48' 30,3" D, 19.07.2014.
34. Büyükorhan; Geynik ve Ericcek köyleri çevresi, 766 m, 39° 42' 17,8" K 28° 49' 49,6" D, 19.07.2014.
35. Büyükorhan; Karalar köyü, 778 m, 39° 41' 44,2" K 28° 50' 41,5" D, 19.07.2014.
36. Büyükorhan; Kuşlar köyü mezarlığı, 992 m, 39° 43' 47,1" K 28° 51' 32,9" D, 19.07.2014.
37. Büyükorhan; Zaferiye köyü mezarlığı, 931 m, 39° 45' 21,3" K 28° 49' 42,6" D, 19.07.2014.

38. Büyükorhan; Zaferiye köyü - Büyükorhan arası, meşelik alan, 870 m, 39° 46' 07,3" K 28° 52' 29,9" D, 19.07.2014.
39. Büyükorhan; Büyükorhan Barajı batısı, yol kenarı, 717 m, 39° 47' 27" K 28° 54' 45" D, 20.04.2015.
40. Harmancık; Ece mahallesi mezarlığı, 670 m, 39° 41' 03,2" K 29° 10' 20,6" D, 12.08.2014.
41. Harmancık; Ballısaray mahallesi, mezarlık çevresi, 770 m, 39° 41' 10,4" K 29° 12' 32,3" D, 12.08.2014.
42. Harmancık; Okçular köyü girişi, 865 m, 39° 42' 07,8" K 29° 12' 54,2" D, 12.08.2014.
43. Harmancık; Gülözü köyü çevresi, 1000 m, 39° 42' 18,8" K 29° 14' 21,9" D, 12.08.2014.
44. Harmancık; Nalbant ve Hobandanişment köyleri çevresi, 890 m, 39° 43' 14,8" K 29° 13' 30,0" D, 12.08.2014.
45. Harmancık; Yeşilyurt köyü mezarlığı ve çevresi, 950 m, 39° 44' 12,5" K 29° 13' 53,2" D, 12.08.2014.
46. Harmancık; Akalan köyü girişi, 755 m, 39° 45' 13,4" K 29° 11' 22,9" D, 12.08.2014.
47. Harmancık; Köçekler mahallesi çevresi, 878 m, 39° 43' 28,5" K 29° 12' 29,3" D, 12.08.2014.
48. Harmancık; Yayabaşı ve Kılavuzlar mahalleleri ortak mezarlığı, 780 m, 39° 42' 41,1" K 29° 11' 21,5" D, 12.08.2014.
49. Harmancık; Kepekdere mahallesi girişi, 680 m, 39° 40' 13,4" K 29° 10' 04,8" D, 12.08.2014.
50. Harmancık; Bekdemirler köyü, 701 m, 39° 39' 20,0" K 29° 09' 33,5" D, 12.08.2014.
51. Harmancık; Karaca mahallesi mezarlığı, 720 m, 39° 38' 06,3" K 29° 09' 37,3" D, 12.08.2014.
52. Harmancık; Balatdanişment köyü mezarlığı, 750 m, 39° 37' 54,6" K 29° 10' 23,3" D, 12.08.2014.
53. Harmancık; Kozluca köyü çevresi, çamlık alan, 850 m, 39° 36' 22,9" K 29° 09' 27,7" D, 12.08.2014.
54. Harmancık; İshaklar köyü çevresi, 810 m, 39° 37' 44,2" K 29° 08' 09,0" D, 12.08.2014.
55. Harmancık; Kışmanlar köyü mezarlığı, 782 m, 39° 38' 23,1" K 29° 07' 54,2" D, 12.08.2014.
56. Harmancık; Akpınar köyü ve Ulu mahallesi ortak mezarlığı, 800 m, 39° 37' 59,3" K 29° 09' 07,0" D, 12.08.2014.
57. Harmancık; Gedikören köyü çevresi, 840 m, 39° 38' 10,8" K 29° 04' 54,8" D, 12.08.2014.
58. Harmancık; Dutluca köyü ve Koyak mahallesi ortak mezarlığı, 620 m, 39° 40' 09,2" K 29° 03' 12,7" D, 12.08.2014.
59. Harmancık; Dedevali köyü girişi, 640 m, 39° 39' 33,0" K 29° 21' 59,6" D, 12.08.2014.
60. Harmancık; Göçkeler köyü ve Çınar mahallesi ortak mezarlığı, 542 m, 39° 38' 43,0" K 29° 01' 33,9" D, 12.08.2014.
61. Harmancık; Alutça köyü girişi, 590 m, 39° 37' 51,8" K 28° 58' 00,3" D, 12.08.2014.
62. Harmancık; Ilıcaksu ve Delicegüney köyleri ortak mezarlığı, 530 m, 39° 40' 00,8" K 29° 02' 27,1" D, 12.08.2014.
63. Harmancık; Çakmak köyü mezarlığı, 770 m, 39° 44' 26,6" K 29° 07' 32,1" D, 12.08.2014.
64. Harmancık; Çatalsöğüt köyü, 705 m, 39° 44' 57,0" K 29° 09' 53,4" D, 12.08.2014.



Şekil 1. Çalışma alanının haritası ve örneklerin toplandığı lokaliteler

3. Bulgular

Çalışma alanında belirlenen liken taksonları alfabetik olarak sıralanmış olup, bulunduğu ilçe, lokalite numarası, substrat ve parantez içinde herbaryum (BULU) kayıt numaraları ile birlikte verilmiştir. Bursa ili için yeni kayıt olan taksonlar (*) işareti ile belirtilmiştir.

***Anaptychia ciliaris* (L.) Körb. ex A. Massal.**

Büyükorhan - 1, *Quercus* sp., (16525).

***Aspicilia cinerea* (L.) Körb.**

Harmancık - 61, silisli kaya, (17670).

***Aspicilia desertorum* (Kremp.) Mereschk.**

Büyükorhan - 28, silisli kaya, (17427).

***Athallia holocarpa* (Hoffm.) Arup, Frödén & Søchting**

Büyükorhan - **2, 5, 24**, *Quercus* sp., (16905, 17038, 17374), Harmancık - **44**, kalkerli kaya, (17552), *Quercus* sp., (17548), **61**, *Quercus* sp., (17666).

* *Athallia inconnexa* (Nyl.) S.Y. Kondr. & Lókös

Harmancık - **43**, kalkerli kaya, (17538).

* *Bagliettoa calciseda* (DC.) Gueidan & Cl. Roux

Harmancık - **44**, kalkerli kaya, (17554).

Blastenia ferruginea (Huds.) A. Massal.

Büyükorhan - **6, 9, 10**, *Quercus* sp., (17178, 17250, 17265), **21**, *Pinus* sp., (17363), Harmancık - **53**, *Pinus* sp., (17617).

Bryoria fuscescens (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.

Harmancık - **47**, *Quercus* sp., (17572).

Buellia griseovirens (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.

Büyükorhan - **39**, *Quercus cerris*, (17949).

Caloplaca cerina (Hedw.) Th. Fr.

Büyükorhan - **13**, *Prunus avium* (17307), **27**, *Morus* sp., (17407), Harmancık - **54**, *Pyrus* sp., (17629).

* *Caloplaca haematites* (Chaub. ex St.-Amans) Zwackh

Büyükorhan - **2**, *Morus* sp., (16897).

Candelaria concolor (Dicks.) Stein

Büyükorhan - **4**, *Platanus* sp., (16938), **8**, *Prunus dulcis*, (17237), *Pyrus* sp., (17238), **11**, *Morus* sp., (17274), **12**, *Morus* sp., (17284), *Pyrus* sp., (17283), **13, 19, 35**, *Prunus dulcis*, (17306, 17351, 17461), **14**, *Quercus* sp., (17312), **16**, *Cedrus* sp., (17327), *Quercus* sp., (17325), Harmancık - **40**, *Cedrus* sp., (17502), **50, 54**, *Pyrus* sp., (17603, 17630).

Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.

Harmancık - **41**, kalkerli kaya, (17504).

Chrysothrix candelaris (L.) J.R. Laundon

Büyükorhan - **1**, *Quercus* sp., (16726).

Circinaria calcarea (L.) A. Nordin, Savić & Tibell

Büyükorhan - **27**, kalkerli kaya, (17404), Harmancık - **43, 52, 53**, kalkerli kaya, (17539, 17613, 17624).

* *Circinaria hoffmanniana* (S. Ekman & Fröberg ex R. Sant.) A. Nordin

Harmancık - **45, 46**, kalkerli kaya, (17562, 17567).

Cladonia fimbriata (L.) Fr.

Büyükorhan - **3, 17**, *Pinus* sp., (16924, 17329), **26**, silisli kaya, (17392), **38**, *Pinus* sp., (17481), silisli toprak, (17480).

Diplotomma alboatrum (Hoffm.) Flot.

Büyükorhan - **32**, *Morus* sp., (17448).

Diplotomma epipolium (Ach.) Arnold

Harmancık - **43**, kalkerli kaya, (17540).

Evernia prunastri (L.) Ach.

Büyükorhan - **2**, *Pyrus* sp., (16914), *Quercus* sp., (16906), **3, 17, 21**, *Pinus* sp., (16925, 17330, 17364), *Quercus* sp., (16932, 17337, 17359), **5, 6, 7, 11, 12, 14, 18, 24, 25, 26, 30**, *Quercus* sp., (17039, 17179, 17229, 17275, 17287, 17313, 17343, 17375, 17387, 17396, 17435), **9**, *Malus* sp., (17243), *Populus* sp., (17240), *Quercus* sp., (17251), **20**, *Prunus dulcis*, (17354), **28, 38**, *Pinus* sp., (17414, 17482), **39**, *Quercus cerris* (17951), Harmancık - **41**, *Prunus* sp., (17511), *Quercus* sp., (17515), **47**, *Pinus* sp., (17568), *Quercus* sp., (17573), **48, 52, 56, 61**, *Quercus* sp. (17590, 17608, 17643, 17667), **53, 63**, *Pinus* sp., (17618, 17677), **55**, *Juniperus* sp., (17637), *Quercus* sp., (17640).

Gallowayella fulva (Hoffm.) S.Y. Kondr. et al.

Büyükorhan - **4**, *Platanus* sp., (16940), **10**, *Quercus* sp., (17269), **11**, *Populus* sp., (17280), Harmancık - **54**, *Prunus* sp., (17635).

Hafellia disciformis (Fr.) Marbach & H. Mayrhofer

Harmancık - **53**, *Pinus* sp., (17616), **55**, *Juniperus* sp., (17636).

Hyperphyscia adglutinata (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt

Büyükorhan - **2**, *Morus* sp., (16898), **3**, *Populus* sp., (16930), **4**, *Cedrus* sp., (16943), **16**, *Quercus* sp., (17326).

Hypogymnia farinacea Zopf

Büyükorhan - **12**, *Quercus* sp., (17288), **17**, *Pinus* sp., (17331), **34**, *Prunus dulcis*, (17457), **48**, *Juniperus* sp., (17588), *Quercus* sp., (17591), Harmancık - **39**, *Quercus cerris*, (17952), **63**, *Pinus* sp., (17678).

Hypogymnia physodes (L.) Nyl.

Büyükorhan - **3, 17**, *Pinus* sp., (16926, 17332), **21, 26**, *Pinus* sp., (17365, 17393), *Quercus* sp., (17360, 17397), **39**, *Quercus cerris*, (17953), Harmancık - **43**, *Quercus* sp., (17534), **47**, *Pinus* sp., (17569).

Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Hav.

Büyükorhan - **2**, *Pyrus* sp., (16915), **9**, *Malus* sp., (17244), **17, 21, 26**, *Pinus* sp., (17333, 17366, 17394), **39**, *Quercus cerris*, (17954), Harmancık - **43, 47**, *Quercus* sp., (17535, 17574), **53**, *Pinus* sp., (17619).

Lasallia pustulata (L.) Mérat

Büyükorhan - **7, 12**, silisli kaya, (17235, 17299).

Lathagrium cristatum (L.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin

Harmancık - 43, kalkerli kaya, (17541).

***Lathagrium fuscovirens* (With.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin**

Büyükorhan - 34, kalkerli kaya, (17460).

***Lecania naegelii* (Hepp) Diederich & van den Boom**

Büyükorhan - 10, *Quercus* sp., (17266).

***Lecania rabenhorstii* (Hepp) Arnold**

Harmancık - 45, kalkerli kaya, (17563).

***Lecanora argentata* (Ach.) Malme**

Büyükorhan - 27, 31, *Morus* sp., (17408, 17445).

***Lecanora campestris* (Schaer.) Hue**

Harmancık - 46, kalkerli kaya, (17566).

***Lecanora carpinea* (L.) Vain.**

Büyükorhan - 2, *Juglans* sp., (16901), *Morus* sp., (16899), *Quercus* sp., (16907), 3, 4, 5, 6, 11, 14, 24, 26, 29, 33, 36, *Quercus* sp., (16933, 16947, 17040, 17179, 17276, 17314, 17376, 17398, 17429, 17451, 17464), 10, *Morus* sp., (17262), 22, *Prunus dulcis*, (17370), 25, *Juglans* sp., (17384), 30, *Cydonia oblonga*, (17432), *Quercus* sp., (17436), Harmancık - 47, 52, 56, 62, 63, *Quercus* sp., (17575, 17609, 17644, 17673, 17681), 53, *Pinus* sp., (17620).

***Lecanora chlarotera* Nyl.**

Büyükorhan - 2, 5, 6, 9, 15, 17, *Quercus* sp., (16908, 17041, 17180, 17253, 17319, 17338), 25, *Juglans* sp., (17385), *Quercus* sp., (17388), 27, *Morus* sp., (17409), 39, *Quercus cerris*, (17955), Harmancık - 42, *Salix* sp., (17522), 44, *Juniperus* sp., (17545), *Quercus* sp., (17549), 45, 48, *Quercus* sp., (17559, 17598), 55, *Juniperus* sp., (17638), 64, *Juglans* sp., (17686).

* ***Lecanora handelii* J. Steiner**

Harmancık - 44, silisli kaya, (17555).

***Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach.**

Harmancık - 47, 58, *Quercus* sp., (17576, 17655).

***Lecanora subcarpinea* Szatala**

Büyükorhan - 18, *Quercus* sp., (17344), 39, *Quercus cerris*, (17956).

***Lecidea fuscoatra* (L.) Ach.**

Büyükorhan - 28, silisli kaya, (17423).

***Lecidea lapicida* var. *lapicida* (Ach.) Ach.**

Büyükorhan - 7, 28, silisli kaya, (17236, 17424).

***Lecidella carpathica* Körb.**

Büyükorhan - 22, 37, silisli kaya, (17369, 17474).

***Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy**

Büyükorhan - 1, 5, 14, 18, 24, 26, 28, 30, 36, *Quercus* sp., (16727, 17042, 17315, 17345, 17377, 17399, 17416, 17437, 17465), 4, *Cedrus* sp., (16941), 10, *Morus* sp., (17264), *Quercus* sp., (17267), 11, *Populus* sp., (17281), *Quercus* sp., (17277), 12, 27, 31, 32, *Morus* sp., (17285, 17410, 17446, 17449), 23, *Acacia* sp., (17372), 29, 35, *Prunus dulcis*, (17430, 17462), 39, *Quercus cerris*, (17957), Harmancık - 40, *Cedrus* sp., (17503), 44, 55, *Juniperus* sp., (17546, 17639), 47, 52, 58, 62, 63, *Quercus* sp., (17577, 17610, 17656, 17674, 17682), 49, *Populus* sp., (17601), 60, *Prunus dulcis*, (17663).

***Lepra albescens* (Huds.) Hafellner**

Büyükorhan - 15, 28, *Quercus* sp., (17321, 17418), Harmancık - 45, 48, *Quercus* sp., (17560, 17494).

***Lepra amara* (Ach.) Hafellner**

Harmancık - 45, *Quercus* sp., (17561).

* ***Leproplaca cirrochroa* (Ach.) Arup, Frödén & Søchting**

Büyükorhan - 14, kalkerli kaya, (17318), Harmancık - 41, kalkerli kaya, (17506).

* ***Lobothallia recedens* (Taylor) A. Nordin, Savić & Tibell**

Büyükorhan - 6, silisli kaya, (17189).

***Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco et al.**

Büyükorhan - 2, 9, *Malus* sp., (16902, 17245), 6, *Quercus* sp., (17182), 39, *Quercus cerris*, (17958), Harmancık - 41, *Prunus* sp., (17512), *Quercus* sp., (17516).

***Melanohalea elegantula* (Zahlbr.) O. Blanco et al.**

Büyükorhan - 1, 10, 12, *Quercus* sp., (16728, 17268, 17289), 6, silisli kaya, (17190), Harmancık - 39, *Quercus cerris*, (17960), 41, *Quercus* sp., (17517).

***Melanohalea exasperata* (De Not.) O. Blanco et al.**

Büyükorhan - 12, silisli kaya, (17300), 24, *Quercus* sp., (17378), Harmancık - 42, *Prunus* sp., (17521).

***Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al.**

Büyükorhan - 39, *Quercus cerris*, (17961), Harmancık - 47, 55, *Quercus* sp., (17578, 17641).

***Myriolecis crenulata* (Ach.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch**

Harmancık - 41, kalkerli kaya, (17505).

***Myriolecis hagenii* (Ach.) Sliwa, Zhao Xin & Lumbsch**

Büyükorhan - **2, 10, 13**, *Morus* sp., (16900, 17263, 17310), Harmancık - **64**, *Morus* sp., (17684).

***Parmelia sulcata* Taylor**

Büyükorhan - **2**, *Pyrus* sp., (16916), **5, 7, 10, 11, 12, 14, 18, 30**, *Quercus* sp., (17043, 17230, 17254, 17278, 17290, 17316, 17346, 17438), **9**, *Malus* sp., (17246), *Quercus* sp., (17254), **17**, *Pinus* sp., (17334), *Quercus* sp., (17339), **34**, *Prunus dulcis*, (17458), **39**, *Quercus cerris*, (17962), Harmancık - **41**, *Prunus* sp., (17513), *Quercus* sp., (17518), **45**, *Prunus* sp., (17557), **47, 48, 55, 56**, *Quercus* sp., (17579, 17592, 17642, 17645).

***Parmelina carporrhizans* (Taylor) Hale**

Harmancık - **41, 47**, *Quercus* sp., (17519, 17580).

***Parmelina quercina* (Willd.) Hale**

Büyükorhan - **5, 12, 24, 30, 38**, *Quercus* sp., (17044, 17291, 17379, 17439, 17485), Harmancık - **41, 48**, *Quercus* sp., (17520, 17593).

***Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale**

Büyükorhan - **1, 12, 15, 25, 28, 29, 33, 36**, *Quercus* sp., (16729, 17292, 17320, 17389, 17417, 17428, 17452, 17466), **39**, *Quercus cerris*, (17963), Harmancık - **45**, *Prunus* sp., (17558), **47**, *Pinus* sp., (17570), **54**, *Morus* sp., (17632), **56**, *Quercus* sp., (17646), **58**, *Juniperus* sp., (17658), *Quercus* sp., (17657), **60**, *Prunus dulcis*, (17664).

***Pertusaria flavida* (DC.) J.R. Laundon**

Büyükorhan - **39**, *Quercus cerris* (17964).

***Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg**

Harmancık - **54**, *Morus* sp., (17633), **64**, *Juglans* sp., (17687).

***Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier**

Büyükorhan - **1**, silisli kaya, (16736), **2**, *Malus* sp., (16903), *Quercus* sp., (16909), **3, 4, 7, 24, 30, 36, 37**, *Quercus* sp., (16934, 16945, 17231, 17380, 17440, 17467, 17477), **9**, *Malus* sp., (17247), **13**, *Morus* sp., (17311), **39**, *Quercus cerris*, (17965), Harmancık - **41, 53**, kalkerli kaya, (17507, 17625), **43**, *Juniperus* sp., (17528), **51**, *Pinus* sp., (17604), *Prunus* sp., (17606), **62**, *Quercus* sp., (17675).

***Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fürnr.**

Büyükorhan - **1, 9**, *Populus* sp., (16734, 17242), **2**, *Malus* sp., (16904), **6, 10, 12, 24, 37**, *Quercus* sp., (17183, 17271, 17293, 17381, 17478), **13**, *Prunus avium*, (17308), **27, 34**, *Morus* sp., (17411, 17455), Harmancık - **41**, *Prunus dulcis*, (17509), **42**, *Juglans* sp., (17524), *Populus* sp., (17526), *Quercus* sp., (17550), **59**, *Morus* sp., (17661), **60**, *Quercus* sp., (17665), **64**, *Juglans* sp., (17688).

***Physcia leptalea* (Ach.) DC.**

Büyükorhan - **2**, *Pyrus* sp., (16917), Harmancık - **47, 61**, *Quercus* sp., (17581, 17668), **53**, silisli kaya, (17628).

***Physcia tenella* (Scop.) DC.**

Büyükorhan - **36**, *Quercus* sp., (17468).

***Physconia distorta* (With.) J.R. Laundon**

Büyükorhan - **10**, *Quercus* sp., (17272), Harmancık - **42**, *Salix* sp., (17523).

***Physconia enteroxantha* (Nyl.) Poelt**

Büyükorhan - **1, 18, 28, 36**, *Quercus* sp., (16731, 17347, 17419, 17469), **4**, *Platanus* sp., (16939), **19, 29**, *Prunus dulcis*, (17352, 17431), **39**, *Quercus cerris*, (17966), Harmancık - **48**, *Quercus* sp., (17595).

***Physconia grisea* (Lam.) Poelt**

Büyükorhan - **12**, *Morus* sp., (17286), Harmancık - **42**, *Juglans* sp., (17525).

***Physconia perisidiosa* (Erichsen) Moberg**

Büyükorhan - **27**, *Pyrus* sp., (17405), **36**, *Quercus* sp., (17470), Harmancık - **54**, *Pyrus* sp., (17631), **58**, *Juniperus* sp., (17659).

***Placynthium nigrum* (Huds.) Gray**

Harmancık - **52**, kalkerli kaya, (17614).

***Platismatia glauca* (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb.**

Büyükorhan - **3, 17, 38**, *Pinus* sp., (16927, 17335, 17483), **39**, *Quercus cerris*, (17967).

***Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch**

Büyükorhan - **2**, *Juglans* sp., (16922), *Pyrus* sp., (16918), *Quercus* sp., (16910), **3**, *Pinus* sp., (16928), **5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 24, 25, 26, 28, 30, 33, 36**, *Quercus* sp., (17045, 17184, 17232, 17255, 17273, 17279, 17294, 17317, 17322, 17340, 17348, 17382, 17390, 17400, 17420, 17441, 17453, 17471), **27**, *Morus* sp., (17412), *Pyrus* sp., (17406), **39**, *Quercus cerris*, (17968), Harmancık - **43, 44, 47, 48, 56**, *Quercus* sp., (17536, 17551, 17582, 17596, 17647), **46**, *Prunus* sp., (17565), **64**, *Juglans* sp., (17689).

***Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy**

Büyükorhan - **6, 31, 37**, silisli kaya, (17191, 17447, 17475), Harmancık - **43**, kalkerli kaya, (17542), *Pinus* sp., (17531), **57, 61**, silisli kaya, (17651, 17671).

***Pseudevernia furfuracea* var. *ceratea* (Ach.) D. Hawksw.**

Büyükorhan - **18**, *Quercus* sp., (17349), **28**, *Pinus* sp., (17415), *Quercus* sp., (17442), Harmancık - **43, 47, 63**, *Pinus* sp., (17532, 17571, 17679), **48**, *Juniperus* sp., (17589).

***Pseudevernia furfuracea* var. *furfuracea* (L.) Zopf.**

Büyükorhan - **2, 5, 6, 7, 9, 12**, *Quercus* sp., (16911, 17046, 17185, 17233, 17256, 17295), **3, 17, 30, 38**, *Pinus* sp., (16929, 17336, 17434, 17484), **20, 34**, *Prunus dulcis*, (17355, 17459), **21, 26**, *Pinus* sp., (17367, 17395), *Quercus* sp., (17361, 17401), **39**, *Quercus cerris*, (17969), Harmancık - **43**, *Juniperus* sp., (17529), *Pinus* sp., (17533), *Quercus* sp., (17537), **47, 48, 52, 56**, *Quercus* sp., (17587, 17597, 17611, 17648), **53, 63**, *Pinus* sp., (17621, 17680).

***Ramalina canariensis* J. Steiner**

Büyükorhan - **39**, *Quercus cerris*, (17970).

***Ramalina capitata* (Ach.) Nyl.**

Büyükorhan - **12**, *Quercus* sp., (17296), silisli kaya, (17301).

***Ramalina farinacea* (L.) Ach.**

Büyükorhan - **2**, *Pyrus* sp., (16919), **3, 5, 6, 12, 15, 18, 21, 26, 30**, *Quercus* sp., (16935, 17047, 17186, 17297, 17323, 17350, 17362, 17402, 17443), **9**, *Malus* sp., (17248), *Quercus* sp., (17257), **20**, *Prunus dulcis*, (17356), **39**, *Quercus cerris*, (17971), Harmancık - **41**, *Prunus* sp., (17514), **47, 48, 52**, *Quercus* sp., (17583, 17600, 17612), **53**, *Pinus* sp., (17622).

***Ramalina fastigiata* (Pers.) Ach.**

Harmancık - **47, 63**, *Quercus* sp., (17584, 17683).

***Ramalina fraxinea* (L.) Ach.**

Büyükorhan - **1, 3, 5, 7, 15, 17, 25, 26, 33, 36**, *Quercus* sp., (16732, 16936, 17048, 17234, 17324, 17341, 17391, 17403, 17454, 17472), **2**, *Pyrus* sp., (16920), *Quercus* sp., (16912), **9**, *Malus* sp., (17249), *Quercus* sp., (17258), **20**, *Prunus dulcis*, (17357), **30**, *Cydonia oblonga*, (17433), *Quercus* sp., (17444), **39**, *Quercus cerris*, (17972), Harmancık - **47, 56**, *Quercus* sp., (17585, 17649).

***Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.**

Büyükorhan - **28**, silisli kaya, (17425), Harmancık - **44, 57**, silisli kaya, (17556, 17652).

***Rhizocarpon reductum* Th. Fr.**

Büyükorhan - **37**, silisli kaya, (17476).

***Rinodina exigua* Gray**

Büyükorhan - **28**, *Quercus* sp., (17421), **39**, *Quercus cerris*, (17973).

***Rinodina lecanorina* (A.Massal.) A.Massal.**

Harmancık - **43**, kalkerli kaya, (17543).

***Rinodina pyrina* (Ach.) Arnold**

Büyükorhan - **1, 6**, *Quercus* sp., (16733, 17188).

***Rinodina sophodes* (Ach.) A.Massal.**

Büyükorhan - **4**, *Cedrus* sp., (16942), **23**, *Acacia* sp., (17373), **32**, *Morus* sp., (17450), Harmancık - **58**, *Acacia* sp., (17660).

*** *Scytinium parvum* (Degel.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin**

Harmancık - **44**, kalkerli kaya, (17553).

*** *Staurothele hymenogonia* (Nyl.) Th. Fr.**

Harmancık - **53**, kalkerli kaya, (17626).

***Strangospora moriformis* (Ach.) Stein**

Büyükorhan - **39**, *Quercus cerris* (17974).

***Tephromela atra* (Huds.) Hafellner**

Büyükorhan - **6, 12**, silisli kaya, (17192, 17303), **28**, *Quercus* sp., (17422).

***Umbilicaria polyphylla* (L.) Baumg.**

Büyükorhan - **12**, silisli kaya, (17304).

***Usnea hirta* (L.) F.H. Wigg.**

Büyükorhan - **2**, *Pyrus* sp., (16923), **9, 12**, *Quercus* sp., (17259, 17298), **21**, *Pinus* sp., (17368), **39**, *Quercus cerris*, (17975), Harmancık - **47, 56**, *Quercus* sp., (17586, 17650), **53**, *Pinus* sp., (17623).

***Usnea subfloridana* Stirt.**

Harmancık - **48**, *Quercus* sp., (17599).

***Verrucaria nigrescens* Pers.**

Harmancık - **45, 52, 53**, kalkerli kaya, (17564, 17615, 17627).

***Xanthoparmelia pulla* (Ach.) O. Blanco et al.**

Büyükorhan - **28**, silisli kaya, (17426), Harmancık - **61**, silisli kaya, (17672).

***Xanthoparmelia tinctina* (Maheu ve A.Gillet) Hale**

Büyükorhan - **12**, silisli kaya, (17305), Harmancık - **57**, silisli kaya, (17653).

***Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.**

Büyükorhan - **1, 8, 10, 11**, *Populus* sp., (16735, 17239, 17261, 17282), **2**, *Pyrus* sp., (16921), *Quercus* sp., (16913), **3**, *Prunus* sp., (16931), **4**, *Cedrus* sp., (16944), *Prunus* sp., (16937), *Quercus* sp., (16946), **9, 24, 36, 37, 38**, *Quercus* sp., (17260, 17383, 17473, 17479, 17486), **13**, *Prunus avium*, (17309), **16**, *Cedrus* sp., (17328), **18, 19, 20, 22**, *Prunus dulcis*, (17342, 17353, 17358, 17371), **25**, *Juglans* sp., (17386), **27, 34**, *Morus* sp., (17413, 17456), Harmancık - **41**,

kalkerli kaya, (17508), *Prunus dulcis*, (17510), **42**, *Populus* sp., (17527), **43**, *Juniperus* sp., (17530), kalkerli kaya, (17544), **44**, *Juniperus* sp., (17547), **49**, *Malus* sp., (17602), **51**, *Pinus* sp., (17605), *Prunus* sp., (17607), **54**, **58**, **64**, *Morus* sp., (17634, 17662, 17685), **57**, *Juglans* sp., (17654), **61**, **62**, *Quercus* sp., (17669, 17676).

4. Sonuçlar ve tartışma

Bu çalışmada Bursa ilinin ve Türkiye'nin liken çeşitliliğini belirlemeye yönelik çalışmalara katkı sağlaması amacıyla, 64 farklı lokaliteden toplanan liken örneklerinin değerlendirilmesi sonucunda, 54 cinse ait 94 liken taksonu belirlenmiştir. Büyükşehir ilçesinden 70, Harmancık ilçesinden 67 takson kaydedilmiştir. Literatür bilgilerine göre Harmancık ilçesinden daha önce liken kaydı verilmediği için belirlenen taksonların tamamı yeni kayıt durumundadır. Büyükşehir ilçesinden ise 41 takson ilk kez kaydedilmiştir.

Çalışma alanında takson sayısı bakımından en zengin cinsler; *Lecanora* (7 takson), *Ramalina* (5 takson), *Physcia* (4 takson), *Physconia* (4 takson) ve *Rinodina* (4 takson) olarak bulunmuştur. *Evermia prunastri*, *Lecanora carpinea*, *L. chlorotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Parmelia sulcata*, *Parmelina tiliacea*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *Pleurosticta acetabulum*, *Pseudevernia furfuracea* var. *furfuracea*, *Ramalina farinacea*, *R. fraxinea* ve *Xanthoria parietina* çalışma alanında en geniş yayılışlı taksonlardır.

Bu çalışmada liken örnekleri 12 geniş yapraklı (yaprak dökken) ağaç türü, 3 iğne yapraklı (herdem yeşil) ağaç türü, 2 kaya türü ve 1 toprak olmak üzere toplamda 18 farklı substrat üzerinden toplanmıştır. *Quercus* cinsine ait ağaç türleri ülkemizde geniş bir yayılışa sahiptir ve gövde kabuk yapıları epifitik likenlerin gelişimine oldukça uygundur [20]. Çalışma alanında da en fazla örnek toplanan ve buna bağlı olarak en çok sayıda liken taksonu belirlenen substratların *Quercus* ağaçları olduğu görülmektedir.

Çalışma alanında belirlenen taksonlar morfolojik yapılarına göre değerlendirildiğinde; 48 takson ile kabuksu yapıdaki likenlerin ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bunu 32 taksonla yapraksı türler, 13 takson ile dalsı türler izlemekte olup, 1 takson ise leproz formdadır.

Tayin edilen taksonlar substrat tercihleri bakımından değerlendirildiğinde epifitik olarak gelişenler 54 takson ile ilk sırada iken, saksikol türler 30 takson sayısı ile ikinci sıradadır. Hem epifitik hem de saksikol olan 9 takson, epifitik, saksikol ve terrikol olarak üç farklı substrat üzerinde gelişen ise 1 takson bulunmuştur.

Saksikol yapıdaki taksonların silisli ve kalkerli kayalar üzerinde gelişimi % 47,5 ile eşit oranda iken, her iki kayalık tipi üzerinde gelişenler ise % 5 lik bir oranda bulunmuştur. Epifitik olarak gelişen taksonların dağılımında geniş yapraklı (yaprak dökken) ağaçlar üzerinde gelişen likenlerin % 62,5 ile dominant olduğu görülmektedir. Buna karşın, iğne yapraklı (herdem yeşil) ağaçlar üzerinde bulunan taksonların oranı % 31,25, her iki tip substrat üzerinde gelişim gösteren taksonlar ise % 6,25 oranında olduğu tespit edilmiştir.

Xanthoria parietina, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. leptalea*, *P. tenella*, *Physconia enteroxantha*, *P. grisea* ve *P. perisidiosa* gibi nitrofil türler [13] çalışma alanında sıklıkla gözlenmiştir. Liken örneklerinin toplandığı lokalitelerin mezarlık çevresi, yol kenarı ve tarımsal alanlara yakınlığı bu nitrofil türlerin yaygın bir şekilde gelişimine imkan sağlamaktadır.

Kaynaklar

- [1] John, V. & Türk, A. (2017). *Türkiye Likenleri Listesi*. İstanbul, TR: ANG Vakfı, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını.
- [2] Güvenç, Ş. & Öztürk, Ş. (2017). Difference in epiphytic lichen communities on *Quercus cerris* from urban and rural areas in Bursa (Turkey). *Pak. J. Bot.*, 49(2), 631-637.
- [3] Güvenç, Ş., Öztürk, Ş. & Oran, S. (2019). Epiphytic lichen diversity on *Quercus pubescens* Willd. in Bursa province. *Biological Diversity and Conservation*, 12(2), 51-56, <https://doi: 10.5505/biodicon.2019.14622>.
- [4] Oran, S. (2019). Contributions to Lichenized Fungal Diversity of Görükle Campus Area (Bursa Uludağ University-Bursa, Turkey). *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.*, 22(5), 717-723, <https://doi: 10.18016/ksutarimdog.vi.527244>.
- [5] Öztürk, Ş., Güvenç, Ş. & Oran, S. (2019). The determination of the changes in epiphytic lichen diversity at microclimatic conditions the *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. forest in the Uludağ Mountains (Bursa, Turkey). *Nova Hedwigia*, 109(3-4), 475-487, https://doi: 10.11.27/nova_hedwigia/2019.0556.
- [6] Bursa. <https://www.bursa.com.tr/kategori/bursa> (Erişim tarihi 20.07.2020)
- [7] Bağcıvan, G. & Daşkın, R. (2019). Flora of Büyükşehir and Harmancık Districts (Bursa/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 12(2), 126-140.
- [8] *Bursa Merkez İstasyonuna Ait İklimsel Veriler*. (1976-2006). Ankara, TR: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.
- [9] *Büyükorhan İlçesine Ait İklimsel Veriler*. (1988-2000). Ankara, TR: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.
- [10] *Harmancık İlçesine Ait İklimsel Veriler*. (2013-2016). Bursa, TR: Bursa Meteoroloji İl Müdürlüğü.

- [11] Akman, Y. (1999). *İklim ve Biyoiklim*. Ankara, TR: Kariyer Matbaacılık Ltd. Şti.
- [12] Purvis, O.W., Coppins, B.J., Hawksworth, D.L., James, P.W. & Moore, D.M. (1994). *The Lichen Flora of Great Britain and Ireland*. London, UK: Natural History Museum Publications in Association with The British Lichen Society.
- [13] Wirth, W. (1995). *Die Flechten Baden-Württembergs*. Stuttgart, DEU: Ulmer.
- [14] Brodo, I.M., Sharnoff, S.D. & Sharnoff, S. (2001). *Lichens of North America*. New Haven and London, USA: Yale University Press.
- [15] Giralt, M. (2001). The Lichen Genera *Rinodina* and *Rinodinella* (Lichenized Ascomycetes, Physciaceae) in the Iberian Peninsula. *Bibliotheca Lichenologica*, 79: 1-160.
- [16] Nash III, T.H., Ryan, B.D., Gries, C. & Bungartz, F. (2002). *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region, Vol 1*. Dexter, USA: Thomson-Schore.
- [17] Nash III, T.H., Diederich, P., Gries, C. & Bungartz, F. (2004). *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region, Vol 2*. Dexter, USA: Thomson-Schore.
- [18] Nash III, T.H., Diederich, P., Gries, C. & Bungartz, F. (2007). *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region, Vol 3*. Dexter, USA: Thomson-Schore.
- [19] Smith, C.W., Aptroot, A., Coppins, B.J., Fletcher, A., Gilbert, O.L., James, P.W. & Wolseley, P.A. (2009). *The Lichens of Great Britain and Ireland*. London, UK: Natural History Museum Publications in association with The British Lichen Society.
- [20] Oran, S. & Öztürk, Ş. (2011). The diversity of lichen and lichenicolous fungi on *Quercus* taxa found in the Marmara region (Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 4(2), 204-223.



Effect of different row spaces on yield and quality of Anise (*Pimpinella anisum*) under eskisehir ecological conditions

Nimet KATAR ², Duran KATAR ^{*1}
ORCID: 0000-0003-0699-167X; 0000-0003-1340-8040

¹ Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Eskişehir, Turkey

² Eskişehir Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Eskişehir, Turkey

Abstract

To determine the effect of different row spaces on the yield, yield component and quality characteristics of *Pimpinella anisum* L., the field experiments were carried out in University of Eskişehir Osmangazi, Agricultural Faculty using randomized complete block design with three replications in 2017 and 2018. The row spaces used in the field experiments were 10, 20, 30, 40, 50 and 60 cm. The effect of different row spaces on plant height (cm), number of branches with umbels per plant, 1000 seed weight (g), seed yield (t ha⁻¹), essential oil content (%), essential oil yield (L ha⁻¹) and essential oil composition of anise was determined in this study. Generally, increasing row spaces reduced the plant height while increasing number of branches with umbels per plant. The highest seed and essential oil yields were determined in 30 cm and 20 cm row spaces as 0.79 t ha⁻¹ and 21.08 L ha⁻¹, respectively. Essential oil contents obtained from the experiment varied between 2.37% and 3.06%, and it was observed that essential oil contents are above the 2% limit stated in the European pharmacopoeia. The anise essential oil samples were characterized by the occurrence of 17 various components, of which cuminaldehyde (33.745-37.098%), p-cymene (14.643-16.865%), γ -terpinene-7-al (10.590-13.407%), γ -terpinene (9.587-11.986%) and β -pinene (8.606-10.461%) were the main components. When the results obtained from the experiment were evaluated, it was observed that the most appropriate row spacing for anise cultivation under Eskişehir Ecological condition was 30 cm.

Key words: Anise (*Pimpinella anisum* L.), essential oil composition, quality, row spacing, yield

----- * -----

Eskişehir ekolojik koşullarında farklı sıra aralıklarının Anason (*Pimpinella anisum*) verimi ve kalitesi üzerine etkisi

Özet

Farklı sıra aralıklarının *Pimpinella anisum* L.'nin verim, verim komponentleri ve kalite özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek için arazi çalışmaları, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde 2017 ve 2018 yıllarında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tarla denemelerinde kullanılan sıra aralıkları 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 cm'dir. Bu çalışmada, farklı sıra aralıklarının anasonun bitki boyu (cm), bitki başına şemsiyeli dal sayısı, 1000 tohum ağırlığı (g), tohum verimi (t ha⁻¹), uçucu yağ oranı (%), uçucu yağ verimi (L ha⁻¹) ve uçucu yağ kompozisyonu belirlenmiştir. Genel olarak, artan sıra aralıkları bitki başına şemsiyeli dal sayısını artırırken, bitki boyunu azaltmıştır. En yüksek tohum ve uçucu yağ verimleri 30 cm ve 20 cm sıra aralıklarından sırasıyla 0.79 t ha⁻¹ ve 21.08 L ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen uçucu yağ oranları % 2.37 ile % 3.06 arasında değişmekte olup, uçucu yağ oranlarının Avrupa farmakopesinde belirtilen % 2 sınırının üzerinde olduğu görülmüştür. Anason uçucu yağ örneklerinde 17 farklı komponent tespit edilmiş olup, ana komponentler cuminaldehit (% 33.745-37.098), p-cymene (% 14.643-16.865), γ -terpinen-7-al (% 10.590-13.407), γ -terpinen (% 9.587-11.986) ve β -pinen (%

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902222393750; Fax.: +902223242990; E-mail: durankatar6060@gmail.com

8.606-10.461)'dir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, Eskişehir Ekolojik koşulları altında anason yetiştiriciliği için en uygun sıra aralığının 30 cm olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Anason (*Pimpinella anisum* L.), uçucu yağ kompozisyonu, kalite, sıra arası mesafe, verim

1. Introduction

Anise (*Pimpinella anisum* L.), belonging to the Umbelliferae (Apiaceae) family with around 300 genera and 3000 species, is an annual aromatic herb [1, 2]. Anise is a plant with natural distribution in the Mediterranean basin and Southwest Asia [1, 3]. It is an herbaceous plant with a height of about 90 cm. The leaves on the lower part of the stem are simple, 1.3-5.1 cm long and shallow lobed, while the leaves on the upper part of the stem are hairy pinnate and divided into numerous leaflets. The plant with umbellate inflorescences has flowers with approximately 3 mm in diameter and white in color. Schizocarp fruits are 3-5 mm long [1, 4].

Plants have been the source of many medicines used in the treatment of both humans and animals since ancient times. This showed that throughout history, people's relationship with plants has been not only about using them as a source of food, but also as a source of medicine. Many scientific studies in recent years have shown that there were many plant species used as a source of medicine. One of these plants used for medicinal purposes was anise (*Pimpinella anisum* L.) belonging to the Umbelliferae family. The plant has been used in the folk medicine of many countries (especially the fruits of the plant) as carminative, gastric protection, aromatic, disinfectant and galactagogue. To date, numerous different scientific studies have been conducted on anise seeds and have been reported to have antimicrobial, antifungal, antiviral, antioxidant, muscle relaxant, painkiller and anti-spasmodic effects as well as different effects on the digestive system [3, 5]. Today, anise is an important raw material used in pharmacy, perfumery, food and cosmetic industries [1]. It also has the effect of reducing of morphinism and is effective against menstrual pain in women and high fever in menopausal women. For diabetics, anise seeds not only decrease glucose value and lipid level in blood but also decrease lipid peroxidation [5]. In addition, anise is used to impart flavor and aroma to different products such as seafood, ice cream, desserts and chewing gum in the food industry [3]. Anise essential oil and its tea are used as a natural asthma medication as well as being used to relieve the shortness of breath in aromatherapy. Also, anise essential oil is used in the treatment of itching caused by lice and other insects, as well as to eliminate head and body lice. Ointments derived from the essential oil of the plant are used externally in the treatment of scabies [1].

The quality of the anise seed is determined by the proportion of the essential oil and the composition of the essential oil [1]. The composition of the anise seed varies significantly depending on the origin and cultivation method. These values for anise seed were as follows; moisture: 9-13%, protein: 18%, oil ratio: 8-23%, essential oil: 1.5-7.0% (on average around 2-3%), starch: 5%, N-free extract: 22-28%, crude fiber: 12-25% [2, 3]. According to European pharmacopoeia, anise seeds to be used as medicines must contain at least 2% of essential oil [1]. The most important compounds of the essential oil that make up 1.5-7% of the anise seed were trans-anethol, estragolle, γ -hymachalene, paraanisaldehyde and methyl cavicol [4, 5, 6]. Some studies showed that the most important compound of anise essential oil, trans-anethol, constituted 80-90% of essential oil [1, 3].

In cultivated plants, optimum plant density varies widely depending on the environment conditions, agronomic practices and cultivars used. The optimum number of plants in the unit area and the uniform distribution of these plants are of great importance in obtaining sufficient yield and high quality products. Row spacing is one of the important factors affecting the yield and quality of medicinal aromatic plants [7]. Scientific studies had shown that the content and chemical composition of the essential oil of medicinal and aromatic plants was influenced by a number of factors such as genetic, ontogenetic and environmental factors, as well as agronomic (plant density, fertilization, irrigation, cultivation and harvesting methods) applications [8, 9, 10].

The aim of this study was to determine the most suitable row spacing for anise cultivation under Eskişehir ecological conditions.

2. Materials and Methods

The study was carried out at the experimental fields of Eskişehir Osmangazi University Agricultural Faculty during crop growing period of 2017 and 2018. The plant material used in the experiment was obtained from a farmer cultivating anise in Burdur province. The plant material containing plants with different genetic makeup was not cultivar and had a population characteristic. The properties of the experimental soils were given in Table 1. Soil characteristics in 2017 and 2018 were: loamy, pH 7.18 and 7.53, lime 5.55% and 5.32%, salt 0.035 ds m⁻¹ and 0.042 ds m⁻¹, organic matter 2.43% and 2.82%, phosphorus 59.6 kg ha⁻¹ and 66.1 kg ha⁻¹ and potassium 1952.8 kg ha⁻¹ and 2482.7 kg ha⁻¹. There are no restrictions on the growth of the anise plant in the soil of the experiment area.

Table 1. Some physical and chemical properties of soils in experimental fields*

Structure	Lime (%)	Salt (ds m ⁻¹)	Available Phosphorus (P ₂ O ₅) (kg ha ⁻¹)	Available Potassium (K ₂ O) (kg ha ⁻¹)	pH	Organic Matter (%)
Loamy (2017)	5.55	0.035	59.6	1952.8	7.18	2.43
Loamy (2018)	5.32	0.042	66.1	2482.7	7.53	2.82

*Soil analyze was carried out in Transitional Zone Agricultural Research Institute Soil-Plant-Water analysis and Physiology laboratories

Mean temperature and total precipitation data were presented in Table 2. Total annual precipitation in long-term period was 338.8 mm, whereas this value was higher both in 2017 (374.4 mm) and in 2018 (411.8 mm). Also, the mean temperature for long-term period was lower than the mean temperature values for both 2017 and 2018. Mean temperature in 2017 and 2018 were 11.29 °C and 12.50 °C, respectively.

Table 2. Meteorological data of the experiment years*

Months	Total Precipitation (mm)			Mean Temperature (°C)		
	2017	2018	LYA**	2017	2018	LYA**
January	33.00	30.00	30.6	-2.00	1.40	-0.2
February	9.20	28.80	26.1	1.90	5.60	0.9
March	16.20	49.80	27.6	7.60	8.90	4.9
April	62.00	16.80	43.1	9.60	13.60	9.6
May	50.80	72.00	40.0	14.40	16.40	14.9
June	44.80	60.60	23.7	19.10	19.30	19.1
July	13.40	42.00	13.1	23.10	21.90	22.1
August	31.40	19.30	9.2	22.00	22.70	21.8
September	3.00	3.80	18.1	19.60	18.30	16.7
October	46.60	30.10	32.8	10.80	13.00	11.7
November	27.80	18.60	34.0	5.50	7.40	5.6
December	36.20	40.00	40.5	3.90	1.7	1.7
Total/Mean	374.40	411.80	338.8	11.29	12.50	10.7

*Eskisehir Regional Meteorological Service; ** Long Year Mean

The experimental design was a randomized complete block design with three replications. Seeds were sown by hand, with different row spaces (10, 20, 30, 40, 50 and 60 cm) at 2-3 cm depth on 15 April of 2017 and 23 April of 2018. Seeding was performed with a sowing rate of 20 kg ha⁻¹.

Each plot length was 5 m and consisted of 6 rows [11]. Weed control was made by hand when needed. No irrigation was applied. The experimental plots were fertilized with a dose of 50 kg N and 40 kg P₂O₅ per ha. A row was removed from both sides of the plots as side effect and then the plants in the plots were harvested by hand on 9 July 2017 and 12 July 2018.

In order to determine the essential oil content, 100 g drug seed samples in 1.0 l water from each sample were extracted by hydro-distillation for 3 hours using Clevenger apparatus according to the standard procedure described in European Pharmacopoeia [12] for determining the oil content (v/w, %). Samples of essential oil obtained by water distillation were stored in refrigerator at 4 °C until the composition analysis.

The essential oil compositions of the oil samples were analyzed by gas chromatography (Agilent 5975C) coupled to mass spectrometry (Agilent 5975C) using capillary column (HP Innowax Capillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 µm). Helium was used as carrier gas at 0.8 ml min⁻¹ flow rate. Essential oils were diluted 1:100 ratios with hexane to analyze its composition. GC-MS analysis was carried out at split mode (40:1). The samples injection volume was adjusted as 1 µl and injection temperature as 250 °C. The oven temperature was programmed as 60°C for 10 minutes, increased at 4°C per minute to 220°C, and held at 220°C for 10 minutes. MS spectra were monitored between 35-450 amu and the ionization mode used was electronic impact at 70 eV. The relative percentage of the components was calculated from GC-MS peak areas and components were identified by WILEY, and OIL ADAMS libraries. The percentage ratios of the results were determined by using FID detector, the identification of the components were determined by using MS detector.

The results obtained from the field experiments were subjected to analysis of variance using SPSS statistical software program, and differences between mean values were compared via the Tukey (Tukey's Honest Significant Difference test) test.

3. Results and Discussion

As with other cultivated plants, the yield and quality of the product to be obtained in medicinal aromatic plants results from the interaction of the genetic makeup of the plant material with the ecological conditions of the region and agronomic applications [13, 14, 15, 16, 17, 18]. For this reason, it is of great importance to determine the most appropriate agronomic applications by the researches that will be carried out in order to produce high yield and quality products in a region.

Plant height is mainly controlled by the genetic structure of the plant material. However, it can also be affected by environmental factors and agronomic applications [13]. Years and different row spaces had a significant impact on plant height values. However, row spaces x year interaction has not had a significant effect on this parameter. The higher plant height value (48.89 cm) was obtained in 2018 compared to the mean value (46.77 cm) obtained in 2017. Compared with row spaces according to the mean value of two-year, the highest plant heights (53.93 and 52.17 cm) were counted in 10 and 20 cm row spaces, respectively. In general, a decrease in plant height values was detected due to increasing row spacing (Table 3). This can be explained by the increased light competition between plants depending on the decreasing row spacing [19].

Table 3. The effects of years and row spacing factors on mean values of yield components of anise

Row spaces (cm)	Plant Height (cm)			Number of branches with umbels per plant		
	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean
10	52.23	55.62	53.93 a	3.09	3.24	3.16 d
20	50.93	53.41	52.17 ab	4.12	4.33	4.22 c
30	48.60	50.09	49.35 bc	4.99	5.27	5.13 b
40	47.07	49.42	48.24 c	5.72	6.09	5.90 a
50	43.90	45.70	44.80 d	6.19	6.38	6.28 a
60	37.90	39.13	38.51 e	6.35	6.50	6.43 a
Mean	46.77 B	48.89 A	47.83	5.08 B	5.30 A	5.19
F value	Year: 453.586**; Row space: 58.510**; Year x Row space: 0.291ns			Year: 51.435*; Row space: 116.717**; Year x Row space: 0.126ns		
CV (%)	11.37			23.84		
Row spaces (cm)	1000 seed weight (g)			Seed yield (t ha ⁻¹)		
	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean
10	3.43	3.77	3.60	0.33	0.36	0.35 c
20	3.50	3.72	3.61	0.72	0.76	0.74 a
30	3.32	3.63	3.47	0.76	0.82	0.79 a
40	3.03	3.32	3.17	0.50	0.56	0.53 b
50	3.12	3.42	3.27	0.28	0.29	0.28 cd
60	3.48	3.65	3.56	0.20	0.21	0.20 d
Mean	3.31 B	3.58 A	3.45	0.46 B	0.50 A	0.48
F value	Year: 62.736*; Row space: 1.4950d; Year x Row space: 0.045ns			Year: 183.211**; Row space: 140.498**; Year x Row space: 0.208ns		
CV (%)	11.72			47.73		
Row space (cm)	Essential oil content (%)			Essential oil yield (L ha ⁻¹)		
	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean
10	2.40	2.73	2.57 bc	8.05	9.83	8.94 c
20	2.77	2.96	2.87 ab	19.73	22.43	21.08 a
30	2.37	2.58	2.48 c	18.04	21.14	19.59 a
40	2.70	2.91	2.81 ab	13.57	16.28	14.93 b
50	2.83	2.96	2.90 a	7.84	8.58	8.21 cd
60	2.73	3.06	2.90 a	5.34	6.48	5.91 d
Mean	2.63 B	2.87 A	2.75	12.09 B	14.12 A	13.11
F value	Year : 46.661*; Row space: 6.890**; Year x Row space: 0.319ns			Year: 93.061*; Row space: 119.670**; Year x Row space: 0.680ns		
CV (%)	9.20			46.46		

*: significant at the $p \leq 0.05$ probability level, **: significant at the $p \leq 0.01$ probability level, ns: not significant. a, b, means for years and row spacing factors denoted with the same letter do not differ significantly acc. to the Tukey's T test.

The years and row spaces had a significant impact on the number of branches with umbels per plant and a higher value (5.30) was determined in 2018 compared to 2017 (5.08). As the mean of two-year, the number of branches

with umbels per plant ranged from 3.16 to 6.43 and the highest value was determined in 60 cm row space. However, 40, 50 and 60 cm row spacings were statistically in same post-hoc group (Table 3). Our findings in this parameter can be explained by the increase in the space between the rows for the plants depending on the increasing row spacing. Because the increasing gap between rows had an encouraging effect on branching in plants.

Only a significant difference between years was detected in terms of 1000 seed weight. As the mean of row spaces, the 1000 seed weight was 3.31 g in 2017 and 3.58 g in 2018 (Table 3). The 1000 seed weight values obtained from the study showed us that the changing row spacing did not have a significant effect on this parameter.

The years and row spaces had a significant effect on seed yield ($t\ ha^{-1}$). While mean seed yield was $0.46\ t\ ha^{-1}$ in 2017, It was $0.50\ t\ ha^{-1}$ in 2018. According to the mean of two-year, the seed yield ranged from 0.20 to $0.79\ t\ ha^{-1}$ and the highest value was determined in 30 cm row space. However, in terms of seed yield, there was no statistically significant difference between 20 cm and 30 cm row space (Table 3). These results are in agreement with those obtained by [26].

Table 4. The effect of different row spaces on essential oil composition of anise

Row spaces								
10 cm			20 cm			30 cm		
R.T.	Composition	%	R.T.	Composition	%	R.T.	Composition	%
11.10	α -Pinene	0.55	11.10	α -Pinene	0.41	11.10	α -Pinene	0.48
14.46	β -Pinene	10.46	14.46	β -Pinene	8.61	14.46	β -Pinene	9.53
15.03	Sabinene	0.48	15.03	Sabinene	0.40	15.03	Sabinene	0.44
16.83	β -Myrcene	0.74	16.83	β -Myrcene	0.61	16.83	β -Myrcene	0.67
16.98	α -Phellandrene	2.85	16.98	α -Phellandrene	2.44	16.98	α -Phellandrene	2.65
18.47	Limonene	0.70	18.47	Limonene	0.66	18.47	Limonene	0.68
18.92	β -Phellandrene	0.76	18.92	β -Phellandrene	0.68	18.92	β -Phellandrene	0.72
20.48	γ -Terpinene	11.99	20.47	γ -Terpinene	9.59	20.47	γ -Terpinene	10.79
21.57	p-Cymene	16.87	21.57	p-Cymene	14.64	21.57	p-Cymene	15.75
32.67	β -Cyclocitral	1.19	32.67	β -Cyclocitral	1.07	32.67	β -Cyclocitral	1.13
36.38	β -Acoradiene	0.41	36.38	β -Acoradiene	0.35	36.38	β -Acoradiene	0.38
39.12	Cuminaldehyde	37.10	39.11	Cuminaldehyde	33.75	39.11	Cuminaldehyde	35.34
39.53	γ -Terpinene-7-al	10.59	39.53	γ -Terpinene-7-al	12.86	39.53	γ -Terpinene-7-al	13.22
40.20	Anethole	1.69	40.19	Anethole	10.85	40.19	Anethole	6.27
45.21	Carotol	0.54	45.21	Carotol	0.43	45.21	Carotol	0.48
46.84	Cumin alcohol	0.47	46.84	Cumin alcohol	0.44	46.84	Cumin alcohol	0.46
49.26	Carvacrol	0.52	49.25	Carvacrol	0.45	49.25	Carvacrol	0.49
Unidentified			2.11			1.78		
Total			97.8			98.2		
						0.53		
						99.4		

The most important quality criterion of anise plant, which is an important aromatic plant, is the essential oil content. Because the essential oil rate is of great importance together with the composition of the essential oil in determining the market price of anise product. Industry, which uses anise as raw material, wants the desired product to have an essential oil ratio over a certain value. According to the European pharmacopoeia, this rate should contain at least 2% essential oil for the anise seeds to be used as medicines [1]. It was determined that all the essential oil ratio values obtained in this study were above the 2% level stated in the European pharmacopoeia. According to the mean of two-year, the essential oil content values ranged from 2.48 to 2.90% and the highest value was determined in 50 and 60 cm row spaces. Although the essential oil contents obtained from 20 and 40 cm row spaces were slightly lower than the values taken from 50 and 60 cm row spaces. The essential oil contents in 2017 and 2018 were determined as 2.63% and 2.87%, respectively (Table 3). Plant density, an important agronomic practice, affects the essential oil content by changing the micro ecological conditions present for each plant [20, 21]. Our findings for the essential oil content are in line with the others reported by [2], [3] and [6].

Years and row space had significant effects ($P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively) on essential oil yield. The essential oil yield value ($14.12\ L\ ha^{-1}$) obtained in 2018 was higher than the data ($12.09\ L\ ha^{-1}$) of 2017. According to the mean of two-year, the essential oil yield ranged from 5.91 to $21.08\ L\ ha^{-1}$ and the highest value was determined in 20 cm row space that is in the same group with 30 cm row space (Table 3).

Results indicated that the effect of years was significant on plant height (cm), number of branches with umbels per plant, 1000 seed weight (g), seed yield ($t\ ha^{-1}$), essential oil content (%), essential oil yield ($L\ ha^{-1}$). This can be explained by the fact that climate factors such as precipitation, temperature and solar radiation change from year to year. Because changing climate conditions affecting plant growth and development determine the yield and quality of the product [15, 22]. In addition, the effect of row spacing was found to be significant on plant height (cm), number of branches with umbels per plant, seed yield ($t\ ha^{-1}$), essential oil content (%), essential oil yield ($L\ ha^{-1}$). This can be attributed to the change in plant microclimates due to varying row spacing [23, 24]. In the study, the sowing rate of 20

kg ha⁻¹ did not change. For this reason, increasing inter-row spaces increased the density of the plants on the row. Excessive density occurring in the plants on the row affects the yield and quality negatively by increasing the competition between plants. Inadequate plant density, on the other hand, affects the yield negatively since it prevents obtaining sufficient plant stands. The highest yield and quality can be obtained from the plant density, which provides the most suitable growth and development environment for each plant.

The peculiar smell and aroma therapeutic properties of each essential oil vary depending on the components of the essential oil and the ratio of these compounds in the essential oil [25]. Therefore, knowing the composition of essential oils is of great importance to determine the commercial value and using area of the essential oil.

In this experiment, the anise essential oils were characterized by the occurrence of 17 various components, of which cuminaldehyde (33.745-37.098%), p-cymene (14.643-16.865%), γ -terpinene-7-al (10.590-13.407%), γ -terpinene (9.587-11.986%) and β -pinene (8.606-10.461) were the main components. In anise essential oil, the main components made up 79.438-87.00% of the total essential oil. The content of cuminaldehyde, which was found to be the highest component in anise essential oil, was observed to change by 9.34% depending on the changing row spaces. Similarly, depending on the changing row spaces, the changes in p-cymene, γ -terpinene-7-al, γ -terpinene and β -pinene ratios were determined as 15.17%, 26.60%, 25.02% and 21.55%, respectively (Table 4).

Table 4. continued

Row spaces			50 cm			60 cm		
40 cm			R.T.	Composition	%	R.T.	Composition	%
11.11	α -Pinene	0.51	11.11	α -Pinene	0.44	11.11	α -Pinene	0.47
14.47	β -Pinene	10.00	14.46	β -Pinene	9.07	14.46	β -Pinene	9.53
15.04	Sabinene	0.46	15.03	Sabinene	0.42	15.03	Sabinene	0.43
16.84	β -Myrcene	0.71	16.84	β -Myrcene	0.64	16.84	β -Myrcene	0.67
16.98	α -Phellandrene	2.75	16.98	α -Phellandrene	2.54	16.98	α -Phellandrene	2.64
18.48	Limonene	0.69	18.47	Limonene	0.67	18.47	Limonene	0.67
18.93	β -Phellandrene	0.74	18.92	β -Phellandrene	0.70	18.92	β -Phellandrene	0.71
20.48	γ -Terpinene	11.39	20.47	γ -Terpinene	10.19	20.47	γ -Terpinene	10.78
21.57	p-Cymene	16.31	21.57	p-Cymene	15.20	21.57	p-Cymene	15.75
32.68	β -Cyclocitral	1.16	32.67	β -Cyclocitral	1.10	32.67	β -Cyclocitral	1.12
36.39	β -Acoradiene	0.39	36.38	β -Acoradiene	0.37	36.38	β -Acoradiene	0.38
39.12	Cuminaldehyde	35.63	39.12	Cuminaldehyde	35.05	39.12	Cuminaldehyde	35.33
39.54	γ -Terpinene-7-al	13.41	39.53	γ -Terpinene-7-al	13.04	39.53	γ -Terpinene-7-al	13.22
40.20	Anethole	3.98	40.19	Anethole	8.56	40.19	Anethole	6.27
45.21	Carotol	0.51	45.21	Carotol	0.45	45.21	Carotol	0.48
46.84	Cumin alcohol	0.46	46.84	Cumin alcohol	0.45	46.84	Cumin alcohol	0.45
49.26	Carvacrol	0.50	49.26	Carvacrol	0.47	49.26	Carvacrol	0.48
Unidentified								0.61
Total								99.3

Many previous scientific studies have shown that besides agronomic applications, genetic and environmental factors were effective on the chemical composition of essential oil of medicinal and aromatic plants [8, 9, 10]. The results obtained from this study showed us that row space change, which was an important agronomic application in medicinal aromatic plant cultivation, had an effect on the essential oil composition. The difference in the values of the anise essential oil components obtained from the study compared to the composition determined in the previous studies can be explained by the genetic differences of the plant materials used in the studies and the climatic differences of the regions where the studies were conducted [1, 3, 5]. The difference between this study and previous studies, especially in terms of the main component values of essential oil, can be explained by the difference in chemotype of the plant materials used in the studies.

4. Conclusions and discussion

According to result of this research; mean of the two-years, the highest seed yield (0.79 t ha⁻¹) was determined in 30 cm row spacing and highest essential oil yield (21.08 L ha⁻¹) was obtained from the 20 cm row spacing application. Although there was no statistically significant difference between the 20 and 30 cm row spacing in terms of seed yield and essential oil yield; It may be recommended to sow in 30 cm row spacing for seed production and in 20 cm row spacing for essential oil production under Eskisehir ecological conditions. However, considering the fact that the yield of 0.49 L ha⁻¹ lower essential oil was obtained in the 30 cm row spacing compared to the 20 cm row spacing and that these two values were statistically in the same group, sowing with 30 cm row spacing may be recommended for both production purposes.

References

- [1] Albulushi, S.M.A., Al Saidi, H., Amaresh, N. and Mullaicharam, A.R. (2014). Study of physicochemical properties, antibacterial and gc-ms analysis of essential oil of the Aniseed (*Pimpinella anisum* Linn.) in Oman. *Research and Reviews: Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(4), 24-33.
- [2] Karac, T. and Efe, L. (2017). Pharmacological properties of anise (*Pimpinella anisum* L.) plant and its use for therapeutic purposes. *12. Field Crops Congress, Proceeding Electronic Book*, Kahramanmaras, Turkey. pp: 354, poster. (in Turkish)
- [3] Salim, E.A., Yagi S. and Elyass H.M.M. (2016). Histology, phytochemistry and bacterial activity of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed and essential oil. *J. Bacteriol Mycol Open Access*, 3(4), doi:10.15406/jbmoa.2016.03.
- [4] Hassan, O.M. and Elhassan, I.A. (2017). Characterization of essential oils from fruits of Umbelliferous crop cultivated in Sudan I. *Pimpinella anisum* L (Anise) and *Anethum graveolens* L. (Dill). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 109-112.
- [5] Shojaii, A. and Fard, M.A. (2012). Review of pharmacological properties and chemical constituents of *Pimpinella anisum*. *International Scholarly Research Network ISRN Pharmaceutics ID 510795* p:1-8. doi:10.5402/2012/510795.
- [6] Khalid, A.K. (2015). Quality and quantity of *Pimpinella anisum* L. essential oil treated with macro and micronutrients under desert conditions. *International Food Research Journal*, 22(6), 2396-2402.
- [7] Dutta, S., Munda, S., Devi, N. and Lal, M. (2018). Compositional variability in leaves and inflorescence essential oils of *Cymbopogon khasianus* (Hack.) stapf ex bor collected from meghalaya: A Biodiversity hotspot. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(3), 640-657. doi: 10.1080/0972060X.2018.1486233.
- [8] Benbelaid, F., Abdouna, M.A., Khadir, A. and Bendahou, M. (2013). Drying effect on yield and antimicrobial activity of essential oils. *Int. J. Med. Arom. Plants*, 3(1), 93-101.
- [9] Nurzyńska-Wierdak, R, Bogucka-Kocka, A. and Szymczak, G. (2014). Volatile constituents of *Melissa officinalis* L. leaves depending on plant age. *Nat. Prod. Comm.*, 9(5), 703-706.
- [10] Ćimović, M.G., Dolijanović, Ž.K., Oljača, S.I., Kovačević, D.D. and Oljača, M.V. (2015). Effect of organic and mineral fertilizers on essential oil content in caraway, anise and coriander fruits. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 14(1), 95-103.
- [11] Arslan, N., Gurbuz, B. and Gumuscu, A. (1999). A Research On Yield And Yield Components Of Different Originated Anise (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 8, 1-2. (in Turkish)
- [12] Stainier, C. (1975). Role and functions of the European Pharmacopoeia. *Ann Ist Super Sanita*, 11(3-4), 211-219.
- [13] Baloch, M.S., Shah, I.T.H., Nadim, M.A., Khan, M.I. and Khakwani, A.A. (2010). Effect of seeding density and planting time on growth and yield attributes of wheat. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 20(4), 239-240.
- [14] Kara, N., Katar, D. and Baydar, H. (2015). Yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) populations: The effect of ecological conditions, *Turk J. Field Crops*, 20(1), 9-14. doi: 10.17557/.23190.
- [15] Bieńkowski, T., Żuk-Gołaszewska, K., Kurowski, T. and Gołaszewski, J. (2016). Agrotechnical indicators for *Trigonella foenum-Gracum* L. production in the environmental conditions of Northeastern Europe. *Turk J. Field Crops*, 21(1), 16-28. doi: 10.17557/tjfc.37573.
- [16] Katar, N., Katar, D., Temel, R., Karakurt, S., Bolatkıran, İ., Yıldız, E. and Soltanbeigi, A. (2019). The effect of different harvest dates on the yield and quality properties of rosemary *Rosmarinus officinalis* L. plant. *Biological Diversity and Conservation*, 12(3), 7-13. doi: 10.5505/biodicon.2019.29292.
- [17] Goksoy, A.T., Sincik, M., Erdogmus, M., Ergin, M., Aytac, S., Gumuscu, G., Gunduz, O., Keles, R., Bayram, G. and Senyigit, E. (2019). The parametric and non-parametric stability analyses for interpreting genotype by environment interaction of some soybean genotypes. *Turk J. Field Crops*, 24(1), 28-38. doi:10.17557/tjfc.562637.
- [18] Sonmez, C. (2019). Effect of different harvest times on some yield and essential oil characteristics in *Origanum onites* L. *Turk J. Field Crops*, 24(1), 106-110. doi: 10.17557/tjfc.571844.
- [19] Kevseroglu, K. (2014). *Plant Ecology Textbook*. Samsun, Turkey. Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture Publications Samsun. (in Turkish).
- [20] Antal, T., Kerekes, B. and Sikoly, L. (2012). Effect of vacuum freeze-drying on quality of lemon balm leaves (*Melissa officinalis* L.). *Analele Universităţii din Oradea, Fascicula Protecţia Mediului*, 19, 1-10.

- [21] Aydın, D. and Katar, D. (2016). Effects of Different Row Spacings on The Yield and Quality in Different Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Cultivars. *III. Medicinal and Aromatic Plants Symposium*, Antalya, Turkey. S: 66-74. (In Turkish)
- [22] Turhan, H. 2006. *Lemon balm* (Chapter 23, p:390-399). in K.V. Peter (ed.) *Handbook of herbs and spices*. Volume 3. Woodhead Publishing ISBN-10: 1-84569-171-7 (e-book). Woodhead Publishing Limited Cambridge, England.
- [23] El Rasheed, A.S., Abu-Bakr, A.A.G., Hassan, E.K. and Gaffar, M.E. (2016). Evaporation of Spearmint (*Mentha spicata* var. *viridis* L.) herb oil during one year of storage under semi-arid condition. *Agri Res & Tech: Open Access Journal*, 2(4), 555-594. doi: 10.19080/ARTOAJ.2016.02.555594.
- [24] Shahhoseini, R, Azizi, M., Asili, J., Moshtaghi, N. and Samiei, L. (2019). Comprehensive assessment of phytochemical potential of *Tanacetum parthenium* (L.) Phenolic compounds, antioxidant activity, essential oil and parthenolide. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22(3), 614-629. doi:10.1080/0972060X.2019.1632228.
- [25] Hasimi, N., Tolan, V., Kizil, S. and Kilinc, E. (2014). Determination of Essential Oil Composition, Antimicrobial and Antioxidant Properties of Anise (*Pimpinella anisum* L.) and Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Seeds. *Journal of Agricultural Sciences*, 20, 19-26. (in Turkish)
- [26] Kara, N. (2015). Yield, quality, and growing degree days of Anise (*Pimpinella anisum* L.) under different agronomic practices. *Turk J. Agric. For.*, 39, doi:10.3906/tar-1411-143.



Morphological and anatomical studies on *Jasminum flos*, scientific evaluation of market

Derya ÇİÇEK POLAT*¹, Ayşegül KÖROĞLU^{1,2}
ORCID: 0000-0002-4331-6828; 0000-0002-8450-1376

¹Ankara University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany, 06560 Ankara, Turkey

²Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Pharmacy, 03030 Afyonkarahisar, Turkey

Abstract

Jasmine flower (*Jasminum flos*) is sold in our country market due to its sedative effect and giving good taste to teas. In this study, firstly, morphological and anatomical features of jasmine flos were determined over standard drug. Then the use of drugs obtained from the market were compared with the standard sample properties. Morphological and anatomical features of commercially available samples were compared with standard sample characteristics and jasmine flower was examined in terms of public health. Jasmine samples were obtained from Ankara (7), Antalya, Edirne and Tekirdağ provinces. Based on the morphological and anatomical features of jasmine flowers, jasmine drugs obtained from different provinces were compared. As a result of the study, it was seen that jasmine drugs were sold outdoors, not collected at the right time and leaf pieces were mixed.

Key words: Oleaceae, *Jasminum officinale*, *Jasminum flos*, anatomy, morphology

----- * -----

Yasemin çiçeğinin (*Jasminum flos*) morfolojik ve anatomik olarak incelenmesi, piyasa örneklerinin bilimsel değerlendirilmesi

Özet

Ülkemiz piyasasında yasemin çiçeği (*Jasminum flos*), sedatif etkisi ve çaylara güzel tat vermesi nedeniyle satılmaktadır. Bu çalışmada öncelikli olarak standart drog üzerinden yasemin çiçeğinin morfolojik ve anatomik özellikleri belirlenmiştir. Sonrasında piyasadaki temin edilen drogların hangi amaçla satıldığı tespit edilip bu kullanım kaynaklarıyla karşılaştırılmıştır. Piyasadaki temin edilen örneklerin morfolojik ve anatomik özellikleri standart numune özellikleriyle karşılaştırılmış ve yasemin çiçeği halk sağlığı açısından irdelenmiştir. Yasemin numuneleri Ankara (7), Antalya, Edirne ve Tekirdağ illerinden temin edilmiştir. Standart olarak Antalya'dan yasemin çiçeği (*Jasminum flos*) toplanmıştır. Yasemin çiçeklerinin morfolojik ve anatomik özelliklerine dayanılarak farklı illerimizden temin edilen yasemin drogları karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda yasemin droğunun açıkta satıldığı, doğru zamanlarda toplanmadığı ve yaprak parçalarının karıştığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Oleaceae, *Jasminum officinale*, *Jasminum flos*, anatomi, morfoloji

1. Giriş

Oleaceae familyası dünyada geniş yayılış gösteren 25 cins ve yaklaşık 688 tür ile temsil edilir [1]. *Familyanın önemli cinslerinden birisi olan *Jasminum* L., Asya, Afrika, Avusturalya ve Tropikal Amerika'da yayılmış yaklaşık 200 türe sahiptir [2]. Cins tropikal ve ılıman bölgelerde yetişmekte olup, tırmanıcı ya da çalı formundadır [3]. Türlerin çoğu keskin kokulu çiçekleri nedeniyle çiçekçilikte, parfümeride ve bahçe bitkisi olarak çok değerlidir. Bu nedenle bazı türlerin kültürü yapılır. Örneğin Hindistan'da bütün evlerin bahçesinde *Jasminum* türlerine rastlanır. *Jasminum auriculatum* Vahl., *J. officinale* L. ve *J. sambac* (L.) Aiton türlerinin çiçekçilikte ve parfümeride önemli bir yeri vardır [4].

*Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +903122033112; Fax.: +903122131081; E-mail: polatd@ankara.edu.tr

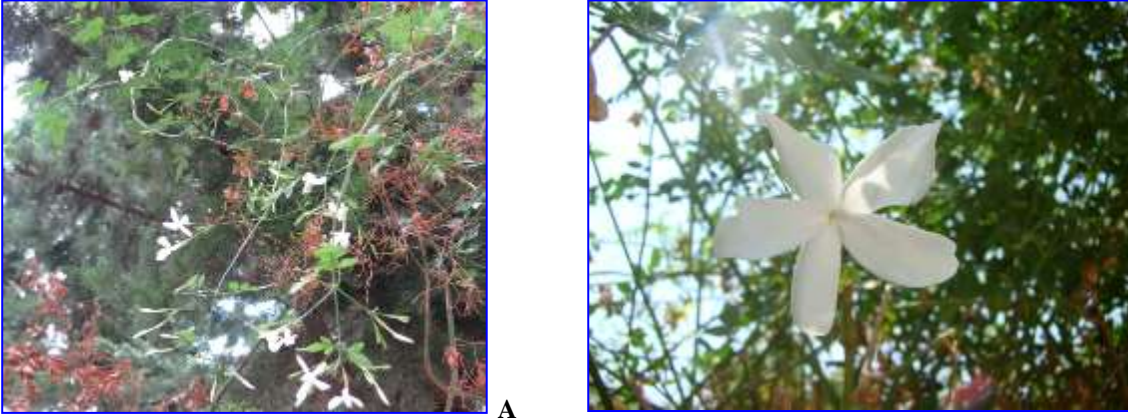
Ülkemizde, *Jasminum fruticans* L. doğal olarak yetişmektedir. *Jasminum officinale* L. ise kültürü yapılan ve bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilen türdür [5,6]. Bu türler Akdeniz ikliminin görüldüğü iç kesimlere kadar yayılış göstermektedir [5-7].

Jasminum officinale (Yasemin) tırmanıcı, yaprakları karşılıklı imparipennat, 3-7 yaprakcıklı, en sondaki yaprakcık kenarlardakilerden daha geniştir. Çiçekleri; simoz çiçek durumunda, 4-7 loblu, uzun tüp şeklinde ve hoş kokuludur. Meyveleri siyah renkli, bakadır [3,4]. İran ve Kaşmir (Hindistan)'de, 1000-3000 metre civarında doğal olarak yetişir. Bu türün kültüre alınması diğer *Jasminum* türlerine göre daha kolaydır. İyi bir tırmanıcı bitki olsa da, saksıda bodur çalı olarak yetiştirilebilir. Diğer *Jasminum* türleri gibi, bu tür de Şubat ayında budanır. Nisan ayından Kasım ayına kadar çiçekli durumdadır. Yasemin hoş kokusu ve güzel görünüşü nedeniyle bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilir [4,8].

J. officinale türü; Spanish Jasmine (İngilizce), Jasmine (Hintçe), Jaati, Jaatikaa ve Jaatimalli (Ayurvedik ismi), Jasmine ve Yaasmine (Pakistan) yöresel adlarıyla bilinmektedir (Şekil 1). Bitkinin bütün kısımları (çiçek, yaprak, kabuk ve kök) geleneksel olarak kronik ülser ve cilt hastalıklarında kullanılmaktadır [9-11]. Çiçeklerinden hazırlanan şuruplar; göğüs hastalıklarında, öksürükte ve ses kısıklığında önerilir [8, 10]. Çiçekleri, MSS (Merkezi Sinir Sistemi) yatıştırıcısı, hafif anestetik ve astrenjan etkiye sahiptir [7, 12]. Çiçek ve yapraklarının suları diüretik, antihelmintik ve emmenagogtur. Yaprakların çiğnenmesi ile ağız ülseri tedavisi sağlanır. Yapraklar ülser, ateş ve cilt hastalıklarının tedavisi için kullanılan reçine, salisilik asit, askorbik asit ve alkaloidleri içerir [7]. Ayrıca yapılan çalışmalarda *J. officinale* türünün analjezik, antispazmodik, antibakteriyel ve antimikrobiyal etkilerinin olduğu da kanıtlanmıştır [8, 13-15].

J. officinale türünden elde edilen uçucu yağın ana bileşenleri; benzil asetat, linalil asetat, geraniol, linalol, ve jasmon olarak tespit edilmiştir. *J. officinale* türünden elde edilen uçucu yağ özellikle parfümeri sanayinde kullanılmaktadır [16, 17]. Ayrıca elde edilen bu uçucu yağ, çok iyi bir antiseptik ve dezenfektan özelliğindedir. Aroma terapidde kullanılır. Dermatolojide antiseptik ve antiinflamatuvar ajan olarak yararlanır [18].

Ülkemizde yasemin çiçeği (*Jasminum flos*) sedatif etkisi ve çaylara güzel tat vermesi nedeniyle satılmaktadır. Yasemin çiçeğinden hazırlanan infüzyon (%5) halk arasında göğüs yumuşatıcı, idrar arttırıcı, kurt düşürücü, kabızlık giderici ve sedatif etkisi nedeniyle de kullanılmaktadır [18]. Bu çalışmada, Ankara, Edirne, Tekirdağ ve Antalya illerimizden yasemin adı ile piyasada bulunan droglar satın alınarak teşhisi, kullanışı, morfolojik ve anatomik özelliklerinin saptanması amaçlanmıştır. Ayrıca bu amaç doğrultusunda elde edilen özelliklerin ileride bir monograf oluşturulduğunda önemli bir faydası olacağı düşünülmektedir.



Şekil 1. A. *Jasminum officinale* L. doğada genel görünüm, B. *Jasminum officinale* L. çiçeği (Foto: Prof. Dr. A. Köroğlu)

2. Materyal ve yöntem

Materyal temini için Ankara (7), Antalya (1), Edirne (1) ve Tekirdağ (1) illerimiz piyasasından toplam 10 farklı örnek satın alınmıştır (Tablo 1). Yasemin çiçeği droğunun piyasada hangi amaçla satışa sunulduğu bilgisi derlenmiştir. Ayrıca morfolojik ve anatomik özellikleri türe özgü olarak belirlemek için kültürden elde edilen yasemin çiçeği örneği standart olarak kullanılmıştır (AEF 26115) (Şekil 2). Çalışmada öncelikle kültürden topladığımız *Jasminum officinale* çiçeğinin morfolojik ve anatomik yapısı belirlenmiştir. Morfolojik olarak örneğin genel görünüşü, çiçeğin rengi, şekli tespit edilmiştir. Bulgular Türkiye Florası'nda yer alan *Jasminum* türleri ile karşılaştırılmıştır [5]. Yasemin çiçeğini içeren % 70 alkol örneklerinden el ile alınan enine ve yüzeyel kesitlerde çiçeğin anatomik özellikleri tespit edilmiş, mikro fotoğrafları (Leica CME) çekilerek karakteristik yapıları görsellenmiştir. Ayrıca standart drog olarak kullandığımız kültür örneklerin karakteristik anatomik elemanlarının belirlenmesi için toz edilen örneklerden, Sartur Çözeltisi (TFR) [19, 20] ile hazırlanan preparatlar mikroskopta (Leica CME) incelenmiş ve karakteristik elemanlar fotoğraflanmıştır. En son olarak piyasada satılan örnekleri teşhisleri yapılmış, droğa ait olmayan parçaların

oranı belirlenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir (Canon IXUS 120150) (Şekil 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12). Ayrıca bu örneklerden hazırlanan toz drogların anatomik özellikleri belirlenmiş ve standart droğun anatomik verileriyle karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. *Jasminum officinale* L. herbarium örneği

Tablo 1. Çalışma sırasında materyal olarak kullanılan örneklerinin satın alındığı merkezler.

Materyal	Aktar numunelerinin satın alındığı yer	Şekil no
Ankara-1	Kızılay	Şekil 3
Ankara-2	Kızılay	Şekil 4
Ankara-3	Çankaya	Şekil 5
Ankara-4	Çankaya	Şekil 6
Ankara-5	Sıhhiye	Şekil 7
Ankara-6	Eryaman	Şekil 8
Ankara-7	Eryaman	Şekil 9
Antalya	Merkez	Şekil 10
Edirne	Merkez	Şekil 11
Tekirdağ	Merkez	Şekil 12
Standart	C2 Antalya: Şehir merkezi, Site içi, 20m, 12.07.2012, AEF 26115	Şekil 2



Şekil 3. Ankara numune 1



Şekil 4. Ankara numune 2



Şekil 5. Ankara numune 3



Şekil 6. Ankara numune 4



Şekil 7. Ankara numune 5



Şekil 8. Ankara numune 6



Şekil 9. Ankara numune 7



Şekil 10. Antalya numune



Şekil 11. Edirne numune



Şekil 12. Tekirdağ numune

3. Bulgular

3.1 Droğun kullanılışı ile ilgili bulgular

Ankara, Antalya, Edirne ve Tekirdağ'da örnekleri satın alırken yaptığımız görüşmeler sonucunda, droğun genel olarak dahilen demleme (= infüzyon) şeklinde sakinleştirici, rahatlatıcı ve çaylara güzel koku verici amaçla satıldığı bilgisi elde edilmiştir. Ayrıca, Tekirdağ'daki örnek alımı sırasında yasemin çiçeğinin göğüs yumuşatıcı ve yeşil çay ile beraber zayıflatıcı etkisi Ankara (Kızılay)'da bağırsaklara yardımcı olması nedeniyle satıldığı bilgisi derlenmiştir. Sakinleştirici, göğüs yumuşatıcı ve bağırsaklara yardımcı olarak kullanımı kaynak verileriyle uyumludur [12-14, 17].

3.2 Morfolojik bulgular

Herbaryum örneği incelendiğinde, karşılıklı imparipennat yapraklardan oluşan (Şekil 13A), 1.5- 2 cm uzunluğunda tüp oluşturan beyaz renkli korollanın olduğu (Şekil 1-13B), stamenlerin epipetal (petale bağlı) (Şekil 13C), kaliks kampanulat (çan şeklinde), 5 loblu ve bu 5 lobdan 5 diş olduğu (Şekil 13D) görülmüştür. Çalışmamızda incelenen piyasa örneklerinin morfolojik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.



A



B



C



D

Şekil 13. A. İmparipennat yapraklar, B. Tüp oluşturan korolla, C. Petale bağlı stamenler, D. Çan şeklinde kaliks

3.3 Organoleptik bulgular (Standart örnek için)

Kültürden topladığımız *Jasminum officinale* çiçeklerin bir kısmı gölgede açık havada kurutulmuş ve toz edilmiştir. Açık sarı-yeşil renkli, hoş kokusu ve tadı olan, heterojen bir görünüme sahip toz drog standart olarak kullanılmıştır.

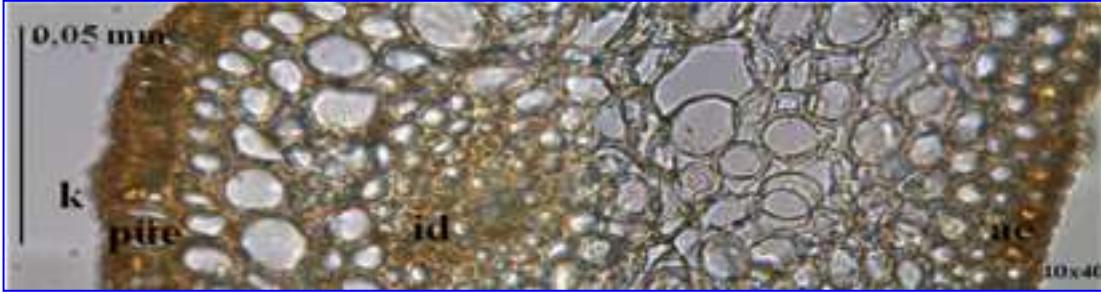
3.3.1 Anatomik bulgular

Antalya'dan topladığımız ve standart olarak kullandığımız yasemin çiçeğinin karakteristik elemanlarının özelliklerini belirlemek amacıyla kaliks ve korolla kısımlarının ayrı ayrı enine ve yüzeyel kesit anatomisi çalışılmıştır. Ayrıca toz drog incelemesi de yapılarak karakteristik yapılar belirlenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

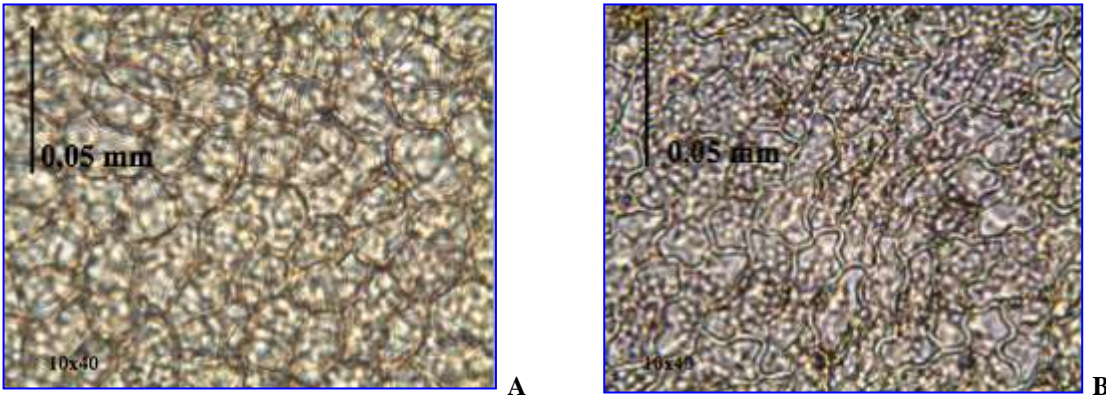
3.3.2 Korolla anatomisi

Jasminum flos korollasından alınan enine kesitte; üst epidermanın papilli yapıya sahip olduğu ve tek sıra, kalın çeperli, dikdörtgen şeklinde hücrelerden oluştuğu görülmüştür. Korollada stomaya rastlanmamıştır. Üst ve alt epidermanın arasında gevşek dizilişli, çeperleri ince, yuvarlağımsı parankima hücrelerinden oluşan mezofil yer almaktadır. Mezofil parankima hücrelerinin aralarında iletim demetleri yerleşmiştir. Korolla enine kesitinde nişastaya rastlanmamıştır (Şekil 14).

Üst epidermadan ve alt epidermadan alınan yüzeyel kesitlerde; üst epidermada kutikula kıvrımlarının yoğun olduğu görülmüş, alt epidermada bu kıvrımların daha az olduğu ve buradaki epiderma hücrelerinin dalgalı çeperli olduğu saptanmıştır. Korollanın üst ve alt epidermasında stoma ve tüylere rastlanmamıştır (Şekil 15).



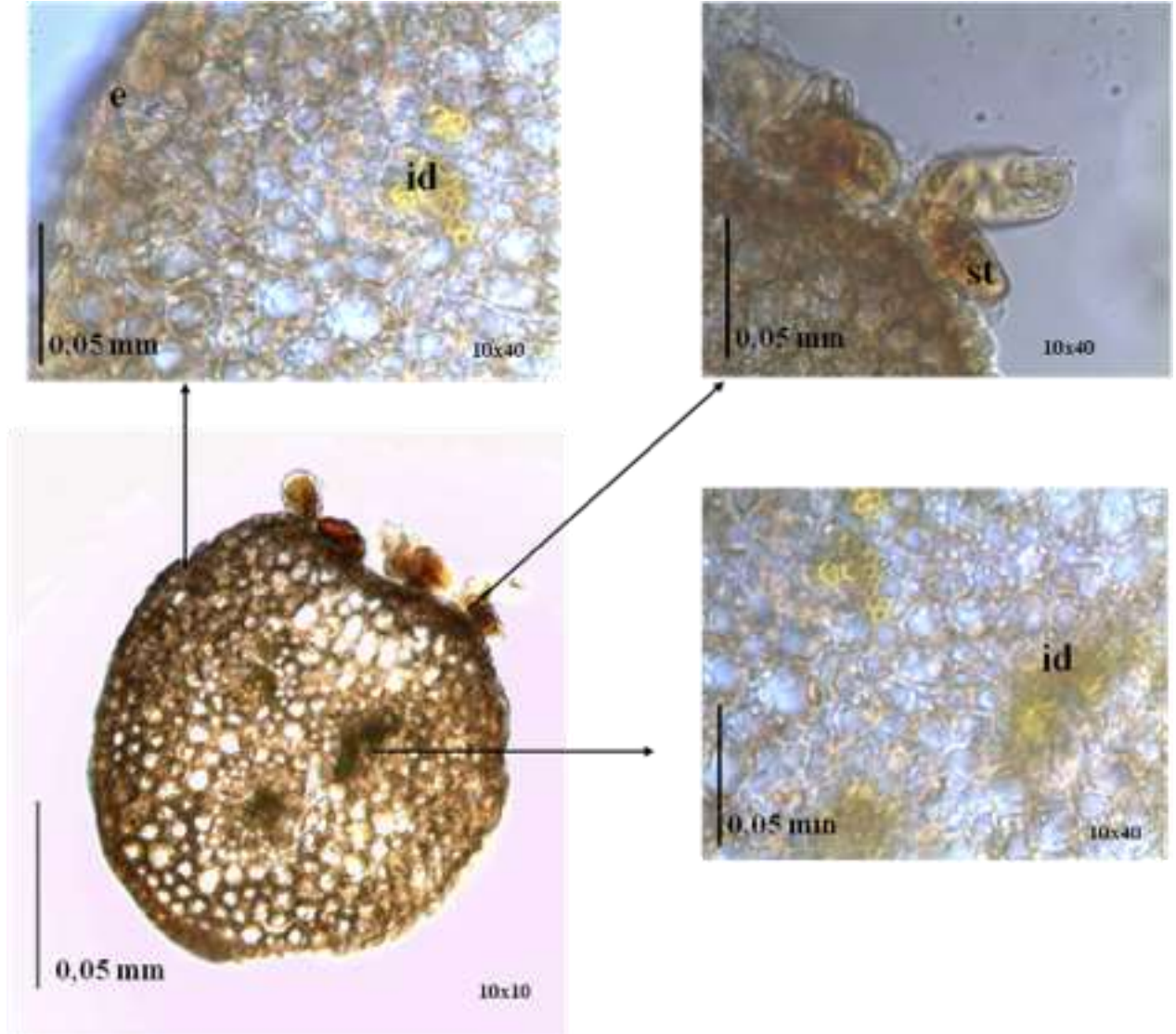
Şekil 14: *Jasminum flos* korolla enine kesit, k: kutikula, püe: papilli üst epiderma, id: iletim demeti, ae: alt epidermis



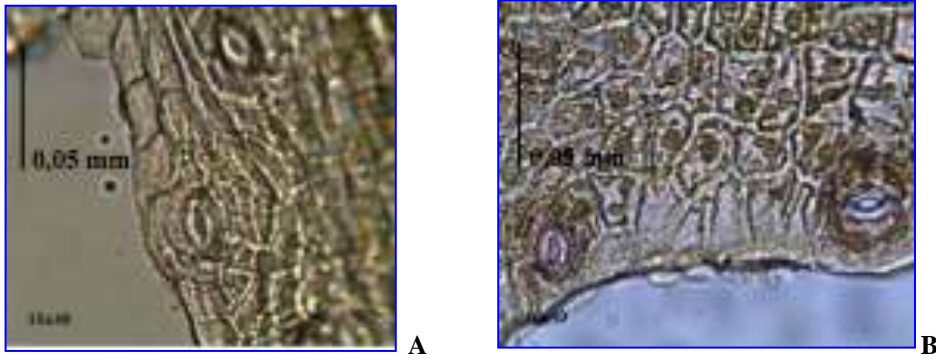
Şekil 15. *Jasminum flos* korolla yüzeyel kesit A: Papilli üst epiderma, B: Alt epiderma

3.3.3 Kaliks anatomisi

Jasminum flos'da kaliks 5 dişlidir (Şekil 13D). Sepallerden alınan enine kesitlerde salgı tüyü ve örtü tüylerinin olduğu görülmüş ve epiderma hücrelerinin dikdörtgenimsi, kalın çeperli oldukları saptanmıştır (Şekil 16). Kaliks enine kesitinde epiderma içinde genellikle yuvarlak ve çeperleri kalın parankima hücreleri ile iletim demetlerinin yer aldığı görülmüştür. Ayrıca, kaliks de parasitik tip stoma (Şekil 17) ve küçük druzların varlığı belirlenmiştir. Epiderma hücrelerinin dikdörtgenimsi ve kalın çeperli olması, parasitiktip stoma, başı çok hücreli salgı tüyü ve druzların (küçük kristaller) varlığı Oleaceae familyasına ait karakteristik özelliklerdendir [21].



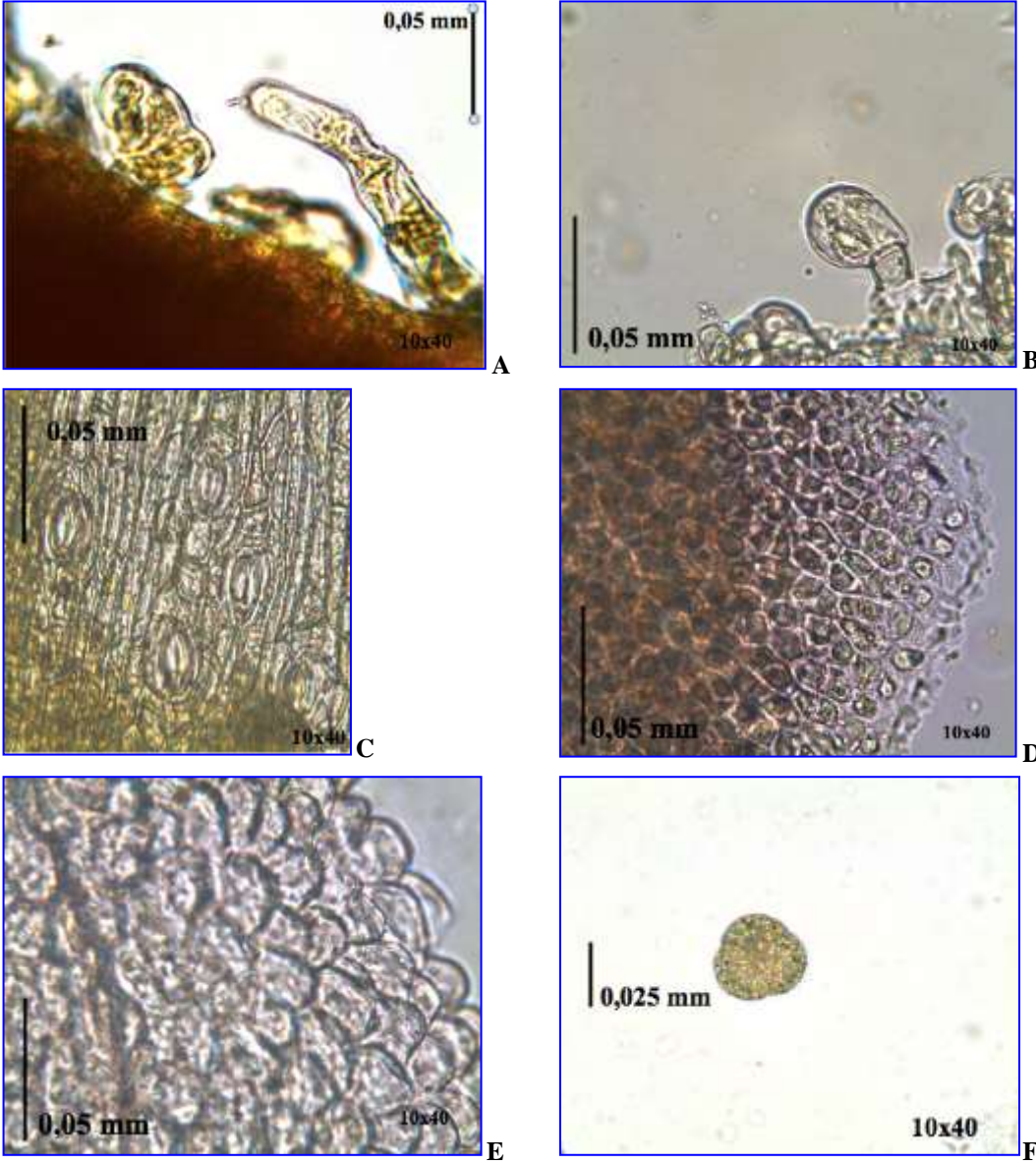
Şekil 16. *Jasminum flos* kaliks enine kesit, e: epiderma, id: iletim demeti, st: salgı tüyü



Şekil 17. A. Kaliks yüzeyel kesit stomalar , B. Kalliks yüzeyel kesit druzlar

3.3.4 Toz inceleme

Antalya'dan topladığımız kuru yasemin çiçekleri toz edilmiş ve Sartur Çözeltisi (TFR) ile hazırlanan preparatları incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 18. A. Sepalde çok hücreli örtü tüyü, B. Sepalde tek saplı çok başlı salgı tüyü, C. Sepalde stoma, D. Sepalde druzlar, E. Petalde papilli epiderma, F. Polen

Toz drog incelemesi sonucunda, sepal ve petal enine kesit çalışmalarıyla örtüşen sepalde çok hücreli örtüyü, tek saplı çok başlı salgı tüyü, parasitik tip stoma, druzlar ile petal epidermasının papilli oluşu ve trikolpat polen taneleri karakteristik olarak görülmüştür (Şekil 18).

3.4 Piyasa örneklerinin morfolojik özellikleri

Bu çalışmada incelenen piyasa örneklerden elde edilen morfolojik özellikler Tablo 2 'de verilmiştir. Antalya'dan topladığımız ve standart olarak kullandığımız yasemin çiçeği ile piyasadan temin edilen 10 yasemin çiçeği örneğinden elde edilen toz drogların, Sartur Çözeltisi (TFR) ile hazırlanan preparatları incelenmiştir. Standart olarak kullandığımız yasemin çiçeğinde karakteristik elemanların özellikleri tanımlanarak fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 18). Elde edilen bulgular piyasadan satın alınan numuların karakteristik özellikleriyle karşılaştırılmış, standart örnek üzerinden bu örneklerin anatomik açıdan uygunluğu tespit edilmiştir.

4. Sonuçlar ve tartışma

Ülkemizde genellikle süs bitkisi olarak yetiştirilen *Jasminum officinale* türünün özellikle çiçekleri piyasamızda sakinleştirici, rahatlatıcı, göğüs yumuşatıcı ve bağırsaklara yardımcı olarak satılmaktadır. Bu çalışmada

Jasminum flos droğunun morfolojik ve anatomik özelliklerinin tespit edilmesi ve piyasa örneklerinin doğru olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Ülkemiz piyasasında yasemin çiçeği adı altında satılan numunelerin *J. officinale* bitkisine ait olduğu yaptığımız morfolojik ve anatomik çalışmalar ile tespit edilmiştir. Ancak piyasada numunelerin genelinin açıkta satıldığı ve çiçeklerin tamamen açılmış şekilde kurutulduğu görülmüştür. Morfolojik olarak incelendiklerinde ise bazı numunelere kendisine ait yaprakların karıştığı görülmüştür. Türk Farmakopesi'ne göre başka şekilde belirlenmedikçe ve izin verilmedikçe, bitkisel droglarda yabancı madde miktarı en fazla %2 (k/k) olmalıdır [20].

Yaptığımız çalışma sonucunda elde ettiğimiz tespitler, piyasamızda satışa sunulan yasemin çiçeğinin başka droglarla karıştırılmadığının ancak çiçeklerin doğru zamanlarda toplanmadığı, halk sağlığı açısından uygun şartlarda kurutulup, ambalajlanmadığı ve kontaminasyona açık ortamlarda satışa sunulduğu için güvenilir nitelik taşımadığını göstermiştir.

Tablo 2. Aktarlardan alınan örneklerin morfolojik özelliklerinin karşılaştırılması.

Materyal	Genel görünüş	Renk	Droğa ait olmayan kısımlar (Safsızlıklar)
Ankara-1	Çoğunluğu açmış çiçekler; Kaliks ve korolla ayrılmış durumda	Sarımsı kahverengi, yeşil	-
Ankara-2	Çoğunluğu açmış çiçekler; Kaliks ve korolla ayrılmış durumda	Sarımsı kahverengi, yeşil	Yapraklarına ait parçalar
Ankara-3	Çoğunluğu tomurcuk çiçekler; Kaliks ve korolla ayrılmış durumda	Sarımsı kahverengi, yeşil	Yapraklarına ait parçalar
Ankara-4	Çoğunluğu açmış çiçekler; Kaliks ve korolla ayrılmış durumda	Sarımsı kahverengi, yeşil	Yapraklarına ait parçalar
Ankara-5	Çoğunluğu açmış çiçekler; Kaliks ve korolla ayrılmış durumda	Sarımsı kahverengi, yeşil	Yapraklarına ait parçalar
Ankara-6	Çoğunluğu açmış çiçekler; Kaliks ve korolla ayrılmış durumda	Sarımsı kahverengi, yeşil	Yapraklarına ait parçalar
Ankara-7	Çoğunluğu açmış çiçekler; Kaliks ve korolla ayrılmış durumda	Sarımsı kahverengi, yeşil	-
Antalya	Çoğunluğu açmış çiçekler; Kaliks ve korolla ayrılmış durumda	Sarımsı kahverengi, yeşil	-
Edirne	Çoğunluğu açmış çiçekler; Kaliks ve korolla ayrılmış durumda	Sarımsı kahverengi, yeşil	Yapraklarına ait parçalar
Tekirdağ	Çoğunluğu açmış çiçekler; Kaliks ve korolla ayrılmış durumda	Sarımsı kahverengi, yeşil	Yapraklarına ait parçalar

Kaynaklar

- [1] Huang, Y.L., Oppong, M.B., Guo, Y., Wang, L.Z., Fang, S.M., Deng, Y.R. et al. (2019). The Oleaceae family: A source of secoiridoids with multiple biological activities. *Fitoterapia*, 136(104155), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2019.04.010>
- [2] Arun, M., Satish, S., Anima, P. (2016). Phytopharmacological profile of *Jasminum grandiflorum* Linn. (Oleaceae). *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 22(4), 311-320. <https://doi.org/10.1007/s11655-015-2051-3>
- [3] Issa, M. Y., Mohsen, E., Younis, I. Y., Nofal, E. S., Farag, M. A. (2020). Volatiles distribution in jasmine flowers taxa grown in Egypt and its commercial products as analyzed via solid-phase microextraction (SPME) coupled to chemometrics. *Industrial Crops and Products*, 144, 112002. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.112002>
- [4] Dey, S.C. (1996). *Fragrants flowers*. Abhinav Publications, India.
- [5] Yaltırık, F. (1978). *Jasminum L.* In "Flora of Turkey and the Aegean Islands." Davis, P.H. (Ed.), volume 6. Edinburgh University Press, Edinburgh.

- [6] Güner, A. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul.
- [7] Kaya, B. (2009). Maki ve garig topluluklarının Türkiye'deki yayılış alanları ve ekolojik özelliklerinin incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 67-80.
- [8] Hussain, M., Bakhsh, H., Aziz, A., Majeed, A., Khan, I.A., Mujeeb, A., Farooq, U. (2013). Comparative in vitro study of antimicrobial activities of flower and whole plant of *Jasminum officinale* against some human pathogenic microbes. *Journal of Pharmacy and Alternative Medicine*, 2(4), 33-44.
- [9] Duke, J.A., Godwin, M.J., Celler, J. (2002). *Handbook of Medicinal Herbs*, CRC Press, 2nd ed., U.K.
- [10] Khare, C.P. (2007). *Indian Medicinal Plants, An Illustrated Dictionary*. Springer, India, p.333-334.
- [11] Dosani, M.A., Sakarkar D.M., Kosalge, S.B., Shafiq, S. (2011). Formulation development and evaluation of unit moulded herbal semisolid jelly useful in treatment of mouth ulcer. *International Journal of PharmTech Research*, 3(3): 1705-1713.
- [12] PDR Herbal Medicines (2004). 3rd edition, *Jasmine*, NJ, USA.
- [13] Manjunath, C., Mahurkar, N. (2020). In vitro cytotoxicity of cardamom oil, lemon oil, and jasmine oil on human skin, gastric, and brain cancer cell line. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*, 1, 1-7. https://doi.org/10.4103/jcrt.JCRT_915_17
- [14] Hedao, S. A., Chandurkar, P. A. (2019). A Review on Aromatherapy. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 8(7), 635-651. <https://doi.org/10.20959/wjpr20197-1502>
- [15] Khan, U. A., Rahman, H., Niaz, Z., Qasim, M., Khan, J., Tayyaba et al. (2013). Antibacterial activity of some medicinal plants against selected human pathogenic bacteria. *European Journal of Microbiology and Immunology*, 3(4), 272-274. <https://doi.org/10.1556/EuJMI.3.2013.4.6>
- [16] Garg, S.C. (2005). Essential oils as therapeutics. *Natural Product Radiance*, 4(1), 18-26.
- [17] Ali, B., Al-Wabel, N.A., Shams, S., Ahamad, A., Khan, S.A., Anwar, F. (2015). Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(8), 601-611. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.05.007>
- [18] Baytop, T. (1999). *Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi (Geçmişte ve Bugün)*. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul.
- [19] Çelebioğlu, S., Baytop, T. (1949). A new reagent for microscopical investion of plant. *Publication of the Instute of Pharmacognosy*, 10(19), 301.
- [20] TF, (2017). *Türk Farmakopesi, Genel Monograflar I*. T.C. Sağlık Bakanlığı, TİTCK yayın no.: 21, Ankara.
- [21] Metcalfe, C.R., Chalk, L. (1965). *Anatomy of the Dicotyledons*, Vol. 2, pp. 893-900, Oxford: Clarendon Press.



A Research on plant taxa with invasive character in Bingöl (City centre) and surroundings

Rıdvan POLAT ¹, Selami SELVİ ^{*2}
ORCID: 0000-0003-0261-3671; 0000-0002-9959-6945

¹ Bingöl University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, Bingöl, Turkey

² Balıkesir University, Altınoluk Vocational School, Medicinal and Aromatic Plants Programme, Balıkesir, Turkey

Abstract

In this study, potential plant taxa with the invasive character that spread in Bingöl (Center) and surrounding areas were determined and EUNIS Habitat types were revealed according to the environment in which these taxa live. In addition, an invasive species inventory has been created in based on literature carried out in Bingöl province As a result of the research; It has been observed that 107 genera and 158 taxa belonging to 27 families that spread in Bingöl (Center) and surrounding areas can be included in the potential plants class with invasive characteristics. Among these, the families with the most taxa are; Fabaceae (36 taxa, 22.8%), Asteraceae (34 taxa, 21.5%) and Poaceae (26 taxa, 16.5%). The most taxa containing genera; *Trifolium* L. (15 taxa, 9.5%) followed by *Centaurea* L., *Lathyrus* L., *Poa* L. and *Vicia* L. with 4 taxa each, respectively. During the study, 11 different EUNIS habitat types where invasive taxa spread were identified. In the distribution of taxa according to EUNIS habitat types, the first three habitats are; "I1.5 Bare tilled, fallow or recently abandoned arable land" (62 taxa, 17.9%), "E1. Dry grasslands" (53 taxa, 15.4%) and "I2 Cultivated areas of gardens and parks" (51 taxa, 14.8%).

Key words: Bingöl, EUNIS, flora, habitat, invasive species

----- * -----

Bingöl (Merkez) ve çevre alanlarda istilacı karaktere sahip bitki taksonları üzerine bir araştırma

Özet

Bu çalışmada, Bingöl (Merkez) ve çevre alanlarda yayılış gösteren istilacı karaktere sahip potansiyel bitki taksonları belirlenerek, bu taksonların yaşadığı ortama göre EUNIS Habitat tipleri ortaya konulmuştur. Ayrıca Bingöl ilinde daha önce yapılmış literatürlere dayalı olarak ilin istilacı tür envanteri oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda; Bingöl (Merkez) ve çevre alanlarda yayılış gösteren 27 familyaya ait 107 cins ve 158 takson'un istilacı karaktere sahip potansiyel bitkiler sınıfına dâhil edilebileceği görülmüştür. Bunlar içerisinde en fazla takson içeren familyalar sırasıyla; Fabaceae (36 takson, %22.8), Asteraceae (34 takson, %21.5) ve Poaceae (26 takson, %16.5)'dir. En fazla takson içeren cinsler ise; *Trifolium* L. (15 takson, %9.5) olup onu 4' er taksonla *Centaurea* L., *Lathyrus* L., *Poa* L. ve *Vicia* L. takip etmektedir. Çalışma süresince istilacı taksonların yayılış gösterdiği 11 farklı EUNIS habitat tipi blirlenmiştir. Taksonların EUNIS habitat tiplerine göre dağılımında ise ilk üç habitat; "I1.5 Çıplak ya da nadasa bırakılmış ekilebilir alanlar" (62 takson, %17.9), "E1. kuru otlaklar" (53 takson, %15.4) ve "I2 Bahçelerin ve parkların ekili alanları" (51 takson, %14.8) şeklindedir.

Anahtar kelimeler: Bingöl, EUNIS, flora, habitat, istilacı türler

1. Giriş

İstilacı tür; doğal bitki örtüsüne önemli zararlar vererek ekosistemleri kolayca istila eden bitki türlerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir [1-3]. Ekosistemin önemli bir parçası olan istilacı türler, değişik iklim ve toprak şartlarına uyum sağlayabilen, zor ekolojik şartlar altında bile yaşamlarını devam ettirebilme ve üreme yeteneğine sahip olan kozmopolit türlerdir [4]. Bir organizmanın belirli bir alanı istila etmesi; organizmaların o yere taşınması, taşındığı

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905302212679; Fax.: +902663961509; E-mail: sselvi2000@yahoo.com

ortama uyum sağlaması, yerleşmesi ve yerleştiği alanda yayılmasını içeren bir dizi olaydan oluşmaktadır [5]. İstilacı taksonlar sahip oldukları rekabet güçleri ve genetik çeşitlilikleri sayesinde tarımsal alanlardan çayır-mera alanlarına, parklardan arkeolojik alanlara, sulak habitatlardan spor alanlarına, tarla ve yol kenarlarından demiryollarına kadar çeşitli ortamlara kolaylıkla adapte olabilirler [6]. Aynı zamanda istilacı türler, önemli ekolojik ve çevre sorunlarına da yol açarlar. Bu türler, yeni taşındıkları alanlarda; ekosistemin düzenini olumsuz yönde etkileyerek doğal bitki taksonlarının sayı ve yoğunluğunun azalmasına yol açmakta ve bu da ekosisteminin biyotik ve abiyotik çeşitliliğini olumsuz yönde etkilemektedir [7]. İstilacı kavramı yeryüzünde yaşayan çoğu canlılarda gözlenebilen bir olay olmasının yanında; bitkiler aleminde, özellikle kültür bitkilerine verdikleri ekonomik zararlardan dolayı önem arz etmektedir. İstilacı yabancı otlar (İYT), genel olarak dışarıdan taşınan ve üzerlerinde bir baskı unsuru olan doğal düşmanları olmadığından yeni taşındıkları alanlarda hızla çoğalan ve yayılan türlerdir. Bu türler çeşitli faktörlerin etkisiyle doğal ortamlar üzerindeki istilacı baskılarını her geçen gün daha da görünür hale getirmektedir [8-11]. Gelişen ulaşım teknolojisi ile çeşitli coğrafik bölgeler arasında yeni koridorlar kurulması, birçok canlıların bir ekosistemden diğerine geçme hızını önemli ölçüde artırmıştır. Günümüzde, ülkemiz için de önemli bir çevre sorunu olan küresel iklim değişikliğinin de etkisiyle, istilacı türler, bitki biyoçeşitliliğini tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır [12-15]. Türkiye'nin farklı bölgelerinde istilacı bitki taksonları ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Boz [16], Aydın ili pamuk ekim alanlarındaki, Türe ve Köse [17] ise Eskişehir ve çevresindeki bazı tarım alanlarında yayılış gösteren yabancı ot florası üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Doğal ve egzotik istilacı türlerin envanter çalışmasına yönelik; Yıldırım ve Ekim [4] tarafından Orta Anadolu Bölgesinde; Gider [18] tarafından Aydın, Denizli, Muğla ve İzmir'deki tek yıllık otlaklarda ve yol kenarlarındaki istilacı türler üzerine; Sürmen ve ark. [14], Samsun ili çayır ve mera alanlarındaki istilacı türlerin tespiti ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Karaköse ve ark. [19] tarafından yapılmış 'Espiye (Giresun) Orman planlama birimi' nin istilacı yabancı türleri" başlıklı bir çalışma bulunmaktadır. Satıl ve ark. [3], Balıkesir yöresinde istilacı karaktere sahip bitkiler üzerine oldukça geniş kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. Karaer ve ark. [20]' da Türkiye'nin istilacı yabancı bitki biyoçeşitliliği, tehdit faktörleri ve alınması gerekli tedbirler üzerinde bir çalışma yapmıştır. Ayrıca Önen [21] editörlüğünde hazırlan ve çok sayıda araştırmacının katkı yaptığı Gıda Tarım ve Hayvancılık bakanlığı tarafından desteklenen Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu da alanda yapılmış önemli çalışmalardan biri niteleğindedir.

Bu çalışmada, doğal ortamları zorlanmadan işgal etme kabiliyetinde olan, komünite içerisinde insan müdahalesinin de etkisiyle hızla yayılan ve orada daha önce var olan diğer türlere üstünlük sağlayarak söz konusu ortamda baskın hale gelen türler 'istilacı karaktere sahip potansiyel tür' olarak kabul edilmiştir. Bu kapsamda, Bingöl (Merkez) ve çevre alanlarda istilacı karaktere sahip yerli türlerin envanterini çıkartmak amacıyla il genelinde yapılan arazi çalışmalarına ek olarak daha önce çalışma alanında yapılmış bazı botanik içerikli çalışmalarda istilacı taksonlar açısından değerlendirilmiştir [22-24].

2. Materyal ve yöntem

Araştırmanın materyalini, 2018–2020 yılları arasında Bingöl (Merkez) ve çevre alanlarda yapılan arazi gezileri kapsamında toplanan, istilacı potansiyeli olan bitki örnekleri oluşturmaktadır. Buna ek olarak, Bingöl ve yakın çevre alanlarda daha önce yapılmış floristik çalışmalardan [22-24] elde edilen veriler de bu kapsamda değerlendirilmiştir. Bingöl (Merkez) ve çevre alanlarda istilacı karaktere sahip potansiyel bitki taksonlarını tespit etmek amacıyla il genelinde, boş araziler, yol kenarları, sulak alanlar, çayır ve meralar gibi farklı habitatlarda dört mevsim floristik ve ekolojik gözlemler yapılarak istilacı bitki envanteri çıkartılmıştır (Tablo 3). Şekil 1' de Bingöl (Merkez) ve çevre alanlarda yürütülen arazi çalışmalarında 7 farklı çalışma noktası harita üzerinde işaretlenmiştir. Tablo 1' de ise bu çalışma noktalarının bulunduğu mevki ve koordinatları ile yükseltileri gösterilmiştir.

Tablo 1. Arazi çalışmalarının yürütüldüğü çalışma noktaları ve lokalite bilgileri

Çalışma	Çalışma alanı	Koordinatlar ve rakım
1	Bingöl-Genç Yolu	38°50'43.56"K, 40°32'46.18"D, 1034 m
2	Bingöl Üniv. Kampüs Alanı ve Çevresi	38°54'3.77"K, 40°28'35.40"D, 1185 m
3	Solhan Yolu	38°54'13.86"K, 40°36'7.19"D, 1049 m
4	Aşağı çarşı	38°53'27.03"K, 40°29'14.56"D, 1138 m
5	Elazığ yolu	38°54'9.95"K, 40°27'59.34"D, 1211 m
6	Merkez	38°52'53.61"K, 40°29'34.08"D, 1160 m
7	Bingöl Otogar ve çevresi	38°52'42.59"K, 40°30'46.42"D, 1108 m

Tespit edilen bitkilerin habitat sınıflandırması, EUNIS Habitat tipleri [25] dikkate alınarak yapılmıştır. Bitki teşhislerinde, başta Flora of Turkey [26] olmak üzere çeşitli komşu ülkelerin floristik eserlerinden faydalanılmıştır [27-29]. Teşhisi yapılan bitkilerin Türkçe isimleri "Türkiye Bitkileri Listesi" ne göre adlandırılmıştır [30]. Araziden toplanmış herbarium örneklerine toplayıcı numaraları verilmiş ve örnekler Balıkesir Üniversitesi Altınoluk Meslek Yüksekokulu Botanik Laboratuvarı' nda saklanmıştır. İstilacı türlerin belirlenmesinde "İstilacı Bitkiler Kataloğu" [21]

ve bu konudaki ilgili data banklardan yararlanılmıştır [31-32]. Ayrıca, istilacı tür kategorisine giren çayır ve mera bitkileri ise “Türkiye’ nin Çayır ve Mera Bitkileri” [9] kaynağından kontrol edilmiştir.



Şekil 1. Bingöl (Merkez) ve çevre alanlarda yürütülen çalışma noktaları (Google Earth Pro (Temmuz-2020))

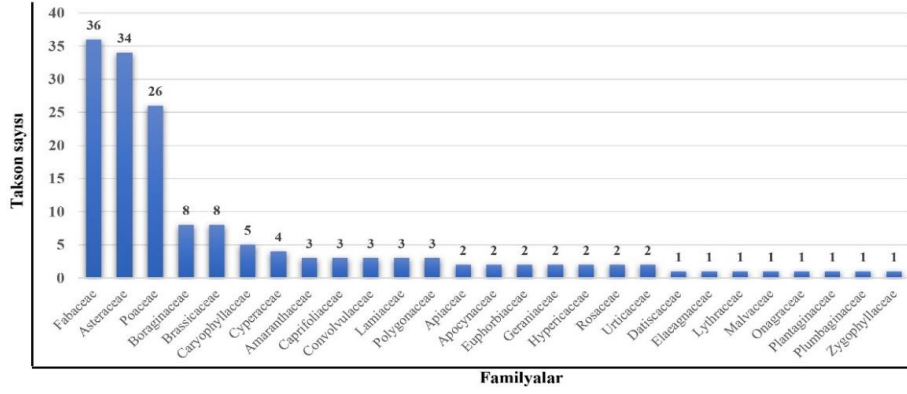
3. Bulgular

Bingöl merkez ve çevresinde yapılan araştırma sonucunda; 27 familyaya ait 107 cins ve 158 takson’ un istilacı karaktere sahip potansiyel bitkiler sınıfına dâhil edilebileceği görülmüştür (Tablo 3). Bu istilacı karaktere sahip taksonlar, familya bazında ele alındığında Fabaceae’ nin 36 taksonla (%22.8) en büyük familya olduğu görülmektedir. Bu familyayı 34 taksonla Asteraceae (%21.5) ve 26 taksonla Poaceae (%16.5) familyaları takip etmektedir (Şekil 2). En fazla takson içeren cinsin ise 15 takson ile *Trifolium* olduğu; bunu 4’ er taksonla *Centaurea*, *Lathyrus*, *Poa* ve *Vicia*’ nın sırasıyla takip ettiği tespit edilmiştir (Şekil 3). Çalışma süresince Bingöl merkez ve çevresindeki bitkilerin doğal olarak yetiştiği 11 farklı habitat tipi ortaya çıkarılmıştır (Tablo 2).

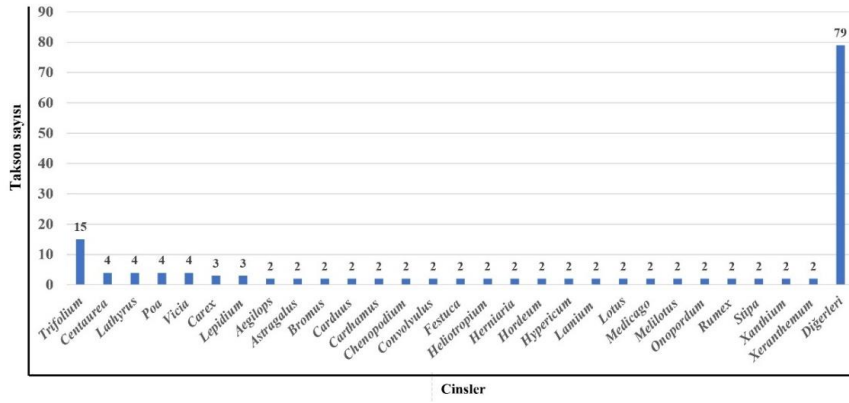
Tablo 2. Bingöl ve çevre alanlarda gözlenen habitat tipleri ve EUNIS kodu

Habitat tipi	EUNIS Kodu
Su kaynakları, dereler ve gayzerler	C2.1
Bitki Örtüsünün Olmadığı ya da Seyrek Bitki örtülü alanlar	C3.6
Yüzey suyu olmayan sazlıklar, kamış yatakları	D5
Kuru otlaklar	E1
Kalıcı mezotrofik meralar ve sonradan otlatılan çayırlar	E2.1
Antropojenik bitki durumları	E5.1
Çıplak ya da nadasa bırakılmış ekilebilir alanlar	I1.5
Bahçelerin ve parkların ekili alanları	I2
Şehir merkezleri, sürekli bina yapıları	J1.1
Köyler ve kırsal alanlardaki bina yapıları	J1.2
Yol yüzeyi ve kenarlarındaki bitkiler	J4.2

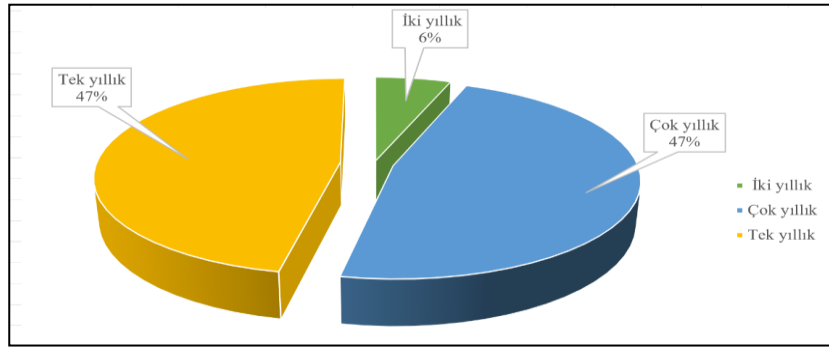
Taksonların habitat tiplerine göre dağılımında ise ilk üç habitat; “I1.5 Çıplak ya da nadasa bırakılmış ekilebilir alanlar” (62 takson, %17.9), “E1 Kuru otlaklar” (53takson, %15.4), ve “I2 Bahçelerin ve parkların ekili alanları” (51 takson, %14.8) şeklindedir (Tablo 2, Şekil 6). Alanda tespit edilen taksonlar, hayat formlarına göre sınıflandırıldığında; 74 taksonun (%47) tek yıllık, 10 taksonun (%6) iki yıllık ve 74 taksonun da (%47) çok yıllık hayat formunda olduğu görülmüştür (Şekil 4). Taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımında ise; Avrupa-Sibirya (%9), İran-Turan (%8), Akdeniz (%4) ve Doğu Akdeniz (%2) elementlerinden oluştuğu görülmektedir. %77’ sinin ise fitocoğrafik bölgesi bilinmemekte ve bunların çoğunluğunu kozmopolit taksonlar oluşturmaktadır (Şekil 5).



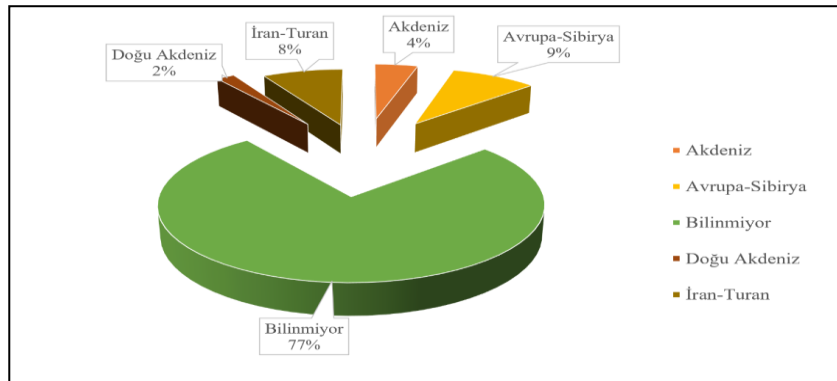
Şekil 2. En fazla taksona sahip olan familyalar ve takson sayıları



Şekil 3. En fazla taksona sahip olan cinsler ve takson sayıları



Şekil 4. İstilacı taksonların yaşam döngüsüne göre gruplandırılması



Şekil 5. İstilacı taksonların fitocoğrafik elementlere göre yüzdelik dağılımı

Tablo 3. Bingöl ve yakın çevresindeki istilacı karaktere sahip bitki taksonları

No	Familya	Bilimsel İsim	Türkçe Adı	EUNIS Kodları	Hayat Formu	Çiçeklenme Zamanı	Fitocoğrafik Element	Toplayıcı No
1	Amaranthaceae	<i>Amaranthus albus</i> L.	Kömüş Mancarı	E1, J1.1	Tek yıllık	Haziran-Temmuz	Bilinmiyor	SV 1601
2	Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	Aksirken	E5, J1.1	Tek yıllık	Mayıs-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1577
3	Amaranthaceae	<i>Chenopodium botrys</i> L.	Kızılback	J1.2	Tek yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1482
4	Apiaceae	<i>Conium maculatum</i> L.	Baldıran	C2.1, J1.2, J4.2	İki yıllık	Nisan-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1438
5	Apiaceae	<i>Eryngium campestre</i> L. var. <i>virens</i> Link	Yerkestanesi	E1, I2, I1.5	Çok yıllık	Temmuz-Eylül	Bilinmiyor	SV 1618
6	Apocynaceae	<i>Cionura erecta</i> (L.) Griseb.	Babrik	C2.1, J1.2, J4.2	Çok yıllık	Nisan-Eylül	Doğu Akdeniz	RP 1431
7	Apocynaceae	<i>Cynanchum acutum</i> L. subsp. <i>acutum</i>	Bacırgan	I1.5, J4.2	Çok yıllık	Haziran-Eylül	Bilinmiyor	RP 1433
8	Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i>	Civanperçemi	E1, I2	Çok yıllık	Haziran-Eylül	Avrupa-Sibirya	RP 1490
9	Asteraceae	<i>Bidens tripartita</i> L.	Üşuketeni	C2.1, D5	Tek yıllık	Temmuz-Eylül	Bilinmiyor	SV 1617
10	Asteraceae	<i>Carduus nutans</i> L. subsp. <i>nutans</i>	Eşekdikeni	I1.5, I2	İki yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1481
11	Asteraceae	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Eşeksoymacı	C3.6, I1.5	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1421
12	Asteraceae	<i>Carthamus dentatus</i> (Forssk.) Vahl.	Kınadikeni	C3.6, E1, J1.2	Tek yıllık	Temmuz-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1622
13	Asteraceae	<i>Carthamus lanatus</i> L.	Sarıdiken	E1, I1.5, I2	Tek yıllık	Mayıs-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1574
14	Asteraceae	<i>Centaurea behen</i> L.	Zerdalidikeni	E1, I2	Çok yıllık	Haziran-Ağustos	İran-Turan	RP 1330
15	Asteraceae	<i>Centaurea iberica</i> Trev. ex Sprengel	Deligöz Dikeni	I1.5, J1.1, J1.2, J4.2	İki yıllık	Haziran-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1328
16	Asteraceae	<i>Centaurea solstitialis</i> L. subsp. <i>solstitialis</i>	Çakırdikeni	E1, E5.1, J4.2	Tek yıllık	Haziran-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1329
17	Asteraceae	<i>Centaurea virgata</i> Lam.	Acisüprüge	E1, I1.5, J4.2	Çok yıllık	Haziran-Eylül	İran-Turan	RP 1338
18	Asteraceae	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Karakavuk	I1.5, I2	İki yıllık	Temmuz-Eylül	Bilinmiyor	SV 1615
19	Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L.	Hindiba	E2.1, I1.5, I2	Çok yıllık	Nisan-Eylül	Bilinmiyor	RP 1435
20	Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Köyğöçüren	E1, I1.5, I2, J4.2	Çok yıllık	Mayıs-Ekim	Bilinmiyor	RP 1503
21	Asteraceae	<i>Cnicus benedictus</i> L.	Topdiken	C3.6, E2.1, J4.2	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1420
22	Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Selviotu	I1.5, J1.1, J1.2, J4.2	Tek yıllık	Temmuz-Aralık	Bilinmiyor	SV 1620
23	Asteraceae	<i>Cota tinctoria</i> (L.) J.Gay var. <i>tinctoria</i>	Boyacıpapatyası	E2.1, I1.5	Çok yıllık	Mayıs-Eylül	Bilinmiyor	RP 1495
24	Asteraceae	<i>Crepis sancta</i> (L.) Bornm.	Yabankısı	C3.6, I1.5	Tek yıllık	Şubat-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1626
25	Asteraceae	<i>Echinops pungens</i> Trautv. var. <i>pungens</i>	Bongıl	E5.1, I1.5, J1.2, J4.2	Çok yıllık	Haziran-Ağustos	İran-Turan	RP 1334
26	Asteraceae	<i>Gundelia tournefortii</i> L. var. <i>armata</i>	Haskenger	C3.6, E2.1	Çok yıllık	Mayıs-Haziran	İran-Turan	RP 1486
27	Asteraceae	<i>Helichrysum plicatum</i> DC. subsp. <i>plicatum</i>	Mantuvar	E1, E2.1	Çok yıllık	Haziran-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1326
28	Asteraceae	<i>Lactuca serriola</i> L.	Eşekhelvası	I1.5, I2, J1.1, J1.2	İki yıllık	Temmuz-Eylül	Avrupa-Sibirya	SV 1616
29	Asteraceae	<i>Lapsana communis</i> L.	Deli Şebrek	C2.1, I1.5	Tek yıllık	Mayıs-Ekim	Bilinmiyor	RP 1500
30	Asteraceae	<i>Onopordum acanthium</i> L.	Galagan	C3.6, I1.5, I2., J4.2	İki yıllık	Haziran-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1323
31	Asteraceae	<i>Onopordum turcicum</i> Danin.	Bozkangal	C3.6, I1.5, I2., J4.3	İki yıllık	Temmuz-Ağustos	İran-Turan	SV 1621
32	Asteraceae	<i>Picnomon acarna</i> (L.) Cass.	Kılçık diken	C2.1, E1, I1.5	Tek yıllık	Temmuz-Ekim	Akdeniz	SV 1619
33	Asteraceae	<i>Pilosella piloselloides</i> (Vill.) Soják	Kösetırnakotu	E2.1	Tek yıllık	Haziran-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1331
34	Asteraceae	<i>Scorzonera mollis</i> M.Bieb.	İskorçına	C3.6, E2.1	Çok yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1418
35	Asteraceae	<i>Senecio vernalis</i> Waldst. & Kit.	Kanaryaotu	E1, I1.5, I2	Tek yıllık	Şubat-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1627
36	Asteraceae	<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	Helevan	I1.5, I2, J4.2	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Akdeniz	RP 1430
37	Asteraceae	<i>Tussilago farfara</i> L.	Öksürükotu	E5.1, J4.2	Çok yıllık	Mart-Nisan	Avrupa-Sibirya	SV 1585
38	Asteraceae	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Pıtrak	E5.1, I1.5, J1.1, J1.2	Tek yıllık	Ağustos-Ekim	Bilinmiyor	RP 1318
39	Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> L. subsp. <i>strumarium</i>	Koca Pıtrak	J1.1, J1.2	Tek yıllık	Haziran-Ekim	Bilinmiyor	RP 1336
40	Asteraceae	<i>Xeranthemum annuum</i> L.	Kağıtçiçeği	E2.1, I2	Tek yıllık	Haziran-Eylül	Bilinmiyor	SV 1455
41	Asteraceae	<i>Xeranthemum longipapposum</i> Fisch. & C.A.Mey.	Uslukâğıtçiçeği	E2.1, I2	Tek yıllık	Haziran-Ağustos	İran-Turan	RP 1333

Tablo 3. (Devam ediyor)

42	Boraginaceae	<i>Alkanna orientalis</i> (L.) Boiss. var. <i>orientalis</i>	Sarısormuk	C3.6	Çok yıllık	Nisan-Ağustos	İran-Turan	RP 1437
43	Boraginaceae	<i>Anchusa azurea</i> Mill. subsp. <i>azurea</i>	Siğirdili	E2.1, I1.5, I2	Çok yıllık	Nisan-Temmuz	Bilinmiyor	SV 1435
44	Boraginaceae	<i>Asperugo procumbens</i> L.	Nevazilotu	I1.5, I2	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Avrupa-Sibirya	RP 1429
45	Boraginaceae	<i>Echium italicum</i> L.	Kurtkuyruğu	E5.1, I1.5, I2, J1.2	İki yıllık	Mayıs-Ağustos	Akdeniz	SV 1579
46	Boraginaceae	<i>Heliotropium dolosum</i> De Not.	Bambulotu	I1.5, I2., J4.2	Tek yıllık	Mayıs-Eylül	Bilinmiyor	RP 1499
47	Boraginaceae	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Akrepotu	I1.5, I2	Tek yıllık	Haziran-Eylül	Akdeniz	SV 1493
48	Boraginaceae	<i>Myosotis alpestris</i> F.W.Schmidt subsp. <i>alpestris</i>	Boncukotu	E1, E2.1	Çok yıllık	Nisan-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1439
49	Boraginaceae	<i>Rochelia disperma</i> (L.f.) K.Koch var. <i>disperma</i>	Kuşcırnağı	E1, E5.1, I2	Tek yıllık	Mart-Haziran	Bilinmiyor	SV 1592
50	Brassicaceae	<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	Top Hardal	C2.1, J4.2	Tek yıllık	Mart-Mayıs	Bilinmiyor	SV 1586
51	Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Çobançantası	I1.5, I2	Tek yıllık	Ocak-Aralık	Bilinmiyor	SV 1630
52	Brassicaceae	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	Sadırotu	E5.1, I2	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1426
53	Brassicaceae	<i>Draba verna</i> L.	Çirçirotu	C3.6, E5.1	Tek yıllık	Mart-Haziran	Bilinmiyor	SV 1591
54	Brassicaceae	<i>Lepidium campestre</i> (L.) Aiton	Horozcuk	E2.1, I2	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1425
55	Brassicaceae	<i>Lepidium draba</i> L.	Diğnik	E2.1, I1.5, I2	Çok yıllık	Nisan-Mayıs	Bilinmiyor	RP 1413
56	Brassicaceae	<i>Lepidium latifolium</i> L.	Nujdar	D5, I1.5	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1474
57	Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Hardal	C3.6, J4.2	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1422
58	Caprifoliaceae	<i>Dipsacus laciniatus</i> L.	Fesçitaracağı	E5.1, J4.2	İki yıllık	Temmuz-Eylül	Bilinmiyor	SV 1614
59	Caprifoliaceae	<i>Pterocephalus plumosus</i> (L.) Coulter	Gökcüçükotu	C3.6, J4.2	Tek yıllık	Mayıs-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1573
60	Caprifoliaceae	<i>Scabiosa columbaria</i> L.	Sarı Uyuzotu	I1.5, I2, J4.2	Çok yıllık	Mayıs-Eylül	Bilinmiyor	RP 1498
61	Caryophyllaceae	<i>Agrostemma githago</i> L.	Buğday Karamuğu	I1.5, I2	Tek yıllık	Nisan-Temmuz	Bilinmiyor	SV 1436
62	Caryophyllaceae	<i>Herniaria hirsuta</i> L.	Deli Yaran	C3.6, E1	Tek yıllık	Mart-Temmuz	Bilinmiyor	SV 1582
63	Caryophyllaceae	<i>Herniaria incana</i> Lam.	Kaba Yaran	C3.6, E1	Çok yıllık	Mayıs-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1571
64	Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Kuşotu	E2.1	Tek yıllık	Nisan-Haziran	bilinmiyor	RP 1423
65	Caryophyllaceae	<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) Rauschert	Ekinebesi	I1.5, I2	Tek yıllık	Nisan-Temmuz	bilinmiyor	SV 1437
66	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarlasarmaşığı	C2.1, I1.5, I2	Çok yıllık	Nisan-Eylül	Bilinmiyor	RP 1433
67	Convolvulaceae	<i>Convolvulus scammonia</i> L.	Bingözotu	C3.6	Çok yıllık	Nisan-Temmuz	Doğu Akdeniz	SV 1576
68	Convolvulaceae	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	Kâfırşacı	I1.5, I2	Tek yıllık	Haziran-Eylül	Bilinmiyor	RP 1434
69	Cyperaceae	<i>Carex cuprina</i> (Sándor ex Heuff.) Nendtv. Kern.	Kurusaz	C2.1, D5	Çok yıllık	-	Avrupa-Sibirya	RP 1315
70	Cyperaceae	<i>Carex distans</i> L. subsp. <i>distans</i>	Sina Ayakotu	C2.1, D5	Çok yıllık	-	Avrupa-Sibirya	RP 1316
71	Cyperaceae	<i>Carex divisa</i> Huds.	Zevzirçimeni	C2.1, D5	Çok yıllık	-	Avrupa-Sibirya	RP 1317
72	Cyperaceae	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	Delisaz	C2.1, E2.1	Çok yıllık	Mart-Eylül	Bilinmiyor	SV 1594
73	Datisceae	<i>Datisca cannabina</i> L.	Renkotu	C2.1, C3.6	Çok yıllık	Haziran-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1321
74	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L. var. <i>angustifolia</i>	İğde	C2.1	Çok yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1416
75	Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A.Juss.	Siğilotu	E1, I1.5, I2, J4.2	Tek yıllık	Mart-Eylül	Bilinmiyor	SV 1596
76	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia aleppica</i> L.	Haşul	C2.1, I1.5, J4.2	Tek yıllık	Nisan-Eylül	Bilinmiyor	RP 1434
77	Fabaceae	<i>Astragalus gummifer</i> Labill.	Sakızlıgeven	E1, E2.1	Çok yıllık	Haziran-Ağustos	İran-Turan	RP 1327
78	Fabaceae	<i>Astragalus lineatus</i> Lam. var. <i>lineatus</i>	Aksakgeven	E1, E2.1	Çok yıllık	Mayıs-Ağustos	İran-Turan	SV 1568
79	Fabaceae	<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) W.D.J.Koch	Akrep Burçağı	E5.1, I2	Tek yıllık	Mart-Temmuz	Bilinmiyor	SV 1584
80	Fabaceae	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Meyan	C3.6, J4.2	Çok yıllık	Haziran-Temmuz	Bilinmiyor	SV 1599
81	Fabaceae	<i>Hippocrepis unisiliquosa</i> L. subsp. <i>unisiliquosa</i>	Atnalı	I1.5, I2	Tek yıllık	Mart-Mayıs	Bilinmiyor	SV 1589
82	Fabaceae	<i>Lathyrus annuus</i> L.	Dağdırlcası	C2.1, C3.6, I2	Tek yıllık	Nisan-Mayıs	Akdeniz	RP 1415
83	Fabaceae	<i>Lathyrus cicera</i> L.	Colpan	I1.5, I2	Tek yıllık	Nisan-Mayıs	Bilinmiyor	RP 1414

Tablo 3. (Devam ediyor)

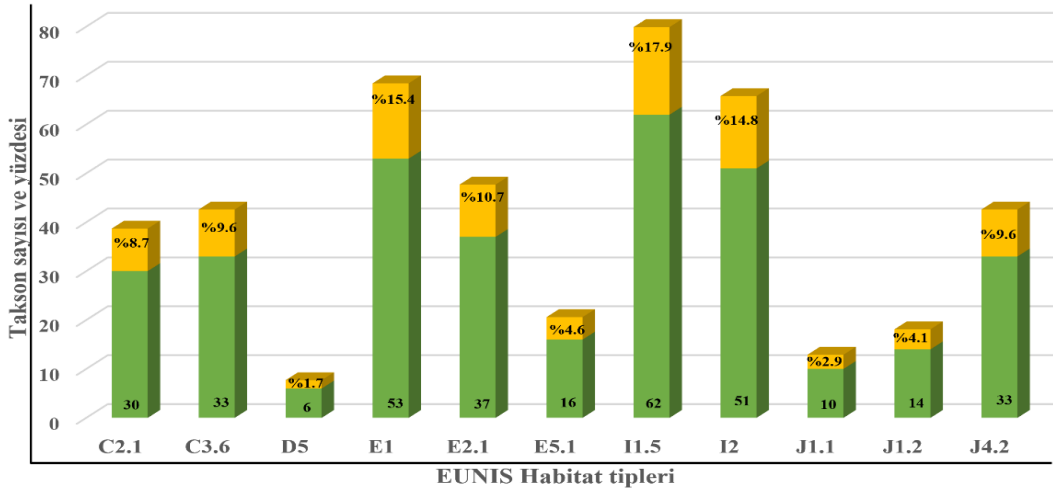
84	Fabaceae	<i>Lathyrus sativus</i> L.	Mürdümük	I1.5, I2	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1427
85	Fabaceae	<i>Lathyrus sphaericus</i> Retz.	Çamburçağı	C3.6	Tek yıllık	Nisan-Mayıs	Bilinmiyor	RP 1412
86	Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i> L. var. <i>corniculatus</i>	Gazalboynuzu	E2.1	Çok yıllık	Haziran-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1332
87	Fabaceae	<i>Lotus gebelia</i> Vent. var. <i>gebelia</i>	Gülgazalboynuzu	E1	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1475
88	Fabaceae	<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal.	Paralık	I1.5, I2	Tek yıllık	Mart-Mayıs	Bilinmiyor	SV 1590
89	Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i> L. var. <i>polymorpha</i>	Kırkyonca	E1, I1.5	Tek yıllık	Mart-Mayıs	Bilinmiyor	SV 1588
90	Fabaceae	<i>Melilotus albus</i> Desr.	Aktaşyoncası	E5.1, I1.5	Tek yıllık	Haziran-Eylül	Bilinmiyor	SV 1459
91	Fabaceae	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	Kokulu Yonca	E5.1, I1.5	Tek yıllık	Mayıs-Eylül	Bilinmiyor	RP 1496
92	Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Yalancıakasya	J1.1, J4.2	Çok yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1428
93	Fabaceae	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	Körigen	C3.6, I1.5, I2	Çok yıllık	Mayıs-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1572
94	Fabaceae	<i>Trifolium campestre</i> Schreb. subsp. <i>campestre</i>	Üçgül	E1, I1.5, I2	Tek yıllık	Şubat-Nisan	Bilinmiyor	SV 1623
95	Fabaceae	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	Tatlı Yonca	E1	Tek yıllık	Mayıs-Eylül	Bilinmiyor	RP 1493
96	Fabaceae	<i>Trifolium fragiferum</i> L. var. <i>fragiferum</i>	Çiçek Üçgülü	E2.1	Çok yıllık	Nisan-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1441
97	Fabaceae	<i>Trifolium globosum</i> L.	Yumakyonca	C3.6, E1	Tek yıllık	Şubat-Haziran	Bilinmiyor	SV 1625
98	Fabaceae	<i>Trifolium hybridum</i> L. var. <i>hybridum</i>	Melezüçgül	E2.1	Çok yıllık	Mayıs-Eylül	Bilinmiyor	RP 1494
99	Fabaceae	<i>Trifolium leucanthum</i> M.Bieb.	Yapışık Üçgül	C3.6, E2.1	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1419
100	Fabaceae	<i>Trifolium pauciflorum</i> d'Urv.	Sülüntüçgülü	E2.1, I1.5, I2	Tek yıllık	Nisan-Mayıs	Doğu Akdeniz	SV 1575
101	Fabaceae	<i>Trifolium physodes</i> Steven & M.Bieb.	Meşeuçgülü	E1, E2.1, I1.5	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Akdeniz	RP 1484
102	Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i> L. var. <i>pratense</i>	Çayırçölü	C3.6, E2.1, J4.2	Çok yıllık	Mayıs-Eylül	Bilinmiyor	RP 1491
103	Fabaceae	<i>Trifolium purpureum</i> Lois. var. <i>purpureum</i>	Mortüçgül	E1, E2.1, J4.2	Tek yıllık	Ocak-Temmuz	Bilinmiyor	SV 1628
104	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L. var. <i>repens</i>	Ak Üçgül	E1, E2.1	Çok yıllık	Mart-Eylül	Bilinmiyor	SV 1595
105	Fabaceae	<i>Trifolium resupinatum</i> L. var. <i>resupinatum</i>	Anadolüçgülü	I1.5, I2, J4.2	Tek yıllık	Mayıs-Haziran	Bilinmiyor	SV 1581
106	Fabaceae	<i>Trifolium scabrum</i> L.	Hıyar Düçük	C3.6, E1	Tek yıllık	Ocak-Haziran	Bilinmiyor	SV 1629
107	Fabaceae	<i>Trifolium subterraneum</i> L.	Yeraltüçgülü	C3.6	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1417
108	Fabaceae	<i>Trifolium sylvaticum</i> Gérard & Loisel.	Orman Üçgülü	C3.6, E1	Tek yıllık	Nisan-Mayıs	Bilinmiyor	SV 1631
109	Fabaceae	<i>Vicia cracca</i> L. subsp. <i>cracca</i>	Kuş Fiği	E2.1	Çok yıllık	Nisan-Ağustos	Avrupa-Sibirya	RP 1443
110	Fabaceae	<i>Vicia peregrina</i> L.	Kavli	I1.5, I2	Tek yıllık	Mart-Haziran	Bilinmiyor	SV 1593
111	Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>	Fiğ	E1, I1.5	Tek yıllık	Mart-Nisan	Bilinmiyor	SV 1597
112	Fabaceae	<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>villosa</i>	Tüylüfiğ	C3.6, I2	Tek yıllık	Mart-Temmuz	Bilinmiyor	SV 1583
113	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L Hér. subsp. <i>cicutarium</i>	İğnelik	E1, E2.1, I2, J4.2	Tek yıllık	Mart-Mayıs	Bilinmiyor	SV 1587
114	Geraniaceae	<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.f	Gelinçarşafı	E1, E2.1	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1478
115	Hypericaceae	<i>Hypericum scabrum</i> L.	Karahasançayı	E1	Çok yıllık	Mayıs-Ağustos	İran-Turan	RP 1504
116	Hypericaceae	<i>Hypericum triquetrifolium</i> Turra	Pırpırotu	C3.6, I1.5	Çok yıllık	Mayıs-Eylül	Bilinmiyor	RP 1492
117	Lamiaceae	<i>Lamium album</i> L.	Kovanlık	C2.1, I2, J4.2	Çok yıllık	Mayıs-Ağustos	Avrupa-Sibirya	SV 1578
118	Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule</i> L. var. <i>amplexicaule</i>	Baltutan	E1, J4.2	Tek yıllık	Şubat-Kasım	Avrupa-Sibirya	SV 1624
119	Lamiaceae	<i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>polium</i>	Acıyavşan	E1, I2	Çok yıllık	Haziran-Eylül	Bilinmiyor	SV 1456
120	Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i> L.	Hevhulma	C2.1	Çok yıllık	Haziran-Ağustos	Avrupa-Sibirya	RP 1320
121	Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	Ebegümece	C3.6, J4.2	Çok yıllık	Mayıs-Ekim	Bilinmiyor	RP 1501
122	Onagraceae	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	Hüseyin Çiçeği	C2.1, D5	Çok yıllık	Temmuz-Eylül	Bilinmiyor	SV 1612
123	Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Damarlıca	C2.1, E2.1, J4.2	Çok yıllık	Nisan-Ekim	Bilinmiyor	RP 1436
124	Plumbaginaceae	<i>Acantholimon acerosum</i> (Willd.) Boiss.	Pişikkeveni	E1	Çok yıllık	Haziran-Ağustos	İran-Turan	RP 1324
125	Poaceae	<i>Aegilops caudata</i> L.	Karaot	C2.1, E1	Tek yıllık	Mayıs-Haziran	Akdeniz	RP 1489
126	Poaceae	<i>Aegilops umbellulata</i> Zhuk.	Hanım Buğdayı	E1	Tek yıllık	Mayıs-Haziran	İran-Turan	RP 1487

Tablo 3. (Devam ediyor)

127	Poaceae	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Tavusotu	C2.1, E2.1	Çok yıllık	Haziran-Ağustos	Avrupa-Sibirya	RP 1322
128	Poaceae	<i>Bromus japonicus</i> Thunb. subsp. <i>japonicus</i>	İyeotu	E1, I1.5, I2	Tek yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1479
129	Poaceae	<i>Bromus squarrosus</i> L.	Kirpiklidamiye	C3.6, E1	Tek yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1470
130	Poaceae	<i>Chrysopogon gryllus</i> (L.) Trin. subsp. <i>gryllus</i>	Buzağıotu	E1	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1476
131	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. var. <i>villosus</i> Regel	Köpekdişi	C2.1, E1	Çok yıllık	Nisan-Eylül	Bilinmiyor	RP 1432
132	Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i>	Domuzayrığı	I1.5, I2	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Avrupa-Sibirya	RP 1483
133	Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Darıcan	C2.1, I1.5	Tek yıllık	Haziran-Ekim	Bilinmiyor	RP 1335
134	Poaceae	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Kamışyumağı	C2.1, E2.1	Çok yıllık	Haziran-Temmuz	Bilinmiyor	SV 1598
135	Poaceae	<i>Festuca callieri</i> (Hack.) Markgr. subsp. <i>callieri</i>	Çarşak Yumağı	C3.6, I1.5	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1471
136	Poaceae	<i>Hordeum bulbosum</i> L.	Boncuk Arpa	C3.6, I1.5	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1472
137	Poaceae	<i>Hordeum murinum</i> L.	Duvar Arpası	I1.5, I2	Tek yıllık	Nisan-Temmuz	Bilinmiyor	SV 1439
138	Poaceae	<i>Koeleria nitidula</i> Velen.	Köse Kırmal	E1	Çok yıllık	Mayıs-Haziran	Bilinmiyor	SV 1580
139	Poaceae	<i>Melica ciliata</i> L. subsp. <i>ciliata</i>	Kirpikliinci	E1	Çok yıllık	Haziran-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1325
140	Poaceae	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Kanyaş	C2.1	Çok yıllık	Mayıs-Eylül	Bilinmiyor	RP 1490
141	Poaceae	<i>Poa angustifolia</i> L.	Dar Salkımotu	E1, E2.1	Çok yıllık	Mayıs-Ekim	Bilinmiyor	RP 1502
142	Poaceae	<i>Poa bulbosa</i> L.	Yumrulusalkım	E1	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1477
143	Poaceae	<i>Poa pratensis</i> L.	Çayırsalkımotu	E2.1	Çok yıllık	Mayıs-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1575
144	Poaceae	<i>Poa trivialis</i> L.	Kaba Salkımotu	E2.1	Çok yıllık	Mayıs-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1576
145	Poaceae	<i>Psilurus incurvus</i> (Gouan) Schinz & Thell.	Eğrikuyrukotu	E2.1, E5.1	Tek yıllık	Nisan-Haziran	Bilinmiyor	RP 1424
146	Poaceae	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	Yeşilsıçansaçı	E5.1, I1.5	Tek yıllık	Temmuz-Eylül	Bilinmiyor	SV 1613
147	Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers var. <i>halepense</i>	Ekin Süpürgesi	C2.1, I1.5, I2	Çok yıllık	Mayıs-Kasım	Bilinmiyor	RP 1485
148	Poaceae	<i>Stipa holosericea</i> Trin.	Dirgenkılaç	E1	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	İran-Turan	SV 1571
149	Poaceae	<i>Stipa pulcherrima</i> K.Koch	Zarifkılaç	E1	Çok yıllık	Mayıs-Haziran	Bilinmiyor	RP 1488
150	Poaceae	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort. subsp. <i>ciliata</i>	Kirpikliçim	E1, J4.2	Tek yıllık	Nisan-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1440
151	Polygonaceae	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	Tirşon	C2.1	Tek yıllık	Ağustos-Eylül	Bilinmiyor	RP 1319
152	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	Kuzukulağı	C2.1, E1	Çok yıllık	Mayıs-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1569
153	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Labada	C2.1, E1	Çok yıllık	Mayıs-Ağustos	Bilinmiyor	SV 1570
154	Rosaceae	<i>Potentilla recta</i> L.	Suparmakotu	E2.1	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1480
155	Rosaceae	<i>Rosa canina</i> L.	Kuşburnu	C3.6, J1.2	Çok yıllık	Mayıs-Temmuz	Bilinmiyor	RP 1473
156	Urticaceae	<i>Parietaria judaica</i> L.	Duvarfesleğeni	J1.1, J1.2	Çok yıllık	Nisan-Ağustos	Bilinmiyor	RP 1442
157	Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L. subsp. <i>dioica</i>	Isırgan	C2.1, I1.5, I2	Çok yıllık	Haziran-Eylül	Avrupa-Sibirya	RP 1337
158	Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Çobançökerten	E5.1, I1.5, J1.1, J1.2	Tek yıllık	Mayıs-Eylül	Bilinmiyor	RP 1497

4. Sonuçlar ve tartışma

Araştırma alanında en yaygın gözlenen familyaların Fabaceae ve Asteraceae olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu durumun nedenlerinden birisi, bu familyaların diyasporların dağılımını kolaylaştıran özel mekanizmalara sahip olması, diğer bir nedeni de bu familya üyelerinin ruderal stratejiyi benimsemiş olmaları, müdahale edilmiş ortamlarda kolayca topluluk oluşturarak hızla ortamı istila edebilme özellikleri olmalarıdır (Satıl ve ark. 2020). *Trifolium* (Fabaceae) 15 taksonla en fazla potansiyel istilacıyı içeren cinstir. Bu taksonlar habitat olarak daha çok kuru otlaklar (E1), çayır ve meralar (E2.1), nadasa bırakılmış (I1.5) ya da karışık tarım alanlarında (I2) tespit edilmiştir. Arazi çalışmalarda tespit edilen bitkilerin çiçeklenme dönemleri incelendiğinde çoğu bitkinin ilkbahar aylarında (%66) az kısmının ise (%8) yaz aylarında çiçeklendiği görülmüştür (Tablo 2). Taksonların EUNIS habitat tiplerine göre sınıflandırıldığında ilk üç habitat; “I1.5 Çıplak ya da nadasa bırakılmış ekilebilir alanlar” (62 takson, %17.9), “E1. kuru otlaklar” (53 takson, %15.4) ve “I2 Bahçelerin ve parkların ekili alanları” (51 takson, %14.8) şeklindedir. En az rastlanan habitat tipleri ise D5 ve J1.1 olduğu görülmüştür (Şekil 6).



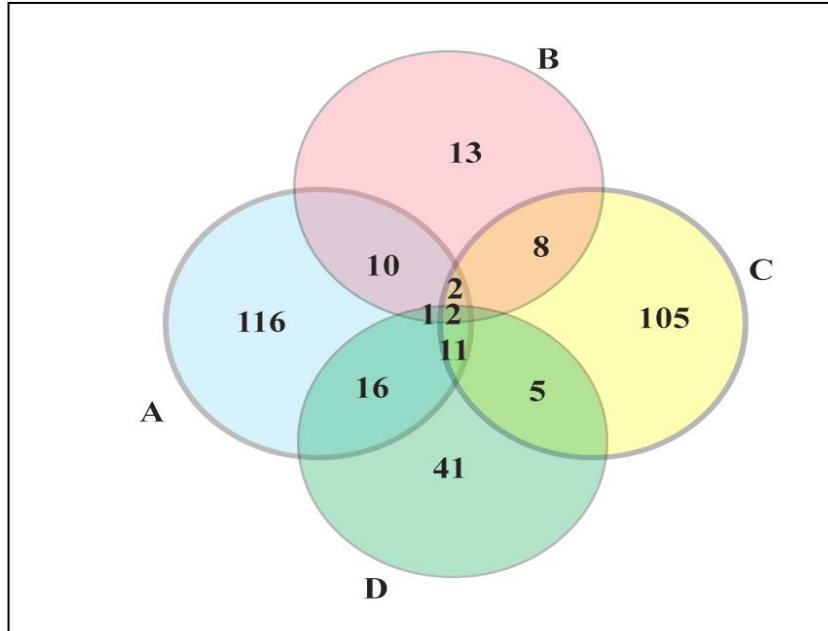
Şekil 6. İstilacı taksonların EUNIS habitat tipleri

Tablo 4’te Bingöl merkez ve çevresinde 11 farklı habitat tiplerinde görülen baskın cinsler gösterilmiştir. C2.1 habitat tipi genellikle dere ya da suyun çıktığı kaynak yerler gibi sulak alanların kenarlarında yetişen istilacı türleri temsil etmektedir. Bu habitat tipinde Cyperaceae ve Poaceae familya üyeleri baskın gözlenmektedir. Bu habitat tipinde, *Eleocharis palustris* en yoğun gözlenen türlerden birisidir. C3.6 habitat tipinde bitki örtüsü oldukça seyrek ya da çıplak alanları temsil etmektedir. Bu habitat tipinde Fabaceae, Poaceae ve Asteraceae familyaları baskın olup *Onopordum acanthium*, alanda yoğun olarak rastlanan tür olarak kaydedilmiştir. D5 habitat tipi daha çok sazlık ve kamışların bulunduğu habitat ortamlarıdır. Asteraceae, Brassicaceae, Cyperaceae ve Onagraceae familyalarına bu habitat tipinde yoğun rastlanmaktadır. *Lepidium latifolium* türü bu habitat ortamlarında yoğun gözlenen türlerden birisidir. E1 habitat tipi en yoğun gözlenen habitatlardan birisidir. Bu habitatlar daha çok step alanlarda, çorak alanlar ile kuru otlakların bulunduğu alanları temsil etmektedir. Apiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Polygonaceae ve Poaceae en yaygın gözlenen familyalar olup *Cirsium arvense* türünün baskın olduğu gözlenmiştir. E2.1 habitat tipi çayırılık ve meralık alanları içermektedir. Bu habitat tipinde Fabaceae ve Poaceae familyaları baskın olduğu görülmektedir. *Trifolium* türleri bu habitat tipinde oldukça baskın olarak gözlenmektedir. E5.1 habitat tipi, insan etkisiyle oluşturulmuş habitat ortamlarını temsil etmektedir. Bu habitat tipinde Asteraceae familyası baskın olarak görülmektedir. *Echinops pungens* var. *pungens* bu habitat tipinde en yoğun rastlanan türlerden birisidir. I1.5 habitat tipi Bingöl merkez ve çevresinde en yoğun rastlanan habitat tipidir. Bu habitat tipinde çıplak ya da nadasa bırakılmış tarla ya da ekilebilir araziler değerlendirilmiştir. Asteraceae, Fabaceae ve Poaceae en yaygın rastlanan familyalardır. I2 habitat tipi yine çalışma alanında en fazla gözlenen 2. habitat tipidir. Bu habitat tipinde bahçelerin ve parkların ekili alanları değerlendirilmeye alınmıştır. Fabaceae ve Brassicaceae familyaları bu habitat tipinde yaygın rastlanmaktadır. Özellikle *Sinapis arvensis* türü bu habitat ortamlarında yoğun tespit edilmiştir. J1.1 habitat tipinde, şehir merkezlerindeki bina ve yerleşim yerleri etraflarında yetişen istilacı türler olarak ele alınmıştır. Bu habitat tipinde; Amaranthaceae, Asteraceae, Urticaceae ve Zygophyllaceae familyaları baskın olarak görülmektedir. J1.2 habitat tipinde ise köyler ve kırsal alanlardaki bina ve yerleşim yerlerinde yetişen istilacı türler dikkate alınmıştır. Amaranthaceae, Apiaceae, Asteraceae ve Zygophyllaceae familyalarına bu habitat tipinde yoğun rastlanmaktadır. Son habitat tipi olan J4.2 habitatında ise yol kenarlarında yetişen istilacı bitkiler değerlendirmeye alınmıştır. Bu habitat tipinde Asteraceae’ nin en baskın familya olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. EUNIS habitat tipinde gözlenen baskın cinsler

EUNIS kodu ve habitat tipleri	Baskın cinsler
C2.1 (Su kaynakları, dereler ve gayzerler)	<i>Carex, Convolvulus, Cynodon, Eleocharis Phalaris</i>
C3.6 (Bitki örtüsünün olmadığı ya da seyrek bitki örtülü alanlar)	<i>Bromus, Crepis, Hordeum, Gundelia, Onopordum, Trifolium</i>
D5 (Yüzeysel su olmayan sazlıklar, kamış yatakları)	<i>Bidens, Epilobium, Carex, Lepidium</i>
E1 (Kuru otlaklar)	<i>Eryngium, Centaurea, Poa, Stipa, Rumex, Trifolium</i>
E2.1 (Kalıcı mezotrofik meralar ve sonradan otlatılan çayırlar)	<i>Aegilops, Astragalus, Bromus, Lotus, Trifolium, Vicia</i>
E5.1 (Antropojenik bitki durumları)	<i>Melilotus, Setaria, Tribulus, Coronilla, Dipsacus, Xanthium</i>
I1.5 (Çıplak ya da nadasa bırakılmış ekilebilir alanlar)	<i>Eryngium, Carduus, Centaurea, Dactylis, Heliotropium, Hordeum, Lathyrus</i>
I2 (Bahçelerin ve parkların ekili alanları)	<i>Trifolium, Sinapis, Urtica, Vicia</i>
J1.1 (Şehir merkezleri, sürekli bina yapıları)	<i>Chenopodium, Centaurea, Parietaria, Tribulus, Xanthium</i>
J1.2 (Köyler ve kırsal alanlardaki bina yapıları)	<i>Chenopodium, Centaurea, Cionura, Conium, Tribulus</i>
J4.2 (Yol yüzeyi ve kenarlarındaki bitkiler)	<i>Cirsium, Centaurea, Conyza, Onopordum</i>

Çalışmada, Bingöl ilinde istilacı türler üzerine yapılmış benzer üç araştırma tespit edilmiştir [22-24]. Ancak bu araştırmaların hepsinde de habitat tipi olarak çayır ve meralık ortamlarda yetişen (E2.1 habitat tipi) habitatlar ile çıplak ya da nadasa bırakılmış tarlalarda (I1.5) yayılış gösteren istilacı türlerin kompozisyonu üzerine yapılmıştır. Başbağ ve ark. [22]' nin çalışmalarında 76 tür, Çağan ve Başbağ [23]' in çalışmalarında 133 tür ve Tutar ve Kökten [24]' in çalışmalarında ise 36 tür tespit edilmiştir (Şekil 7). *Dactylis glomerata* subsp. *glomerata* ve *Hordeum bulbosum* taksonları hem bizim gözlemlerimizde hem de diğer üç çalışmada ortak olan istilacı türlerdir (Tablo 5, Şekil 7). Tablo 5' te hem arazi gözlemleri hem de Bingöl ilinde yapılmış çalışmalara dayalı karşılaştırmalı istilacı türler tablosu verilerek; Bingöl ilinin istilacı tür potansiyeli ortaya konulmuştur (Tablo 5).



Şekil 7. Arazi çalışmaları (gözlem) ve literatürlerde tespit edilen taksonların kümeleme yöntemi ile gösterilmesi. A: Gözlem; B,C,D: Literatür (B:Tutar ve Kökten [24], C: Çağan ve Başbağ [23], D:Başbağ ve ark. [22])

Sonuç olarak; Bingöl merkez ve çevresinde yapılan floristik gözlemlere dayanılarak; istilacı türlerin daha çok Fabaceae, Asteraceae ve Poaceae familyalarını içerdiği tespit edilmiştir. Çalışma alanında tespit edilen istilacı karaktere sahip yerli türlerin botanik ve ekolojik özelliklerine bakıldığında; hızlı büyüme gösterdiği, yaşam döngülerinin kısa sürdüğü, çoğunluğunun derin kök sistemlerine sahip oldukları ve çok sayıda tohum ürettikleri görülmüştür. Bu özelliklerinde dolayı istilacı türler, bulunduğu ortama hemen adapte olabilen ve kontrolsüzce çoğalarak çevresinde yetişen çoğu türlere zarar veren ve biyoçeşitliliği tehdit eden en önemli faktörlerden birisidir.

Tablo 5. Gözlem ve literatürlere dayalı Bingöl ilinin potansiyel istilacı taksonları listesi

No	Familya	Takson	Türkçe isim	Tespit Türü				
				Gözlem	Literatür			
					Tutar ark. [24]	ve Çaçan Başbağ [23]	ve Başbağ ark. [22]	ve
1	Acanthaceae	<i>Acanthus dioscoridis</i> L. var. <i>dioscoridis</i>	Lokmanayıpençesi					+
2	Amaranthaceae	<i>Amaranthus albus</i> L.	Kömtüş Mancarı	+				
3	Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i> L. subsp. <i>album</i> var. <i>album</i>	Aksirken	+				
4	Amaranthaceae	<i>Chenopodium botrys</i> L.	Kızılacak	+				
5	Amaranthaceae	<i>Chenopodium murale</i> L.	Salmanca					+
6	Amaryllidaceae	<i>Allium kharputense</i> Freyn & Sint.	Harputsoğanı					+
7	Apiaceae	<i>Conium maculatum</i> L.	Baldıran	+				
8	Apiaceae	<i>Eryngium campestre</i> L. var. <i>virens</i> Link	Yerkestanesi	+	+			+
9	Apiaceae	<i>Torilis leptophylla</i> (L.) Rchb.f.	İncedercikotu		+			+
10	Apiaceae	<i>Bunium paucifolium</i> DC.	Koçkuzu					+
11	Apiaceae	<i>Bunium verrucosum</i> C.C.Towns.	Çayırçömezi					+
12	Apiaceae	<i>Ferula communis</i> L.	Atkasnağı					+
13	Apiaceae	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	Karaheci					+
14	Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Rezene					+
15	Apocynaceae	<i>Cionura erecta</i> (L.) Griseb.	Babrik	+				
16	Apocynaceae	<i>Cynanchum acutum</i> L. subsp. <i>acutum</i>	Bacırgan	+				
17	Asparagaceae	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	Morbaş		+			+
18	Asparagaceae	<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	Akbaldır					+
19	Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i>	Civanperçemi	+				
20	Asteraceae	<i>Bellis perennis</i> L.	Koyungözü					+
21	Asteraceae	<i>Achillea schischkini</i> Sosn.	Delicivanperçemi					+
22	Asteraceae	<i>Achillea vermicularis</i> Trin.	Püşan					+
23	Asteraceae	<i>Bidens tripartita</i> L.	Üçsuketeni	+				
24	Asteraceae	<i>Carduus nutans</i> L. subsp. <i>nutans</i>	Eşekdikeni	+				
25	Asteraceae	<i>Carduus pycnocephalus</i> L. subsp. <i>albidus</i> (M.Bieb.) Kazmi	Eşeksoymacı	+				
26	Asteraceae	<i>Carthamus dentatus</i> (Forssk.) Vahl	Kınadikeni	+				
27	Asteraceae	<i>Carthamus lanatus</i> L.	Sarıdiken	+				
28	Asteraceae	<i>Centaurea bruguierana</i> (DC.) Hand.-Mazz.	Akçakavgalaz					+
29	Asteraceae	<i>Centaurea iberica</i> Trev. ex Sprengel	Deligöz Dikeni	+				
30	Asteraceae	<i>Centaurea solstitialis</i> L. subsp. <i>solstitialis</i>	Çakırdikeni	+				+
31	Asteraceae	<i>Chardinia orientalis</i> (L.) Kuntze	Çağlaotu					+
32	Asteraceae	<i>Centaurea saligna</i> (K.Koch) Wagenitz	Hol					+
33	Asteraceae	<i>Centaurea behen</i> L.	Zerdalidikeni	+				
34	Asteraceae	<i>Centaurea virgata</i> Lam.	Acısüpürge	+				
35	Asteraceae	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Karakavuk	+				
36	Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L.	Hindiba	+				
37	Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Köygöçüren	+	+			
38	Asteraceae	<i>Cnicus benedictus</i> L.	Topdiken	+				
39	Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Selviotu	+				

Tablo 5. (Devam ediyor)

40	Asteraceae	<i>Cota tinctoria</i> (L.) J.Gay ex Guss. var. <i>tinctoria</i>	Boyacı Papatyası	+		+
41	Asteraceae	<i>Crepis armena</i> DC.	Dağkiskısı			+
42	Asteraceae	<i>Crepis commutata</i> (Spreng.) Greuter	Deli Kiskısı			+
43	Asteraceae	<i>Crepis foetida</i> L. subsp. <i>rhoeadifolia</i> (M.Bieb.) Čelak.	Kohum			+
44	Asteraceae	<i>Crepis sancta</i> (L.) Bornm.	Yabankiskısı	+	+	
45	Asteraceae	<i>Crupina crupinastrum</i> (Moris) Vis.	Gelindöndüren		+	+
46	Asteraceae	<i>Echinops pungens</i> Trautv. var. <i>pungens</i>	Bongıl	+		
47	Asteraceae	<i>Filago arvensis</i> L.	Keçcotu		+	
48	Asteraceae	<i>Filago pyramidata</i> L.	Ateşpamuğu			+
49	Asteraceae	<i>Gundelia tournefortii</i> L. var. <i>armata</i>	Haskenger	+	+	
50	Asteraceae	<i>Lactuca serriola</i> L.	Eşkelhelvası	+		
51	Asteraceae	<i>Lapsana communis</i> L.	Deli Şebrek	+		
52	Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Almanpapatyası		+	
53	Asteraceae	<i>Onopordum acanthium</i> L.	Galagan	+	+	
54	Asteraceae	<i>Onopordum turcicum</i> Danin	Bozkangal	+		
55	Asteraceae	<i>Picnomon acarna</i> (L.) Cass.	Kılıçkıldiken	+		+
56	Asteraceae	<i>Garhadiolus hedynois</i> Jaub. & Spach	Bostankiskısı			+
57	Asteraceae	<i>Pilosella piloselloides</i> (Vill.) Soják	Kösetırnakotu	+		
58	Asteraceae	<i>Scorzonera laciniata</i> L. subsp. <i>laciniata</i>	Parım			+
59	Asteraceae	<i>Scorzonera mollis</i> M.Bieb.	İskorçına	+		
60	Asteraceae	<i>Senecio vernalis</i> Waldst. & Kit.	Kanaryaotu	+		
61	Asteraceae	<i>Tragopogon porrifolius</i> L. subsp. <i>longirostris</i> Greuter	Helevan	+		
62	Asteraceae	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Pıtrak	+		
63	Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> L. subsp. <i>strumarium</i>	Koca Pıtrak	+		
64	Asteraceae	<i>Xeranthemum annuum</i> L.	Kağıtçiçeği	+		
65	Asteraceae	<i>Xeranthemum longipapposum</i> Fisch. & C.A.Mey.	Uslukâğıtçiçeği	+		
66	Asteraceae	<i>Tussilago farfara</i> L.	Öksürükotu	+		+
67	Asteraceae	<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	Ölmezçiçek			+
68	Asteraceae	<i>Helichrysum plicatum</i> DC. subsp. <i>plicatum</i>	Mantuvar	+		+
69	Boraginaceae	<i>Anchusa azurea</i> Mill. subsp. <i>azurea</i>	Sığırdili	+		
70	Boraginaceae	<i>Echium italicum</i> L.	Kurtkuyruğu	+		
71	Boraginaceae	<i>Heliotropium dolosum</i> De Not.	Bambulotu	+		
72	Boraginaceae	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Akrepotu	+		
73	Boraginaceae	<i>Myosotis alpestris</i> F.W.Schmidt subsp. <i>alpestris</i>	Boncukotu	+		
74	Boraginaceae	<i>Paracaryum cristatum</i> L. subsp. <i>cristatum</i> (Schreb.) Boiss.	Anaçarşakotu		+	
75	Boraginaceae	<i>Alkanna orientalis</i> (L.) Boiss. var. <i>orientalis</i>	Sarisormuk	+		
76	Boraginaceae	<i>Anchusa strigosa</i> Banks & Sol.	Gelezan			+
77	Boraginaceae	<i>Asperugo procumbens</i> L.	Nevazilotu	+		
78	Boraginaceae	<i>Onosma sericea</i> Willd.	Kâğıtemcek			+
79	Boraginaceae	<i>Onosma trachytricha</i> Boiss.	Kabaşircan			+
80	Boraginaceae	<i>Rochelia disperma</i> (L.f.) K.Koch var. <i>disperma</i>	Kuşcırnağı	+		+
81	Boraginaceae	<i>Myosotis discolor</i> Pers.	Alacaboncuk			+

Tablo 5. (Devam ediyor)

82	Brassicaceae	<i>Alyssum contemptum</i> Schott & Kotschy	Tarlakevkesi			+	+
83	Brassicaceae	<i>Alyssum hirsutum</i> M.Bieb. subsp. <i>hirsutum</i>	Kılıkuduzotu			+	
84	Brassicaceae	<i>Brassica elongata</i> Ehrh.	Uzunşalgam			+	
85	Brassicaceae	<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	Top Hardal		+		
86	Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Çobançantası		+		
87	Brassicaceae	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl subsp. <i>sophia</i>	Sadırotu		+		
88	Brassicaceae	<i>Draba verna</i> L.	Çırçırotu		+		
89	Brassicaceae	<i>Fibigia macrocarpa</i> (Boiss.) Boiss.	Kocasikkeotu			+	
90	Brassicaceae	<i>Lepidium campestre</i> (L.) Aiton	Horozcuk		+		
91	Brassicaceae	<i>Lepidium draba</i> L.	Diğnik		+		
92	Brassicaceae	<i>Lepidium latifolium</i> L.	Nujdar		+		
93	Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Hardal		+	+	
94	Brassicaceae	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	Bülbülütu				+
95	Brassicaceae	<i>Thlaspi arvense</i> L.	Ekındağarcığı				+
96	Campanulaceae	<i>Legousia pentagonia</i> (L.) Thell.	Kadınaynası			+	
97	Caprifoliaceae	<i>Dipsacus laciniatus</i> L.	Fesçitarağı		+		
98	Caprifoliaceae	<i>Pterocephalus plumosus</i> (L.) Coulter	Gökcüçükotu		+	+	
99	Caprifoliaceae	<i>Scabiosa columbaria</i> L. subsp. <i>ochroleuca</i> (L.) Čelák	Sarı Uyuzotu		+		
100	Caprifoliaceae	<i>Valerianella coronata</i> (L.) DC.	Taçlıkuzugevreği			+	
101	Caryophyllaceae	<i>Agrostemma githago</i> L.	Buğday Karamuğu		+		
102	Caryophyllaceae	<i>Herniaria hirsuta</i> L.	Deli Yaran		+		
103	Caryophyllaceae	<i>Herniaria incana</i> Lam.	Kaba Yaran		+		
104	Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Kuşotu		+		
105	Caryophyllaceae	<i>Holosteum umbellatum</i> L. var. <i>umbellatum</i>	Şeytanküpesi				+
106	Caryophyllaceae	<i>Silene spergulifolia</i> (Desf.) M.Bieb.	Ananakılı				+
107	Caryophyllaceae	<i>Silene supina</i> M. Bieb. subsp. <i>pruinosa</i> (Boiss.) Chowdhuri	Fıratnakılı				+
108	Caryophyllaceae	<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) Rauschert	Ekinebesi		+		+
109	Caryophyllaceae	<i>Gypsophila elegans</i> M.Bieb.	Hoşçöven				+
110	Caryophyllaceae	<i>Silene arguta</i> Fenzl	Samannakılı				+
111	Cistaceae	<i>Helianthemum ledifolium</i> (L.) Mill.	Kurugüngülü			+	+
112	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla Sarmaşığı		+		+
113	Convolvulaceae	<i>Convolvulus scammonia</i> L.	Bingözotu		+		
114	Convolvulaceae	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	Kâfırsaçı		+		
115	Crassulaceae	<i>Sedum album</i> L.	Çobankavurgası				+
116	Cyperaceae	<i>Carex cuprina</i> (Sándor ex Heuff.) Nendtv. ex A.Kern.	Kurusaz		+		
117	Cyperaceae	<i>Carex distans</i> L. subsp. <i>distans</i>	Sına Ayakotu		+		
118	Cyperaceae	<i>Carex divisa</i> Huds.	Zevzirçimeni		+		
119	Cyperaceae	<i>Carex stenophylla</i> Wahlenb.	Çolayakotu				+
120	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Topalak			+	+
121	Cyperaceae	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult. subsp. <i>palustris</i>	Delisaz		+		
122	Cyperaceae	<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard subsp. <i>nigra</i>	Karaayakotu				+
123	Datisceae	<i>Datisca cannabina</i> L.	Renkotu		+		

Tablo 5. (Devam ediyor)

124	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L. var. <i>angustifolia</i>	İğde	+		
125	Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A.Juss.	Siğilotu	+		
126	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia aleppica</i> L.	Haşul	+		
127	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cheiradenia</i> Boiss. & Hohen.	Şirker			+
128	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia denticulata</i> Lam.	Karasütlük			+
129	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia esula</i> L. subsp. <i>tommasiniana</i> Kuzmanov	Eşeksütleğeni			+
130	Fabaceae	<i>Astragalus adustus</i> Bunge	İsligeven		+	
131	Fabaceae	<i>Astragalus cephalotes</i> Banks & Sol. var. <i>cephalotes</i>	Başlıgeven			+
132	Fabaceae	<i>Astragalus compactus</i> Lam. subsp. <i>compactus</i>	Guni			+
133	Fabaceae	<i>Astragalus gummifer</i> Labill.	Sakızlıgeven	+		+
134	Fabaceae	<i>Astragalus hamosus</i> L.	Koçboynuzu			+
135	Fabaceae	<i>Astragalus kurdicus</i> Boiss.	Ahurgeveni		+	
136	Fabaceae	<i>Astragalus lineatus</i> Lam. var. <i>lineatus</i>	Aksakgeven	+		+
137	Fabaceae	<i>Astragalus szovitsii</i> Fisch. & C.A.Mey.	Şimalgeveni		+	
138	Fabaceae	<i>Cicer echinospermum</i> P.H.Davis	Kirpinohutu			+
139	Fabaceae	<i>Cicer anatolicum</i> Alef.	Nakaçe		+	
140	Fabaceae	<i>Coronilla valentina</i> L.	Taçotu			+
141	Fabaceae	<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) W.D.J.Koch	Akrep Burçağı	+		
142	Fabaceae	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Meyan	+		
143	Fabaceae	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	Sarisalkım			+
144	Fabaceae	<i>Hippocrepis unisiliquosa</i> L. subsp. <i>unisiliquosa</i>	Atnalı	+		
145	Fabaceae	<i>Hippocrepis emerus</i> (L.) Lassen	Gevrecik			+
146	Fabaceae	<i>Lathyrus annuus</i> L.	Dağdırılcağı	+		
147	Fabaceae	<i>Lathyrus cicera</i> L.	Colpan	+		
148	Fabaceae	<i>Lathyrus sativus</i> L.	Mürdümük	+		+
149	Fabaceae	<i>Lathyrus sphaericus</i> Retz.	Çambarçağı	+		
150	Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i> L. var. <i>corniculatus</i>	Gazalboynuzu	+	+	+
151	Fabaceae	<i>Lotus gebelia</i> Vent. var. <i>gebelia</i>	Gülgazalboynuzu	+	+	+
152	Fabaceae	<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal.	Paralık	+		
153	Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i> L. var. <i>polymorpha</i>	Kırkyonca	+		
154	Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>	Karayonca		+	+
155	Fabaceae	<i>Medicago x varia</i> Martyn	Yabanyoncası		+	
156	Fabaceae	<i>Melilotus albus</i> Desr.	Aktaşyoncası	+		+
157	Fabaceae	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	Kokulu Yonca	+		+
158	Fabaceae	<i>Onobrychis fallax</i> Freyn & Sint. ex Freyn var. <i>fallax</i>	Yalancıkorunga		+	
159	Fabaceae	<i>Ononis spinosa</i> L. subsp. <i>leiosperma</i> (Boiss.) Sirj.	Demirdelen		+	
160	Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Yalancıakasya	+		
161	Fabaceae	<i>Securigera orientalis</i> (Mill.) Lassen subsp. <i>orientalis</i>	Alakörigen		+	
162	Fabaceae	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	Körigen	+		+
163	Fabaceae	<i>Trifolium arvense</i> L.	Tavşanayağı		+	+
164	Fabaceae	<i>Trifolium campestre</i> Schreb. subsp. <i>campestre</i>	Üçgül	+	+	
165	Fabaceae	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Nefel			+

Tablo 5. (Devam ediyor)

166	Fabaceae	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	Tatlı Yonca	+		
167	Fabaceae	<i>Trifolium fragiferum</i> L. var. <i>fragiferum</i>	Çilek Üçgülü	+		
168	Fabaceae	<i>Trifolium globosum</i> L.	Yumakyonca	+		+
169	Fabaceae	<i>Trifolium hirtum</i> All.	Deli Yonca		+	+
170	Fabaceae	<i>Trifolium hybridum</i> L. var. <i>hybridum</i>	Melezüçgül	+	+	
171	Fabaceae	<i>Trifolium leucanthum</i> M.Bieb.	Yapışık Üçgül	+		
172	Fabaceae	<i>Trifolium pauciflorum</i> d'Urv.	Sülünüçgülü	+		+
173	Fabaceae	<i>Trifolium nigrescens</i> Viv. subsp. <i>nigrescens</i>	Yanıküçgül		+	+
174	Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i> L. var. <i>pratense</i>	Çayırgülü	+	+	+
175	Fabaceae	<i>Trifolium purpureum</i> Lois. var. <i>purpureum</i>	Mortüçgül	+		+
176	Fabaceae	<i>Trifolium physodes</i> Steven & M.Bieb. var. <i>physodes</i>	Meşcüçgülü	+		+
177	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L. var. <i>repens</i>	Ak Üçgül	+		+
178	Fabaceae	<i>Trifolium resupinatum</i> L. var. <i>resupinatum</i>	Anadoluüçgülü	+		+
179	Fabaceae	<i>Trifolium scabrum</i> L.	Hıyar Düçük	+		
180	Fabaceae	<i>Trifolium subterraneum</i> L.	Yeraltüçgülü	+		
181	Fabaceae	<i>Trifolium sylvaticum</i> Gérard & Loisel.	Orman Üçgülü	+		
182	Fabaceae	<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	Çemenotu		+	
183	Fabaceae	<i>Vicia cracca</i> L. subsp. <i>cracca</i>	Kuş Fiği	+	+	+
184	Fabaceae	<i>Vicia peregrina</i> L.	Kavli	+		
185	Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>	Fiğ	+		
186	Fabaceae	<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>villosa</i>	Tüylüfiğ	+		+
187	Fabaceae	<i>Trifolium spumosum</i> L.	Keseyonca			+
188	Fabaceae	<i>Vicia balansae</i> Boiss.	Pisikfiği			+
189	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L Hér. subsp. <i>cicutarium</i>	İğnelik	+		
190	Geraniaceae	<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.f	Gelinçarşafı	+		
191	Hypericaceae	<i>Hypericum scabrum</i> L.	Karahasançayı	+	+	+
192	Hypericaceae	<i>Hypericum triquetrifolium</i> Turra	Pırpirotu	+	+	+
193	Hypericaceae	<i>Hypericum retusum</i> Aucher	Aran			+
194	Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> L. subsp. <i>effusus</i>	Haskofa		+	
195	Lamiaceae	<i>Lamium album</i> L.	Kovanlık	+	+	
196	Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Baltutan	+		+
197	Lamiaceae	<i>Salvia syriaca</i> L.	Çevlikotu		+	+
198	Lamiaceae	<i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>polium</i>	Acıyavşan	+	+	
199	Lamiaceae	<i>Lallemantia iberica</i> (M.Bieb.) Fisch. & C.A.Mey.	Ajdarbaşı			+
200	Lamiaceae	<i>Lamium macrodon</i> Boiss. & Huet	Balbaşı			+
201	Lamiaceae	<i>Origanum acutidens</i> (Hand.-Mazz.) Ietsw.	Zemul			+
202	Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L.	Karakımık			+
203	Lamiaceae	<i>Phlomis bruguieri</i> Desf.	Kabaçalba			+
204	Lamiaceae	<i>Phlomis linearis</i> Boiss. & Balansa	Yaylaotu			+
205	Lamiaceae	<i>Phlomis pungens</i> Willd. var. <i>pungens</i>	Silvanok			+
206	Lamiaceae	<i>Phlomis rigida</i> Labill.	Diriçalba			+
207	Lamiaceae	<i>Salvia macrochlamys</i> Boiss. & Kotschy	Gevrekşalba			+
208	Lamiaceae	<i>Salvia multicaulis</i> Vahl	Kürtreyhanı			+

Tablo 5. (Devam ediyor)

252	Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Darıcan	+			
253	Poaceae	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. subsp. <i>arundinacea</i>	Kamışyumağı	+			
254	Poaceae	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Çayıryumağı				+
255	Poaceae	<i>Festuca callieri</i> (Hack.) Markgr. subsp. <i>callieri</i>	Çarşak Yumağı	+			
256	Poaceae	<i>Hordeum bulbosum</i> L.	Boncuk Arpa	+	+	+	+
257	Poaceae	<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>glaucum</i> (Steud.) Tzvelev	Duvar Arpası	+			+
258	Poaceae	<i>Hordeum spontaneum</i> K.Koch	Yabaniarpa				+
259	Poaceae	<i>Melica ciliata</i> L. subsp. <i>ciliata</i>	Kırpikliinci	+			+
260	Poaceae	<i>Koeleria nitidula</i> Velen.	Köse Kırnal	+			
261	Poaceae	<i>Lolium rigidum</i> Gaudich var. <i>rigidum</i>	Sert Çim			+	
262	Poaceae	<i>Lolium temulentum</i> L. var. <i>temulentum</i>	Deliceçim				+
263	Poaceae	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Kanyaş	+			
264	Poaceae	<i>Phleum pratense</i> L.	Çayırtkuyruğu				+
265	Poaceae	<i>Phleum boissieri</i> Bornm.	Yaylaltkuyruğu		+		
266	Poaceae	<i>Poa angustifolia</i> L.	Dar Salkımotu	+			
267	Poaceae	<i>Poa bulbosa</i> L.	Yumrulusalkım	+	+		+
268	Poaceae	<i>Poa pratensis</i> L.	Çayırsalkımotu	+			+
269	Poaceae	<i>Poa trivialis</i> L.	Kaba Salkımotu	+			
270	Poaceae	<i>Psilurus incurvus</i> (Gouan) Schinz & Thell.	Eğrikuyrukotu	+	+		
271	Poaceae	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	Yeşilsaçansaçı	+			
272	Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers var. <i>halepense</i>	Ekin Süpürgesi	+			
273	Poaceae	<i>Taeniatherum caput-medusae</i> (L.) Nevsk.	Kılçıkarpası		+		
274	Poaceae	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort. subsp. <i>ciliata</i>	Kırpikliçim	+			
275	Poaceae	<i>Zingeria biebersteiniana</i> (Claus) P.A.Smirn	Oyalısalkım			+	
276	Poaceae	<i>Stipa holosericea</i> Trin.	Dirgenkılaç	+			+
277	Poaceae	<i>Stipa pulcherrima</i> K.Koch	Zarifkılaç	+			+
278	Polygonaceae	<i>Polygonum arenastrum</i> Boreau	Bezmeceotu		+		
279	Polygonaceae	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	Tırşon	+			
280	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	Kuzukulağı	+		+	+
281	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Labada	+			
282	Polygonaceae	<i>Polygonum cognatum</i> Meissn.	Madımak			+	
283	Polygonaceae	<i>Rumex alpinus</i> L.	Şortah				+
284	Ranunculaceae	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Mustafaçiçeği			+	
285	Ranunculaceae	<i>Ranunculus cuneatus</i> Boiss.	Körükotu			+	
286	Ranunculaceae	<i>Ranunculus kotschyi</i> Boiss.	Giritfâlesi			+	
287	Rosaceae	<i>Potentilla recta</i> L.	Suparmakotu	+		+	+
288	Rosaceae	<i>Crataegus orientalis</i> Pall. Ex M. Bieb.	Koyunalıcı			+	
289	Rosaceae	<i>Crataegus azarolus</i> L.	Müzmüldek	+			+
290	Rosaceae	<i>Rosa canina</i> L.	Kuşburnu				+
291	Rosaceae	<i>Sanguisorba minor</i> L. subsp. <i>minor</i>	Çayırdüğmesi				+
292	Rubiaceae	<i>Callipeltis cucullaris</i> (L.) Steven	Nermik		+	+	
293	Rubiaceae	<i>Galium aparine</i> L.	Çobansüzgeci			+	
294	Rubiaceae	<i>Galium murale</i> (L.) All.	Duvariplikçiği		+	+	

Tablo 5. (Devam ediyor)

295	Rubiaceae	<i>Asperula arvensis</i> L.	Tarlabelumotu		+	
296	Rubiaceae	<i>Asperula xylorrhiza</i> Nábelek	Siirtbelumotu		+	
297	Rubiaceae	<i>Cruciata taurica</i> (Pall. ex Willd.) Ehrend.	Kırımğüzeli		+	
298	Rubiaceae	<i>Galium consanguineum</i> Boiss.	Altınıplikçik		+	
299	Rutaceae	<i>Ruta suaveolens</i> DC.	Taşsedefotu		+	
300	Scrophulariaceae	<i>Verbascum speciosum</i> Schrad.	Zelve		+	
301	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia nodosa</i> L.	Tavuksıracası			+
302	Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Kokarağaç		+	
303	Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	Boruçiçeği		+	
304	Typhaceae	<i>Typha latifolia</i> L.	Cil		+	
305	Urticaceae	<i>Parietaria judaica</i> L.	Duvarfesleğeni	+	+	
306	Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L. subsp. <i>dioica</i>	Isırgan	+	+	+
307	Xanthorrhoeaceae	<i>Eremurus spectabilis</i> M.Bieb.	Çiriş		+	
308	Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Çobançökerten	+	+	

Kaynaklar

- [1] Callaway, R.M., & Aschehoug, E.T. (2000). Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science*, 290, 521-523.
- [2] MacDougall, A.S., & Turkington, R. (2005). Are exotic species the drivers or passengers of ecological change in highly disturbed plant communities? *Ecology*, 86, 42-55.
- [3] Satıl, F., Selvi, S., & Tümen, G. (2020). Balıkesir florasında istilacı karaktere sahip yerli bitki taksonları üzerine bir araştırma. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (4), 928-946.
- [4] Yıldırım, A., & Ekim, T. (2003). Orta Anadolu Bölgesi yabancı ot florası. *Bitki Koruma Bülteni*, 43(1-4), 1-98.
- [5] Ricciardi, A. (2012). Invasive species. In: Meyers, R.A (ed.). *Encyclopedia of sustainability science and technology* (pp. 5547–5560). New York, NY: Springer.
- [6] Özer, Z., Kadioğlu, İ., Önen, H., & Tursun, N. (2001). *Herboloji (yabancı ot bilimi)*. Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları.
- [7] Richardson, D.M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D., & West, C.J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6, 93-107.
- [8] Lake, J.C., & Leishman, M.R. (2004). Invasion success of exotic plants in natural ecosystems: The role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores. *Biological Conservation*, 117, 215-226.
- [9] Türkiye'nin çayır ve mera bitkileri. (2008). Ankara: T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. Çayır, Mera, Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı.
- [10] Atay, T., Asav, Ü., Önen, H., & Kara, K. (2015). İstilacı yabancı otlarla biyolojik mücadele. In Önen, H. (ed.), *Türkiye istilacı bitkiler kataloğu* (pp: 81-118). Ankara.
- [11] Catford, J.A., Daehler, C.C., Murphy, H.T., Sheppard, A.W., Hardesty, B.D., Westcott, D.A. & Hulme, P.E. (2012). The intermediate disturbance hypothesis and plant invasions: implications for species richness and management. *Perspectives in Plant Ecology. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 14, 231-241.
- [12] Hough, G.J., Lake, E., Reardon, R., & Wu, Y. (2008). Biology and biological control of mile-a-minute weed. Retrieved from https://bugwoodcloud.org/resource/pdf/Mile-a-Minute_Weed.pdf.
- [13] Yang, J., Tang, L., Guan ya-L.L., & Sun, W. (2012). Genetic diversity of an alien invasive plant Mexican sunflower (*Tithonia diversifolia*) in China. *Weed Science*, 60(4), 552-557.
- [14] Sürmen, M., Yavuz, T., Sürmen, B., & Kutbay, H. (2015). Samsun ili çayır ve mera alanlarında istilacı türlerin tespiti ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 18(1), 1-5.
- [15] Kayaçetin, F. (2020). Botanical characteristics, potential uses, and cultivation possibilities of mustards in Turkey: a review. *Turkish Journal of Botany*, 44(2), 101-127.
- [16] Boz, Ö. (2000). Aydın ili pamuk ekim alanlarındaki yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının saptanması. *Turkish Journal of Weed Science*, 3(1),10-16.
- [17] Türe, C., & Köse, Y.B. (2000). Eskişehir ve çevresindeki bazı tarım alanlarında yayılış gösteren yabancı ot florası üzerinde bir araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 327-331.
- [18] Blossey, B., & Notzold, R. (1995). Evolution of increased competitive ability in invasive non indigenous plants: a hypothesis. *Journal of Ecology*, 83, 887-889.
- [19] Karaköse, M., Akbulut, S., & Bayramoğlu, M.M. (2018). Espiye (Giresun) Orman Planlama Birimi'nin istilacı yabancı türleri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 19(2), 120-129.
- [20] Karaer, F., Kutbay, H.G., & Terzioğlu, S. (2015). Türkiye'nin istilacı yabancı bitki biyoçeşitliliği, tehdit faktörleri ve alınması gerekli tedbirler. *Turkish Journal of Weed Science*, 18(1-2), 24-32.
- [21] Önen, H. (2015). *Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu*. Ankara: T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı.
- [22] Başbağ, M., Hoşgören, H., Aydın, A., Sayar, M.S., & Çaçan, E. (2012). Bingöl bölgesi çayır-mera ve doğal vejetasyonlarında yer alan bazı bitki taksonları. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 1(2), 57-61.
- [23] Çaçan, E., & Başbağ, M. (2017). Bingöl ili merkez ilçesi Yelesen ve Dikme köyleri meralarının farklı yöney ve yükseltilerinde yer alan bitki türleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(2), 185-195.
- [24] Tutar, H., & Kökten, K. (2019). Bingöl il merkezine bağlı ormanardı köyü merasının botanik kompozisyonunun belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(1), 16–23.
- [25] European environment agency. (2020, September 16). EUNIS habitat type hierarchical view. https://eunis.eea.europa.eu/habitats-code-browser.jsp?expand=#level_G
- [26] Davis, P. H. (1965-1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 1-10. London: Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.
- [27] Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., & Başer, K.H.C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. 11. London: Edinburgh: Edinburgh Press.
- [28] Strid, A., & Tan, K. (1991). *Mountain flora of Greece*. London: Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.
- [29] Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burgers, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., & Webb, D. A. (1972). *Flora Europaea*. London: Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- [30] Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M.T. (edlr.) (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayınları.
- [31] Invasive species specialist group. (2020 May 29). Global invasive species. <http://www.iucngisd.org/gisd/>
- [32] USDA (2020 May 7). National invasive species information center. <http://www.invasivespeciesinfo.gov/plant>.



Current Status Freshwater Fishes of Nilüfer Stream (North-western Turkey)

Sadi AKSU ^{*1}, Davut TURAN², Özgür EMİROĞLU ³

ORCID: 0000-0003-2770-561X; 0000-0002-9586-6223; 0000-0002-4433-4286

¹ Eskişehir Osmangazi University, Vocational School of Health Services, 26040, Eskişehir, Turkey

² Recep Tayyip Erdogan University, Fisheries Faculty, 53100 Rize, Turkey

³ Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Science and Letters, 26040, Eskişehir, Turkey

Abstract

In this study, the freshwater fish diversity of the Nilufer stream basin is investigated. Nine families, 16 genera, and 19 fish species were recorded. The most representative families are Leuciscidae with five species (27.7 %), followed by Cyprinidae with five species (27.7 %). Overall, 17 sampling localities were studied among 2014–2015 to inventory fish species in the area. No fish was found at five stations representing the middle and downstream parts of the Nilufer stream. The most common species were detected, *Barbus niluferensis*, *Squalius cii*, *Oxynoemacheilus angorae*, and *Oxynoemacheilus simavicus*, respectively.

Keywords: biodiversity, Kernel density analysis, Susurluk basin, Nilüfer Stream, Bursa

----- * -----

Nilüfer Çayı Tatlı Su Balıkları Güncel Durumu -(Kuzey-batı Türkiye)

Özet

Bu çalışmada Nilüfer çayı havzasının tatlı su balıkları çeşitliliği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda 16 cins ve 9 familyaya ait 19 balık türü tespit edilmiştir. Çalışma alanında, beş türle (% 27,7) Leuciscidae, beş türle (% 27,7) Cyprinidae en yoğun takson içeren familyalardır. Bölgedeki balık faunasını tespit etmek için 2014-2015 yılları arasında 17 örnekleme noktasından örnekleme yapılmıştır. Nilüfer Çayının orta ve mansap kısmına ait beş örnekleme noktasında balık türüne rastlanmamıştır. En yaygın bulunan türler sırasıyla *Barbus niluferensis*, *Squalius cii*, *Oxynoemacheilus angorae* ve *Oxynoemacheilus simavicus*'tur.

Anahtar kelimeler: biyoçeşitlilik, Kernel yoğunluk analizi, Susurluk havzası, Nilüfer Çayı, Bursa

1. Introduction

In Turkey, the research on freshwater fish goes back to the early 18th century[1]. Until today, many researchers have investigated freshwater fishes. In Turkey, new species have been reported by the different researchers, and distribution areas of these species are given [i.e. 2-3-4-5-6-7]. Researchers have determined the distribution areas of the species by doing fauna studies in different basins [1-8-9-10-12-11-11]. These studies continue to increase day by day. In Turkey, there are 409 freshwater fish species [12]. The number of species is increasing day by day with new studies, and some species are reported synonym [13].

Bursa province is an important industrial center in Turkey. Nilüfer Stream passing through the city center of Bursa province is affected by industrial, agricultural, and domestic waste pollution [14]. These increasing anthropogenic pressures will adversely affect the fish biodiversity of the stream. The data on the fishes of the Nilüfer Stream date back to the beginning of the century, and it was stated that the fish caught from the Nilüfer Stream were sold in the Istanbul fish market [15]. Many researchers conducted studies on the fish of the Nilüfer Stream at different times, and 14 species

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902222290335; Fax.: +90222290335; E-mail: sadiaksu@gmail.com

were reported in these studies [5-6-15-16-17-18-19-20-21]. There is no comprehensive faunistic study to cover the entire stream basin.

Uludağ served as a shelter for northern faunal elements from Thrace during the glacial and interglacial periods [21]. The stream passes through the city center of Bursa and joins the Susurluk Stream. The length of Nilüfer Stream is 203 km and covers a 1540 km² watershed area. Basin is used for agricultural purpose (53.8%), forests (33.9%), meadows (5.0%) and settlements (6.4%) [22]. Almost 70% of the drinking water of the province of Bursa is being provided from the dams and ponds on the Nilüfer Stream. There is eight organized industrial zone in the region [22]. Nilüfer Stream Basin was affected by agricultural, industrial, and domestic wastes [14-22]. The tributaries pass through the center of Bursa. Arrangements are made in the residential areas within the stream structure. These arrangements have cut off connections with the water source points.

This study is aimed to determine the current status of Nilüfer stream fish fauna in detail. The study's findings will help overcome the information gap in determining the diversity and distribution areas of fish fauna in inland waters.

2. Materials and methods

The Nilüfer Stream is located in north-western Anatolia and an essential source of potable water in Bursa. The primary origin of the water is the glacial lakes in Uludağ. The study was carried out at 17 sampling points to cover the entire stream, representing all zones, including Trout, Barbus, Abramis-Cyprinid, and Downstream (Figure 1, Table 1).

Species identification was carried out with the help of literature [4-5-17-21-23-24]. The valid scientific names of the species were obtained from the Catalog of fishes and Fishbase database [25-26]. Specimens collected using SAMUS 725MP electrofishing device and by hand nets and preserved in 4 % formaldehyde solution and then stored in 70% ethanol.

The distribution of the Nilüfer Stream fish species was analyzed. The presence and diversity of the species is mapped and an exploratory interpolation statistical method based on the Kernel Density Estimate (KDE) was used to establish a density based on the distribution points Bandwidth (influence radius) and K (Kernel) functions was predicted for each species at stations [27-28]. The KDE analyzes included types made in the same way at each station and whose coordinates were given, and samples were found. We included samples captured in the same method and at the same time in KDE analyzes.

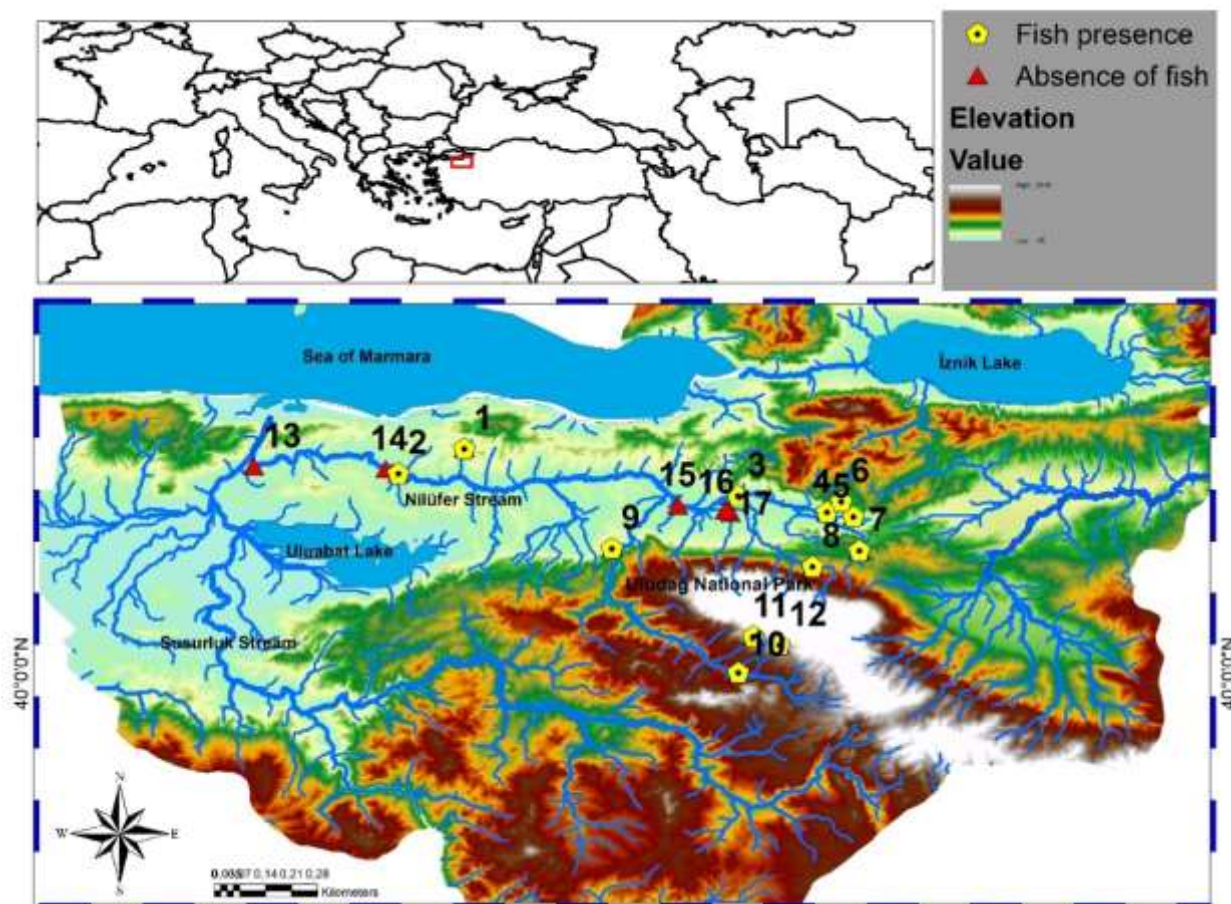


Figure 1. The map of the Nilüfer stream basin, Bursa, Turkey

Table 1. Sampling locations

No	Stations	Longitude	Latitude
1	Orhaniye Pond	28.759.690	40.321.568
2	Yörükyenicesi	28.665.585	40.286.296
3	Kazıklı village	29.150.059	40.254.424
4	Barakfakih	29.277.274	40.231.340
5	Gölbaşı pond	29.314.990	40.224.576
6	Narlıdere	29.297.480	40.246.244
7	Aksu creek	29.323.456	40.176.374
8	Delicay creek	29.256.632	40.153.444
9	Misi village	28.970.266	40.179.108
10	Upper Nilufer dam	29.150.838	40.001.959
11	Arasdere	29.172.297	40.053.748
12	Ericcek creek	29.209.271	40.041.448
13	Downstream	28.458.813	40.296.172
14	Hürriyet village	28.647.388	40.292.092
15	Buttim(Bursa International Textile and Trade Center) Köprü altı	29.064.396	40.240.319
16	Samanlı neighbourhood	29.139.357	40.230.164
17	Samanlı neighbourhood	29.132.342	40.233.664

3. Results

As a result of the study, 19 species of fishes belonging to 9 families were identified. Leuciscidae and Cyprinidae are the dominant families in the region (Table 2). As a consequence of the literature review, 14 species of fish were reported from the Nilüfer Stream [5-6-15-16-17-18-19-20-21] (Table 3). In the study area, the Leuciscidae family (46.51%), Cyprinidae (33.2 %) have the highest number of individuals, and Siluridae, Esocidae (0.22%) have the lowest number of individuals (Table 2). The most species diversity is in Gölbaşı pond outlet (10) and Misi village (6), and the species with the highest distribution are *B. niluferensis*, *S. cii*, *R. amarus* and *O. angorae* (Figure 2). *B. niluferensis*, *A. manyasensis* and *S.cii* species have the highest number of individuals (Table 2).

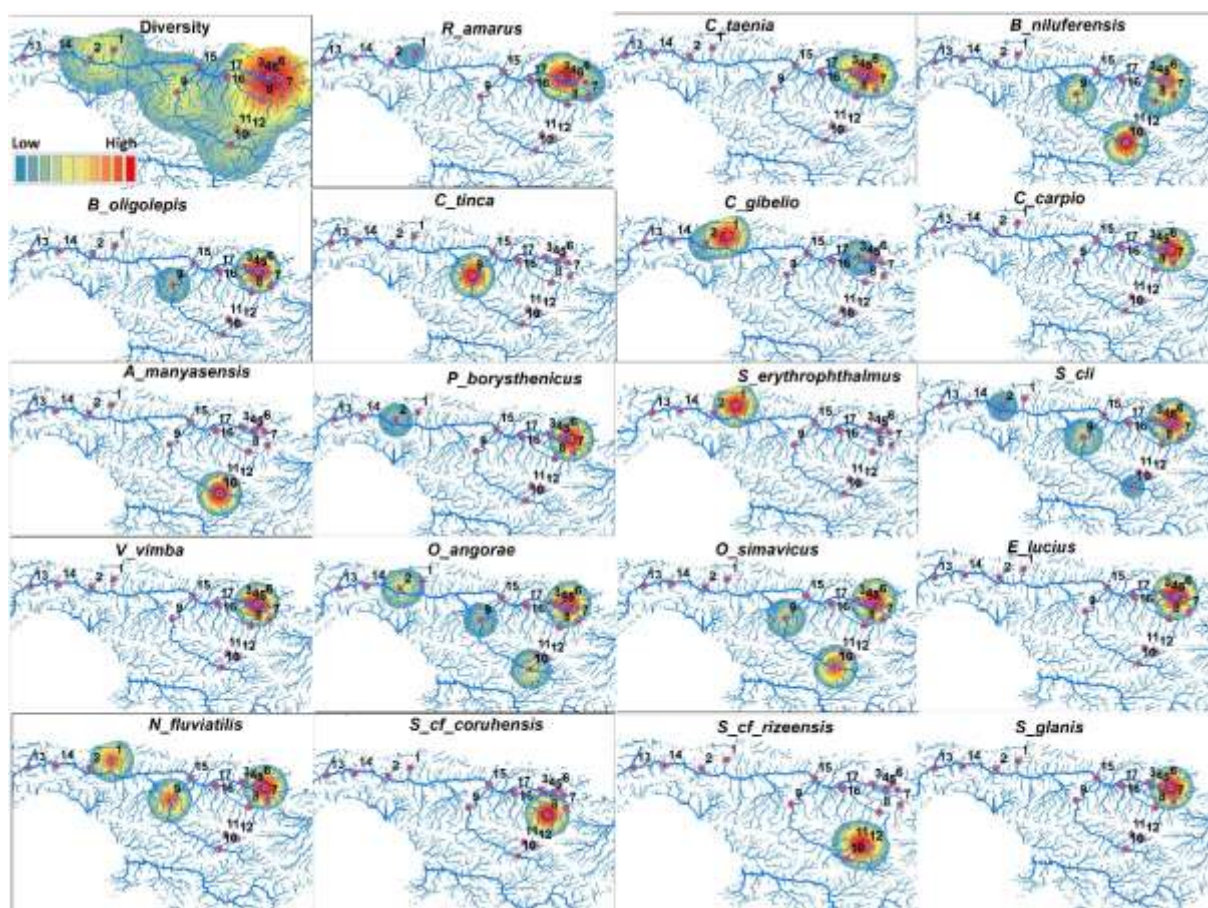


Figure 2. Kernel density analysis of Nilüfer stream fish species

Table 2. Distribution, density and IUCN criteria of fishes identified from Nilüfer Stream in this study

Familia	Species	IUCN	%	Sampling sites												13,14, 15,16, 17	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Cobitidae	<i>Cobitis taenia</i>	LC	3,28			+	+	+									
Acheilognathidae	<i>Rhodeus amarus</i> ,	LC	8,52	+	+	+	+	+									
Cyprinidae	<i>Barbus niluferensis</i>	NT	17,4					+	+	+	+	+	+				
	<i>Barbus oligolepis</i>	LC	7,86				+	+					+				
	<i>Capoeta tinca</i>	LC	3,28										+				
	<i>Carassius gibelio</i>	NE	1,09	+	+	+											
	<i>Cyprinus carpio</i>	VU	0,22														
Leuciscidae	<i>Alburnoides manyasensis</i>	LC	15,2										+				
	<i>Petroleuciscus borysthenicus</i>	LC	4,15		+			+									
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	LC	3,06	+													
	<i>Squalius cii</i> ,	LC	14,6		+	+	+	+	+				+				
	<i>Vimba vimba</i> ,	LC	0,87				+										
Nemacheilidae	<i>Oxynoemacheilus angorae</i>	NE	6,05	+	+	+	+	+	+				+				
	<i>Oxynoemacheilus simavicus</i>	CR	4,95			+	+	+	+				+				
Esocidae	<i>Esox lucius</i> ,	LC	0,22				+										
Gobiidae	<i>Neogobius fluviatilis</i>	LC	2,84	+				+					+				
Salmonidae	<i>Salmo cf. coruhensis</i>	NE	2,18										+				
	<i>Salmo cf. rizeensis</i>	NE	4,80												+	+	
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	LC	0,22					+									

No fish

Table 3. Fish species from Nilüfer Stream

[4].	[21].	[5-6-17].	[15].	[16-18-19-20].	This study
<i>Salmo trutta labrax</i>	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>A. manyasensis</i>	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Carassius carassius</i>	<i>C. taenia</i>
	<i>B. tauricus escherichi</i>	<i>B. niluferensis</i>	<i>Esox lucius</i>	<i>Esox lucius</i>	<i>A. manyasensis</i>
	<i>Chalcalburnus chalcoides</i>	<i>B. oligolepis</i>	<i>Leuciscus cephalus</i>	<i>S. erythrophthalmus</i>	<i>B. niluferensis</i>
	<i>Capoeta tinca</i>	<i>C. tinca</i>	<i>Tinca tinca</i>	<i>Vimba vimba</i>	<i>B. oligolepis</i>
	<i>Nemacheilus angorae</i>		<i>Silurus glanis</i>		<i>C. tinca</i>
	<i>Leuciscus cephalus</i>				<i>C. gibelio</i>
	<i>S. trutta macrostigma</i>				<i>C. carpio</i>
					<i>P. borysthenicus</i>
					<i>R. amarus</i> ,
					<i>S. erythrophthalmus</i>
					<i>S. cii</i>
					<i>V. vimba</i>
					<i>O.angorae.</i>
					<i>O.simavicus</i>
					<i>E. lucius</i> ,
					<i>N. fluviatilis</i>
					<i>S. cf. coruhensis</i>
					<i>S. cf. rizeensis</i>
					<i>S. glanis</i>

3.1 Fish fauna

Order: Cypriniformes

Family: Acheilognathidae

Rhodeus amarus (Bloch, 1782)

(Figure 3A, Table 2)

Material Examined: Gölbaşı pond (5), Yörükyenicesi (6), Kazıklı Village (3). 14 specimens, 15-50 mm SL

Meristic Characters: D: III 8-9½, P: I 8-10, V: I 6-7, A: III 8-9½, LL: 34-37, L.trans.: 5/4-5

Distribution: Central and Eastern Europe, Caspian Sea basin, Black Sea, on some streams and lakes in the Marmara and Aegean regions [23].

Family: Cobitidae

***Cobitis taenia* Karaman, 1928**

(Figure 3B, Table 2)

Material Examined: Barakfakih (10); Gölbaşı pond (3), Misi village (2). 15 specimens, 53-65 mm SL

Meristic Characters: D: 8½, P: 7-8, V: 5-6, A: 5½

Distribution: Marmara Region and Asian waters [31-32].

Remarks: *Cobitis vardarensis* was reported to distribute in the Susurluk Stream basin [8], but treated *C. vardarensis* in the Susurluk Stream basin as *C. taenia* [29-30].

Family: Cyprinidae

***Barbus niluferensis* Turan, Kottelat & Ekmekçi, 2009**

(Figure 3C, Table 2)

Material Examined: Misi Village;(15), Deliçay (8), Nilüfer Dam (30), Aksu Creek (6), Narlıdere (15), Gölbaşı pond (6) 80 specimens, 99-160 mm SL,

Meristic Characters: D: IV 7-8½, P: I 10-13, V: I 7-9, A: III 5½, LL: 65-69, L. trans.: 12-15/8-11

Distribution: Susurluk Stream basin [5].

***Barbus oligolepis* Battalgil, 1941**

(Figure 3D, Table 2)

Material Examined: Misi Village (10), Barakfakih (30), Gölbaşı pond (2) 36 specimens, 48-269 mm SL

Meristic Characters: D: IV 8½, P: I 13-14, V: I 8-9, A: III 5½, LL: 54-58, L.trans.: 12-14/8-9

Distribution: *Barbus oligolepis* is known from the drainages of streams Nilüfer, Koca (= Kocası; entering Lake Ulubat), Kocachay (entering Lake Manyas, a tributary of Koca or Susurluk Stream), Hanchay (a tributary of Gönen) and Narlıca Stream in İznik (flowing to Lake Iznik), All are draining to the southern shore of the Marmara Sea [5].

***Capoeta tinca* (Heckel, 1843)**

(Figure 3E, Table 2,)

Material Examined: Misi Village (15), 15 specimens, 75-151 mm SL

Meristic Characters: D: III-IV 7-9½, P: I 16-17, V: I 8-9, A: III 15½, LL: 79-83, L.trans.: 15-16/10-11

Distribution: *Capoeta tinca* is known from the streams draining to the southern Marmara basin to the southwestern Black Sea [11-17-31]

***Carassius gibelio* (Bloch, 1782)**

(Figure 3F, Table 2)

Material Examined: Kazıklı village (1), Yörükyenicesi (1), Orhaniye pond (3), 5 specimens, 97-141 mm SL

Meristic Characters: D: III-IV 16-17½, P: I 15, V: I-II 9, A: III 5 ½, LL: 29-31, L.trans.: 6-7/5

Distribution: Widespread in Europe and Asia [25].

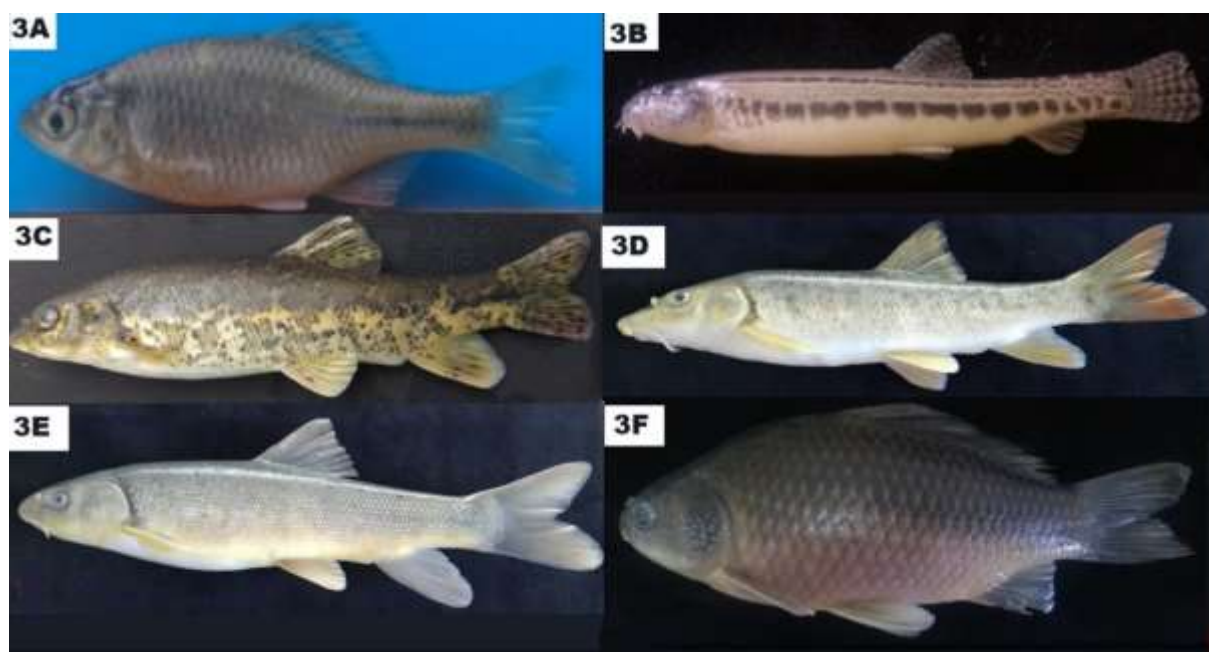


Figure 3. Freshwater Fishes of Nilüfer Stream (A-F)

***Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758**

(Figure 4A, Table 2)

Material Examined: Gölbaşı pond (1), 1 specimen, 130 mm SL

Meristic Characters: D: III 19½, P: I 14, V: I 7, A: III 5 ½, LL: 37, L.trans.: 6/5

Distribution: Asia and Europe [25].

Family: Leuciscidae

***Alburnoides manyasensis* Turan, Ekmekçi, Kaya & Güçlü, 2013**

(Figure 4B, Table 2)

Material Examined: Upper Nilufer Dam (70), 70 specimens, 50-90 mm SL

Meristic Characters: D: III 8-9½, P: I 11-13, V: I 7-8, A: III 11-13½, LL: 47-53, L.trans.: 9-11/4

Distribution: *Alburnoides manyasensis* is widespread in the Simav/Koca Stream, drainage of Lake Manyas [6].

***Petroleuciscus borysthenicus* (Kessler, 1859)**

(Figure 4C, Table 2)

Material Examined: Gölbaşı pond (14), Yörükyenicesi (4), 18 specimens, 43-75 mm SL

Meristic Characters: D: III 8-9½, P: I 10-11, V: I 8, A: III 8-9 ½, LL: 35-37, L. trans.: 7/3

Distribution: Western, northern and eastern Black Sea and Sea of Azov basins, Bulgaria, northern-central Turkey, Aegean Sea basin, from Strma drainage eastward in Europe; north-western Turkey [24].

***Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)**

(Figure 4D, Table 2)

Material Examined: Orhaniye pond (14), 14 specimens, 67-126 mm SL

Meristic Characters: D: III 8-9½, P: I 12-14, V: II 8-10, A: III 10-12½, LL: 40-42, L.trans.: 7-8/4-5

Distribution: It is widespread in Europe and around the basins of the Baltic, Black, Caspian, North and Aral seas in Asia [24].

***Squalius cii* (Richardson, 1857)**

(Figure 4E, Table 2)

Material Examined: Yörükyenicesi (8), Kazıklı village (3), Barakfakih (10), Gölbaşı pond (10), Misi Village (16), Narlıdere (20), 67 specimens, 77-242 mm SL

Meristic Characters: D: III 7-8½, P: I 14-16, V: 8-9, A: III 8 ½, LL: 43-47, L.trans.: 8/4

Distribution: *Squalius cii* distributed in north-western Anatolia, and is known from Lake Iznik basin, Simav, Biga Peninsula and Lesbos Island (Greece) [32]

***Vimba vimba* (Linnaeus, 1758)**

(Figure 4F, Table 2)

Material Examined: Barakfakih (3), 3 specimens, 56-73 mm SL,

Meristic Characters: D: III 8½, P: I 13-14, V: II 9, A: III 14-15 ½, LL: 52-55, L.trans.: 3/5-6

Distribution: Caspian, Black, Marmara, and Baltic Sea basins [25].

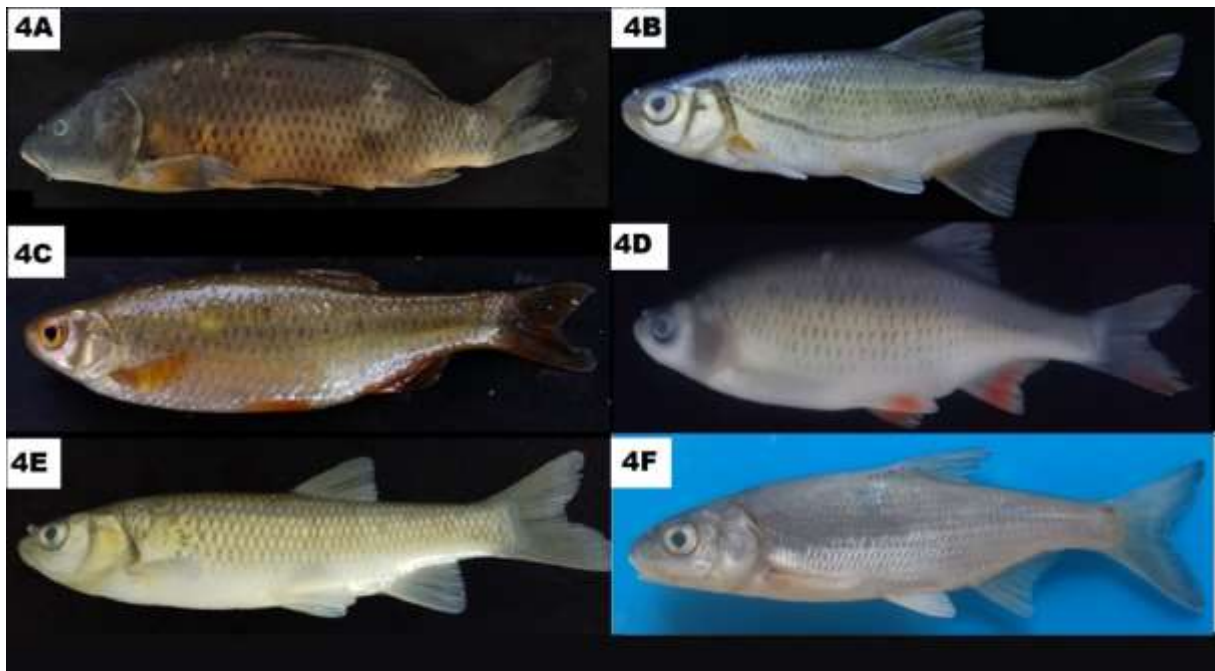


Figure 4. Freshwater Fishes of Nilufer Stream (A-F)

Family: Nemacheilidae***Oxynoemacheilus angorae***

(Figure 5A, Table 2)

Material Examined: Orhaniye pond (1), Yörük yenicəsi (5), Nilüfer Dam (5), Misi Village (3), Narlıdere(5), Barakfakih (6), 25 specimens, 35-66 mm SL

Meristic Characters: D: 7- 8 ½, P: 8-9, V: 6, A: 5 ½

Oxynoemacheilus simavicus

(Figure 5B, Table 2)

Material Examined: Nilüfer Dam (8), Misi Village (4), Narlıdere(6), Barakfakih(4), 22 specimens, 57-67 mm SL

Meristic Characters: D: 7- 8 ½, P: 8-10, V: 6, A: 5 ½

Order Esociformes**Family: Esocidae*****Esox lucius* Linnaeus, 1758**

(Figure 5C, Table 2,)

Material Examined: Barakfakih (1), 1 specimen, 192 mm SL

Meristic Characters: D: III 8-9½, P: 11-13, V: I 7-8, A: III 11-13½, LL: 115, L.trans.18/15

Distribution: Black, Azov, North and Aral seas drainages, Europe, North and West Asia [25].

Order Gobiiformes**Family: Gobiidae*****Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)**

(Figure 5D, Table 2)

Material Examined: Orhaniye pond (4), Gölbaşı pond (1), 5 specimens, 51-74 mm SL

Meristic Characters: D1: VI, D2: I 15-16½, P: I 17, V: I 5, A: I 13-14½, Sq: 57-59

Distribution: Azov and Black Sea basin streams [25].

Order Salmoniformes**Family: Salmonidae*****Salmo cf. coruhensis***

(Figure 5E, Table 2)

Material Examined: Derekızık village, Deliçay (6), 6 specimens, 148-200 mm SL

Meristic characters: D: III-IV 9-11½, P: I 12-13, V: I 9, A: III 8-9½, LL: 110-114, L.trans.: 26-30/19-21

Distribution: *Salmo coruhensis* is known from streams flowing to the south-eastern Black Sea coast in Turkey, from the Yeşilirmak drainage and Çoruh Stream drainage [4].***Salmo cf. rizeensis***

(Figure 5F, Table 2)

Type Locality: Çoruh Stream

Material Examined: Aras creek (8), Ericek creek (14), 23 specimens, 75-182 mm SL

Meristic characters: D: III-IV 8-11½, P: I 11-12, V: I 8-9, A: III 7-9½, LL: 113-117, L.trans.: 26-30/17-21

Distribution: *Salmo rizeensis* is known from the headwaters and upper reaches of the streams, entering the Black Sea [4].**Order Siluriformes****Family: Siluridae*****Silurus glanis* Linnaeus, 1758**

(Figure 5G, Table 2)

Material Examined: Nilufer Stream, Gölbaşı pond (1), 1 specimen, Bursa

Meristic Characters: D: I 4, P: I 15, V: I 11, A: I 86

Distribution: Europe and Asia [25].

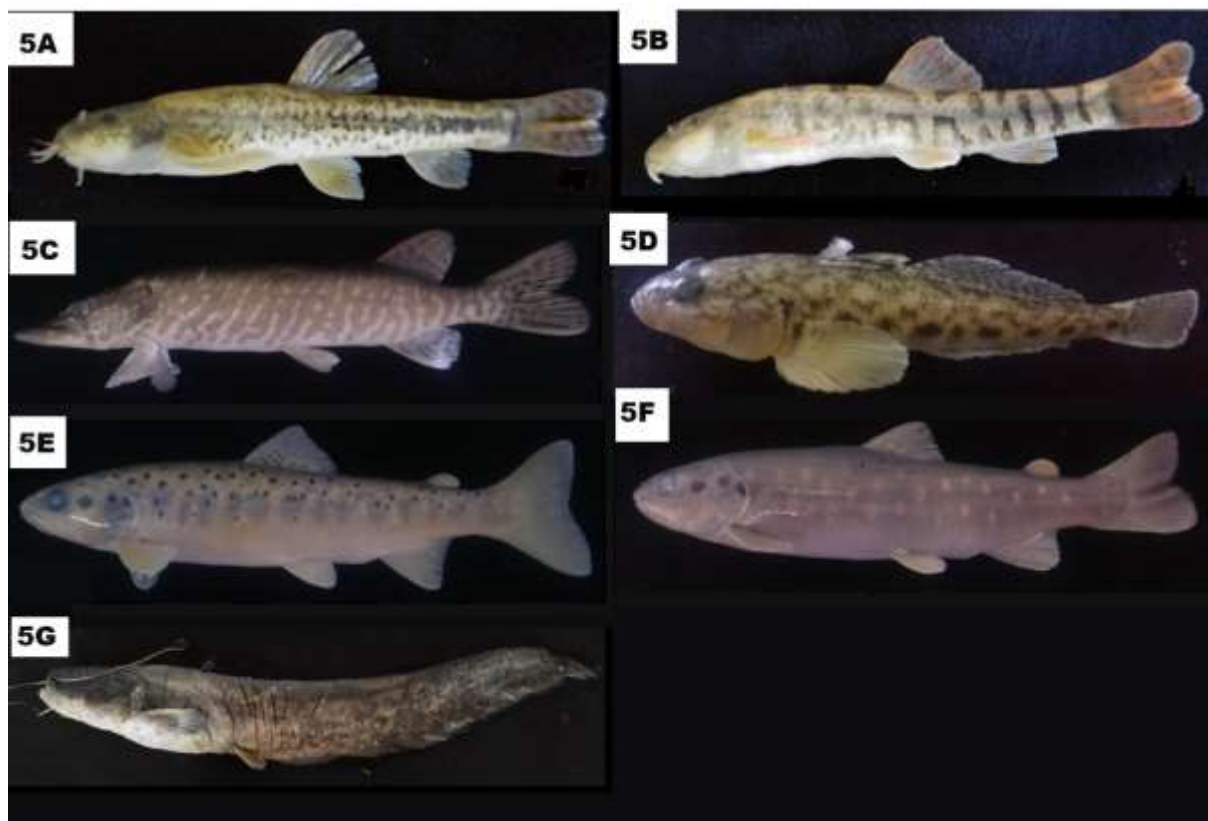


Figure 5. Freshwater Fishes of Nilüfer Stream (A-G)

4. Conclusions and discussion

C. carassius [18], *A. anguilla*, and *T. tinca* [15] reported in Nilüfer Stream, but these species are not present in the Nilüfer Stream basin. There are trout populations on the northern and southern slopes of Uludağ. Arasdere and Ericcek creek populations differ morphologically from the Deliçay creek population. Arasdere and Ericcek creek populations do not share habitats with another species and show distribution alone. Deliçay population shares its habitat with *B. niluferensis* in the lower part of the stream. Trout populations distributed in the Nilüfer River have been stuck in limited areas due to anthropogenic pressures (i.e., riverbed arrangements, agricultural irrigation, drinking water use, and housing). The IUCN red list category of *B. niluferensis* is NT [33]. In our study, *B. niluferensis* observed to be the most frequently distributed species in all stations (Table 2). Nilüfer Stream is under pressure by several anthropogenic factors such as pollution. Pollution has deteriorated water quality in the sub-basin of Nilüfer Stream [14-22]. It reduces dissolved oxygen levels in the sub-basin to below 2 mg/L [14]. Dissolved oxygen levels experienced by Cyprinids are a minimum of 4 mg / L [34]. Low oxygen levels in the downstream region prevent fish migration to the Nilüfer Stream. In the early 1900s, the presence of (*T. tinca*, *L. cephalus* (*S. cii*), *A. anguilla*, *C. carpio*, *S. glanis*, *E. Lucius*) species from the Nilüfer Stream was reported, and approximately 5000 kg of these fishes were sold in the Istanbul fish market annually [15]. In this study, we have not been able to found *T. tinca* and *A. anguilla* from the Nilüfer Stream. *Alburnus alburnus*, *A. chalcaoides*, *Blicca bjorkna*, *Rutilus rutilus* *Alosa maeotica*, and *Mugil cephalus* are being caught commercially utilized in the Uluabat lake [35]; however, these fishes are not present in the Nilüfer Stream. *Anguilla anguilla* was reported from Uluabat Lake [35], however, this species is known to exist in the Nilüfer Stream at the beginning of the century. In our study, *A. anguilla* species were not found in the Nilüfer Stream. *Alosa maeotica*, *Alburnus carinatus*, *Blicca bjoerkna* species are distributed in Simav Stream and Uluabat lake [1-35], but these species do not exist in the Nilüfer Stream.

In this study, some inland fish species distributed in the Susurluk Stream basin, their distribution, and some morphological characteristics were investigated. The identified fish species were compared with the current literature. Conservation and sustainability of biodiversity are possible by monitoring this diversity. Accurate identification of species is essential for the accuracy of monitoring studies. These results will then provide necessary information to support all studies conducted with the relevant species.

Acknowledgements

This study was supported by the Scientific Research Projects Commission of Eskişehir Osmangazi University (ESOGU BAP). [Project no: 201519A210 (Fish Fauna of Nilüfer Stream, Ph.D. Thesis Sadi Aksu)]. We thank Sercan Başkurt for his support.

References

- [1] Öztürk, E., & Küçük, F. (2017). Simav Çayı' nın Balık Faunası. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 13(2), 132–152. [https://doi: 10.22392/egirdir.281910](https://doi.org/10.22392/egirdir.281910)
- [2] Güçlü S. S., Küçük, F., Turan, D., Çiftçi, Y., & Mutlu A. G. (2018). A new *Chondrostoma* species from the Büyük Menderes River Basin, Turkey (Teleostei: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*, 64(4), 315-321. [https://doi: 10.1080/09397140.2018.1511293](https://doi.org/10.1080/09397140.2018.1511293)
- [3] Turan, D., Ekmekci, F.G., İlhan, A., & Engin, S. (2008). *Luciobarbus kottelati*, a new species of barbel (Teleostei: Cyprinidae) from the Büyük Menderes River, Turkey, with rediagnose of *L. lydianus*. *Zootaxa*, 1824(1), 35-44.
- [4] Turan, D., Kottelat, M., & Engin, S. (2009a). Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 20(4), 333-364.
- [5] Turan, D., Kottelat, M., & Ekmekçi, F. G. (2009b). *Barbus niluferensis*, a new species of barbel (Teleostei: Cyprinidae) from Nilüfer River, Turkey, with re-description of *B. oligolepis*. *Zootaxa*, 1981(1), 15-28. [https://doi: 10.11646/zootaxa.1981.1.2](https://doi.org/10.11646/zootaxa.1981.1.2)
- [6] Turan, D., Ekmekçi, F. G., Kaya, C., & Güçlü, S. S. (2013). *Alburnoides manyasensis* (Actinopterygii, Cyprinidae), a new species of cyprinid fish from Manyas Lake basin, Turkey. *ZooKeys*, 276, 85–102. [https://doi: 10.3897/zookeys.276.4107](https://doi.org/10.3897/zookeys.276.4107)
- [7] Turan, D., Yılmaz, B. T., & Kaya, C. (2009). *Squalius kottelati*, a new cyprinid species (Teleostei: Cyprinidae) from Orontes River, Turkey. *Zootaxa*, 2270(1), 53-62. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2270.1.3>
- [8] Güçlü, S. S., Küçük, F., Ertan, Ö. O., & Güçlü, Z. (2013). The fish fauna of the Büyük Menderes River (Turkey): taxonomic and zoogeographic features. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(4), 685-698. [https://doi:10.4194/1303-2712-v13_4_14](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v13_4_14)
- [9] Güçlü, S. S., & Küçük, F. (2015). The Ichthyofauna of Gediz River (Turkey): Taxonomic and Zoogeographic Features. *Annual Research & Review in Biology*, 6 (3), 202-214. [https://doi: 10.9734/ARRB/2015/14889](https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/14889)
- [10] Kaya, C., Bayçelebi, E., & Turan, D. (2020). Taxonomic assessment and distribution of fishes in upper Kura and Aras river drainages. *Zoosystematics and Evolution*, 96 (2), 96, 325. [https://doi: 10.3897/zse.96.52241](https://doi.org/10.3897/zse.96.52241)
- [11] Yoğurtçuoğlu, B., Kaya, C., & Freyhof J. (2020). “Freshwater Fishes of the Anatolian Midwestern Black Sea Basin.” *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 30(2), 111–30. [https://doi: 10.23788/IEF-1152](https://doi.org/10.23788/IEF-1152)
- [12] Çiçek, E., Fricke, R., Sungur, S., & Eagderi S (2018). Endemic freshwater fishes of Turkey. *FishTaxa*, 3(4), 1-39.
- [13] Birecikligil, S. S., Eagderi, S., Jouladeh-Roudbar, A., & Çiçek, E. (2017). *Alburnoides recepi*, a junior synonym of *Alburnus caeruleus* (Teleostei: Cyprinidae). *Zootaxa*, 4277(1), 129-136. [https://doi: 10.11646/zootaxa.4277.1.10](https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.1.10)
- [14] Karaer, F., & Küçükballı, A. (2006). Monitoring of water quality and assessment of organic pollution load in the Nilüfer stream, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 114(1-3), 391-417. [https://doi: 10.1007/s10661-006-5029-y](https://doi.org/10.1007/s10661-006-5029-y)
- [15] Deveciyan, K. (1915). Türkiye’de balık ve balıkçılık ‘Pêche et pêcheries en Turquie’. İstanbul: Aras Yayıncılık.
- [16] Aydoğdu, A. (2006). Variations in the infections of two monogenean species parasitizing the gills of the crucian carp (*Carassius carassius*), in relation to water temperature over a period of one year in Gölbaşı Dam Lake, Bursa, Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 26(3), 112-118.
- [17] Turan, D., Kottelat, M., Ekmekci, F. G., & Imamoglu, H. O. (2006). A review of *Capoeta tinca*, with descriptions of two new species from Turkey (Teleostei: Cyprinidae). *Revue suisse de Zoologie*, 113(2), 421.
- [18] Aydoğdu, A., Emence, H., & Altunel, F. N. (2008a). Helminth Parasites of Pike (*Esox lucius* L.), In Gölbaşı (Bursa) Dam Lake, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 40(3), 221-224.
- [19] Aydoğdu, A., Emence, H., & İnnal, D. (2008b). Gölbaşı Baraj Gölü (Bursa)’ndeki Eğrez balıkları (*Vimba vimba* L. 1758)’nda görülen helmint parazitler. *Türkiye Parazitolojisi Dergisi* 32(1), 86-90.
- [20] Aydoğdu, A., Selver, M., & Çırak, V. Y. (2008c). Comparison of helminth species and their prevalence in Rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L. 1758) in Gölbaşı Dam Lake and Kocadere Stream in Bursa province of Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 32(5), 389-393.
- [21] Ustaoglu, M. R., Balık, S., Sarı, H. M., Mis, D. Ö., Aygen, C., Özbek, M., & Topkara, E. T. (2008). Uludağ (Bursa) ’daki Buzul Gölleri ve Akarsularında Faunal Bir Çalışma. *Aquatic Sciences* 25(4), 295-299.
- [22] Ministry of Forestry and Water Management. (2016). Türkiye, TR: Nilüfer Çayı Alt Havzasi Su Salitesi Eylem Planı
- [23] Geldiay, R., & Balık, S. (2007). Türkiye Tatlısu Balıkları [Freshwater fishes of Turkey]. İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- [24] Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Cornol, Switzerland: Publications Kottelat.

- [25] Froese, R., & Pauly, D. (2019). Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (12/2019)
- [26] Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Van der Laan, R. (2018). Catalog of fishes: genera, species, references. California Academy of Sciences, San Francisco, CA, USA <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- [27] Marceniuk, A. P., Rotundo, M. M., Caires, R. A., Cordeiro, A. P. B., Wosiacki, W. B., Oliveira, C., & Muniz, M. R.. (2019). The bony fishes (Teleostei) caught by industrial trawlers off the Brazilian North coast, with insights into its conservation. *Neotropical Ichthyology*, 17(2), e180038. [https://doi: 10.1590/1982-0224-20180038](https://doi.org/10.1590/1982-0224-20180038)
- [28] Hart, T.C., & Zandbergen, P.A. (2014) Kernel density estimation and hotspot mapping: Examining the influence of interpolation method, grid cell size, and bandwidth on crime forecasting. *Policing*, 37(2),305-23.
- [29] Freyhof, J., Baycelebi, E., & Geiger, M. (2018). Review of the genus *Cobitis* in the Middle East, with the description of eight new species (Teleostei: Cobitidae). *Zootaxa*, 4535(1), 1. [https://doi: 10.11646/zootaxa.4535.1.1](https://doi.org/10.11646/zootaxa.4535.1.1)
- [30] Perdices, A., Ozeren, C. S., Erkakan, F., & Freyhof, J. (2018). Diversity of spined loaches from Asia Minor in a phylogenetic context (Teleostei: Cobitidae). *PLoS One*, 13(10), e0205678. [https://doi: 10.1371/journal.pone.0205678](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205678)
- [31] Bektas, Y., Turan, D., Aksu, I., Ciftci, Y., Eroglu, O., Kalayci, G., & Belduz, A. O. (2017). Molecular phylogeny of the genus *Capoeta* (Teleostei: Cyprinidae) in Anatolia, Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*, 70, 80-94. [https://doi: 10.1016/j.bse.2016.11.005](https://doi.org/10.1016/j.bse.2016.11.005)
- [32] Özulug, M., & Freyhof, J. (2011). Revision of the genus *Squalius* in Western and Central Anatolia, with description of four new species (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyol. Explor Freshwaters*, 22(2), 107-148.
- [33] Freyhof, J. (2014). *Barbus niluferensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T19021245A19222823.DOI:10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T19021245A19222823.en. Accessed: 20.12.2019.
- [34] Çiçek A, Köse E, Emiroğlu Ö, Tokatlı C, Aksu S, Şahin M (2018). Sarısu Deresi (Eskişehir) Su Kalitesi Arzu. *Research Journal of Biology Sciences* 11(2): 27-29.
- [35] Çınar, Ş., Küçükara, R., Balık, İ., Çubuk, H., Ceylan, M., Erol, K. G., & Bulut, C. (2013). Uluabat (Apolyont) Gölü'ndeki Balık Faunasının Tespiti, Tür Kompozisyonu ve Ticari Avcılığın Türlerle Göre Dağılımı. *Journal of Fisheries Sciences* 7(4), 309-316. [https://doi: 10.3153/jfscm.2013034](https://doi.org/10.3153/jfscm.2013034)



An ecological perspective on climate change scenarios

Serkan ÖZDEMİR ^{*1}, Kürşad ÖZKAN ², Ahmet MERT ²
ORCID: 0000-0000-0000-0000; 0000-0000-0000-0000; 0000-0000-0000-0000

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz MYO, 32950, Sütçüler, Isparta, Türkiye

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta, Türkiye

Abstract

Climate change is expressed as one of the most important problems of the last century. The main reason of the problem is due to fact that the effects of global warming become increasingly apparent. In recent years, many researchers from various disciplines have begun to do considerable studies on this issue. However, many of them were generated in the area of nature science (i.e. forestry, ecology, biology). Because, as stated by many researchers, plant species and wild animals are more easily affected by climate change. Moreover, both plant species and wild animals drift in an adaptation process due to abnormalities in the climate. As a result of this situation the species need to adapt to their habitat to be able to survive. But all species are not able to succeed it easily. That is why, it is important to estimate the potential distribution areas of species current climate and simulated climate change. Climate change simulations make it possible to get accurate results in planning for sustainable of the species. Climate data needs to be used in order to be able to carry out future simulations. This climate data is produced by the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) and used to determine and simulate the potential distribution areas. The IPCC provides climate data for both present and future with the reports issued with certain periods. The mentioned climate data are shared with researchers in the WorldClim database. Various scenarios for the future are presented through continuous updating of these data. When the history of the reports prepared by the IPCC is examined, it is seen that SRES (Special Report on Emissions Scenarios) scenario groups, which are set up under the 4th Evaluation Report between 2007-2013, are used. However, this approach was changed in the 5th Assessment Report submitted in 2013 and the RCP (Representative Concentration Pathways) scenarios were put forward. Within the context of the RCP scenario, four different scenarios have been put forward. Currently, the 6th evaluation report is being prepared. Data from the Shared Socio-Economic Pathways (SSP) scenario groups have been shared recently. In the present study, differences of the scenarios were asserted by informing about SRES, RCP and SSP scenario groups. In addition, information on the ecological evaluation of the data is presented.

Keywords: IPCC, climate change, climate scenarios, global warming, RCP, SRES, SSP

----- * -----

Ekolojik bakış açısı ile iklim değişimi senaryoları

Özet

İklim değişikliği son yüzyılın en önemli sorunlarından birisi olarak ifade edilmektedir. Bu durumun başlıca nedenleri arasında küresel ısınmanın etkilerinin her geçen gün artması gösterilmektedir. Hal böyle olunca, son yıllarda, çeşitli disiplinlerden birçok araştırmacı iklim değişikliği üzerine çalışmalar yapmaya başlamıştır. Bu çalışmalar içerisinde de doğa bilimleri üzerine (ormancılık, ekoloji, biyoloji, vd.) yapılanlar dikkat çekmektedir. Bu durumun sebebi olarak ise bitki türleri ve yaban hayvanlarının iklim değişikliğinden etkilenme noktasında kırılgan bir yapıya sahip olmaları işaret edilmektedir. Şöyle ki, hem bitki türleri hem de yaban hayvanları, iklimdeki anormallikler nedeniyle bir adaptasyon sürecine sürüklenmektedir. Türlerin ise hayatta kalabilmek için, iklim değişikliği neticesinde karşılaşılan koşullara uyum sağlamaları gerekmektedir. Ancak tüm türler bunu kolayca başaramamaktadır. Bu noktada,

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905548076171; Fax.: +902463512901; E-mail: serkanozdemir@isparta.edu.tr

türlerin potansiyel dağılım alanlarını belirlemek ve bu alanları gelecek için simüle etmek önem arz etmektedir. Çünkü bu simülasyonlar türlerin sürdürülebilirliğini planlamada pratik ve etkin sonuçlar almayı mümkün kılmaktadır. Gelecekteki simülasyonları gerçekleştirebilmek için ise iklim verilerinin kullanılması gerekmektedir. İklim verileri hususunda IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) tarafından önemli çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmalar neticesinde geçmiş, günümüz ve gelecek için üretilmiş iklim verileri WorldClim veri tabanında araştırmacılara sunulmaktadır. Bu veriler türlerin potansiyel dağılım alanlarını belirlemek ve simüle etmek için kullanılabilir. IPCC, belirli dönemlerde yayınlanan raporlarla geçmiş, günümüz ve gelecek için iklim verileri sağlamaktadır. Bu veriler söz konusu raporlarda belirli periyotlar ile güncellenmektedir. IPCC tarafından hazırlanan raporların geçmişi incelendiğinde, 2007-2013 yılları arasında 4. Değerlendirme Raporu altında oluşturulan SRES (Emisyon Senaryoları Özel Raporu) senaryo gruplarının kullanıldığı görülmektedir. Ancak bu yaklaşım 2013 yılında sunulan 5. Değerlendirme Raporunda değiştirilmiş ve RCP (Temsilci Konsantrasyon Yolları) senaryoları ortaya konulmuştur. RCP senaryosu kapsamında dört farklı senaryo ortaya konmuş ve çalışmalarda bu senaryoların kullanılmasının gerekliliği ifade edilmiştir. Şu an ise 6. değerlendirme raporu hazırlanmaktadır. Geçtiğimiz günlerde de Ortak Sosyo-Ekonomik Rotalar (SSP) senaryo gruplarına ait veriler paylaşılmıştır. Bu çalışmada, SRES, RCP ve SSP senaryo grupları hakkında bilgi verilerek senaryoların farklılıkları ileri sürülmüştür. Ayrıca, bu senaryolara ait verilerin ekolojik anlamda değerlendirilmesine yönelik bilgiler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: IPCC, iklim değişimi, iklim senaryoları, küresel ısınma, RCP, SRES, SSP

1. Giriş

İklim değişimi son yüz yılın en önemli problemlerinden birisi olarak gösterilmektedir. İklim değişikliğinin başlıca sebebi artan nüfus, sanayileşme faaliyetleri ve gelişen teknoloji süreçleri içerisinde ekolojik odaklı düşünce yapısına gerektiği kadar eğilimin olmaması ya da iklim değişiminin engellenmesine yönelik plan ve programların uygulanması noktasında yetersiz kalınmasıdır. Antropojenik faaliyetlerin hız kazanması iklim de istenmeyen anormalliklerin meydana gelmesine yol açmıştır. Özellikle CO₂ salınımının giderek normal seviyelerin üstüne çıkması sera etkisinin kritik seviyelere gelmesine neden olmuştur (McNutt, 2013).

Sera etkisi, karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), klorflorkarbonlar (CFCs), diazotmonoksit (N₂O) gibi gazların ve su buharının atmosferde birikerek yeryüzünden yansıyan ışınların bir kısmını absorbe etmesi, bunun neticesinde de yeryüzüne yakın kısımlarda sıcaklığın artması şeklinde tanımlanmaktadır (Kirk-Davidoff, 2018; Ollila, 2019). Sıcaklıktaki bu istenmeyen artış, buzulların erimesi, okyanus sularının soğuması, buna bağlı olarak okyanus akıntılarının değişerek hakim rüzgarlar üzerinde etkili olması, akabinde özellikle okyanusa kıyısı olan bölgelerde vejetasyon yapısının değişmesi, ardından mikro iklimler üzerinde değişikliklerin meydana gelmesi ve meydana gelen bu değişimlerin tekrar sera etkisini tetiklemesi şeklinde bir döngüye neden olmaktadır. Bu döngü içerisinde bir de antropojenik baskı eklenince başta bitki türleri olmak üzere canlı türlerinin yayılış karakterlerinde değişikliklerinin olmasını hatta nesillerinin tükenmesini kaçınılmaz bir son haline getirmiştir (Türkeş vd., 2000; Aksay vd., 2005).

İklimde meydana gelen değişimlerin başta insan olmak üzere biyosfer içerisindeki tüm canlı toplumlarını olumsuz etkilemesi ve biyolojik çeşitliliğin kritik seviyeye ulaşması bu hususta birtakım önlemlerin alınmasını zorunlu kılmıştır. Bu amaçla Birleşmiş Milletler (BM)'e bağlı olan Dünya Meteoroloji Organizasyonu (DMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (BMÇP) ortaklığında insan faaliyetlerinden kaynaklanan iklim değişikliğinin muhtemel sonuçlarını değerlendirmek için 1988 yılında Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur. Bu kuruluş yapmış oldukları çalışmalar neticesinde ortaya koyulan raporlar ile iklim değişikliğinin gelecekteki muhtemel sonuçlarını ve alınması gereken tedbirlere yönelik önerileri sunmaktadırlar. Şu ana kadar ilki 1990 yılında olmak üzere, 1995, 2001, 2007 ve 2013 yıllarında olmak üzere beş kez rapor sunulmuştur. 2016 yılında ön çalışmaları başlayan 6. değerlendirme raporunun ise 2022 yılının ikinci yarısında sunulması planlanmaktadır. IPCC'nin raporlarını oluştururken esas aldığı üç temel dayanak noktası bulunmaktadır. Bunlar bilimsel temel, uyum çalışmaları ve önleme tedbirleri olarak ifade edilmektedir. Bu noktada özellikle sahip olduğumuz biyolojik çeşitliliğin muhafaza edilmesi açısından önleme tedbirleri önem arz etmektedir. Bu denli önemi olan tedbirlerin alınabilmesi ve geleceğe yönelik öngörülerin yapılabilmesi için küresel ölçekte oluşturulan senaryolardan ve bu senaryolar temel alınarak oluşturulan modellerden faydalanılmaktadır (Akçakaya vd., 2013; MGM, 2015). Dolayısı ile iklim senaryolarının kavramsal çerçevesinin bilinmesi ve öngörülerin altında yatan temel sebepler ile farklılıkların anlaşılması yapılacak çalışmalar açısından önem arz etmektedir. Buradan hareketle de söz konusu çalışmada senaryoların temel hatlarının ifade edilmesi ve farklı dönemlerde sunulan senaryoların farklılıklarının ortaya koyulması amaçlanmıştır.

2. Küresel İklim Senaryoları

2.1. Emisyon Raporları Özel Senaryoları (SRES: Special Report on Emissions Scenarios)

İklim modeli çalışmalarının en önemli kısmını kullanılan senaryolar oluşturmaktadır. Senaryolar geleceğe yönelik bazı durumları resmetmek için kullanılan hikayeler olarak tanımlanmaktadır (Gregory ve Duran 2001). Farklı

bir açıdan tanımlamak gerekirse de iklim bilimciler tarafından oluşturulan senaryolar günümüzde alınan kararların gelecekteki durumlarını inceleyebilmek için kullanılabilen dokümanlar olarak ifade edilebilir. Bu noktadan hareketle IPCC'nin 2007 yılında yayınlamış olduğu 4. değerlendirme raporu kapsamında ortaya atılan SRES senaryoları birçok çalışma için altlık oluşturmuş ve geleceğe yönelik birtakım kestirimlerde bulunabilmesi için fırsat yaratmıştır. SRES senaryoları dört ana senaryo (A1, A2, B1, B2) ve bunların kendi içlerindeki alt senaryolardan oluşmaktadır. Bu senaryolar ilk olarak 1997 yılında oluşturulmaya başlanmıştır ve yaklaşık üç yıllık bir sürede tamamlanabilmiştir. İlk sonuçlar 2001'de yayınlanmasına rağmen nihai değerlendirmeler ancak 2007 yılındaki 4. değerlendirme raporunda ortaya koyulabilmiştir. Bu senaryoların oluşturulmasında sıralı yaklaşım olarak isimlendirilen bir sistem kullanılmıştır. Şöyle ki; bu sisteme göre, süreç birbirini takip eden fazlar şeklinde ilerlemektedir. Bu yaklaşımda ilk olarak sosyo-ekonomik senaryolar oluşturulmakta, daha sonra sosyo-ekonomik gelişmelere bağlı olarak meydana gelen emisyon salınımları için senaryolar oluşturulmaktadır. Ardından ise emisyon seviyelerine göre, emisyonların neden olacağı ışınımsal zorlamalar hesaplanarak iklim modellerinde kullanılmaktadır (Cayan vd., 2008, Özkan, 2010; Özkan ve Mert, 2010; MGM, 2015). SRES senaryoları kapsamındaki 4 ana emisyon senaryosu incelenecek olursa;

A1 senaryo grubu hızlı bir ekonomik büyümenin olduğu, yüzyılın sonunda teknolojinin hem geliştiği hem de daha etkin kullanıldığı, daha yoğun sosyo-kültürel etkileşimlerin hakim olduğu ve dünya nüfusunun en yüksek seviyesine ulaştığı homojen bir dünya görüşü kabulüne dayanmaktadır. Bu senaryoya göre CO₂ emisyonunun 2000 yılındaki değerine göre (380 ppm) artacağı ve 2080 yılında 800 ppm'e ulaşacağı, buna bağlı olarak da ortalama sıcaklıkta 3 °C'lik bir artış olacağını öngörmektedir. A1 senaryo ailesi kendi içerisinde üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar fosil yakıtların yoğun olarak kullanıldığı bir sisteme vurgu yapan A1F1, fosil yakıtların kullanılmadığı bir sistemi ifade eden A1T1 ve enerji kaynaklarının dengeli bir şekilde kullanıldığı bir yapıyı öngören A1B senaryolarıdır (IPCC, 2007; Bernstein vd., 2008; Özkan, 2010; Özkan ve Mert, 2010).

A2 senaryosuna göre, yerel kimliklerin korunduğu, kişi başına düşen gelirin ve teknolojik gelişmenin daha yavaş olduğu heterojen bir dünya söz konusudur. Nüfus artışının devam ettiği bu öngörü kapsamında 2000 yılında 380 ppm olan CO₂ miktarının 2080 yılında 700 ppm'e yükseleceğine ve sıcaklıkta 2080 yılı itibariyle 2.8 °C'lik bir artışın olacağına yönelik kestirimde bulunmaktadır (IPCC, 2007; Bernstein vd., 2008; Özkan, 2010; Özkan ve Mert, 2010).

B1 senaryosu, SRES senaryoları içerisindeki en iyimser senaryo olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu senaryoya göre ekonomik gelişmelerin artacağı, fakat yüzyılın sonlarına yaklaştıkça ekolojik tedbirlerin ön plana çıkacağı ve kirletici kaynaklara yönelik bir azalmanın vuku bulacağı bir durum öngörülmektedir. En iyimser değerler ile ifade edilen B1 senaryosuna göre CO₂ konsantrasyonunun 2080 yılında, 2000 yılında 380 ppm olan değerine göre nispeten daha az artış göstereceği ve 580 ppm olacağı, sıcaklık değerinin ise yaklaşık 1.8 °C artacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2007; Bernstein vd., 2008; Özkan, 2010; Özkan ve Mert, 2010).

SRES senaryo gruplarının sonuncusu olan B2 senaryosunda, A2 senaryosuna benzer şekilde heterojen bir dünya görüşü öngörülmektedir. A2 senaryosuna oranla daha az artışın olacağı bir nüfus yapısının söz konusu olduğu bu senaryoda ekonomide orta seviyede bir gelişme tahmin edilmektedir. Bunun yanında teknolojik olarak B1 ve A1 senaryolarından daha yavaş bir ilerleme olacağı kestiriminde bulunulmuştur. Ayrıca yine 2000 yılında 380 ppm olan CO₂ miktarının 2080 itibari ile 550 ppm olacağı, sıcaklıkta ise 2.1 °C'lik bir artış olacağı öngörülmektedir (IPCC, 2007; Bernstein vd., 2008; Özkan, 2010; Özkan ve Mert, 2010).

2.2. Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCP: Representative Concentration Pathways)

SRES senaryoları kapsamında geleceğe yönelik farklı kestirimlerde bulunulmuştur. Bu senaryolar IPCC tarafından bahsetmiş olduğumuz periyodik çalışmalar ile revize edilmektedirler. Bahsi geçen senaryo grubu IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporu'nda (2013) ortaya koyulmuştur. Ancak bu iklim değişikliği senaryolarının oluşturulmasında, SRES senaryolarında esas alınan sıralı yaklaşım metodundan farklı bir şekilde paralel değerlendirme metodu kullanılmıştır. Bu yaklaşım ile sunulan yeni konsantrasyon senaryoları Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCP: Representative Concentration Pathways) olarak isimlendirilmiştir. Raporda SRES senaryolarına benzer şekilde ışınımsal zorlama seviyelerine göre 4 farklı senaryo (RCP2.6-RCP4.5-RCP6.0-RCP8.5) ifade edilmiştir (IPCC; 2013; Osipova ve Sangermano, 2016). RCP senaryoları muhtemel konsantrasyon ve sıcaklık artış değerleri itibariyle incelenecek olursa;

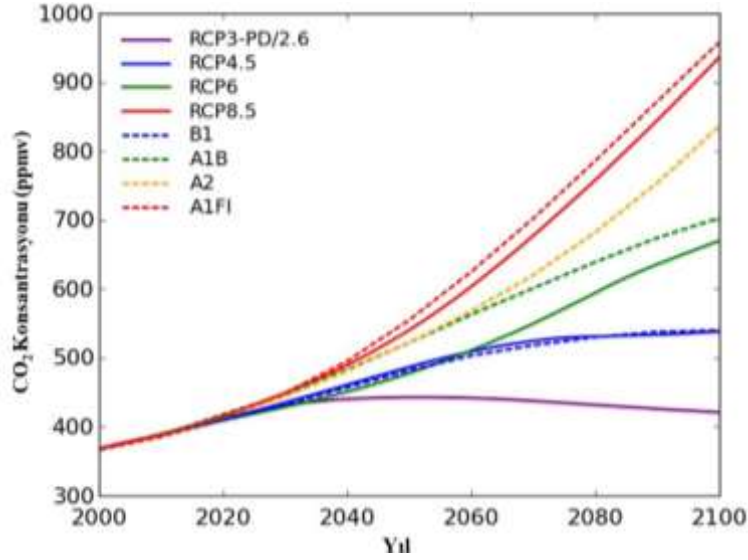
RCP2.6 senaryosu RCP senaryoları içerisindeki en iyimser olanıdır ki, bu senaryoya göre CO₂ miktarının artış göstereceği ve 2050 yılı itibariyle (442 ppm) zirveye ulaşacağı ardından ise ekolojik ve çevre odaklı koruma önlemlerinin ön plana çıktığı bir dünya görüşünün benimsenmesi ile CO₂ miktarının 2050 yılından itibaren azalan trend göstererek yüz yılın sonlarına doğru 421 ppm'e düşeceği tahmin edilmektedir. Bunun yanında yüzyılın sonlarına doğru sıcaklıkta ortalama 1.0 °C'lik (min: 0,3 °C /mak: 1,7 °C) bir artış olacağı öngörülmektedir (Demircan vd., 2014; MGM, 2015; Ayala vd., 2016; Shresta ve Lohpaisankrit, 2016).

RCP4.5 senaryosuna göre gelişen teknoloji ve artan nüfusa bağlı olarak CO₂ miktarındaki artışın yüzyılın sonuna kadar devam edeceği ve 2100 yılında 538 ppm'e ulaşacağı, sıcaklığın ise 1.8 °C'lik (min: 1.1 °C /mak: 2.6 °C) artış göstereceği kestiriminde bulunulmuştur (Demircan vd., 2014; MGM, 2015; Ayala vd., 2016; Shresta ve Lohpaisankrit, 2016).

RCP6.0 senaryosunda da RCP4.5’de olduğu şekilde giderek artan nüfus ve endüstrileşmeye paralel olarak CO₂ miktarının yüzyılın sonuna kadar artacağı, 2100 yılı itibariyle değerin 670 ppm’e ulaşacağı öngörülmüştür. Sıcaklıkta ise 2.2 °C’lik (min: 1.4 °C /mak: 3.1 °C) artış göstereceği tahmin edilmektedir (Demircan vd., 2014; MGM, 2015; Ayala vd., 2016; Shresta ve Lohpaisankrit, 2016).

RCP8.5 senaryosuna göre de nüfusun giderek artacağı, gelişen teknoloji ile beraber endüstrileşme faaliyetlerinin nispeten daha fazla olacağı, tüm bunların neticesinde de, meydana gelen ciddi artışla beraber CO₂ miktarının 2100 yılı itibariyle 936 ppm’e kadar ulaşacağı sıcaklığın ise yaklaşık 3.7 °C’lik (min: 2.6 °C /mak: 4.8 °C) bir artış göstereceği öngörülmektedir (Demircan vd., 2014; MGM, 2015; Ayala vd., 2016; Shresta ve Lohpaisankrit, 2016).

Görüldüğü üzere yeni oluşturulan RCP senaryoları ile SRES senaryoları arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. SRES ve RCP senaryolarının atmosferik karbondioksit (CO₂) konsantrasyonları (IPCC, 2014)

İklim senaryoları (SRES–RCP) itibariyle ifade edilen farklılıklar hem senaryoların oluşturulmasındaki metodolojide hem de genel görüştedir. Örneğin 4. değerlendirme raporunda “iklim değişimi muhtemelen vardır” şeklinde bir görüş söz konusu olmuştur. Ancak 5. değerlendirme raporunda ise değişiklik yapılarak “iklim değişimi kesinlikle vardır ve insan kaynaklıdır” şeklinde bir ifadeye yer verilmiştir. Basit bir şekilde düşünüldüğünde bile bu ifadeler arasındaki farktan iklim değişikliğinin etkilerinin nedenli artmakta olduğu ortaya çıkmaktadır (IPCC, 2013).

2.3. Ortak Sosyo-Ekonomik Rotalar (SSPs: The Shared Socio-Economic Pathways)

SSP senaryo grupları IPCC tarafından hazırlanan 6. Değerlendirme raporu kapsamında hazırlanmaktadır ve 21. yüzyıl senaryoları olarak ifade edilmektedir. Raporun sonuç raporunun 2022 yılının ikinci yarısında yayınlanacağı öngörülmektedir (O’Neill vd., 2016; Carbonbrief, 2018).

Yeni senaryo grubu içerisinde dünyanın alabileceği beş farklı yol sunulmaktadır. RCP senaryo grubunun hazırlanması aşamasında, bir grup senaryoların oluşturulması sürecinde ışınımsal zorlama seviyelerini dikkate alarak çalışmaları yürütülmüştür. İkinci bir grup ise sosyo-ekonomik olarak nasıl değişimlerin olabileceğini modellemeye çalışmaktadır. Bahsi geçen sosyo-ekonomik parametreler nüfus, ekonomik büyüme, eğitim, kentleşme ve teknolojik gelişme oranlarını kapsamaktadır. SSP senaryoları ise sosyo-ekonomik modellerle RCP senaryolarının hedeflerini birleştirerek iklim değişikliğine yönelik olarak dünyanın gelişebileceği beş farklı yol sunmaktadır. Esasında başlangıçta bu iki modelleme süreci tamamlayıcı olarak tasarlanmıştır. Şöyle ki, RCP senaryoları sera gazı konsantrasyonları için ve yüzyılın sonunda ulaşılabilir ısınma miktarının etkin bir şekilde kestirilebilmesi için rotalar oluşturmaktadır. Sosyo-ekonomik senaryolar ise emisyonlardaki azalma hedeflerine ulaşıp ulaşamayacağı noktada kestirimler sunmaktadır (O’Neill vd., 2016; Carbonbrief, 2018).

SSP senaryoları farklı temel dünyalar öngörüsü ile beş farklı temel yaklaşım sunmaktadır. Bu temel yaklaşımlar 6 farklı küresel iklim modeline ait olarak (AIM-CGE, GCAM, IMAGE, MESSAGE-GLOBIOM, REMIND-Magpie ve WITCH-GLOBIOM) ışınımsal zorlama değerlerine göre alternatif alt gruplara ayrılmaktadır (IIASA, 2020; WorldClim, 2020).

Senaryo grupları ifade edilen temel yaklaşımlar itibariyle incelenecek olursa; SSP1 sürdürülebilir odaklı büyüme ve eşitlik dünyası, SSP2 trendlerin tarihsel örüntülerini büyük ölçüde takip ettiği yolun ortasında bir dünya,

SSP3 parçalanmış ve yeniden dirilen milliyetçilik dünyası, SSP4 sürekli artan eşitsizliğin olduğu bir dünya, SSP5 ise ekonomik çıktı ve enerji kullanımında hızlı ve kısıtlamasız büyümenin olduğu bir dünya olarak ifade edilmektedir. Aşağıda bu senaryo gruplarına ait bilgilere daha detaylı olarak yer verilmiştir.

SSP1: Sürdürülebilirlik – Yeşil Yolun İzlenmesi (Azaltma ve Adaptasyon İçin Düşük Derecede Zorluklar)

Bu senaryoya göre dünya çevresel unsurlara saygı duyan giderek daha sürdürülebilir bir yaklaşımı esas olan bir yola doğru kaymaktadır. Küresel ölçekte halkın yönetimi yavaş yavaş gelişmekte, ekonomik büyümeye verilen önemden insan refahına verilen öneme geçiş olmaktadır. Dünya çapında (ülkeler içi ve ülkeler arası) eşitsizlik azalmaktadır. Tüketimde enerji ve kaynak kullanımı giderek azalmaktadır (O'Neill vd., 2016; Carbonbrief, 2018).

SSP2: Yolun Ortası (Etkilerin Azaltılması ve Adaptasyon için Orta Derecede Zorluklar)

Dünya sosyal, ekonomik ve teknolojik eğilimlerin tarihsel örüntülerini takip eden bir yol izlemektedir. Kalkınma ve gelir artışı eşitsiz bir şekilde ilerlemektedir. Bazı ülkeler nispeten daha iyi düzeyde ilerleme kaydederken, diğerleri beklentilerin altında kalmaktadır. Ulusal ve uluslararası kurumlar sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için çalışmaktadırlar ancak süreç yavaş ilerlemektedir. Bazı iyileştirmeler olmasına, kaynak ve enerji kullanımının yoğunluğunun azalmasına rağmen, ekolojik sistemler bozulma yaşamaktadır. Küresel nüfus artışı ılımlı bir şekilde ilerlemektedir ve yüzyılın ikinci yarısında azalmaktadır. Gelir eşitsizliği devam etmekte veya yavaş ilerlemektedir. Toplumsal ve çevresel değişikliklere karşı kırılganlığı azaltmaya yönelik zorluklar devam etmektedir (O'Neill vd., 2016; Carbonbrief, 2018).

SSP3: Bölgesel Rekabet – Kayalık Bir Yol (Azaltma ve Adaptasyon İçin Yüksek Derecede Zorluklar)

Bu senaryoya göre yeniden dirilen bir milliyetçilik, rekabetçilik anlayışı hüküm sürmektedir. Güvenlikle ilgili endişeler ve bölgesel çatışmalar, ülkeleri giderek daha çok iç ve dış meselelere odaklanmaya zorlamaktadır. Politikalar zaman içinde giderek daha fazla ulusal ve bölgesel güvenlik sorunlarına yönelmektedir. Ülkeler daha fazla gelişme için enerji ve gıda güvenliği elde etme hedeflerine ulaşmaya odaklanmaktadırlar. Eğitim ve teknolojik gelişim yatırımları giderek azalmaktadır. Ekonomik gelişme yavaş ilerlemekte, tüketim hammadde yoğun olarak gerçekleşmekte, eşitsizlikler devam etmekte hatta artmaktadır. Nüfus artışı sanayileşmiş ülkelerde düşük, gelişmekte olan ülkelerde yüksektir. Ekolojik yaklaşıma uluslararası bakış açısı azalan eğilim göstermekte, bu durum bazı bölgelerde ekolojik bozulmalara neden olmaktadır (O'Neill vd., 2016; Carbonbrief, 2018).

SSP4: Eşitsizlik – Bölünmüş Bir Yol (Azaltmada Düşük Zorluklar, Adaptasyonda Yüksek Derecede Zorluklar)

Beşeri sermayeye[†] olan yatırımlardaki eşitsizliklerin ekonomik fırsat ve siyasi iktidardaki artan eşitsizliklerle birleşmesi neticesinde ülke içinde ve dışında tabakalaşmanın artmasına neden olmaktadır. Zamanla küresel ekonominin bilgi ve sermaye yoğun sektörlerine katkıda bulunan toplumlar ile emek yoğun ve düşük teknoloji ile çalışan az gelirli, düşük eğitimli toplumlar arasındaki fark büyümektedir. Sosyal uyum[‡] azalmakta, toplumdaki çatışma ve huzursuzluk giderek yaygınlaşmaktadır. Teknolojiye olan yatırımlar artma eğilimindedir. Bununla beraber hem kömür ve petrol gibi karbon yoğun yakıtlara hem de düşük karbonlu enerji kaynaklarına olan yatırımlar desteklenmektedir. Çevresel politikaları ise orta ve yüksek gelirli alanlardaki yerel konulara odaklanmaktadır (O'Neill vd., 2016; Carbonbrief, 2018).

SSP5: Fosil Yakıtlı Kalkınma – Otoyolun Alınması (Etki Azaltmada Yüksek Seviyede Zorluklar, Adaptasyonda Düşük Seviyede Zorluklar)

Bu senaryoda ifade edilen dünyada, sürdürülebilir kalkınma yolu olarak hızlı teknolojik ilerleme, beşeri sermayenin geliştirilmesi için rekabetçi pazarlama, yenilikçi yaklaşıma ve katılımcı toplumlara artan inanç öngörülmektedir. Küresel pazarlar giderek birleşmektedir. Sosyal sermayeyi artırmak için sağlık ve eğitim alanlarında önemli yatırımlar söz konusudur. Aynı zamanda ekonomik ve sosyal kalkınma baskısı fosil yakıt kaynaklarının

[†] Bireylerin kişisel gelişimleri için kendilerine yapmış oldukları yatırımdır. Başka bir ifadeyle kişilerin eğitim, tecrübe ve yetenekleriyle kazanmış oldukları bilgi ve deneyim birikimi olarak da tanımlanmaktadır.

[‡] Sosyal uyum ifadesi ile toplumdaki bireylerin o topluluğa bağlılığı ve kendi aralarındaki uyumu anlatılmak istenmektedir.

kullanılması ve dünya çapında enerji yoğun yaşam tarzlarının benimsenmesi ile birleşmiştir. Tüm bu faktörler küresel ekonominin hızlı büyümesine yol açarken, küresel nüfus 21. yüzyılda zirveye ulaşmakta ve azalmaya başlamaktadır. Hava kirliliği gibi yerel çevre sorunları başarıyla yönetilmektedir. Sosyal ve ekolojik sistemlerin etkin bir şekilde yönetileceğine yönelik inanç hakimdir (O'Neill vd., 2016; Carbonbrief, 2018).

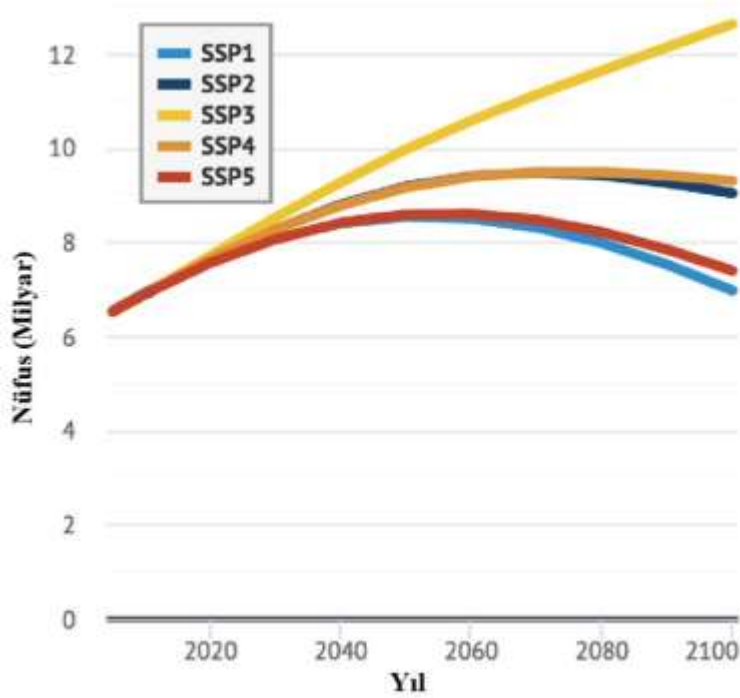
Yukarıda ifade edilen senaryolar geleceğe yönelik alternatif yolları ifade etmektedirler. Bu senaryolar içerisinde SSP1 ve SSP5 senaryoları eğitim ve sağlık için önemli yatırımlar, hızlı ekonomik büyüme ve iyi işleyen kurumları öngörmektedir. Birbirlerinden farklı oldukları noktalar açısından bakıldığında ise SSP1'de sürdürülebilir uygulamalara doğru bir geçiş söz konusu iken, SSP5 enerji yoğun, fosil yakıt bazlı bir ekonomi tarafından yönetileceğini varsaymaktadır. SSP3 ve SSP4 senaryoları fakir ülkelerdeki eğitim ve sağlık alanlarında yapılan yetersiz yatırımlar, hızla artan nüfus ve eşitsizlikler gibi öngörüler ile gelecekte ekonomik ve sosyal gelişmeler bakımından daha kötümser bir yapı tezahür etmektedir. SSP2 ise "yolun ortası" senaryosunu temsil etmekte ve 21. yüzyıl boyunca tarihsel gelişim örüntülerinin devam edeceğini öngörmektedir.

İfade edilen bu değerlendirmeler bakımından SSP senaryolarının IPCC'nin üçüncü ve dördüncü değerlendirme raporlarında sunulan SRES senaryoları ile benzerlik taşıdığı görülmektedir. Örneğin sürdürülebilir odaklı olan SSP1 ve SRES B1 oldukça benzerken, SSP2 ile SRES B2 benzer özellik göstermektedir. Küresel ölçekte parçalanmış bir yapı öngören SSP3, SRES A2 ile benzer özellik gösterirken, yüksek fosil yakıt bağımlılığı kestiriminde bulunan SSP5 ile SRES A1F1 ortak özellikler taşımaktadır. Ancak SSP senaryolarında CO₂ salınım değerleri açısından azaltma (mitigation) SRES senaryolarından farklı olarak düşünülmektedir. Her SSP'nin geleceği öngören temel bir senaryosu vardır ve SSP'ler daha sonra çeşitli emisyon azaltma hedefleriyle birleştirilebilir niteliktedir.

2.3.1. SSP senaryoları nüfus öngörülleri

SSP'ler arasındaki temel farklılıklar, küresel nüfus artışı, eğitime erişim, kentleşme, ekonomik büyüme, kaynakların kullanılabilirliği, teknoloji gelişmeleri ve yaşam tarzı değişiklikleri gibi parametrelere yönelik varsayımlardan kaynaklanmaktadır.

Aşağıda yer alan şekilde beş farklı temel SSP senaryosu için öngörülen küresel nüfus projeksiyonları gösterilmektedir.



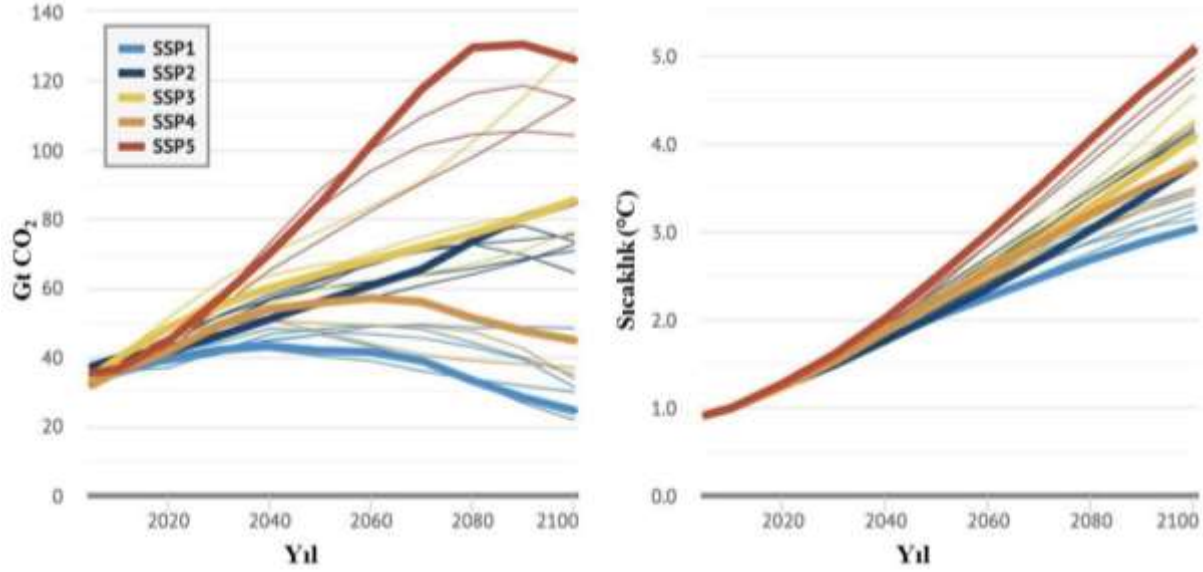
Şekil 2. SSP senaryolarına ait küresel nüfus öngörülleri (Carbonbrief, 2018)

Nüfus seviyeleri SSP1 ve SSP5 senaryolarında en iyimser olarak öngörülmektedir. Şöyle ki, 2050 ve 2060 arasında 8.5 milyarla nüfus zirveye ulaşıyor ve 2100 yılına kadar giderek azalarak 7 milyar seviyesine düşüyor. SSP2 SSP4 senaryolarında nüfus 2070-2080 arasında 9.5 milyar civarına ulaşıyor. SSP3 senaryosuna göre ise nüfus artışı yüzyıl sonuna kadar artarak devam ediyor ve 12.6 milyar seviyesine ulaşıyor.

2.3.2. SSP senaryoları emisyon ve sıcaklık öngörülleri

SSP senaryoları kapsamında sera gazı emisyonlarının kestirimi için daha önce ifade edilen altı farklı entegre değerlendirme modeli (IAM) kullanılmıştır. Bu modeller nüfusun ekonomik büyümenin ve enerji kullanımının iklimi nasıl etkilediğini simüle etmektedir. Ayrıca sosyo-ekonomik faktörlere bağlı olarak gelecekte sera gazı emisyonlarının nasıl değişebileceğine ve enerji azaltma hedeflerine ulaşmak için enerji kullanımı, üretim ve ekonomik faaliyetlerin nasıl değişebileceğine dair senaryolar üretmektedirler (O'Neill vd., 2016; Carbonbrief, 2018).

Aşağıda yer alan şekillerde her SSP'nin temel senaryosu için öngörülen emisyon ve sıcaklık değerleri yer almaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. SSP senaryolarına ait emisyon ve sıcaklık öngörülmesi (Carbonbrief, 2018)

CO₂ emisyon değerleri açısından SSP senaryoları arasında önemli ölçüde farklar bulunmaktadır. Örneğin sürdürülebilir odaklı olan SSP1'de emisyon değerleri 2040 ve 2060 arasında zirve yapmaktadır. Herhangi bir iklim politikası yürütülmediği koşulda bile 2100 yılına kadar yaklaşık 22 ile 48 gigaton(Gt)[§] CO₂'ye düşüyor. Sıcaklık artışı bakımından da 2100 yılı itibarıyla 3-3.5 °C'lik sıcaklık artışı öngörülmektedir (Şekil 3).

SSP2'de ise emisyonlar yüzyılın sonuna kadar artmaya devam ediyor. Yüzyılın sonlarına doğru 65 Gt CO₂ ile 85 Gt CO₂ arasında bir artış öngörülmektedir. Sıcaklıkta ise 3.8-4.2 °C artış olacağı varsayılmaktadır (Şekil 3).

Bölgesel rekabet temalı senaryo olan SSP3'te 2100 yılına kadar 76-86 Gt CO₂'ye ulaşan emisyon değerleri öngörülmektedir. Sıcaklık değerlerinin açısından ise 2100 yılı itibarıyla 3.9-4.6 °C'lik bir artış olacağı düşünülmektedir (Şekil 3).

Bir diğer senaryo olan SSP4 için emisyonlar nispeten düşük olarak gözlemlenmektedir. SSP4 emisyonları 2100 itibarıyla 34-45 Gt CO₂ arasında değişmekte, sıcaklık artışı ise 3.5-3.8 °C olarak öngörülmektedir (Şekil 3).

Son olarak yüksek büyüme oranına sahip bir dünya betimleyen SSP5 senaryosuna göre 2100'de 104-126 Gt CO₂ arasında değişen emisyon değerleri ve 4.7-5.1 °C sıcaklık artışı öngörülmektedir (Şekil 3).

2.3. İklim Senaryolarının Geleceği

İklim senaryolarının son olarak 2013 yılında sunulmasının hemen ardından sonraki çalışmaların sürecinin nasıl işleyeceği ve raporda neler sunulacağı merak konusu olmaya başladı. Ancak çok kısa sürmedi ve IPCC tarafından bir sonraki rapora ilişkin bir takvim ve işleyiş şeması yayınlandı. Taslağın hazırlandığı ve sunulduğu toplandı 1-5 Mayıs 2017 tarihlerin de Etiyopya'da gerçekleştirildi. Eylül ayında ise toplantı da sunulan taslağın onaylandığı ilan edildi (IPCC, 2013; IPCC-Calendar, 2019). Taslakta ortaya koyulan bilgilere göre 6. değerlendirme raporu (AR6) kapsamında 3 özel rapor sunulması planlanmaktadır. Bu raporların konu başlıkları ise şu şekilde ifade edilmiştir.

[§] 1ppm CO₂ = .7.77 Gt CO₂

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)'ya göre 2019 yılı mayıs ayı için atmosferdeki ppm değeri 2018 yılına göre 3.5 ppm artarak 411.2 ppm değerine ulaşmıştır. SSP senaryoları için öngörülen değerler günümüz emisyon değerinden (411.2 ppm) artış veya azalış miktarlarını ifade etmektedir.

- İklim değişikliği
- Okyanuslar ve kriyosferler
- Çölleşme ve arazi bozulması
- Sürdürülebilir arazi yönetimi
- Gıda güvenliği
- Karasal ekosistemlerin üzerindeki sera gazı akışları

Ortaya koyulacak raporda ifade edilen bu temel altlıklar esas alınarak iklim değişikliğine ait çerçevenin oluşturulacağı belirtilmiştir. AR6 raporuna ilişkin verilen takvimde ilk olarak Ekim 2018’de 1.5 °C’ lik küresel ısınma öngörüsüne dayanan bir ara rapor yayınlanmıştır. 1.5 °C Küresel Isınma Özel Raporu hükümetler tarafından Güney Kore’de onaylanmıştır. Rapor genel hatları itibariyle incelendiğinde şu maddelerin öne çıktığı görülmektedir (IPCC, 2019).

- İnsan etkisi neticesinde sanayi dönemi öncesine göre 1.0 °C’ lik bir ısınma meydana gelmiştir.
- Sera gazı emisyonları bu trend ile devam ederse 2030 – 2050 yılları arasında küresel ısınma değeri 1.5 °C’ yi geçecektir.
- 1.5 °C değeri sürdürülebilir kalkınama açısından kritik bir sınırdır.
- Bu sınırı geçmemek adına küresel emisyonları 2030 yılında 2100 yılına göre %45 azaltmak ve 2050 yılında sıfır emisyon değerine ulaşmak gerekmektedir.
- Hali hazırda Paris Antlaşması nezdinde verilen taahhütler, küresel ısınmayı 1.5 °C’ de sınırlandırmaya yetmemektedir.

Daha sonraki kısımda RCP ve SSP senaryoları ile uygulanmaya başlanan paralel yaklaşım yöntemi kapsamında farklı gruplar ile gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları ortaya koyulacağı beklenmektedir. Bu noktada raporda çalışmaların üç farklı grup ile yürütüleceği ifade edilmiştir. İlk olarak Nisan 2021’de temel fizik bilimi kapsamında katkılarının sunulduğu bir rapor yayınlanacaktır. Ardından Haziran 2021’ de iklim değişikliğinin etkilerinin hafifletilmesine yönelik çalışmaların yer aldığı rapor sunulacaktır. Son olarak ise Ekim 2021’de iklime dayalı etki, adaptasyon ve hassasiyet süreçlerini kapsayan üçüncü rapor yayınlanacaktır. Son olarak ise Nisan 2022’ de sentez raporunun sunulacağı belirtilmiştir. Nihai rapor yayınlandıktan sonra sonuçların yaygınlaştırılması için, farklı bölgeler de konferans, çalıştay, toplantı ve sosyal programların yapılması da planlanmaktadır.

3. İklim Verilerinin Temini

Daha önce iklim öngörülerini esas alan birçok senaryodan bahsedilmiştir. Bu senaryolar itibariyle gerçekleştirilmiş çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde de büyük kısmında www.worldclim.org adresinde ücretsiz bir şekilde araştırmacıların kullanımına sunulan verilerden faydalandığı görülmektedir. Şu an itibariyle veri tabanının da Versiyon 2.1 yer almaktadır ve internet sitesinde güncellemeler devam etmektedir. Versiyon 2.1 içerisinde geçmiş, günümüz ve gelecek için veriler yer almaktadır. Veri tabanında günümüze ait olarak dört farklı mekânsal çözünürlükte (10 arc dakika, 5 arc dakika, 2,5 arc dakika ve 30 arc saniye) minimum sıcaklık, maksimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, yağış, solar radyasyon, rüzgar hızı, su buharı basıncı ve 19 adet bioiklim (Çizelge 1) verisi bulunmaktadır (Fick ve Hijmans, 2017; WorldClim, 2020).

Çizelge 1. Bioiklim değişkenlerinin açıklamaları ve kodları

Değişkenin açıklaması	Değişkenin kodu
Yıllık ortalama sıcaklık	BIO1
Gündüz sınıf ortalaması	BIO2
Eş ısı	BIO3
Mevsimsel sıcaklık	BIO4
En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı	BIO5
En soğuk ayın en düşük sıcaklığı	BIO6
Yıllık sıcaklık	BIO7
En nemli üç ayın ortalama sıcaklığı	BIO8
En kurak üç ayın ortalama sıcaklığı	BIO9
En sıcak üç ayın ortalama sıcaklığı	BIO10
En soğuk üç ayın ortalama sıcaklığı	BIO11
Yıllık yağış	BIO12
En nemli ayın yağışı	BIO13
En kurak ayın yağışı	BIO14
Mevsimsel yağış	BIO15
En nemli üç ayın yağışı	BIO16
En kurak üç ayın yağışı	BIO17
En sıcak üç ayın yağışı	BIO18
En soğuk üç ayın yağışı	BIO19

Günümüze ait verilerin dışında 1960-2018 yılları arasına ait 10 yıllık periyotlar şeklinde aylık minimum sıcaklık, maksimum sıcaklık ve yağış verileri yer almaktadır. Geleceğe ait olarak ise üç farklı mekânsal çözünürlükte veriler yer almaktadır. 30 arc saniye çözünürlüklü verinin yakın zamanda ekleneceği veri tabanında ifade edilmektedir. Ayrıca gelecek verileri önceki versiyondan (Versiyon 2.0) farklı olarak** 20 yıllık periyotlar için 4 farklı zaman diliminde (2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, 2081-20100) sunulmaktadır. Her bir zaman aralığı için ise 9 farklı gruba ait küresel iklim modeline ait veri yer almaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. WorldClim veri tabanında gelecek için sunulan verilerin dahil olduğu küresel iklim modelleri (WorldClim, 2020)

BCC-CSM2-MR	Beijing Climate Center Climate System Model Version 2 Mixed Resolution
CNRM-CM6-1	Centre National de Recherches Météorologiques- Coupled Model Intercomparison Project
CNRM-ESM2-1	Centre National de Recherches Météorologiques-Earth System Model
CanESM5	The Canadian Earth System Model version 5
GFDL-ESM4	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory-Earth System Model
IPSL-CM6A-LR	Institut Pierre-Simon Laplace-Coupled Model Intercomparison Project-Low Resolution
MIROC-ES2L	Model for Interdisciplinary Research on Climate-Earth System Version 2 Long-Term Simulations
MIROC6	Model for Interdisciplinary Research on Climate Phase 6
MRI-ESM2-0	Meteorological Research Institute Earth System Model Version 2.0

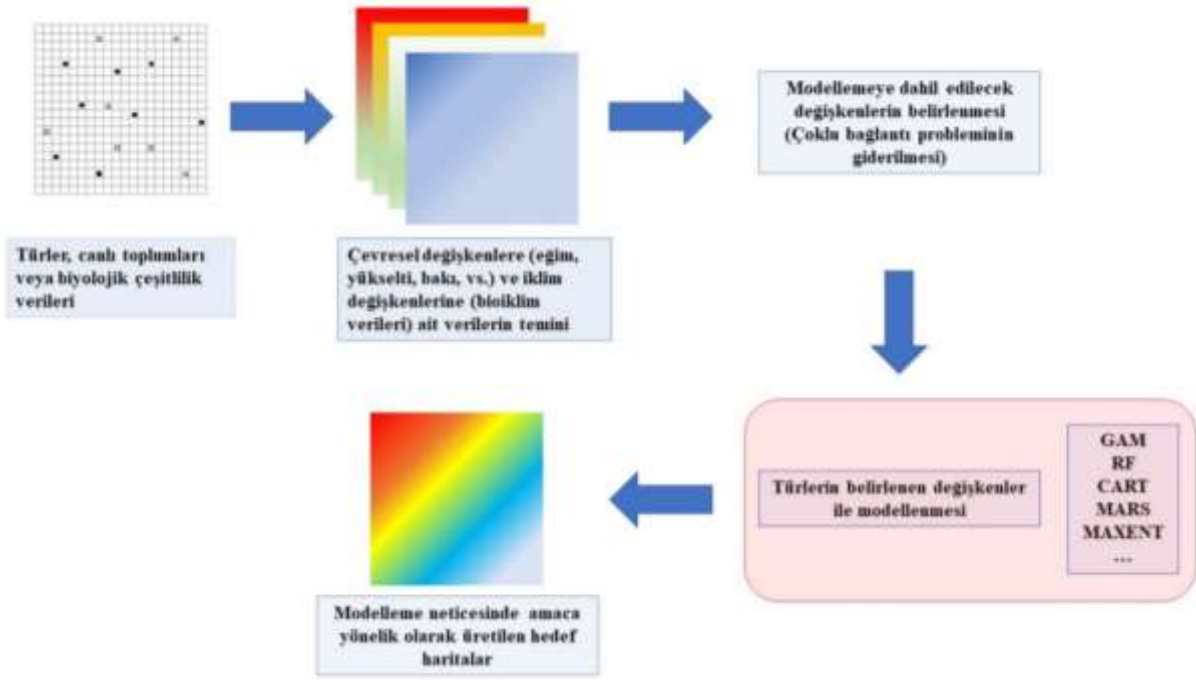
4. Ekolojik Açından İklim Değişimi Senaryoları

Doğal ekosistemlerdeki canlılık faaliyetlerinin devamı noktasında iklim koşullarının önemi herkes tarafından bilinmektedir (Özdemir, 2018). Çünkü iklimde meydana gelen değişimlerden insanların modern teknoloji imkanlarına sahip olmasına rağmen olumsuz bir şekilde etkilenmesi birçok şeyin farkına varabilmek adına temsil niteliğindedir. Özellikle son zamanlarda meydana gelen ve iklimsel anormalliklerin çıktıklarından birisi olarak ifade edilen Irma, Harvey ve Maria kasırgaları iklimsel olayların verebileceği zararlar noktasında fikir sahibi olunmasını sağlamıştır. Sadece bu üç kasırganın birçok can kaybı ve 200 milyar dolardan fazla maddi zarara neden olduğu belirtilmektedir (Independent, 2020; NYT, 2020). Bununla beraber son yıllarda zoonoz hastalıkların arttığı ve bunun başlıca nedenleri arasında iklim değişikliğinin olduğu da belirtilmektedir. İklimsel anormalliklerin etkileri her zaman bu kadar yıkıcı ve kısa süreli olmasa da uzun vade de daha çarpıcı sonuçlarının olabileceği düşünülmektedir (Talu, 2015). Öyle ki bu düşüncelerden ötürü iklim değişikliği konusunda paradigma noktasında farklı görüşler ortaya atılmaktadır. Bu noktada son yıllarda iklim değişikliği ifadesinin yerine “iklim krizi” kavramının kullanılması gündeme gelmektedir (Aron, 2019; Rinnan and Lawler, 2019).

Daha önce ifade edildiği gibi insanoğlunun sahip olduğu imkan ve kaynaklara rağmen çaresiz kaldığı durumlar söz konusu iken doğada yaşayan canlılar noktasında da geri dönüşümü olmayan olumsuzlukların yaşanması muhtemel olmaktadır. Özellikle canlı toplumlarının iklim değişimine adapte olamayıp nesillerinin tükenmesi durumu bunun en belirgin örneği olarak gösterilmektedir. Bu sebeptendir ki, ekoloji, biyoloji, ormancılık gibi canlı toplumlarının incelendiği bilim dalları içerisinde iklim değişikliğine yönelik çalışmaların yapılması kaçınılmaz bir gereksinim olmuştur. Daha spesifik anlamda ifade edilecek olunursa, sadece türlerin değil aynı zamanda canlı toplumlarının ve biyolojik çeşitliliğinin gelecekteki potansiyel dağılımlarının bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Bu süreç neticesinde elde edilen haritalar ile hem hedef türlerin devamlılığının sağlanması hem de biyolojik çeşitliliğin ekosistem tabanlı planlamalara entegre olabilmesi mümkün olacaktır (Özkan, 2014; Gao vd., 2016, Macfadyen vd., 2016; Özkan, 2016; Mert ve Kıraç, 2017; Özdemir vd., 2017). Ekolojik anlamda sürecin nasıl işleyeceğini temsil eden bir şekil aşağıda verilmiştir.

Yukarıdaki şekilde yer alan metodoloji doğa bilimleri içerisinde farklı disiplinlerde türlerin korunması, planlanması, sürdürülebilir kullanımı gibi amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Bu çalışmalar içerisinde özellikle iklimsel parametreler kullanılarak canlı toplumlarının gelecekteki muhtemel durumlarına yönelik kestirimlerin yapıldığı çalışmalar önem arz etmektedir. Çünkü hedef türlerde, canlı toplumlarında veya biyolojik çeşitlilikte meydana gelebilecek olası değişikliklere yönelik kestirimlerin yapıldığı çalışmalardan elde edilen çıktılar, uygulamada sağlamış olduğu pratik ve etkili yaklaşım ile gerek türlerin korunması gerek ise sürdürülebilir faydalanma noktasında göz ardı edilemez bir konumdadır. Keza, son yıllarda iklimin hızlı bir şekilde değişmesine bağlı olarak önemi artan “sürdürülebilirlik” ve “ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama” gibi yaklaşımların hedefe ulaşabilmesinin yolu bahsi geçen çalışmaların doğru metodolojiler kullanılarak yapılmasını gerektirmektedir. Dolayısı ile bu doğrultuda yapılacak olan çalışmalar özellikle Türkiye gibi endemik ve nadir tür çeşitliliğinin fazla olduğu yerlerde vazgeçilmez birer araç olarak görülmektedir.

** İklim verileri Versiyon 2.0 kapsamında 2050 ve 2070 olmak üzere iki farklı zamana ait olarak sunulmaktaydı.



Şekil 5. Ekolojik modelleme sürecinin işleyişi

Teşekkür

Bu çalışma 2017 yılında Trabzon'da gerçekleştirilen Uluslararası Ormanlık ve Çevre Sempozyumu'nda (International Forestry & Environment Symposium) sözlü bildiri olarak sunulan çalışmadan üretilmiştir.

Kaynaklar

- [1] Akçakaya, A., Eskioğlu, O., Atay, H. & Demir, Ö. (2013). Yeni Senaryolarla Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları. MGM, Ankara.
- [2] Aksay, C.S., Ketenoğlu, O. & Kurt, L. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1(25), 29-42.
- [3] Aron, A.R. (2019). The climate crisis needs attention from cognitive scientists. Trends in cognitive sciences, 23(11), 903-906.
- [4] Ayala, L. M., van Eupen, M., Zhang, G., Pérez-Soba, M., Martorano, L. G., Lisboa, L. S. & Beltrao, N. E. (2016). Impact of agricultural expansion on water footprint in the Amazon under climate change scenarios. Science of the Total Environment, 569, 1159-1173.
- [5] Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., Chen, Z., Christ, R. & Riahi, K. (2008). IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. IPCC.
- [6] Carbonbrief. (2018). CMIP6: the next generation of climate models explained. <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained>, Erişim: 14.03.2020.
- [7] Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Gürkan, H., Tuvan, A. & Akçakaya, A. (2014). Türkiyede Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [8] Fick, S.E. & Hijmans, R.J. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 37 (12): 4302-4315.
- [9] Gao, Q., Guo, Y., Xu, H., Ganjurjav, H., Li, Y., Wan, Y., Qin, X., Ma, X. & Liu, S. (2016). Climate Change And Its Impacts On Vegetation Distribution And Net Primary Productivity of the Alpine Ecosystem in the Qinghai-Tibetan Plateau, Science of the Total Environment, 554, 34-41.
- [10] Gregory, W. L., & Duran, A. (2001). Scenarios and acceptance of forecasts. In Principles of forecasting (pp. 519-540). Springer, Boston, MA.
- [11] IIASA. (2020). International Institute for Applied Systems Analysis, IAM Scenarios. <https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=40>, Erişim: 15.03.2020.
- [12] Independent. (2020). Hurricanes Harvey, Irma and Maria pushed natural catastrophe insurance costs to record high last year, study shows. England, <https://www.independent.co.uk>, Erişim: 14.03.2020.

- [13] PCC. (2007). Mitigation of Climate Change, Summary for Policymakers, 10(5.4).
- [14] IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- [15] IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- [16] IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. In Press.
- [17] IPCC-Calendar. (2019). The Intergovernmental Panel on Climate Change Schedule, <https://www.ipcc.ch/calendar/> Erişim: 13.03.2020.
- [18] Kirk-Davidoff, D. (2018). The Greenhouse Effect, Aerosols, and Climate Change. In Green Chemistry, Elsevier, pp. 211-234.
- [19] Macfadyen, S., McDonald, G. & Hill, M. P. (2016). From Species Distributions to Climate Change Adaptation: Knowledge Gaps in Managing invertebrate Pests in Broad-Acre Grain Crops. Agriculture, Ecosystems & Environment. 208-219.
- [20] Mert, A. & Kıraç, A. (2017). Isparta-Sütçüler Yöresinde *Anatololacerta danfordi* (Günter, 1876)'nin Habitat Uygunluk Haritalaması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1(1), 16-22.
- [21] Mert, A., Özkan, K., Şentürk, Ö. & Negiz, M.G. (2016). Changing the potential distribution of Turkey Oak (*Quercus cerris* L.) under climate change in Turkey. Polish Journal of Environmental Studies, 25(4), 1633-1638.
- [22] MGM. (2015). Yeni Senaryolar ile Türkiye için İklim Değişikliği Projeksiyonları, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [23] NYT. (2020). 2017 Set a Record for Losses From Natural Disasters, <https://www.nytimes.com/2018/01/04/climate/losses-natural-disasters-insurance.html>, Erişim: 14.03.2020.
- [24] Ollila, A. (2019). The Greenhouse Effect Definition. Physical Science International Journal, 1-5.
- [25] O'Neill, B. C., Tebaldi, C., Van Vuuren, D., Eyring, V., Friedlingstein, P., Hurtt, G., Knutti, R., Kriegler, E., Lamarque, J.F., Lowe, J., Meehl, J., Moss, R., Riahi, K. & Sanderson, B.M. (2016). The scenario model intercomparison project (ScenarioMIP) for CMIP6.
- [26] Osipova, L. & Sangermano, F. (2016). Surrogate species protection in Bolivia under climate and land cover change scenarios. Journal for Nature Conservation, 34, 107-117.
- [27] Özdemir, S., Negiz, M. G., Turhan, U. U., Şenol, A. & Arslan, M. (2017). Kuyucak Dağı yöresinde alfa çeşitliliğinin gösterge bitki türleri. Türkiye Ormancılık Dergisi, 18(2), 102-109.
- [28] Özdemir, S. (2018). Random Forest Yöntemi kullanılarak potansiyel dağılım modellemesi ve haritalaması: Yukarıgökdere Yöresi örneği. Türkiye Ormancılık Dergisi, 19(1), 51-56.
- [29] Özkan, K. (2010). Küresel İklim Değişim Senaryoları, Orman Mühendisliği Dergisi, 47(1-2-3), 12-17.
- [30] Özkan, K. & Mert, A. (2010). Isparta Yukarı Gökdere Yöresinde Kasnak Meşe'sinin Senaryolarına Göre 2050 ve 2080 Yıllarında Muhtemel Potansiyel Yayılış Alanlarının Coğrafi Modellemesi, Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu (17-18 Haziran, 2010), Anitta Otel, Çorum.
- [31] Özkan, K. (2014). Odun Dışı orman Ürünlerinin Potansiyel Dağılım Haritalaması Neden Önemlidir? Nasıl Gerçekleştirilmelidir? Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Eczacılık ve Ormancılıktaki Önemi Sempozyumu (20-21 Mart), 86-100, Malatya.
- [32] Özkan, K. (2016). Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri (α , β ve γ) Nasıl Ölçülür. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın, 98, Isparta.
- [33] Rinnan, D.S. & Lawler, J. (2019). Climate- niche factor analysis: a spatial approach to quantifying species vulnerability to climate change. Ecography, 42(9), 1494-1503.
- [34] Shrestha, S. & Lohpaisankrit, W. (2016). Flood Hazard Assessment Under Climate Change Scenarios in the Yang River Basin, Thailand, International Journal of Sustainable Built Environment, 14.
- [35] Talu, N. (2015). Türkiye'de iklim değişikliği siyaseti. Phoenix.
- [36] Türkeş, M., Sümer, U.M. & Çetiner, G. (2000). Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK GN. MD., Ankara.
- [37] WorldClim. (2020). Global climate and weather data, <https://www.worldclim.org/> Erişim: 13.03.2020.



Nutrigenomics - An emerging field of science and technology unrevealing inter-relationships between nutrients and human genome using modern tools such as transcriptomics, metabolomics, epigenomics and proteomics

Syeda Namra HAQ ¹, Raffia SIDDIQUE ¹, Hafsa IFTIKHAR ¹, Rabia EJAZ ¹, Tahira KARIM ¹, Tayyaba KOMAL ¹, Ghulam KUBRA ¹, Alvina GUL ¹, Volkan ALTAY ², Munir OZTURK ^{*3}

ORCID: 0000-0002-6421-8119; 0000-0002-6423-7539; 0000-0002-3203-9191; 0000-0003-3923-3699; 0000-0002-2510-8152; 0000-0002-6604-0203; 0000-0003-0837-1298; 0000-0002-7323-1905; 0000-0003-2450-6914; 0000-0002-8687-9401

¹ Atta-ur-Rahman School of Applied Biosciences, National Univ. of Sciences-Technology (NUST), Islamabad, Pakistan

² Biology Department, Faculty of Science & Arts, Hatay Mustafa Kemal University, Hatay, Turkey

³ Botany Department / Centre for Environmental Studies, Ege University, Izmir, Turkey

Abstract

Nutrigenomics is one of the upcoming sciences that have the potential to open up new arenas towards health and disease management. Earlier generalized approach towards health and disease management was employed in the health sector in which human genetics and its respective environment was taken into account, nevertheless in this contemporary approach nutrition and its interaction with human genome holds focal position. With regards to nutrition and human genomics and their interaction two terms as nutrigenetics and nutrigenomics are employed but both of these terms are distant as well as closely related depending upon the context. According to various different research studies conducted on the subject revealed that nutrients have the potential of influencing gene and its expression. Nutrients do serve as qualifying agents that can affect the overall functioning of genes at all levels. In order to uncover the various aspects and to deepen our comprehension on the subject various different approaches-more precisely 'OMICS' sciences are employed. Transcriptomics, Proteomics, Metabolomics and Epigenomics greatly serve the purpose. Nutrigenomics has been anticipated as a revolutionary scientific approach that will provide us with more customized, tailor-made and individual specific approach towards health and disease management.

Keywords: epigenomics, metabolomics, nutrigenomics, proteomics, transcriptomic

----- * -----

Nutrigenomik - Transkriptomik, metabolomik, epigenomik ve proteomik gibi modern araçları kullanarak besinler ve insan genomu arasındaki ilişkilerin açıklığa kavuşmadığı gelişen bir bilim ve teknoloji alanı

Özet

Nutrigenomik, sağlık ve hastalık yönetimine yönelik yeni alanlar açma potansiyeline sahip olan gelecek bilimlerden birisidir. İnsan genetiğinin ve ilgili ortamın dikkate alındığı sağlık sektöründe sağlık ve hastalık yönetimine daha önce genelleştirilmiş yaklaşım uygulanmış, buna rağmen bu çağdaş yaklaşımda beslenme ve insan genomu ile etkileşimi odak noktasındadır. Beslenme ve insan genomikleri ve bunların etkileşimi ile ilgili olarak, nutrigenetik ve nutrigenomik olmak üzere iki terim kullanılır, ancak bu terimlerin her ikisi de içeriğe bağlı olarak uzak ve yakından ilişkilidir. Konuyla ilgili yapılan çeşitli farklı araştırmalara göre, besin maddelerinin geni ve ekspresyonunu etkileme potansiyeli olduğunu ortaya koymuştur. Besin maddeleri, tüm seviyelerde genlerin genel işleyişini etkileyebilecek nitelikli ajanlar olarak hizmet eder. Çeşitli yönleri ortaya çıkarmak ve konuyla ilgili anlayışımızı derinleştirmek için çeşitli yaklaşımlar - daha kesin olarak 'OMIK' bilimleri kullanılmaktadır. Transkriptomik, Proteomik, Metabolomik ve Epigenomik bu amaca büyük hizmet eder. Nutrigenomik, bize sağlık ve hastalık yönetimine daha özelleştirilmiş, kişiye özel ve kişiye özel yaklaşım sağlayacak devrimci bir bilimsel yaklaşım olarak öngörülmüştür.

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905353098104; Fax.: +905353098104; E-mail: munirozturk@gmail.com

Anahtar kelimeler: epigenomik, metabolomik, nutrigenomik, proteomik, transkriptomik

1. Introduction

With the increase in scientific knowledge and advancement in technology it has been unearthed that nutrition emphatically influences the overall functioning of gene, thus affecting the overall physiological processes occurring in an individual. Nutrigenomics is the study based on human nutrition and its corresponding effects on its genetic makeup. Furthermore it uncovers both the useful and the harmful effects of various different nutrients composing ones' diet and their influence on the usual functioning of the gene and then on health [1]. Any transformation and variation brought about by diet in the genomic organization can potentially affect the transcription and DNA composition [54]. Thus, it is indispensable to understand interaction of nutrition with human genomic organization and its ultimate affect on phenotype. The influence of diet on an individual's genomic organization in context of health and disease management is gaining worldwide scientific recognition. Thus nutrigenomics serves as a sine qua non towards understanding that how diet actually affects ones' genomic organization and subsequently influences the overall performance of an individual in both health and diseased states. Nutrition has a significant contribution towards the maintenance of one's health and increased susceptibility to various known diseases such as cancer, osteoporosis, diabetes and cardiovascular disease. Nutrigenomics studies can be furthered with the help of 'OMICS' technologies. By using the vast array of information available the influence of one's diet on health can be evaluated further. Erratic responses have been observed with regards to particular dietary intervention and are the burning topic amongst the scientific community [1]. Various different factors can influence one's reaction to diet, such as one's age, gender, lifestyle, habits and genetics being the significant in this regard [2].

Amongst the various different factors contributing towards gene health, diet in particular, essentially contributes towards gene health. It is affirmative that a dietary choice is a determining factor towards gene expression. Therefore, it is apt to opine that a diet of an individual underlines the expression of one's genes. Custom-made, scientifically tailored nutritional plan as per ones details can prove beneficial towards achieving the long desired scientific goals of disease prevention and cure. A diverse collection of naturally sourced victuals are found enriched with plant based nutrients such as carotenoids, coumarins, and flavonoids, to name a few in recent times have been found to have been naturally endowed with health promoting and disease preventing attributes. Recently increased scientific interest in this area of research have demonstrated that various diseases can be lessened by up to 50% or even more by making appropriate dietary choices and often by adding recommended supplements to ones' daily routine [3]. It has been reported many a times that same type of dietary plans produces very different responses in different individuals depending upon their genetic backdrop thus inviting the need to personalized dietary plans [4]. This type of individualized and targeted dietary plans successfully helps the dietitian to help resolve the issue of congenital metabolic syndromes caused by single gene mutations and help the sufferer towards normal healthy lifestyle nevertheless continuous monitoring remains indispensable and obvious in order to avoid any disquieting situation [5].

2. Emerging trends of nutrition, nutrigenomics and nutrigenetics

Due to an ever increasing world population it is the need of an hour to work towards disease prevention so that the cost on disease management and cure could be reduced. Nutrigenomics and nutrigenetics are intended to achieve the long standing of goals of health and disease management with the help of diet rather than using external means so that human beings can have an overall improved quality of life, that's why it necessitates the need of diet as per ones requirement based on ones DNA analysis rather than a generalized plan for everyone that can work towards only a limited no. of health issues [6].

In order to achieve this goal, appropriate scientific research in this regard is essential. Genetic alterations and modifications in response to various different dietary plans can be evaluated using nutrigenomics and nutrigenetics. Disease prevention and management cannot be thoroughly established by just relying on the already determined determiners and neglecting the determiner being under discussion [7].

Nutrigenomics and Nutrigenetics are per se different in context and also how these two recent sciences are exploited is also unique and distinguishable, nevertheless the ultimate goal of these sciences is improved human health, disease prevention and disease management by employing the concept of customized, tailor-made and individual specific dietary plans. Nutrigenomics deals with effect of one's diet on ones genome, proteome and metabolome, more precisely at all the levels of one's regulation and composition. Nutrigenomics aids us in both health and disease for example unearthing galactosemia a disease that is attributed to inherited genetic deficiency of any one of the three enzymes that is involved in galactose metabolism comes under the heading of nutrigenomics, while nutrigenetics deals with differences at single point that focuses on single nucleotide polymorphism rather than a complete set of nucleotides composing a gene for example Methylene-tetra-hydro folate reductase gene (MTHFR) impressively explain the pattern of studies conducted under the heading of nutrigenetics as this malady implies to SNP (C677T and A1298C) mutation rather than a gene itself, owing to this type of mutation the conversion of homocysteine to methionine gets hampered,

Nutrigenomics - An emerging field of science and technology unveiling inter-relationships between nutrients and human genome using modern tools such as transcriptomics, metabolomics, epigenomics and proteomics

Syeda Namra HAQ, Raffia SIDDIQUE, Hafsa IFTIKHAR, Rabia EJAZ, Tahira KARIM, Tayyaba KOMAL, Ghulam KUBRA, Alvina GUL, Volkan ALTAY, Munir OZTURK

while this conversion is essential for the metabolism of folic acid and also for regulating normal amounts of homocysteine in the blood. Those individual that have genetically slow performing MTHFR enzyme fail to maintain the normal amounts of homocysteine in their blood and increased amounts of homocysteine in blood leads towards various different health related issues such as inflammation, cardiovascular diseases, congenital defects, complicated pregnancies, detoxification inabilities to name a few. Nutrient deficit in folate, B6 and B12 are found to be the cause of elevated levels of homocysteine in the blood [8].

Contemporary research supports the idea of personalized nutrition plans based on nutrigenetics and nutrigenomics in order to avoid or at least limit the onset of nutrition related diseases so that we can achieve the age old scientific goals of health and longevity both in general and in particular amongst the masses [9]. Nevertheless understanding the phenotype and genotype of an individual in context of one's personalized attributes and specific physiological state that the individual is going through such as pregnancy etc. require to be deemed essential while devising an individualized nutritional plan [10].

3. Modern approaches and Technologies used in nutrigenomics

Variation in genetic information can be observed at various different regulatory points that can influenced by diet. Advancement in field of 'OMICS' sciences have provided more elaborate insight on the subject and have revealed the fact that how various different bioactive substances influence human health and activities. Bioactive substances that are thought to be endowed with health promoting and disease alleviating abilities can be tested in the laboratory by using scientifically advanced techniques such as cell culture. Additionally the research conducted on animals or humans regarding bioactive compounds duly serve the purpose, nevertheless the various different techniques being employed in this regard have their own merits and demerits, and the conclusion drawn from the varied results need to be based on cautious comprehension. Moreover the nature of experiment should always be considered while working with them as the experiments are either in vitro, clinical or based on epidemiologic studies as the nature of experiment have potential effects on the conclusion being drawn from them. Furthermore other factors around which human life revolves such as nutritional habits, clinical and physiological states, ambiance and the respective habitat need to be taken into account. Moreover recently mico flora of an individual are found to greatly influence one's genome so having been fully aware of its state is the pre-requisite and indispensable for drawing practical conclusions [11]. Bioinformatics can also be employed both in order to generate and process large data sets being obtained as result of these dynamic experiments [12]. It has been reported that physiological processes occurring in an organism have the potential to influence the biological effects of biologically active compounds. Different processes such as absorption, transport and biotransformation are found to influence the effects of biologically active compounds. Additionally the different mechanism both generalized such as storage and excretion and cellular mechanism such as regulation of transcription factors have their own influences, as various types of genes are under their influence and thus these can alter or modify their functional or physiological performance towards different nutritional substances. Thus the nutritional habits and genes together regulate the homeostasis of an organism [13]. Recently food products have been designed considering human genetics so that these can conferring health benefits and are also in line with ethical rulings of society [14]. The notion that nutrients have the potential to alter or modify gene expression at various different levels is in accordance with various different research studies. These alterations or modifications occur during signal transduction, or can also happen as consequence of chromatin structure modification or else can potentially change the function of a protein.

Diet can lead towards epigenetic alterations and thus require scientific attention towards its understanding and then its management [15]. Epidemiological reports garnered from various research studies also depict some serious reservations regarding the inclusion of genetic polymorphism into nutrition studies. For instance the research study conducted on coffee consumption and cardiovascular disease sheds light on nutrigenomics and other unusual dietary aspects [16]. Research studies provide varying results with regards to coffee, as increased risk, no effect or lessened threat can be observed [17]. Nevertheless coffee is a complex compound being composed of several different biologically active constituents, one of them being caffeine which can have a deleterious impact on cardiovascular system. Here in this regard it is important to note that caffeine enriched coffee negatively affects only those individuals who have potentially low rate of caffeine metabolism- slow caffeine metabolizers, per contra individuals who have naturally high paced caffeine metabolism- fast caffeine metabolizers does not involve such risk and are relatively innocuous towards its consumption [16].

Similarly a research conducted by Norwegian Scientists revealed that both coffee drinkers and cigarette smokers are less susceptible to some liver diseases such as rare primary sclerosing cholangitis PSC disease in contrast with those who abstain from them. Surprisingly 20% of those who daily consume coffee and smoke were compared with 43% healthy controls. It was found that PSC sufferers consumed less coffee at that moment as well as in their past compared with the healthy control group. Thus coffee consumption was found to be associated as a preventive measure towards the development of liver cirrhosis and liver cancer. The fact of the matter is that both coffee and cigarettes possess caffeine and nicotine respectively which are sympathomimetic in nature and thus enhance the amounts of

intracellular cyclic adeno-monophosphate. This adeno- monophosphate has the potential to prevent the development of liver cancer or liver cirrhosis [18].

The influence of diet on genetics of an individual is imperative to be considered while analyzing the issues of human health and its associated problems in order to resolve these issues in a holistic context [19].

Recently the significance of nutrigenomics towards cardio metabolic diseases has revealed that nutrigenomics in conjunction with micro biome and interactions of gene with its respective environment can help us towards overall improved disease management [20]. Similar attempt with regards to cancer suggests that cancer is also closely linked with dietary intake and an individual's response towards particular diet can be varied depending upon the various other factors acting at the same time, typical dietary routine and its respective implication on genes is diverse and thus targeted nutrition using nutritional genomics approach can help us in better management of the disease [21].

As far as regulation of these recent prolific scientific facts and their application is concerned, an organized body comprising of world's experts has been established so that systematized evaluation and assessment could be carried out in near future in order to reap the actual benefits of the knowledge being acquired [22].

4. Nutrigenomics in relation to epigenomics

Nutritional Epigenomics is vital while working on the subject of precision nutrition as epigenetic alterations caused by nutrients is found to manipulate intracellular signaling pathways [23]. Obesity is one of the leading causes of various different chronic diseases that human beings suffer from and it is the need of an hour to find the methods towards its prevention and management. It has been proposed that in order to cope up with the predicament of obesity that underlines scores of medical issues in addition to nutrigenomics and nutrigenetics, nutriepigenetics should be taken into account while devising a diet plan- precision nutrition as it is one of the contributing factors like the two discussed erstwhile [24].

The significance of nutrition over the offspring is both overwhelming and stupendous as until recently it has been reported in various different studies that nutritional attitudes of an individual not only casts its influence on somatic cells, but also has an effect on offspring in terms of its action of on the epigenome of germ line cells [25].

5. Nutrigenomics in relation to transcriptomics

Transcriptomics is one of the high throughput technological scientific development that provides us with the information regarding how different genes perform their functions in response to changing ambience and therefore in effect it the study of the expression of genes at the time of transcription more precisely mRNA synthesis [26].

Modern technology and advancement in the field of biological sciences has provided biologists with the extraordinary aptitude to have an insight into the entire set of genes that an individual is composed of, not just at the handful of popular ones as it used to be in the near past. Human genome project and its successful completion is big achievement in this regard. The researchers have gone into the details of even more than the DNA of plant and have successfully explored the messenger RNA generated as consequence of the transcription of various different genes. Understanding both DNA and RNA is essentially required because if DNA has potential of developing a tomato plant than RNA has the set of guidelines to materialize the potential [27].

Transcriptomics studies have been conducted in order to study in detail the effects of different types of nutritional substances being consumed as well as the varying diet patterns on mammalian liver have been taken into consideration and it has provided with much needed details on the matter nevertheless further substantiation has been suggested [28].

Additionally transcriptomics have provided us with the opportunity towards nutritional intervention in the backdrop of enhancing our understanding of gene, its function, its ambience and then its affects on gene function when undergone with some variation [29]. Transcriptomics have been successfully employed to understand the differences in response to dietary challenges in two different clusters respectively [30].

6. Nutrigenomics in relation to proteomics

Proteomics delineates the overall expression of sum total of proteins in an individual [26]. In the present context proteomics can help us in both the identification and quantification of biologically important proteins and peptides and can help us in understanding the potential of them [31]. The effect of nutrition on health has been understood by mankind since the ancient times. Recent research studies conducted also accentuates and opines to have a diet that confers health promoting effects, either by preventing the disease onset or else delaying its onset, and overall better performance Dietary components are actually composed of multitude of constituents with each having varying patterns of bioavailability and bio efficacy, and their inter- relationships, thus it calls for further research using intricate analytical tools in order to understand their mode of action precisely [32]. Proteomics is a challenging science and requires the application of intricate technologies such as mass spectrometry (MS) based proteomic techniques for protein identification and quantification with reference to nutritional intervention and biological efficacy analysis of

Nutrigenomics - An emerging field of science and technology unrevealing inter-relationships between nutrients and human genome using modern tools such as transcriptomics, metabolomics, epigenomics and proteomics

Syeda Namra HAQ, Raffia SIDDIQUE, Hafsa IFTIKHAR, Rabia EJAZ, Tahira KARIM, Tayyaba KOMAL, Ghulam KUBRA, Alvina GUL, Volkan ALTAY, Munir OZTURK

various components employing proteomics. There are nutrients which are found to alter RNA translation to proteins and thus the subsequent events. Such events can be analyzed using proteomic analyses. The proteome analysis can serve us in sorting out various different nutrition linked diseases in human beings for instance obesity, diabetes, cardiovascular disease, melanoma, senile decay, and pregnancy related complications and can even lead us towards devising practical solutions to these medical problems [32]. Additionally the use of nutrigenomics and nutriproteomics based knowledge can help us towards better athletes development employing the concept of personalized nutrition which can help individual to fully develop its potential, so in addition to serving the health goals, it can serve towards betterment in other arenas of life [33].

7. Nutrigenomics in relation to metabolomics

Metabolomics is the most recent amongst all 'OMICS' sciences and it finds its ways in nutrigenomics as one of the incredible tools for furthering research that in due course will be serving the purpose of Nutrigenomics. It makes use of several different intricate analytical tools such as mass spectroscopy (MS) and nuclear magnetic resonance (NMR) to gain complete insight on low molecular weight metabolic products, nutrient substances and other substances related to human biological fluids which together constitute a metabolome. Metabolomic tools such as mass spectrometry (MS) and liquid chromatography (LC), GC-MS and NMR are being employed in order to obtain a holistic picture of variations occurring in food composition both as per its nutritional index and quality are concerned. As far as nutritional quality of crop plant is concerned it is fairly based on the metabolite content of the crop plant under study [34]. Metabolomics duly serves us in understanding the process of domestication of a particular crop so that we can devise strategies for target oriented crop improvement endeavors. Identification of apposite molecular markers can help us in further development of need based food products in near future [35]. Lenhard et al. [36] used GC-MS based profiling of both wild and numerous cultivated tomato species in order to comprehend what changes have had occurred during the entire process of domestication. Tools such as nuclear magnetic resonance (NMR) gas chromatography along with the liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS), and desorption ionization-electro spray ionization-mass spectrometry are extensively used in metabolomic analysis. Bioinformatics tools are widely used while analyzing the data obtained by as a result of comparison of different cell conditions. However, metabolomics in spite of being one of the best approaches so far is not yet a standardized approach owing to its limitations, such as it fails to compute and work out the entire metabolome or proteome, identification of external food based metabolic products and internal metabolic products quantification in human samples or to the extent human dietary changes affect the metabolic profiles. Lipid metabolome quantitative analysis provided data exhibited varied outcomes of dietary fats on cardiac and liver phospholipid metabolism [37]. The changes have been mapped in the amounts of lipid metabolites to their biochemical pathways [38]. Similar approach was employed to assess the possible implications of drug rosiglitazone that is in actual insulin-sensitizer on liver, plasma, heart and adipose lipid metabolism in mice model and thus is being employed to generate an extensive data base comprising of human lipid metabolite profile based on concentration. Since various different effects of dietary macromolecules on metabolism of tissue can be revealed in the plasma lipid metabolomics, thus metabolome can provide us with an approximated controlled variations as per the metabolic response to dietary intake amongst different individual is concerned. Metabolomic approach can be successfully employed towards the development of improved crop that could be able to meet the ever increasing demand of food round the world, as through its identification of the key loci becomes possible and thus enabling us to understand the basics of complex interactions that occur during metabolism [39]. Nutritional constituents differently interact and influence the biochemical networks of living organisms and thus these diverse modes of actions and implications of food, needs to be understood in order to unearth the various different issues pertaining to health, disease prevention and management, thus nutrigenomics and nutrigenetics via metabolomic analysis attempts to resolve the human medical issues thus providing quality life to world citizens [40].

8. Biomarkers

Novel biomarkers are required in order to determine association between human health and food consumption as the food being composed of various different nutrient constituents, thus human body in response to them need to maintain the homeostasis and alterations in it appropriately [41]. The extraordinary vitality of biomarkers in the present context can be estimated from the fact that recently it has been said that various determining factors known as risk factors for a disease are not exact and just a clue towards disease onset, progression and exacerbation, rather the precise determining factors to a particular disease which are rampant in our society like cardiovascular or metabolic diseases can be biomarkers which will be more exact and reliable and so we should work on these grounds in order to work on practical terms thus achieving the goal of disease prevention and management [42].

9. Effect of different nutrients on human genome and microbiome in health and disease

Nutrigenomics - An emerging field of science and technology unveiling inter-relationships between nutrients and human genome using modern tools such as transcriptomics, metabolomics, epigenomics and proteomics

Syeda Namra HAQ, Raffia SIDDIQUE, Hafsa IFTIKHAR, Rabia EJAZ, Tahira KARIM, Tayyaba KOMAL, Ghulam KUBRA, Alvina GUL, Volkan ALTAY, Munir OZTURK

In nutrigenomics the variations which occur in the human genome, and indirectly on the micro-biota that an individual possess are influenced by dietary choices and thus these have very personalized responses in human beings.

There are various different examples which throw light on the fact that different types of element being found in food differently interact with human genome and these interactions subsequently causes different types of alterations and modifications to it for instance a naturally occurring nutrient in the body Coenzyme Q10 (CoQ10) found in human muscles has been reported to influence nearly 12,000 genes [43]. Furthermore an essential vitamin D, that governs the absorption of intestinal calcium and phosphate. Research studies have revealed that Vitamin D3 influences nearly 20,000 genes occurring in human prostate cancer cells [44].

Likewise another research study revealed the potential of Zn to cause an influence on human genome, more precisely Zn was found to have been endowed with inherent potential to either switch on or switch off certain genes depending upon its concentration in the diet. Some of the genes were switched off by diminished amount of zinc in diet nevertheless subsequent experiments revealed that these were responsible in activating diverse group of white blood cells, thus conferring protection to the body against various different types of infections. Nevertheless on increasing the levels of Zn in body those genes were switched on. This provided scientists with a valuable cue and thus with this knowledge they were able to devise treatments for various different immune related disorders. They successfully treated malaria and diarrhea by adjusting the amounts of Zn in accordance with the medical condition [45].

Human micro biome has been considered while employing this concept of customized tailor-made individual specific diet plan as the micro biome these days has been regarded to be the second- genome of an individual [46].

Increased postprandial blood glucose level suggests high risk towards the development of prediabetes and type II diabetes nevertheless the generalized pattern recommended to cope up has not been found efficient to an extent it is needed, thus it calls for personalized approach in order to deal with situation appropriately, currently the personalized approach applied on towards the problem has provided us with promising results and suggests more research on the same line [47]. Furthermore another study using two different types of bread one traditionally prepared sourdough-leavened whole grain bread and white bread was conducted and the results suggested personalized response regardless of bread type [48].

Prebiotic diet comprising of dietary fibers and resistant starches which adds roughage to food have been known to be beneficial for human gut for some time ago, nevertheless until recently are found to maintain the healthy gut micro biota, which then contributes towards healthy life style of an individual. Very recently in context of personalized nutrition, personalized approach towards prebiotic diet has been suggested so that one can move towards better understanding of microbial or host/physiological response that can lead towards better management of problem based on the individual in particular [49].

Human genome and Micro biome both work synergistically towards individual health and well being, nevertheless it has been reported that micro biome is more dependent on individuals living together and having interactions with each other regardless of their genetic ancestry and to some extent also depends on type of diet, medicine and other activities specific to an individual. It has been found that more reliable information regarding diabetes and obesity can be garnered while taking it into account in contrast the data obtained on the basis of mere host genetics and ambience is not that much reliable, therefore while devising any clinical measures, it should always be taken into account as an indispensable unit towards disease management [50].

10. Conclusions

In the past decade researchers have provided public with various different types of food that were developed in order to confer general health benefits to the public. These newly developed foods have nutrients that have the potential to influence human genome thus having effects that are far from being human comprehension and anticipation. Human beings are very complex and even more complex are their habits and desires. Thus these artificially designed foods have raised ethical concerns as well owing to them being totally different from the nature sourced food items. One such popular and controversial development is the development of genetically modified food (GMO). Joint center of bio-ethics (JCB) in collaboration with the university of Guelph philosophy, have been established in order to examine, evaluate and assess the outcomes of nutrigenomics and nutrigenetics based scientific developments. There they analyze the newly developed foods, their nutrient constituents and their respective influence on human genome.

An important and considerable fact about Nutrigenomics is that despite being valuable there is shortage of experts and trained individuals in this field. Primary health care professionals at present do not have expertise in this relatively new area of nutritional science. Similarly there is a lack of geneticists and molecular nutritionists' experts at present. More experts are required in this field in order to reap the practical benefits it [51].

Nutrigenomics services can be divided into three classes: Firstly devising genetic tests based on the scientific knowledge and understanding. Secondly computing the disease susceptibility based on the genetic test results. Thirdly formulating and devising individual specific dietary plan. These three points are imperative to be considered as these are the ones which potentially raise ethical, legal and social concerns in the society.

Direct to consumer referred to as DTC is one of the most ominous potential threat encountered these days as the knowledge pertaining to nutrigenomics is increasing, the common people couldn't care less to wait for the result

that can at least adumbrate the potential outcomes of having dietary supplements and consuming them recklessly that can be even injurious to their health, owing to the grave risk potentials ingrained in any of their constituents [52]. Nevertheless until recently a set of guidelines have been proposed in order to calculate and estimate for such dietary recommendation and consumption, nonetheless the study is just an initial attempt and will be required to be furthered further [53].

Acknowledgements

Authors extend sincere thanks to the Atta-ur-Rahman School of Applied Biosciences, NUST, Islamabad from Pakistan, and Ege University as well as Hatay Mustafa Kemal University in Turkey for their full support in this and ongoing project collaborations.

References

- [1] Trichopoulou, A., Yiannakouris, N., Bamia, C., Benetou, V., Trichopoulos, D., & Ordovas, J. M. (2008). Genetic predisposition, nongenetic risk factors, and coronary infarct. *Arch. Intern. Med.*, 168, 891-896.
- [2] Ordovas, J. M. (2007). Genetic links between diabetes mellitus and coronary atherosclerosis. *Curr. Atheroscler. Rep.*, 9, 204-210.
- [3] Bouchard, C., & Ordovas, J. M. (2012). Fundamentals of nutrigenetics and nutrigenomics. *Recent Advances in Nutrigenetics and Nutrigenomics*, 108, 1-15.
- [4] Fenech, M., El-Soheby, A., Cahill, L., Ferguson, L. R., French, T. A., Tai, E. S., et al. (2011). Nutrigenetics and nutrigenomics: viewpoints on the current status and applications in nutrition research and practice. *J. Nutrigenet Nutrigenomics*, 4(2), 69-89.
- [5] Boyer, S. W., Barclay, L. J., & Burrage, L. C. (2015). Inherited metabolic disorders: aspects of chronic nutrition management. *Nutr. Clin. Pract.*, 30(4), 502-510.
- [6] Sanchez, V. M. P., Angel, M. C., Judith, C. V., Diana, A. C., Patricia, V. C., Rafael, V. R., et al. (2008). HER-2/neu amplification detected by fluorescence in situ hybridization in touch imprint cytology in comparison with tissue sections. *Ejc. Supplements*, 6, 139.
- [7] Carmen, D. C., Ana, N. I., Razvan, L., Gratiela, T., Irina, A., Mihaela, C. E., et al. (2012). Regulatory T lymphocytes in evaluation of the local protective cellular immune response to *Mycobacterium tuberculosis* in Romanian patients. *Romanian Biotechnological Letters*, 17, 6862-6868.
- [8] Sharma, P., & Dwivedi, S. (2017). Nutrigenomics and nutrigenetics: New insight in disease prevention and cure. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 32(4), 371-373.
- [9] Ferguson, L. R., De Caterina, R., Görman, U., Allayee, H., Kohlmeier, M., Prasad, C., et al. (2016). Guide and position of the international society of nutrigenetics/nutrigenomics on personalised nutrition: Part 1 - Fields of precision nutrition. *J. Nutrigenet Nutrigenomics*, 9(1), 12-27.
- [10] Kohlmeier, M., De Caterina, R., Ferguson, L. R., Görman, U., Allayee, H., Prasad, C., et al. (2016). Guide and position of the international society of nutrigenetics/nutrigenomics on personalized nutrition: Part 2 - Ethics, challenges and endeavors of precision nutrition. *J. Nutrigenet Nutrigenomics*, 9(1), 28-46.
- [11] Ordovas, J. M., & Corella, D. (2004). Nutritional genomics. *Annu. Rev. Genomics Hum. Genet.*, 5, 71-118.
- [12] De Graaf, A. A., Freidig, A. P., De Roos, B., Jamshidi, N., Heinemann, M., Rullmann, J. A. C., et al. (2009). Nutritional systems biology modeling: from molecular mechanisms to physiology. *Plos Computational Biology*, 5(11), e1000554.
- [13] Garcia-Bailo, B., Toguri, C., Eny, K. M., & El-Soheby, A. (2009). Genetic variation in taste and its influence on food selection. *Omics*, 13, 69-80.
- [14] Corbin, K. D., & Zeisel, S. H. (2012). The Nutrigenetics and nutrigenomics of the dietary requirement for choline. *Recent Advances in Nutrigenetics and Nutrigenomics*, 108, 159-177.
- [15] Van Ommen, B., El-Soheby, A., Hesketh, J., Kaput, J., Fenech, M., Evelo, C. T., et al. (2010). The micronutrient genomics project: a community-driven knowledge base for micronutrient research. *Genes and Nutrition*, 5, 285-296.
- [16] Cornelis, M. C., El-Soheby, A., Kabagambe, E. K., & Campos, H. (2006). Coffee, CYP1A2 genotype, and risk of myocardial infarction. *Jama-Journal of the American Medical Association*, 295, 1135-1141.
- [17] Ordovas, J. M., & Corella, D. (2004). Nutritional genomics. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 5, 71-118.

- [18] Andersen, I. M., Tengesdal, G., Lie, B. A., Boberg, K. M., Karlsen, T. H., & Hov, J. R. (2014). Effects of coffee consumption, smoking, and hormones on risk for primary sclerosing cholangitis. *Clin. Gastroenterol. Hepatol.*, 12(6), 1019-1028.
- [19] Frazier-Wood, A. C. (2015). Dietary patterns, genes, and health: challenges and obstacles to be overcome. *Curr. Nutr. Rep.*, 4, 82-87.
- [20] Ferguson, J. F., Allayee, H., Gerszten, R. E., Ideraabdullah, F., Kris-Etherton, P. M., Ordovás, J. M., et al. (2016). Nutrigenomics, the microbiome, and gene-environment interactions: New directions in cardiovascular disease research, prevention, and treatment: A scientific statement from the American Heart Association. American Heart Association Council on Functional Genomics and Translational Biology, Council on Epidemiology and Prevention, and Stroke Council. *Circ. Cardiovasc. Genet.*, 9(3), 291-313.
- [21] Ayman, Z. E., Moustafa, A. M. N., Fatma, A., Hisham, M., Mohammed, H., & Hoda, A. N. (2016). The role of nutrition related genes and nutrigenetics in understanding the pathogenesis of cancer. *Journal of Microscopy and Ultrastructure*, 115-122.
- [22] Kicklighter, J. R., Dorner, B., Hunter, A. M., Kyle, M., Pflugh Prescott, M., Roberts, S., et al. (2017). Visioning Report 2017: A preferred path forward for the nutrition and dietetics profession. *J. Acad. Nutr. Diet.*, 117(1), 110-27.
- [23] García-Segura, L., Pérez-Andrade, M., & Miranda-Ríos, J. (2013). The emerging role of MicroRNAs in the regulation of gene expression by nutrients. *J. Nutrigenet Nutrigenomics*, 6, 16-31.
- [24] Ramos-Lopez, O., Milagro, F. I., Allayee, H., Chmurzynska, A., Choi, M. S., Curi, R., et al. (2017). Guide for current nutrigenetic, nutrigenomic, and nutriepigenetic approaches for precision nutrition involving the prevention and management of chronic diseases associated with obesity. *J. Nutrigenet Nutrigenomics*, 10(1-2), 43-62.
- [25] Sharma, U., & Rando, O. J. (2017). Metabolic inputs into the epigenome. *Cell Metab.*, 25(3), 544-558.
- [26] Harland, J. I. (2005). *Nutrition and Genetics - Mapping Individual Health*. ILSI Europe Concise Monograph.
- [27] Koenig, D., Jimenez-Gomez, J. M., Kimura, S., Fulop, D., Chitwood, D. H., Headland, L. R., et al. (2013). Comparative transcriptomics reveals patterns of selection in domesticated and wild tomato. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 110, E2655-E2662.
- [28] Osada, J. (2013). The use of transcriptomics to unveil the role of nutrients in mammalian liver. *ISRN Nutr.*, 403792.
- [29] Ouhtit, A. (2014). Nutrigenomics: From promise to practice. *Sultan Qaboos University Medical Journal*, 14(1), e1.
- [30] Matualatupauw, Jc., & Afman, L. A. (2017). The use of transcriptomics as a tool to identify differences in the response to diet. In: Kussmann, M., & Stover, P. T. (eds.), *Nutrigenomics and Proteomics in Health and Disease: Towards a Systems- Level Understanding of Gene-Diet Interactions*, 2nd ed., John Wiley & Sons, India, pp. 1-18.
- [31] Hine, R. J., Srivastava, S., Milner, J. A., & Ross, S. A. (2003). Nutritional links to plausible mechanisms underlying pancreatic cancer: A conference report. *Pancreas*, 27, 356-366.
- [32] Kussmann, M., & Affolter, M. (2009). Proteomics at the center of nutrigenomics: Comprehensive molecular understanding of dietary health effects. *Nutrition*, 25, 1085-1093.
- [33] Bragazzi, N. L. (2013). Situating nutri-ethics at the junction of nutrigenomics and nutriproteomics in postgenomics medicine. *Curr. Pharmacogenomics Person Med.*, 2, 162-166.
- [34] Memelink, J. (2004). Putting the opium in poppy to sleep. *Nat. Biotechnol.*, 22, 1526-1527.
- [35] Abulencia, A., Acosta, D., Adelman, J., Affolter, T., Akimoto, T., Albrow, M. G., et al. (2006). Search for excited and exotic muons in the mu gamma decay channel in p-p collisions at sqrt s = 1.96 TeV. *Phys. Rev. Lett.*, 97, 191802.
- [36] Lenhard, K., Bommer, G. T., Asutay, S., Schauer, R., Brabletz, T., Goke, B., et al. (2005). Analysis of promoter methylation in stool: a novel method for the detection of colorectal cancer. *Clin. Gastroenterol. Hepatol.*, 3, 142-149.
- [37] Watkins, S. M., Hammock, B. D., Newman, J. W., & German, J. B. (2001). Individual metabolism should guide agriculture toward foods for improved health and nutrition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 74, 283-286.
- [38] Watkins, S. M., Lin, T. Y., Davis, R. M., Ching, J. R., Depeters, E. J., Halpern, G. M., et al. (2001). Unique phospholipid metabolism in mouse heart in response to dietary docosahexaenoic or alpha-linolenic acids. *Lipids*, 36, 247-254.

Nutrigenomics - An emerging field of science and technology unveiling inter-relationships between nutrients and human genome using modern tools such as transcriptomics, metabolomics, epigenomics and proteomics

Syeda Namra HAQ, Raffia SIDDIQUE, Hafsa IFTIKHAR, Rabia EJAZ, Tahira KARIM, Tayyaba KOMAL, Ghulam KUBRA, Alvina GUL, Volkan ALTAY, Munir OZTURK

- [39] Baxter, A. J., Coyne, T., & McClintock, C. (2006). Dietary patterns and metabolic syndrome - A review of epidemiologic evidence. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, 15, 134-142.
- [40] Astarita, G., & Langridge, J. (2013). An emerging role for metabolomics in nutrition science. *J. Nutrigenet Nutrigenomics*, 6, 181-200.
- [41] Van Ommen, B., & Stierum, R. (2002). Nutrigenomics: exploiting systems biology in the nutrition and health arena. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 13, 517-521.
- [42] Ferguson, J. F., & Wang, T. J. (2016). Branched-chain amino acids and cardiovascular disease: does diet matter?. *Clin. Chem.*, 62(4), 545-547.
- [43] Rosenfeldt, F. L., Pepe, S., Linnane, A., Nagley, P., Rowland, M., Ou, R., et al. (2002). Coenzyme Q10 protects the aging heart against stress: studies in rats, human tissues, and patients. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 959, 355-359.
- [44] Rengaraj, V., Kannusamy, V., & Krishnan, T. (2003). Cortical removal simplified by J-cannula irrigation. *J. Cataract Refract Surg.*, 29, 1852-1853.
- [45] Woods, C. R. (2003). Lack of association of race/ethnicity and otitis media in the first 2 years of life. *Clin. Pediatr. (Phila)*, 42, 687-696.
- [46] Zmora, N., Zeevi, D., Korem, T., Segal, E., & Elinav, E. (2016). Taking it personally: Personalized utilization of the human microbiome in health and disease. *Cell Host Microbe*, 19(1), 12-20.
- [47] Zeevi, D., Korem, T., Zmora, N., Israeli, D., Rothschild, D., Weinberger, A., et al. (2015). Personalized nutrition by prediction of glycemic responses. *Cell*, 163(5), 1079-1094.
- [48] Korem, T., Zeevi, D., Zmora, N., Weissbrod, O., Bar, N., Lotan-Pompan, M., et al. (2017). Bread affects clinical parameters and induces gut microbiome-associated personal glycemic responses. *Cell Metab.*, 25(6), 1243-1253.
- [49] Dey, M. (2017). Toward a personalized approach in prebiotics research. *Nutrients*, 26(9), 2.
- [50] Rothschild, D., Weissbrod, O., Barkan, E., Kurilshikov, A., Korem, T., Zeevi, D., et al. (2018). Environment dominates over host genetics in shaping human gut microbiota. *Nature*, 555(7695), 210-215.
- [51] Castle, D., & Ries, N. M. (2007). Ethical, legal and social issues in nutrigenomics: the challenges of regulating service delivery and building health professional capacity. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 622, 138-143.
- [52] Holyday, M., Daniells, S., Bare, M., Caplan, G. A., Petocz, P., & Bolin, T. (2012). Malnutrition screening and early nutrition intervention in hospitalised patients in acute aged care: A randomised controlled trial. *Journal of Nutrition Health & Aging*, 16, 562-568.
- [53] Grimaldi, Ka., Van Ommen, B., Ordovas, Jm., Parnell, Ld., Mathers, Jc., Bendik, I., et al. (2017). Proposed guidelines to evaluate scientific validity and evidence for genotype-based dietary advice. *Genes Nutr.*, 12(1), 35.
- [54] Sunar, S., Erturk, F. A., & Agar, G. (2019). Analysis of genomic stability and DNA damage in plants exposed to cement dust pollution using the RAPD analysis. *Biological Diversity and Conservation*, doi: 10.5505/biodicon.2019.69885.

Biological Diversity and Conservation

Cilt / Volume 13, Sayı / Issue 3, Aralık / December 2020

Contents / İçindekiler

Yayın/Page No.-Sıra/Order No.

01. 187 Survey of Entomopathogenic Organisms of the *Cantharis livida* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Cantharidae) in Turkey
02. 194 Effect of black grape extract on MMP-9 gene expression in breast cancer cells
03. 200 Investigations of Şahtere (*Fumaria officinalis* L.) sold in the Turkey markets
04. 209 Usability of *Krascheninnikovia ceratoides*, *Atriplex canescens*, *Quercus infectoria* and *Quercus robur* as Feed
05. 217 The Plant biodiversity of Ankara University 10. yıl (Beşevler) campus
06. 232 Morphological and anatomical studies on a rare species *Rhamnus depressa* Grub. (Rhamnaceae): its differences from *R. microcarpa* Boiss.
07. 244 Extracellular biosynthesis of silver nanoparticle using *Tilia rubra* DC. extract and antifungal activity
08. 252 The soil characteristics of some of *Silene* L. species grown in Turkey
09. 264 Relationships between plant species diversity of black pine forests and site factors in the Sütçüler district of Turkey
10. 274 Pollen morphology of the some taxa belonging to *Veronica* L. (Plantaginaceae) and Its taxonomic importance
11. 282 Biodiversity of honey bees (*Apis mellifera* L.) in Turkey by geometric morphometric analysis
12. 290 Effects of soil conditioners and nitrogen applications on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fiber technological properties
13. 298 Comparative study of total phenolic contents, antioxidant and antimicrobial activities of different extracts of *Corchorus olitorius* L. growing in North Cyprus
14. 305 The taxonomical investigations on lichens of Büyükorhan and Harmancık districts in Bursa province
15. 314 Effect of different row spaces on yield and quality of Anise (*Pimpinella anisum*) under eskisehir ecological conditions
16. 322 Morphological and anatomical studies on *Jasminum flos*, scientific evaluation of market
17. 332 A Research on plant taxa with invasive character in Bingöl (City centre) and surroundings
18. 351 Current Status Freshwater Fishes of Nilüfer Stream (North-western Turkey)
19. 361 An ecological perspective on climate change scenarios
20. 372 Nutrigenomics - An emerging field of science and technology unrevealing inter-relationships between nutrients and human genome using modern tools such as transcriptomics, metabolomics, epigenomics and proteomics

Dergiyi tarayan veri tabanları / Abstracted-Indexed in: Turkey Citation Index, Web of Science-Clarivate Analytics, Zoological Record, CiteFactor, Index Copernicus, JournalSeek Database, arastirmax.

Kütüphaneler / Libraries: Aberystwyth University; All libraries; Bath University; Birmingham University; Cardiff University; City University London; CONSER (Not UK Holdings); Edinburgh University; Essex University; Exeter University; EZB Electronic Journals Library; Feng Chia University Library; GAZİ Gazi University Library; Glasgow University; HEC-National Digital Library; Hull University; Imperial College London; Kaohsiung Medical University Library; KYBELE Anadolu University Library; Lancaster University; Libros PDF; Liverpool University; London Metropolitan University; London School of Economics and Political Science; Manchester University; National Cheng Kung University Library; National ILAN University Library; Nottingham University; Open University; Oxford University; Queen Mary, University of London; Robert Gordon University; Royal Botanic Gardens, Kew; Sheffield Hallam University; Sheffield University; Shih Hsin University Library; Smithsonian Institution Libraries; Southampton University; Stirling University; Strathclyde University; Sussex University; The National Agricultural Library (NAL); The Ohio Library and Information NetWork; Trinity College Dublin; University of Washington Libraries; Vaughan Memorial Library; York University.

Bu dergi CrossRef (DOI;10.46309/biodicon) üyesidir. (This journal is a CrossRef member (DOI;10.46309/biodicon))

Dergide yayımlanan makalelere” [http:// www.biodicon.com](http://www.biodicon.com)” adresinden ulaşabilir.

This journal is available online at [http:// www.biodicon.com](http://www.biodicon.com)

© 2020 Tüm hakları saklıdır/All rights reserved

ISSN 1308-5301 Print / ISSN 1308-8084 Online

ISSN 1308-5301



9 771308 530001

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

“Biodiversity and Conservation (BioDiCon)” is an international, peer-reviewed scientific journal published in online and printed form, in accordance with the principles of independency and impartiality. This journal is a peer reviewed journal on the topics of biological diversity and conservation that uses independent, unbiased double-blinded peer review principles.

“Biological Diversity and Conservation” publishes experimental studies, compilations on current issues, case reports, editorial comments and editorial letters prepared in accordance with the ethical guidelines, about on all areas of biological diversities. Descriptive or experimental studies presenting clear research questions are accepted. The journal’s publication language are English and Turkish.

The manuscripts submitted to Biological Diversity and Conservation will go through a double-blind peer-review process. Each submission will be reviewed by at least two external, independent peer reviewers who are experts in their fields in order to ensure an unbiased evaluation process. The editorial board will invite an external and independent editor to manage the evaluation processes of manuscripts submitted by editors or by the editorial board members of the journal.

An approval of research protocols by the Ethics Committee in accordance with international agreements is required for experimental, clinical, and drug studies and for some case reports. If required, ethics committee reports or an equivalent official document will be requested from the authors.

A declaration text including the written consent should be added in the manuscripts concerning experimental research on humans related to that the patients and the volunteers were informed about the procedures of the performed and to be performed studies on them. In addition, information about patients’ approval, the name of the ethics committee, and the ethics committee approval number should be addressed in the Materials and Methods section of the manuscript. In the studies carried out on animals, the precautions taken to prevent pain and suffering of the animals should be clearly indicated.

Authorship Contribution Form

The journal of Biological Diversity and Conservation, in order to protect the rights of the authors and to prevent such situations as ghost / honorary authorship, requires the author to submit a signed and a scanned copy of the **Authorship Contribution Form** (which can be downloaded from <http://www.biodicon.com>).

Policy of Screening for Plagiarism

All submissions are checked by a similarity detection software iThenticate program for determination of plagiarism and non-ethical situations. In cases where the application is alleged or suspected as plagiarism, citation manipulation and data forgery/production, the Editorial Board will follow and act in accordance with the COPE rules.

If the editorial board gets suspicious about a case of ‘gift authorship’, the application will be rejected without being reviewed. As a part of article submission the responsible author should send a short statement text affirming that s/he takes all the responsibility of the article during the submission and review stages of the manuscript.

ICMJE Conflict of Interest form

Biological Diversity and Conservation journal asks and encourages its authors and submitted articles to disclose any existing or potential conflicts of interests, including financial, consultant and institutional ones, that may lead to potential bias or conflicts among individuals involved in the evaluation process. Any material grants or other support received for a study sent from individuals or institutions should be reported to the Editorial Board. In order to disclose a potential conflict of interest, **The Potential Conflict of Interest Disclosure Form (ICMJE)** must be signed by all contributing authors and forwarded to the journal editorial board.

Appeals and Complaint

All appeals and complaint cases are dealt with in the framework of the COPE trial rules by The Editorial Board of the journal. In such cases, the authors should directly make a contact with the editorial office in relation to their appeal and complaints.

Copyright

When submitting an article to the journal of Biological Diversity and Conservation, the authors agree to give the copyright of their articles to the journal. If the publication is rejected, the copyright of the article will be assigned back to the authors. Biological Diversity and Conservation requires each article application to be carried out together with the **Copyright Transfer Form** (which can be downloaded from

When using previously published content, permission from the copyright owner must be obtained by the authors.

The statements or opinions contained in the articles published in the Journal of Biological Diversity and Conservation reflect the views of the author(s); the editors, the editorial board, and the publisher don’t accept any responsibility or liability for such materials. All the responsibility belongs to the authors about the published content.

PREPARATION OF MANUSCRIPT

Authors are required to prepare manuscripts in accordance with the STROBE guidelines for observational original research studies, STARD guidelines for studies on diagnostic accuracy, PRISMA guidelines for systematic reviews and meta-analysis, ARRIVE guidelines for experimental animal studies, TREND guidelines and CONSORT guidelines for randomized research studies for non-randomized public behaviour. The manuscripts should be prepared in accordance with ICMJE-Recommendations for the Conducting (<http://www.icmje.org/icmje-recommendations>).

Manuscripts can only be submitted through the journal’s online manuscript submission and evaluation system, available at Submissions that do not comply with the rules of the journal will be returned to the submitting author with the requests of correction requets.

Authors are required to submit the following

- a) Copyright Transfer Form,
- b) Author Contributions Form,
- c) ICMJE Potential Conflict of Interest Disclosure Form (should be filled in by all contributing authors) during the initial submission. These forms are available for download at
- d) Similarity Form (iThenticate: According to the Plagiarism Detection Software programme the similarity index of the article should not exceed 20% after all references and less than 1% matches have been removed.)

Preparation of the Manuscript (General rules for all manuscript types)

Title page: The first page of the article should include the title of manuscript, authors' names and institutions, an abstract, and keywords. Title, abstract, and keywords must be provided both in English and Turkish. The corresponding author should be indicated by a footnote and besides his/her full open mail address, and an e-mail address should also be provided.

A separate title page should be submitted for all submissions and this page should include:

- ❖ Full title of manuscript as well as a short title of up to 50 characters (title)
- ❖ Name(s) , address and highest academic degree of the author (s),
- ❖ Providing information about supporting institutions (if any),
- ❖ Name, address, telephone, fax numbers and e-mail address of the corresponding author,
- ❖ Acknowledgment of the individuals who contributed to the preparation of the manuscript.

Abstract: The abstract of Original Articles should be structured with subheadings (Objective, Methods, Results, and Conclusion). Abstract should be written both in English and in Turkish up to 300 words. First the English name of the article, then the English abstract should be written. After that the Turkish name of the article and a summary in Turkish should be written. If the article is written in English and sent from outside Turkey, Turkish abstract it is not necessary. Please check Table 1 below for word count specifications.

Keywords: Key words should not exceed 3-5 words. Keywords should start with lowercase letters except for italic words and special names.

MANUSCRIPT TYPES

Original Research

The first page of the article should include the title of manuscript, authors' names and institutions, an abstract, and keywords. Title, abstract, and keywords must be provided both in English and Turkish. . If the article is written in English and sent from outside Turkey, Turkish Title, abstract and Keywords it is not necessary. The corresponding author should be indicated by a footnote and besides his/her full open mail address, and an e-mail address should also be provided.

Title: Must be provided both in English and Turkish.

Abstract: It should not include subheadings and should be limited to 350 words

Keywords: This section should contain at least three and at most six items and should be provided just below the abstract.

Main Text: The text should start with the Introduction, and be divided into appropriate sections. Sections must be numbered consecutively. Section headings must be written minisculely flush left and bold with their numbers (as, 1. Introduction, 2. Material and method, 3. Results, 4. Conclusions and discussion). Subsections must be numbered as "1.1", "1.2", etc., using the section number and must be written minisculely flush left. All acronyms and abbreviations used in the manuscript should be defined at first use, both in the abstract and in the main text. In the final section there must be Acknowledgements (if any) , References and Appendices (if any). Please check Table 1 for the limitations. It should include Introduction, other subheadings and Conclusion sections and should be limited to 5000 words except for the references.

References: The reference list should be placed just below the main text and the number of references should not exceed 50.

Tables, Figures and Images: The appearance of Tables, Figures and Images should be provided in the text. The visuals should be original or the written permission obtained from the copyright holder should be sent to the Editor-in-Chief's Office.

Review

Reviews prepared by the authors who have a broad knowledge in a specific area and represented in the international literature by a high number of publications and citations, are evaluated.

Title: Must be provided both in English and Turkish.

Abstract: Abstract shouldn't include subheadings and should be limited to 350 words.

Key words: This section should include at least three and at most six items and should be provided just below the abstract.

Main Text: It should include Introduction, other subheadings and Conclusion sections and should be limited to 5000 words excluding the references.

References: The reference list should be placed below the main text and the number of references should not exceed 55.

Tables, Figures and Images: Tables, Figures and Images: The appearance of Tables, Figures and Images should be provided in the text. The visuals should be original or the written permission obtained from the copyright holder should be sent to the Editor-in-Chief's Office. Please check Table 1 for the limitations.

Research note, Case Reports, Case Series and Literature Review

The text should include Introduction, Case reports, Discussion and Conclusion subheadings. Please check Table 1 for the limitations for Research Note.

Letters to the Editor

Discusses important parts, unobserved aspects or missing parts of a previously published article. Letters to the Editor should not include Abstract, Keywords and Tables, Figures, Images, and other media. The text should be unstructured. The commented article must be properly identified in the letter to the editor (Table 1).

Table 1. Limitations for each manuscript type

Type of manuscript	Word limit	Abstract word limit	Reference limit	Table limit	Figure limit
Original Research	5000	350	35	7	maximum 20 images
Review Article	5000	350	55	7	maximum 20 images
Research note, Case Report	1000	250	15	No tables	maximum 15 images
Case Series	1500	250	20	maximum 15 images	maximum 15 images
Literature of Review	3500	250	35	maximum 15 images	maximum 15 images
Letter to the Editor	500	No abstract	7	No tables	No figure

Tables

Tables should be included in the main document, and they should be numbered consecutively in the order they are referred to within the main text. Their appearance in the text should be provided. A descriptive title must be placed above the tables. Abbreviations used in the tables should be defined below the tables by footnotes. Tables should be created using the “insert table” command of the word processing software.

Figures, Graphics and Photographs

Figures, graphics, and photographs should be submitted as separate files (JPEG format) through the submission system. The files should not be embedded in a Word document or in the main document. Any information within the images that may indicate an individual or institution should be blacked out. The minimum resolution of each submitted figure should be 300 DPI. All submitted figures should be clear in resolution and large in size. Figures, tables and illustrations should be inserted to the appropriate positions where they are mentioned in the text. All drawings, graphics, photographs, etc. should be regarded as figures. Figures should be numbered consecutively (as Figure 1.).

References

While citing publications, the latest and the most current publications should be preferred. At least half (50%) of the references should be published within the last 10 years. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. Journal titles should be abbreviated in accordance with the journal abbreviations in Index Medicus/MEDLINE/PubMed. When there are 6 or fewer authors, all authors should be listed. If there are 7 or more authors, the first 6 authors should be written, the space should be “...” left behind and the last author should be written. In the main text of the manuscript, references should be cited by using numbers in parentheses [as 3]. Authors are responsible for the accuracy of references. The reference styles for different types of publications are presented in the following examples. Reference must be made according to APA 6th. Please refer to the details;

Reference form

Reference form

No author

[1] *Regional perspectives on aid for trade*. (2014). Paris, FR: Organisation for Economic Cooperation and Development.

Journal article with DOI

- [1] Sengün, Y. (2012). The wild plants consumed as a food in Afyonkarahisar. *Biological Diversity and Conservation*, 5(2), 95-105. <https://doi:10.1242/jeb.103937>
- [2] Yücel, E., & Ezer, T. (2018). The bryophyte flora of Eskisehir Province (Turkey). *Arctoa* 27, 164–171. <https://doi:10.15298/arctoa.27.16>
- [3] Author, A. (year). Title of article: *Title of Journal*, volume(issue), page range. Doi:xx xxxxxxxxxx.

Journal article with DOI

- [1] Eroğlu, G., Kaşık, G., & Öztürk, C. (2015). Three new myxomycete records from Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, 8(1), 16-18.
- [2] Brown, L. F., Yeo, K., Berse, B., Yeo, T. K., Senger, D. R., Dvorak, H. F., & Van De Water, L. (1992). Expression of vascular permeability factor. *The Journal of Experimental Medicine*, 176(5), 1375-1379.

Journal article published in a supplement

- [1] Lock, M. (2015). Eclipse of the gene and the return of divination. *Current Anthropology*, 46(Suppl. 5), S47-S70. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/10.1086/432452>

Books

- [1] Fleer, M. (2015). *Science for children*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
 [2] Berkes, F. & Kışlalıoğlu, M. (1990). *Ekoloji ve çevre bilimleri*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
 [3] Langlais, B., Reckhow, D. A., & Brink, D. R. (1991). *Ozone in water treatment*. London: UK: CRC Press.
 [4] Brown, M., Shields, J., Kaine, S., Dolle-Samuel, C., North-Samardzic, A., McLean, P., ... O'Leary, P. (2016). *Managing employee performance and reward: Concepts, practices, strategies (2nd ed.)*. Port Melbourne, VIC: Cambridge University Press.

eBook

- [1] Bull, M. (2015). *Punishment and sentencing: Risk, rehabilitation and restitution*. Retrieved from <http://CURTIN.ebib.com.au/patron/FullRecord.aspx?p=1985996>

Chapter in an edited print book

- [1] Petermann, E. (2015). Monster mash-ups: Features of the horror musical. In L. Piatti-Farnell & D. L. Brien (Eds.), *New directions in 21st century gothic: The gothic compass* (4th ed., pp. 71-83). New York, NY: Taylor and Francis.

Conference paper

- [1] Novak, D., & Verber, D. (2015, July 21). *Assessment of the influence caused by random events within real-time strategy game engine on a game bot gameplay*. Paper presented at the 8th Annual International Conference on Computer Games, Multimedia and Allied Technology, Singapore. https://doi.org/10.5176/2251-1679_CGAT15.27



Hakem Değerlendirme Formu / Reviewer Evaluation Form

Makale adı / **Article Title:**

Makale No / **Article No:**

Lütfen sizin için uygun olan seçeneği “**X**” koyarak işaretleyiniz / **Please indicate your answer with an “X”.**

1. Makale orijinal mi? / **Is the article original?**
Evet / **Yes**
Hayır / **No**
2. Problem uygun şekilde belirlenmiş mi? / **Is the problem properly stated?**
Evet / **Yes**
Hayır / **No**
3. Problem uygun şekilde ele alınmış mı veya çözülmüş mü? / **Is the problem adequately treated or solved?**
Evet / **Yes**
Değişiklikler veya ekler gerekli / **Changes or elaborations required**
Hayır / **No**
4. Belgeleme / **Documentation:**
Tablolar / **Tables:**
İyi / **Good**
Zor anlaşılır (Tablo no:) / **Unclear (Table no:)**
Gereksiz (Tablo no:) / **Unnecessary (Table no:)**
Doğru değil (Tablo no:) / **Incorrect (Table no:)**

Grafikler / **Graphs:**
İyi / **Good**
Zor anlaşılır (Şekil no:) / **Unclear (Figure no:)**
Gereksiz (Şekil no:) / **Unnecessary (Figure no:)**
Doğru değil (Şekil no:) / **Incorrect (Figure no:)**

Diğer çizimler / **Other illustrations:**
İyi / **Good**
Değişiklik gerekli (Şekil no:) / **Change needed (Figure no:)**
Gereksiz (Şekil no:) / **Unnecessary (Figure no:)**
Düşük kalitede (Şekil no:) / **Poor quality (Figure no:)**

İstatistikler / **Statistics:**
Uygun / **Suitable**
Uygun değil / **Unsuitable**
5. Sonuçların yorumu / **Interpretation of results:**
Doğru veya uygun / **Correct or appropriate**
Düzeltilmeli / **Should be amended**
Bulunamadı / **Not found**
6. Literatür alıntısı / **Literature cited:**
Uygun / **Appropriate**
Çok geniş / **Too broad**
Tam değil / **Incomplete**
7. Dil ve üslup / **Language and style:**
İyi yazılmış / **Well written**
Daha kısa ve öz olmalı / **Should be made more concise**
Tekrar yazılmalı veya düzenlenmeli / **Should be rewritten or edited**
8. Makale başlığı / **Article title:**
Uygun / **Appropriate**
Çok uzun / **Too long**
Çok genel / **Too general**

9. Özet / **Abstract:**
Uygun / **Appropriate**
Çok uzun / **Too long**
Çok genel / **Too general**
Makalenin içeriğini yansıtmıyor / **Does not reflect the paper's content**
10. Anahtar kelimeler / **Key words:**
Uygun / **Appropriate**
Uygun değil / **Inappropriate**
11. Makale hakkında genel fikir / **General opinion about the paper:**
Yeni bulgular sağlıyor / **Provides new findings**
Yeni bulgular sağlıyor ama az etkili / **Provides new findings but is of marginal interest**
Önceki bulguların gerekli bilgisini sağlıyor / **Provides needed confirmation of previous findings**
Önceden bilinen çalışmaların tekrarı / **Repeats already known work**
12. Öneriler / **Recommendations:**
Değiştirilmeden basılmalı / **Should be published without changes**
Değişikliklerden sonra basılmalı / **Should be published after changes**
Yeniden yazım veya düzeltme sonrasında bir karar için yeniden sunulmalı / **Should be resubmitted for a decision after rewriting or editing**
Basılmamalı / **Should not be published**
13. Detaylı işaretlemeler (Lütfen eğer gerekliyse sayfaları ekleyin) / **Detailed remarks (Please attach pages if necessary):**

Belirtmek istediğiniz diğer ayrıntılar (varsa) / **Other details wanted to be indicated (if exist)**

Hakemin adı / **Name of reviewer:**

Adres / **Address:**

Tel / Fax no:

e-mail:

(Hakem adı gizli tutulur / Reviewer name is kept secret)

Telif Hakkı Devir Formu/ *The Copyright Agreement Form*Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma/*Biological Diversity and Conservation*

ISSN 1308-5301 Print; ISSN 1308-8084 Online

Prof. Dr. Ersin YÜCEL, P.K. 86, İki Eylül PTT Merkez, 26000 Eskişehir / Türkiye

Derginin Adı / *Journal Title*: Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma/*Biological Diversity and Conservation*Makalenin Adı / *Manuscript title*:

.....

.....

Yazarların Adı / *Full Names of All Authers*:

.....

.....

Yazışmaların Yapılacağı Yazarın Adı ve Adresi / *Name, Adres Of Corresponding Author*:

.....

.....

TC Kimlik No. / *ID Number*: e-posta:**Yazar(lar) / The Author(s) warrant(s) that:**

Sunulan makalenin orijinal olduğunu; makalenin başka bir yerde basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını; diğer şahıslara ait telif haklarını ihlal etmediğini taahüt eder. /

The manuscript submitted is his own orijinale work; the manuscript has not been published and is not being submitted or considered for publication elsewhere; the manuscript do not infringere upon any existing copyright.“Telif Hakkı Devir Formu” tüm yazarlarca imzalanmalıdır. / *This copyright form must be signed by all authors.*TC Kimlik No. / *ID Number*:.....Adı Soyadı / *Full name*:.....Tarih / *Date*: İmza / *Signature*.....TC Kimlik No. / *ID Number*:.....Adı Soyadı / *Full name*:.....Tarih / *Date*: İmza / *Signature*.....TC Kimlik No. / *ID Number*:.....Adı Soyadı / *Full name*:.....Tarih / *Date*: İmza / *Signature*.....TC Kimlik No. / *ID Number*:.....Adı Soyadı / *Full name*:.....Tarih / *Date*: İmza / *Signature*.....TC Kimlik No. / *ID Number*:.....Adı Soyadı / *Full name*:.....Tarih / *Date*: İmza / *Signature*.....TC Kimlik No. / *ID Number*:.....Adı Soyadı / *Full name*:.....Tarih / *Date*: İmza / *Signature*.....TC Kimlik No. / *ID Number*:.....Adı Soyadı / *Full name*:.....Tarih / *Date*: İmza / *Signature*.....**Address:**

Prof. Dr. Ersin YÜCEL

İki Eylül PTT Merkez, P.K. 86; 26000 Eskişehir / Turkey

Phone: +90364189988; E-mail: biodicon@gmail.com



www.biodicon.com

ISSN: 1308-8084 Online

Biological Diversity and Conservation

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma

ISSN: 1308-5301 Print

ABONE FORMU / SUBSCRIPTION FORM

Adı / Name :
 Soyadı / Surname :
 Adres / Address :
 Semt – İlçe / City- State :
 Posta kodu / Postal Code :
 İl / Country :
 Telefon / Telephone :
 Faks / Fax :
 e-posta / e-mail :

* Yurtiçi Abone Ücreti, **Yıllık 3 Sayı 150TL / Annual Subscrption Rate for Outside Turkey is 70 USD or 60 EUR for 3 issues.**

*Abone olmayanlar için her bir sayı 100 TL 'dir (Türkiye içi) / Each volume is **50 USD or 40 EUR for non-subscribers (Outside of Turkey).**

Sadece belirttiğim sayıyı olmak istiyorum / I would like to have an issue;

Vol. 1/1.....(), Vol. 1/2 ()
 Vol. 2/1(), Vol. 2/2 (), Vol. 2/3..... ()
 Vol 3/1.(), Vol. 3/2..... (), Vol .3/3.....()
 Vol 4/1.(), Vol. 4/2..... (), Vol .4/3.....()
 Vol 5/1.(), Vol. 5/2..... (), Vol .5/3..... ()
 Vol 6/1.(), Vol. 6/2..... (), Vol .6/3..... ()
 Vol 8/1.(), Vol. 8/2..... (), Vol .8/3..... ()
 Vol 9/1.(), Vol. 9/2..... (), Vol .9/3..... ()
 Vol 10/1.(), Vol. 10/2..... (), Vol .10/3..... ()
 Vol 11/1.(), Vol. 11/2..... (), Vol .11/3.....()
 Vol 12/1.(), Vol. 12/2..... (), Vol .12/3.....()
 Vol 13/1.(), Vol. 13/2..... (), Vol .13/3.....()

Abone olmak istiyorum / I would like to have an annual subscription;

..... () 2020.....() 2021

Dergi aboneliğiniz ile ilgili ücreti

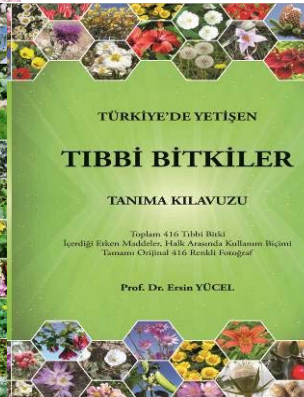
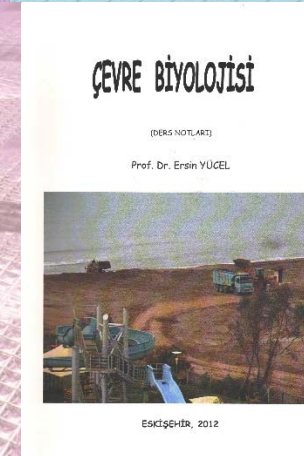
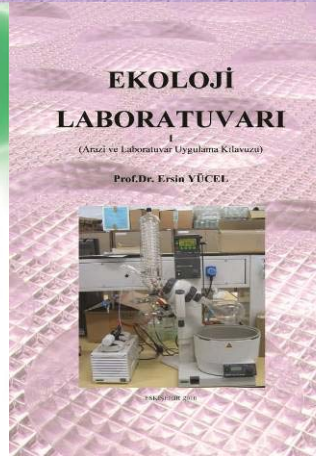
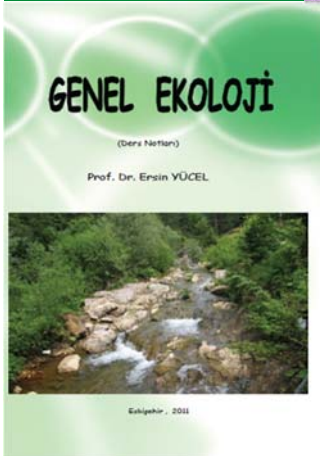
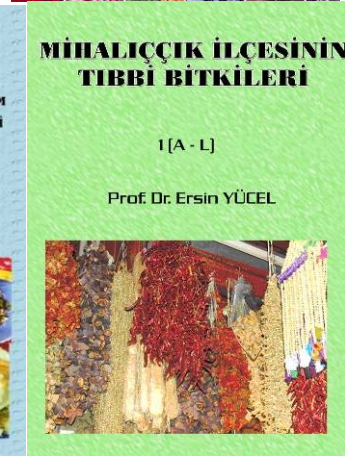
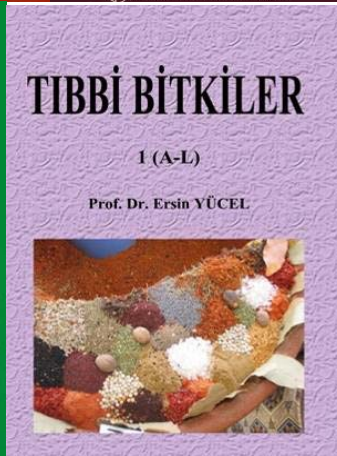
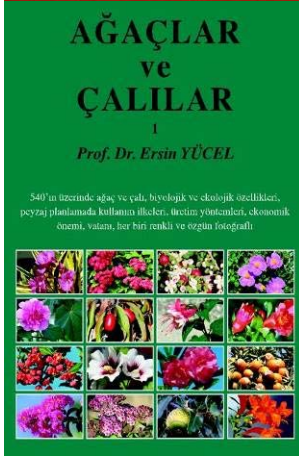
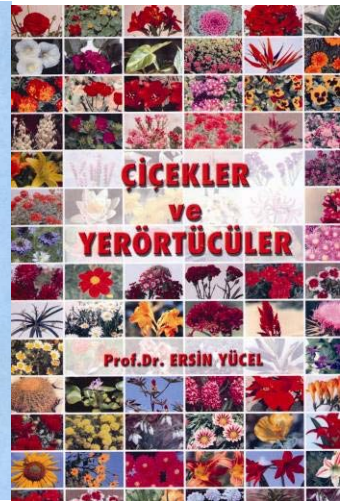
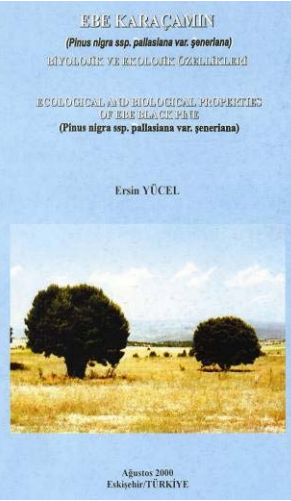
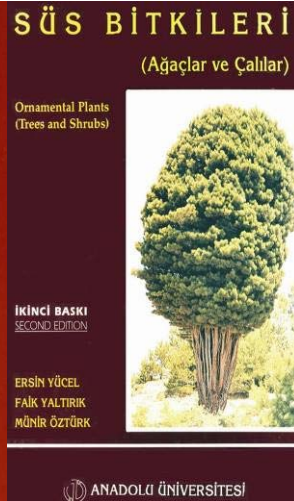
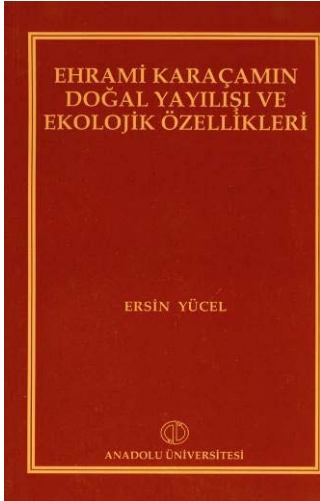
“**AKBANK, Ersin Yücel, IBAN: TR24 0004 6011 0088 8000 0256 06**” numaralı hesaba yatırdıktan sonra bu formu “**biodicon@gmail.com**” adresine ulaştırınız. Dergi adresinize posta ile adresinize gönderilecektir.

The payment of the article offering, please transfer total amount to the following bank account: “**AKBANK, Ersin Yücel, IBAN: TR24 0004 6011 0088 8000 0256 06**”. After that, this form is going to be sent the following address “**biodicon@gmail.com**”. The journal with cash on delivery will be sent your address.

Tarih / Date:/...../2020

İmza / Signature:

(Abone formunu Word belgesi olarak gönderiniz/Please send subscription form as a Word document)



İletişim Adresi: ebitki@gmail.com
<http://www.bitkilerim.com>