

Volume / Cilt / 15 Issue / Sayı / 3 December / Aralık / 2022

# 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>

**BIOLOGICAL DIVERSITY AND CONSERVATION**  
*BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK VE KORUMA*

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*  
**Volume / Cilt / 15 Issue / Sayı / 3 December /Aralık / 2022**

*Editor-in-Chief/ Editör:* Prof.Dr. 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. 'BIOLOGICAL DIVERSITY AND CONSERVATION' has been added to the journal list of the Medical Reads (RRS) program together with the "Biology and Medical Journals". This journal is published three times a year.

**Açıklama**

"BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK 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 yayınlamaktadır. 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. Yayımlanma yeri Türkiye'dir. 'BIOLOGICAL DIVERSITY AND CONSERVATION' "Biyoloji ve Tıp Dergileri" ile birlikte Medical Reads (RRS) programı dergi listesine eklenmiştir. Bu dergi yılda üç sayı yayınlanır.

**Abstracted-Indexed in/Dergiyi tarayan veri tabanları**

Web of Science {Zoological Records Indexed} Clavariate Analytic, CiteFactor, Turkey Citation Index, JournalSeek Database, arastirmax, Index Copernicus, IPindexing, Google Scholar, Medical Reads (RRS), CrossRef;10.46309/biodicon.

**Libraries/Kütüphaneler**

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

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

This journal is a CrossRef;10.46309/biodicon. Member/ Bu dergi CrossRef;10.46309/biodicon. üyesidir.

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

**Publisher:** ERSİN YÜCEL

**Correspondance Address:** Prof.Dr. Ersin YÜCEL, P.K.86, İki Eylül PTT Merkez, 26000 Eskişehir/Türkiye

**E-mail / E-posta /** : [biodicon@gmail.com](mailto:biodicon@gmail.com) ;

**Web Address:** <http://www.biodicon.com>

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

**Deputy Editor in Chief****İlkin YÜCEL ŞENGÜN**

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

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

**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

**İsmühan 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

**Field Editors**

**Abdeslam ENNABİLİ;**Sidi Mohamed Ben  
Abdellah University, Superior School of  
Technology (GP), BP 2427 Route d'Imouzzer  
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

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

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

**Ayşe AK;** Kocaeli University, Medical Imaging  
Techniques Program, Vocational School of  
Health Services, Kocaeli, Turkey  
E-mail: a\_ak@hotmail.com

**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

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

**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

**Salman KHAN** Forest Entomology Division,  
Forest Research Institute, P.O. New Forest  
Dehradun, Uttarkhand, 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

**Recep Sulhi ÖZKÜTÜK;** Eskişehir Technical  
University, Science Faculty, Department of  
Biology, Eskişehir, Turkey  
E-mail: ozkotuk@eskisehir.edu.tr

**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

**Yavuz Bülent KÖSE;** Anadolu University,  
Faculty of Pharmacy, Eskişehir, Turkey  
E-mail: ybkose@anadolu.edu.tr

**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



**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 Akünel, 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 Özüdoğru, Ankara (Turkey)  
 Betül Gıdık, Bayburt (Turkey)  
 Betül Y. Öztürk, Eskişehir (Turkey)  
 Bilal Şahin Çankırı, (Turkey)  
 Burak Arıcak, 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, Düzce (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, Düzce (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)  
 Gülriz Bayçu, İstanbul (Turkey)  
 Gülsen Kendir, İstanbul (Turkey)  
 Gülşah Çobanoğlu, İstanbul (Turkey)  
 Gülşah Özyiğitoğlu, 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 Ucu Öz, 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)  
 İhsan A. Al-Shebbaz, Missouri (USA)  
 İlgez Akata, Ankara (Turkey)  
 İltaf Ullah, Nowshera (Pakistan)  
 İbrahim İlker Özyiğit, İstanbul (Turkey)  
 İbrahim Turna, Trabzon (Turkey)  
 İbrahim Türkel, 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 Aktaş, 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 Kurşat, 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 Sarıoğlu, Eskişehir (Turkey)  
 Naşit İğci, Nevşehir (Turkey)  
 Nazmi Polat, Samsun (Turkey)  
 Necdet Değermenci, Kastamonu (Turkey)  
 Necmi İşler, Hatay (Turkey)  
 Nesil Ertorun, Eskişehir (Turkey)  
 Nilsun Demir, Ankara (Turkey)  
 Nural Karagözü, Manisa (Turkey)  
 Nurcan Yiğit, Kastamonu (Turkey)  
 Nurdilek Gülmezoğlu, 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 İlgin, Kayseri (Turkey)  
 Selima Khatun, West Bengal (India)  
 Selma Helli, Sakarya (Turkey)  
 Serap Pulatsız, Ankara (Turkey)  
 Serdar Aslan, Düzce (Turkey)  
 Serdar Gökhan Şenol,İzmir (Turkey)  
 Serdar Makbul, Rize (Turkey)  
 Serkan Gülsoy, Isparta (Turkey)



**Reviewer**

Servet Arslan, Antalya (Turkey)  
 Sevda Kırbağ, Elazığ (Turkey)  
 Sevda Turkis, Ordu (Turkey)  
 Sevil Sungur, Nevşehir (Turkey)  
 Seyit Ahmet Sargin, 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)

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

**Production Editor/Yayın Editörü:** İlkin YÜCEL ŞENGÜN

**Layout Editor/ Mizapaj Editörü:** Dilge YÜCEL

**Spelling and Language Editor/Yazım ve Dil Editörü:** Mine YÜCEL

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

**Technical Editor/ Teknik Editör:** Recep Sulhi ÖZKÜTÜK

**Editorial Office/ Editörlük Ofisi:** Yasemin YÜCEL, Umur KILINÇ

**Subscription Manager/ Abonelik Yöneticisi:** Yasemin YÜCEL,

**Cover Layout/Kapak Düzeni:** Mine YÜCEL

**Secretary/ Genel Sekreter:** Faik CEYLAN

**Printing Press/Baskı:** Cetemenler, Eskişehir/Turkey

**BIOLOGICAL DIVERSITY AND CONSERVATION (ISSN: 1308-5301; e-ISSN: 1308-8084)**  
**Journal General Information (Year 2022)**

Journal name	BIOLOGICAL DIVERSITY AND CONSERVATION / BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK VE KORUMA
CODEN	BIODICON
Frequency	Tri-annual
Publisher	ERSİN YÜCEL
ISSN	ISSN: 1308-5301
e-ISSN	e-ISSN: 1308-8084
Journal Barcode No.	977130853001
Starting Year	2008
Editors-in-Chief	Prof.Dr. Ersin YÜCEL
Subject	Biological Diversity, Conservation, Ecology, Environment and Human Health
Language	English and/or Turkish
Type of Access	Print and Online
Phone No.	+905364189988
e-mail	info@ersinyucel.com.tr ; biodicon@gmail.com
Journal Internet Access	http://www.biodicon.com ; https://dergipark.org.tr/en/pub/biodicon
Publisher Address	ERSİN YÜCEL, P.K. 86, İki Eylül PTT Merkez, 26000 Eskişehir/Türkiye
Ethical Principles	The Copyright Agreement Form Conflict of Interest Form (ICMJE Form) Reviewer Evaluation Form
Authors Declaration and sign these forms	The Copyright Agreement Form Author Contribution Form Conflict of Interest Form (ICMJE Form)
Copyright © 2008-2022	© 2022 ERSİN YÜCEL All rights reserved
Owner	ERSİN YÜCEL
Memberships	CrossRef;10.46309/biodicon. Medical Reads (RRS) Medical Journal Editors (ICMJE) PubMed
Publishing Processes	Council of Science Editors (CSE) Committee on Publication Ethics (COPE) European Association of Science Editors (EASE) World Association of Medical Journal Editors (WAME) National Information Standards Organization (NISO)
Editorial Board, Reviewers	Postal address, ORCID ID
Ethical issues	Permissions and copyright transfer policy specified
Corresponding Author Contact Information	Postal address, Phone, Fax, E-mail, ORCID ID
Authors Contact Information	Postal address, ORCID ID
Publication Process	3-15 week
Process of Review	Double-blind review
Editorial policy of the journal	This journal is an international, scientific, online and print published in accordance with independent, unbiased, and double-blinded peer-review principles.
Indexes	Web of Science {Zoological Records Indexed} Clavariate Analytic, Tu
Price Police	The article processing is free

ISSN 1308-5301



9 771308 530001



**Butterfly fauna (Lepidoptera: Rhopalocera) in and around Hirpora Wildlife Sanctuary, Shopian Kashmir, J&K UT, India**

Muzafar RIYAZ \*<sup>1</sup>  
ORCID: 0000-0001-9372-681X

<sup>1</sup>Division of Taxonomy & Biodiversity, Entomology Research Institute, Loyola College, Chennai, 600034, Tamil Nadu, India

**Abstract**

Butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) of Hirpora Wildlife Sanctuary and its adjoining areas are presented. The sanctuary is situated at the foothills of Pir Panjal mountain range (Inner Himalayas) in the southern escarpment of Kashmir's Shopian District. The study was carried out from April to October 2021. A total number of 25 species from five families were recorded. The highest number of species were recorded from the family Nymphalidae followed by the family Pieridae. Additional field surveys and explorations in the upper reaches of the sanctuary will add further species to the butterfly inventory of the region.

**Key words:** Butterflies, Hirpora Wildlife Sanctuary, Shopian, Kashmir, India

----- \* -----

**Hirpora Doğal Hayatı Koruma Alanı içinde ve çevresinde kelebek faunası (Lepidoptera: Rhopalocera), Shopian Kashmir, J&K UT, Hindistan**

**Özet**

Hirpora Doğal Hayatı Koruma Alanı ve ve bölge çevresindeki farklı habitatlardan toplanan kelebek örnekleri (Lepidoptera: Rhopalocera) sunulmuştur. Kutsal alan, Keşmir'in Shopian Bölgesi'nin güney yamacındaki Pir Panjal sıradağlarının (İç Himalayalar) eteklerinde yer almaktadır. Çalışma Nisan-Ekim 2021 arasında gerçekleştirildi. Beş familyadan toplam 25 tür kaydedildi. En fazla tür Nymphalidae familyasından kaydedilmiştir, bunu Pieridae familyası izlemiştir. Çevresinde özellikle kuzey kısmında yürütülecek yeni çalışmalar ile bölge için yeni tür kayıtlarının ve yeni türlerin tespit edilebileceği öngörülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Kelebekler, Hirpora Yaban Hayatı Koruma Alanı, Shopian, Keşmir, Hindistan

**1. Introduction**

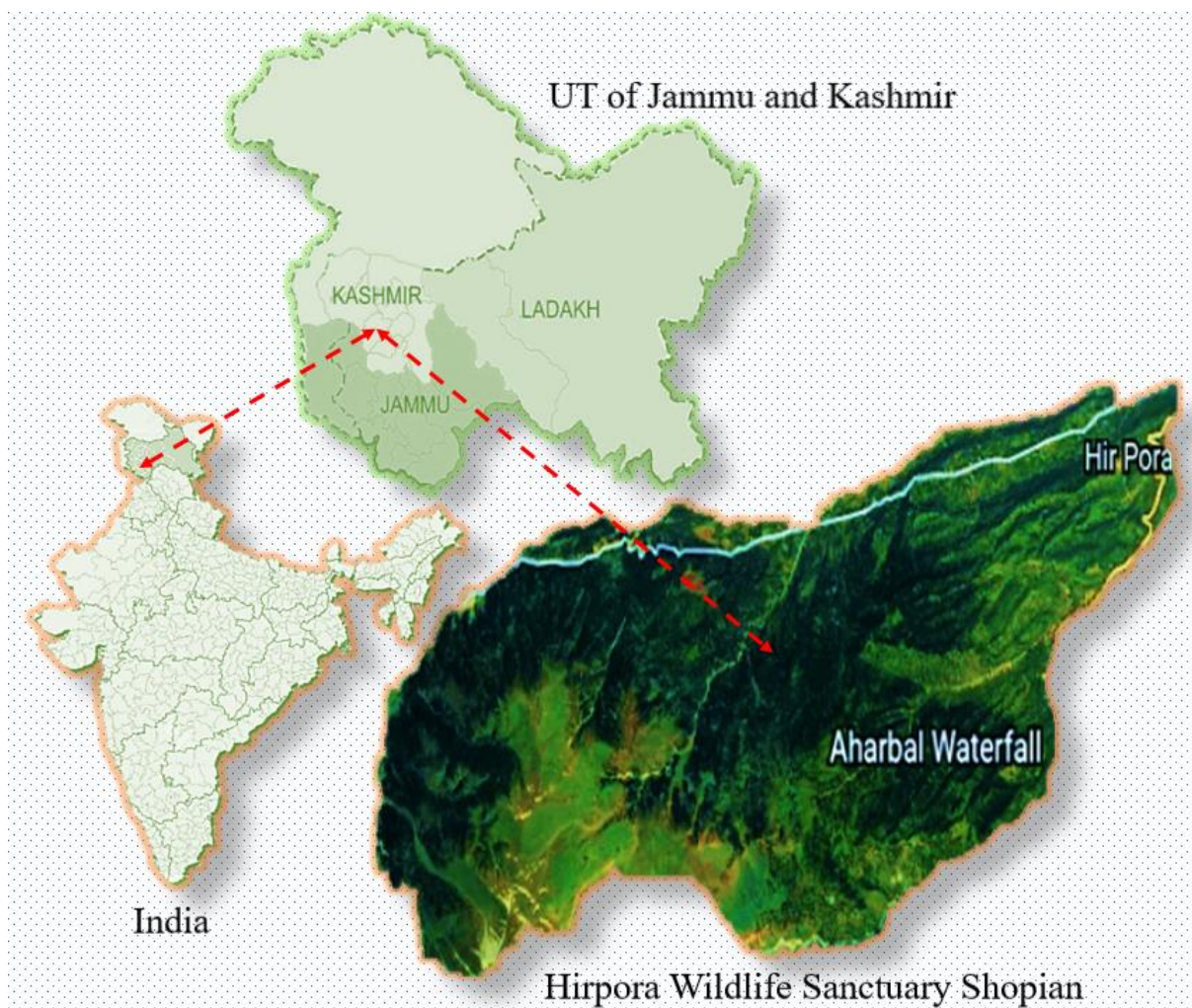
Kashmir Valley is one of the most ecologically sensitive areas covered with lush green forest, sky-scraping snow-clad mountains, panoramic grasslands and diverse agrarian and natural ecosystems which provides the habitat to an immense number of Insects. Assessment of the diversity of Entomofauna from the region has not been reported in the recent past other than some studies on a few taxa. To assess the diversity of butterfly fauna, Hirpora Wildlife Sanctuary Shopian and its adjoining areas were selected for field surveys. Order Lepidoptera has gained a remarkable position in the phylum Arthropoda as the most distinguished class among other orders and classes of Insects. The butterflies apparently exemplify the largest clade with 20,000 described species across the globe and for which the inventory of these species is nearly completed (Pinkert et al., 2022). With their attractiveness, multicoloured omnipresence and ecosystem services, butterflies have attained an exceptional place in the animal kingdom (Kunte, 2000). India is home to around 1,501 butterfly species, out of which Skippers (321 species) assume the largest group of butterflies followed by Swallowtails (107), Whites and Yellows (109 species), Brush-footed (521 species), and Blues (443 species) (Kehimkar,



2008). In Jammu and Kashmir union territory, around 408 species belonging to 25 subfamilies from 5 families are known to occur in the three distinct biogeographic regions of the Union territory (Jammu, Kashmir, and Ladakh) which account for ca. 27% of India's butterfly fauna (Dar et al., 2021; Gupta & Sheikh, 2021; Parey & Sheikh, 2021; Qureshi et al., 2013; Qureshi, 2020; Sheikh, 2021; Sheikh & Parey, 2019a, 2019b; Sheikh et al., 2021; Singh & Sheikh, 2021; Sheikh & Gupta, 2022).

## 2. Materials and methods

Hirpora Wildlife Sanctuary is situated between 33°41'N 74°43'E at the foothills of Pir Panjal Mountain range surrounded by the snowclad and skyscraping mountain ranges of the Inner Himalayas at an altitude of 2546 m (Figure 1). The sanctuary is home to many species of both plants and animals. The Sanctuary comes under the jurisdiction and forest division of District Shopian which lies in the southern escarpment of Kashmir Valley (Figure 2). The Sanctuary has a total area of 341.25 km<sup>2</sup>; with most of the landcover is under forest cover followed by pastures, wastelands and water bodies including alpine lakes (Riyaz & Reshi, 2021). The average temperature lies in between 20 °C to 25 °C during summers and autumn, while the minimum temperatures lie between -15 °C to 10 °C during winter and early spring. The field survey was carried out from April to October 2020. A single individual species/subspecies from each genus were collected using an aerial net and then transferred into glass jars filled with Plaster of Paris at the base and cotton dipped in Ethyl acetate. The killed specimens were then mounted using Bohemia Pins (5 and 1 no. respectively) on a wooden insect spreading board. After three days, the mounted specimens were photographed using Redmi Note 8 Pro Smartphone + 20 mm macrolens. The specimens were preserved and kept in the Insect Museum of Division of Taxonomy & Biodiversity, Entomology Research Institute, Loyola College, Chennai, Tamil Nadu, India as reference material. The identification of the species was carried out by consulting the literature, pictorial fieldguides, catalogues and the keys (Evans, 1932; Kunte, 2000; Pajni et al., 2006; Varshney & Smetacek, 2015).



**Figure 1.** Map of Hirpora Wildlife Sanctuary Shopian Kashmir





Figure 2. An inside view of Hirpora Wildlife Sanctuary, Shopian Kashmir  
(Photo Muzafar Riyaz)

### 3. Results

During the study, a total number of 25 species {Table, 1 and Figure 3. (A-Y)} were collected belonging to 5 families of the order Lepidoptera. Among these five families, the highest number of species/subspecies were collected from the family Nymphalidae (12 Species) followed by the family Pieridae (05 species), Lycaenidae (03 species), Papilionidae (01 species) and Hesperidae (01 species). Most of the species were active and observed from April to October with maximum day temperature ranges between 20-25°C. The species *Aglais caschmirensis caschmirensis* Kollar, 1844 (Nymphalidae: Lepidoptera) was the first species to become active and recorded after hibernating through long and harsh winters. The most abundant species recorded during the study period was *Pieris brassicae nepalensis* Gray, 1846 that was active in both forest and agricultural ecosystems. The occasional visiting species recorded were *Papilio machaon* Moore, 1884 and *Phalanta phalantha* Drury, 1773. The present study was a brief survey and exploration of Butterfly species in the Hirpora Wildlife Sanctuary, Shopian and its adjoining areas. The study observed 25 Butterfly species from 5 different families. The study also aims to provide an updated checklist of the butterflies of the Sanctuary and will also aim to explore more areas in the future as well, since the area is yet to be fully explored, it's very likely that many new species are awaiting the discovery.

Table 1. Checklist of Butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) in and around Hirpora Wildlife Sanctuary Shopian

S. No.	Family	Taxa	Common Name/ English Name	Location Coordinates	Habitat Type
1	Hesperidae	<i>Parnara guttatus mangala</i> Moore, 1866	Straight Swift	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest/ Agricultural
2	Lycaenidae	<i>Arícia agestis nazira</i> Moore, 1865	Orange-Bordered Argus	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest/ Agricultural
3	Lycaenidae	<i>Lycaena phlaeas phlaeas</i> , Linnaeus, 1761	Common Copper	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest/ Agricultural
4	Lycaenidae	<i>Polyommatus pseuderos</i> Moore, 1879	Kashmir Meadow Blue	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest/ Agricultural

Table 1. Continued

5	Papilionidae	<i>Papilio machaon</i> ladakensis Moore, 1884	Common Yellow Swallowtail	32°42'25"N 74°57'45"E	Agricultural
6	Pieridae	<i>Colias fieldi</i> Menetries, 1855	Dark Clouded Yellow	33°42'22"N 74°56'25"E	Forest/ Agricultural
7	Pieridae	<i>Gonepteryx rhamni nepalensis</i> Doubleday, 1847	Himalayan Common Brimstone	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest
8	Pieridae	<i>Eurema brigitta</i> Stoll, 1780	Small Grass Yellow	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest/ Agricultural
9	Pieridae	<i>Pieris brassicae nepalensis</i> Gray, 1846	Large Cabbage White	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest/ Agricultural
10	Pieridae	<i>Pieris canidia indica</i> , Evans, 1926	Indian Cabbage White	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest/ Agricultural
11	Pieridae	<i>Pontia duplice moorei</i> , Röber, 1907	Bath White	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest/ Agricultural
12	Nymphalidae	<i>Argynnis jainadeva persephone</i> , Hemming, 1934	Highbrown Silverspot	33°40'18"N 74°42'16"E	Forest
13	Nymphalidae	<i>Argynnis kamala</i> Moore, 1858	Common Silverstripe	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest
14	Nymphalidae	<i>Aulocera swaha swaha</i> Kollar, 1848	Common Satyr	33°40'18"N 74°42'16"E	Forest
15	Nymphalidae	<i>Aglais caschmirensis caschmirensis</i> Kollar, 1844	Kashmir Tortoiseshell	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest/ Agricultural
16	Nymphalidae	<i>Issoria lathonia lathonia</i> Linnaeus, 1758	Queen of Spain Fritillary	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest
17	Nymphalidae	<i>Phalanta phalantha</i> Drury, 1773	Common Leopard	33°42'22"N 74°56'25"E	Agricultural
18	Nymphalidae	<i>Vanessa indica indica</i> Herbst, 1794	Indian Red Admiral	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest
19	Nymphalidae	<i>Vanessa cardui</i> Linnaeus, 1758	Painted Lady	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest/ Agricultural
20	Nymphalidae	<i>Callerebia nirmala daksha</i> Moore, 1874	Common Argus	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest
21	Nymphalidae	<i>Hyponephele pulchra pulchra</i> C. and R. Felder, 1867	Dusky Meadowbrown	33°40'39"N 74°44'41"E	Forest
22	Nymphalidae	<i>Hypolimnas misippus</i> Linnaeus, 1764	Danaid Eggfly	33°42'22"N 74°56'21"E	Agricultural
23	Nymphalidae	<i>Junonia orithya</i> Linnaeus, 1758	Blue Pansy	33°43'12"N 74°58'28"E	Agricultural
24	Nymphalidae	<i>Neptis sappho</i> Pallas, 1771	Pallas Sailor	33°42'22"N 74°56'25"E	Forest
25	Nymphalidae	<i>Danaus genutia</i> Cramer, 1779	Common Tiger	33°42'21"N 74°56'29"E	Agricultural



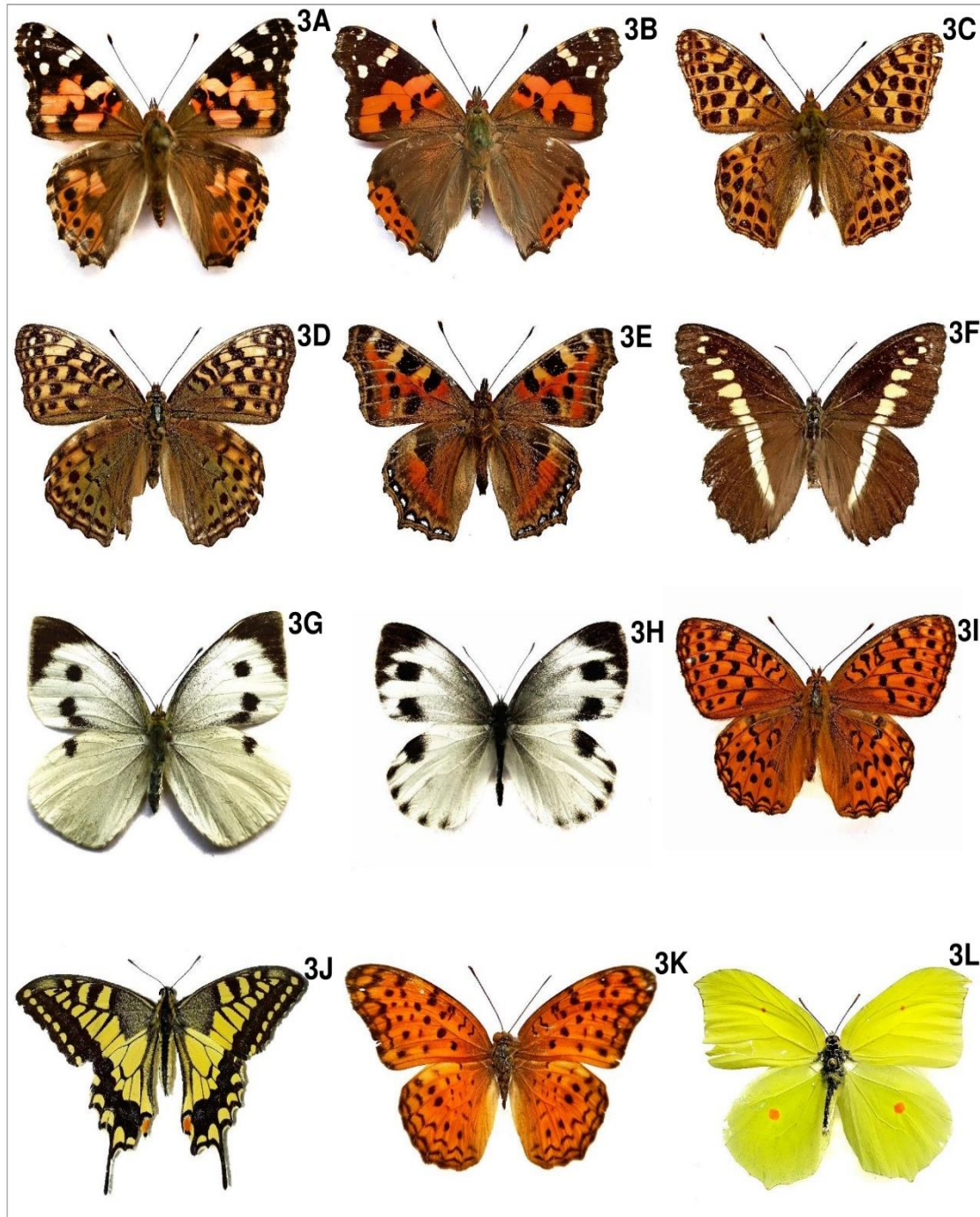


Figure 3. Mounted specimens of collected butterfly species/subspecies

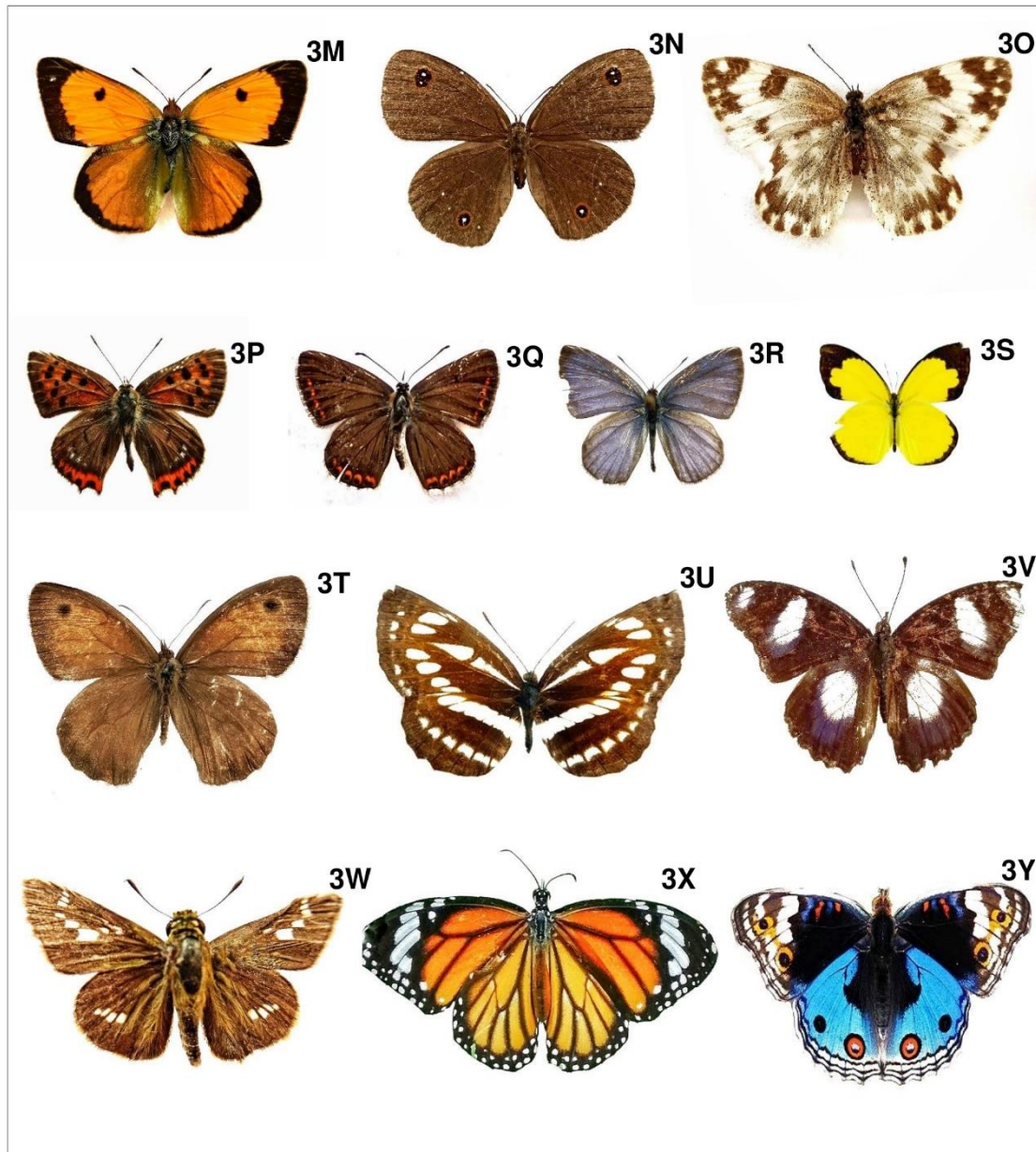


Figure 3. Continued

3A. *Vanessa cardui*, 3B. *Vanessa indica indica*, 3C. *Issoria lathonia lathonia*, 3D. *Argynnis kamala* 3E. *Aglais caschmirensis caschmirensis*, 3F. *Aulocera swaha swaha*, 3G. *Pieris brassicae nepalensis*, 3H. *Pieris canidia indica*, 3I. *Argynnis jainadeva persephone*, 3J. *Papilio machaon ladakensis*, 3K. *Phalanta phalanta*, 3L. *Gonepteryx rhamni nepalensis*, 3M. *Colias fieldi*, 3N. *Callerebia nirmala daksha*, 3O. *Pontia duplice moorei*, 3P. *Lycaena phlaeas phlaeas*, 3Q. *Aricia agestis nazira*, 3R. *Polyommatus pseuderos*, 3S. *Eurema brigitta*, 3T. *Hyponphele pulchra pulchra*, 3U. *Neptis sappho*, 3V. *Hypolimnas misippus*, 3W. *Parnara guttatus mangala*, 3X. *Danaus genutia*, 3Y. *Junonia orithya*

#### 4. Conclusions and discussion

The Indian butterfly fauna is very vast and diverse that are confined to many geographic regions across the country. Until this date, no Indian butterfly has been known to be extinct, however, there are very few studies and reports on lesser-known taxa of butterflies and their existence of them in several cases are yet to be determined. In the Himalayan and south region of India, there is an end number of endemic butterflies, which are estimated around 8% of Indian butterflies. North-western Himalayas, mainly the Kashmir region is one of the major biodiversity hotspots of India. The region is rich in both flora and fauna and the revision of the fauna particularly the insect diversity in the region has not been well documented in the recent past besides aided by some old checklists from British India and authors of the different

parts of India as well. The Governmental efforts in biodiversity conservation and management particularly the insect fauna failed miserably. With the prompt expansion in human populations, industrialization, urbanization, deforestation, large-scale utilization of agrochemicals and natural resource exploitation, the threat to become endangered and extinct might be experienced in most of the insect species in the Himalayan region. Long-term conservation and management of the fauna particularly the insects through an educated approach is a need of the hour. With these short notes and mini-revisions of the insect species, many young researchers will come forward to survey the unexplored areas of the Kashmir Himalayas as new many species await discovery. The monitoring of the biodiversity in the region will sequentially aid in the management and conservation of the Entomofauna in the future.

### Acknowledgements

The author wishes to thank Entomology Research Institute, Loyola College, Chennai, India for extended guidance and Idea Wild (USA) for field equipment.

### Funding Acknowledgement

The present study received no specific grant from any funding agency..

### References

- [1] Dar, A. A., Jamal, K., Shah, M. S., Ali, M., Sayed, S., Gaber, A., Kesba, H. and Salah, M. (2021). Species richness, abundance, distributional pattern and trait composition of butterfly assemblage change along an altitudinal gradient in the Gulmarg region of Jammu & Kashmir, India. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4): 2262-2269. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.11.066>
- [2] Evans, W.H. (1932). *The Identification of Indian Butterflies*. Mumbai, India: Bombay Natural History Society.
- [3] Gupta, S. & Sheikh, T. (2021). First Record of Spotted Small Flat Sarangesa purendra (Moore, 1882) (Lepidoptera: Hesperidae) from Union Territory of Jammu and Kashmir, India. *Revista Chilena de Entomología* 47 (3): 545-548
- [4] Kehimkar, I.D. (2008). *The Book of Indian Butterflies*. Mumbai: Bombay Natural History & Oxford University Press.
- [5] Kunte, K. (2000). *India-A Lifescape: Butterflies of peninsular India*. Hyderabad: University press.
- [6] Pajni, H.R., Rose, H.S. & Walia, V.K. (2006). *Butterflies of North-West India, part 1*. Chandigarh, India: Atma Ram and Sons.
- [7] Parey, S.H. and Sheikh, T. (2021). *Butterflies of Pirpanjal Range of Kashmir Himalaya*. Corvete Press, New Delhi. pp. xi+1-149pp.
- [8] Pinkert, S., Barve, V., Guralnick, R., & Jetz, W. (2022). Global geographical and latitudinal variation in butterfly species richness captured through a comprehensive country- level occurrence database. *Global Ecology and Biogeography*, 31(5), 830-839.
- [9] Qureshi, A.A., Dar, R.A., Tahir, S.I. & Bhagat, R.C. (2013). Butterfly-fauna of Gulmarg, Kashmir, J and K State. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2(5), 40-45.
- [10] Qureshi, A.A. (2020). Biodiversity of Butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) of Jammu and Kashmir State. In *Biodiversity of the Himalaya: Jammu and Kashmir State* (pp. 749-788). Singapore: Springer.
- [11] Riyaz, M., & Reshi, M. A. (2021). First record of Myrmeleon trivialis (Gerstaecker, 1885)(Neuroptera: Myrmeleontidae) from the J&K UT (Kashmir Valley, India). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, 14(3), 59-64.
- [12] Sheikh, T. (2021). Addition of Chestnut Angle Odonopilum angulatum (C. Felder, 1862) to the butterfly fauna of Union Territory of Jammu and Kashmir, India. *Life Sciences Leaflets*, 141: 7-11.
- [13] Sheikh, T. & Gupta, S. (2022). Rediscovery of white-bordered copper, Lycaena panava (Westwood, 1852) (Lepidoptera: Lycaenidae) from Union Territory of Jammu and Kashmir, India. *Life Sciences Leaflets*, 144(2): 01-05.
- [14] Sheikh, T. and Parey, S.H. (2019a). Six new records of butterflies (Lepidoptera: Insecta) from Jammu and Rajouri Districts of Jammu and Kashmir Himalaya. *Journal of Wildlife Research*, 7(3): 42-46.
- [15] Sheikh, T. and Parey, S.H. (2019b). New records of butterflies (Lepidoptera: Insecta) from Jammu and Kashmir Himalaya. *Records of Zoological Survey India*, 119(4): 463-473.
- [16] Sheikh, T., Awan, M.A. and Parey, S.H. (2021). Checklist of Butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) of Union territory Jammu and Kashmir, India. *Records of Zoological Survey India*, 121(1): 127-171.
- [17] Singh, S. & Sheikh, T. (2021). Rediscovery of Popinjay, Stibochiona nicea (Gray, 1846) (Lepidoptera: Nymphalidae: Nymphalinae) from Union Territory of Jammu and Kashmir, India. *Revista Chilena de Entomología* 47 (3): 497-499.
- [18] Varshney, R.K & Smetacek, P. (2015). *A Synoptic Catalogue of the Butterflies of India*. New Delhi, India: Butterfly Research Centre, Bhimtal. Indinov Publishing.





## A faunistic study of aquatic beetles (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae) in Beyşehir lake basin (Konya), Türkiye

Ayçin AKÜNAL\*<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0002-0287-1227

<sup>1</sup> Department of Emergency and Disaster Management, Beyşehir Ali Akkanat School of Applied Sciences, Selçuk University, 42700 Konya, Türkiye

### Abstract

This study is based on investigations conducted in 2018-2020, including a total of 17 species and 2 subspecies belonging to the families Hydrophilidae and Helophoridae (Coleoptera) which were determined from Beyşehir Lake and surrounding areas and among these taxa, 15 are new records for Konya province. *Anacena globulus* Paykull, 1798, *Enochrus quadripunctatus* (Herbst, 1797) and *Laccobius obscuratus orchymonti* Gentili, 1976 were reported from the Central Anatolia Region of Turkey within this study for the first time.

**Keywords:** Hydrophilidae, Helophoridae, Beyşehir Lake, Konya, Türkiye

----- \* -----

### Beyşehir gölü havzası sucul kınkanathılar faunası (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae) üzerine bir çalışma

### Özet

Bu çalışma, 2018-2020 yılları arasında Beyşehir Gölü ve çevresinden tespit edilen Hydrophilidae ve Helophoridae familyalarına ait toplam 17 tür ve 2 alttürü kapsamaktadır. Teşhis edilen taksonlardan 15 tanesi Konya ili için yeni kayıt özelliğindedir. *Anacena globulus* Paykull, 1798, *Enochrus quadripunctatus* (Herbst, 1797) ve *Laccobius obscuratus orchymonti* Gentili, 1976 ise İç Anadolu bölgesinden ilk kez bu çalışma ile bildirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Hydrophilidae, Helophoridae, Beyşehir gölü, Konya, Türkiye

### 1. Introduction

Hydrophilidae or 'water scavenger beetles', represent the largest group of the Hydrophiloidea, including more than 3100 species and 6 subfamilies in all over the world and a majority of which make about 70%, are found in aquatic habitats [1]. The family is classified in six subfamilies and about 492 species are distributed in the Palaearctic region [2,3,4]. Hitherto, 19 genera, 105 species and 3 subspecies of hydrophilids have been known from Turkey [5,6,7].

Helophoridae is another important family of Hydrophiloidea classified into a single genus, *Helophorus* Fabricius, 1775 including about 201 species all over the world. Turkish Helophoridae fauna involves 50 species and 2 subspecies classified in single genus *Helophorus* having 8 *Empleurus*, *Eutrichelophorus*, *Helophorus*, *Orphelophorus*, *Rhopalohelophorus*, *Atracthelophorus*, *Transithelophorus*, *Trichohelophorus* subgenera namely [5,7].

The goal of this paper is to determine of Hydrophilidae and Helophoridae of Beyşehir Lake and surrounding areas in Konya province, Turkey. Beyşehir Lake Basin is located at Central Anatolia, surrounded by the Taurus Mountains and the Western Anatolia Mountains in terms of zoogeography. For this reason, it contains many different habitat types and creates a natural habitat in terms of flora and fauna elements. There were no comprehensive studies at Beyşehir Lake area about the mentioned families although there are numerous water sources. Therefore, this study

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +903325121881; Fax.: +903325121453; E-mail: aycinakunal@selcuk.edu.tr

involves contributions to our country's biological diversity by introducing Hydrophilidae and Helophoridae fauna of the site and local fauna with new locality records.

## 2. Materials and methods

The present study is based on Hydrophilidae and Helophoridae collected between April and October in 2018 and in 2020 from Beyşehir Lake and surroundings. Beyşehir Lake is the largest freshwater lake in Turkey and it is the third largest lake in terms of surface area after Van and Tuz Lake. Beyşehir Lake is located within the borders of Beyşehir and Kızıldağ national parks which are part of Lakes District that constitutes one of the most important wetland areas of Turkey including a series of lakes of different sizes (Figure 1).

Specimens were firstly killed with ethyl acetate or 70% ethyl alcohol solution after collected. They were taken to the laboratory for further analysis and dissection. The specimens were cleaned and then aedeagus of the specimens and other morphological characters were dissected under a stereo microscope. Identification of all samples was made by the author. All the specimens were deposited in Selçuk University, Beyşehir Ali Akkanat School of Applied Sciences, Department of Emergency and Disaster Management, Beyşehir, Turkey.

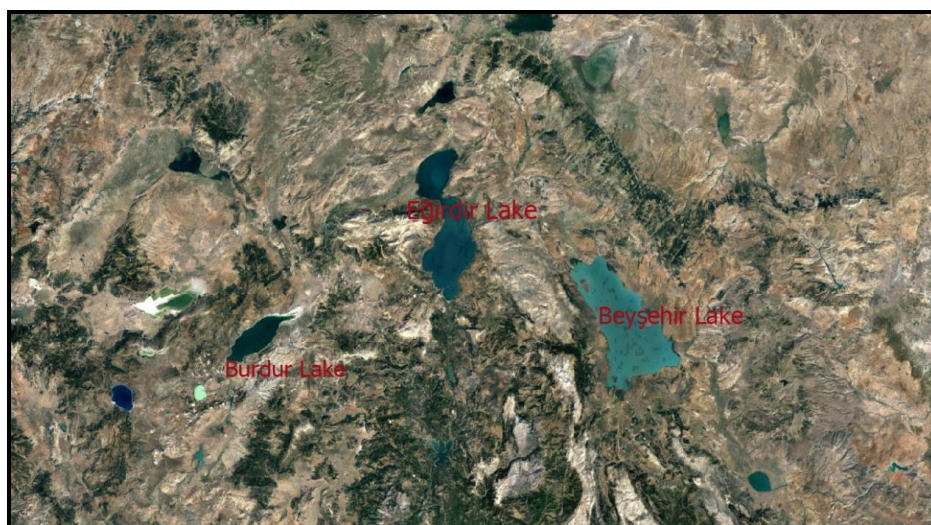


Figure 1. Beyşehir Lake and surroundings

## 3. Results

A total of 17 species and 2 subspecies of Hydrophilidae and Helophoridae were recorded from Beyşehir Lake basin. The following information is given for the material listed: Administrative district (town, village or specific locality), date, altitude, (coordinate), number of specimens. Additionally, distribution in Turkey and locality remarks are added.

### Family: Hydrophilidae Latreille, 1802

#### Genus: *Anacena* Thomson, 1859

##### *Anacena rufipes* (Guillebeau, 1896)

**Material examined:** Eflatun Pınarı, 24.07.2020, 1138 m, (37° 49' 28" N, 31° 40' 19" E), 2 ♂♂.

**Distribution in Turkey:** Bayburt, Giresun, Gümüşhane, İstanbul, Ordu, Samsun, Tokat, Trabzon [7].

**Remark:** New in Konya province.

##### *Anacena globulus* Paykull, 1798

**Material examined:** Beyşehir, 09.08.2020, 1146 m, (37° 49' 31" N 31° 40' 27" E), 1 ♂, 1 ♀.

**Distribution in Turkey:** Balıkesir, İçel, İzmir, İzmit [7].

**Remark:** New in Konya province and Central Anatolia region.

#### Genus: *Berosus* Leach, 1817

##### *Berosus spinosus* Steven, 1808

**Material examined:** Beyşehir on Akburun road, 09.09.2018, 1142 m, (37° 47' 51" N, 31° 37' 59" E), 2 ♂♂, 2 ♀♀; Konya on Beyşehir road 17.10.2018, 1654 m, (37° 38' 10" N, 32° 01' 25" E), 1 ♀.

**Distribution in Turkey:** Adana, Afyon, Aksaray, Ankara, Antalya, Aydın, Çorum, Denizli, Edirne, Elâzığ, İçel, İzmir, Kars, Kayseri, Kırşehir, Malatya, Samsun, Van [7].

**Remark:** New in Konya province.

**Genus: *Enochrus* Thomson, 1859*****Enochrus fuscipennis* (Thomson, 1884)**

**Material examined:** Beyşehir on Şarkikaraağaç road, 29.09.2018 1131 m, (37° 50' 36" N, 31° 36' 56" E), 5 ♂♂, 4 ♀♀; Konya on Beyşehir road, 17.10.2018, 1485 m, (37° 56' 08" N, 31° 57' 54" E); 1 ♂, 3 ♀♀.

**Distribution in Turkey:** Aksaray, Ankara, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bayburt, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çorum, Denizli, Giresun, Gümüşhane, Erzincan, Erzurum, Isparta, İzmir, Kayseri, Manisa, Ordu, Rize [7].

**Remark:** New in Konya province.

***Enochrus halophilus* (Bedel, 1878)**

**Material examined:** Beyşehir, 14.09.2018, 1134 m, (37° 40' 46" N, 31 43 27" E), 1 ♀; Konya on Beyşehir road, 17.10.2018, 1485 m, (37° 56' 08" N, 31° 57' 54" E) 3 ♂♂, 3 ♀♀.

**Distribution in Turkey:** Afyonkarahisar, Burdur, Isparta, İzmir, Kayseri, Manisa [7].

**Remark:** New in Konya province.

***Enochrus quadripunctatus* (Herbst, 1797)**

**Material examined:** Yenişarbademli, Gölyaka, 06. 09. 2020, 1141 m, (37° 43' 49" N, 31 27 00" E), 2 ♂♂; Kızıldağ National Park, 06. 09. 2020, 1146 m, (37° 44' 23" N, 31 25 19" E), 1 ♂.

**Distribution in Turkey:** Antalya, Denizli, Edirne, Isparta, İzmir, Manisa, Ordu [7].

**Remark:** New in Konya province and Central Anatolia region.

**Genus: *Helochares* Mulsant, 1844*****Helochares punctatus* Sharp, 1869**

**Material examined:** Beyşehir, 22.09.2018, 1190 m, (37° 48' 49" N, 31° 43' 04" E), 2 ♂♂; Şarkikaraağaç, 29.09.2018, 1131 m, (37° 50' 36" N, 31° 36' 56" E), 2 ♂♂, 5 ♀♀; Konya on Beyşehir road, 17.10.2018, 1485 m, (37° 56' 08" N, 31° 57' 12" E), 2 ♂♂.

**Distribution in Turkey:** Artvin, Burdur, Çorum, Isparta, İzmir, Manisa [7].

**Remark:** New in Konya province.

***Helochares obscurus* (Müller, 1776)**

**Material examined:** Konya on Beyşehir road, 17.10.2018, 1654 m, (37° 38' 10" N, 32° 01' 25" E), 1 ♂, 1 ♀.

**Distribution in Turkey:** Adana, Ankara, Balıkesir, Bayburt, Burdur, Bursa, Çanakkale, Giresun, Isparta, İzmir, Kayseri, Sakarya, Samsun, Ordu [7].

**Remark:** New in Konya province.

**Genus: *Hydrobius* Leach, 1815*****Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758)**

**Material examined:** Tolca, 20. 09. 2020, 1129 m, (37° 54' 43" N, 31° 29' 44" E), 5 ♂♂, 3 ♀♀; Şarkikaraağaç on Beyşehir road, 11. 10.2020, 1323 m, (37° 58' 43" N, 31° 25' 35" E), 7 ♂♂, 4 ♀♀.

**Distribution in Turkey:** Aydın, Ankara, Artvin, Bayburt, Bilecik, Çorum, Erzincan, Erzurum, Giresun, Gümüşhane, İçel, İzmir, Kayseri, Konya, Ordu, Rize, Samsun, Tokat, Trabzon [7].

**Genus: *Laccobius* Erichson, 1837*****Laccobius bipunctatus* (Fabricius, 1775)**

**Material examined:** Isparta on Konya road, 14.08.2020, 1210 m, (38° 02' 31" N, 31° 26' 48" E), 4 ♂♂, 3 ♀♀; Beyşehir, 20. 09. 2020, 1129 m, (37° 39' 35" N, 31° 42' 20" E), 5 ♂♂, Beyşehir, 20. 09. 2020, 1131 m, (37° 39' 15" N, 31° 40' 20" E), 1 ♀.

**Distribution in Turkey:** Afyon, Artvin, Bayburt, Bolu, Çorum, Erzurum, Giresun, Gümüşhane, Kastamonu, Ordu, Trabzon [7].

**Remark:** New in Konya province.

***Laccobius gracilis* Motschulsky, 1855**

**Material examined:** Beyşehir on Konya road, 11.10.2018, 1132 m, (37° 42' 03" N, 31° 43' 48" E), 2 ♂♂; Beyşehir on Konya road, 17.10.2018, 1654 m, (37° 38' 10" N, 32° 01' 25" E) 1 ♂; Bademli, 08.11.2018, 1193 m, (37° 38' 18" N, 31° 41' 53" E), 4 ♂♂, 1 ♀; Eflatun Spring, 24.07.2020, 1138 m, (37° 49' 28" N, 31° 40' 19" E), 2 ♂♂, 1 ♀.

**Distribution in Turkey:** Adana, Adıyaman, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Bayburt, Balıkesir, Bilecik, Bingöl, Bitlis, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Erzincan, Erzurum, Gaziantep, Giresun, Gümüşhane, Hakkâri, Hatay, Isparta, İçel, İstanbul, İzmir, Kars, Kastamonu, Kayseri, Kilis, Kocaeli, Manisa, Mardin, Muğla, Muş, Niğde, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Sivas, Şırnak, Tokat, Trabzon, Van, Yozgat [7].

**Remark:** New in Konya province.



***Laccobius obscuratus aegaeus* Gentili, 1974**

**Material examined:** Beyşehir, 20. 09. 2020, 1131 m, (37° 39' 15" N, 31° 40' 20" E), 4 ♂♂, 4 ♀♀; Şarkikarağaç on Beyşehir road, 11. 10.2020, 1323 m, (37° 58' 43" N, 31° 25' 35" E) 2 ♂♂, 2 ♀♀; Doğanbey, 29. 11. 2020, 1292 m, (37° 47' 44" N, 31° 53' 31" E) 2 ♂♂.

**Distribution in Turkey:** Adana, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bayburt, Bilecik, Bitlis, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çorum, Denizli, Erzincan, Erzurum, Giresun, Gümüşhane, Isparta, İçel, İstanbul, İzmir, Kastamonu, Kayseri, Kırklareli, Kocaeli, Konya, Manisa, Muğla, Niğde, Ordu, Osmaniye, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon, Van [7].

***Laccobius obscuratus orchymonti* Gentili, 1976**

**Material examined:** Beyşehir on Konya road, 11.10.2018, 1132 m, (37° 42' 03" N, 31° 43' 48" E), 5 ♂♂, 1 ♀; Doğanbey, 29. 11. 2020, 1292 m, (37° 47' 44" N, 31° 53' 31" E), 1 ♂, 1 ♀.

**Distribution in Turkey:** Adıyaman, Aydın, Gaziantep, Hatay, İzmir, Kilis, Manisa [7].

**Remark:** New in Konya province and Central Anatolia.

***Laccobius striatulus* (Fabricius, 1801)**

**Material examined:** Isparta on Konya road, 14.08.2020, 1210 m, (38° 02' 31" N, 31° 26' 48" E), 2 ♂♂, 1 ♀.

**Distribution in Turkey:** Ankara, Antalya, Artvin, Balıkesir, Bayburt, Bilecik, Bitlis, Bolu, Bursa, Çanakkale, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Gümüşhane, Hatay, Isparta, İstanbul, İzmir, Kayseri, Kocaeli, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Muğla, Ordu, Sakarya, Samsun, Sivas, Tokat, Trabzon [7].

***Laccobius simulatrix* d'Orchymont, 1932**

**Material examined:** Üçpınar, 29. 11. 2020, 1231 m, (37° 48' 19" N, 31° 49' 35" E), 3 ♂♂, 2 ♀♀.

**Distribution in Turkey:** Adana, Ağrı, Aksaray, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bayburt, Bitlis, Bolu, Bursa, Çanakkale, Çorum, Denizli, Edirne, Erzincan, Erzurum, Giresun, Gümüşhane, Hakkâri, Isparta, İçel, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kayseri, Kırklareli, Kırşehir, Kocaeli, Manisa, Muğla, Niğde, Ordu, Osmaniye, Samsun, Sivas, Tokat, Trabzon, Van, Yozgat [7].

**Remark:** New in Konya province.

***Laccobius syriacus* Guillebeau, 1896**

**Material examined:** Bademli, 08.11.2018, 1193 m, (37° 38' 18" N, 31° 41' 53" E), 2 ♀♀; Isparta on Konya road, 14.08.2020, 1210 m, (38° 02' 31" N, 31° 26' 48" E), 3 ♂♂, 1 ♀.

**Distribution in Turkey:** Adana, Afyonkarahisar, Aksaray, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bayburt, Bilecik, Bitlis, Bolu, Burdur, Bursa, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Gaziantep, Giresun, Gümüşhane, Erzincan, Erzurum, Hakkâri, Hatay, Isparta, İçel, İzmir, Kars, Kayseri, Kahramanmaraş, Kastamonu, Konya, Manisa, Mardin, Muğla, Ordu, Osmaniye, Rize, Sakarya, Samsun, Sinop, Şanlıurfa, Tokat, Trabzon, Van [7].

**Family Helophoridae Leach, 1815**

**Genus:** *Helophorus* Fabricius, 1775

***Helophorus aquaticus* (Linnaeus, 1758)**

**Material examined:** Beyşehir Yakamanastır National Park, 06.10.2018, 1234 m, (37° 37' 59" N, 31° 42' 12" E), 2 ♂♂, 2 ♀♀, Şarkikarağaç on Beyşehir road, 11. 10.2020, 1323 m, (37° 58' 43" N, 31° 25' 35" E), 3 ♂♂, 2 ♀♀; Beyşehir on Konya road, 11. 10. 2020, 1149 m, (37° 42' 29" N, 31° 44' 37" E), 1 ♀; Üçpınar, 29. 11. 2020, 1231m, (37° 48' 19" N, 31° 49' 35" E), 1 ♂, 1 ♀.

**Distribution in Turkey:** Adana, Aksaray, Ankara, Aydın, Bayburt, Bilecik, Bingöl, Bursa, Bolu, Çorum, Diyarbakır, Erzurum, Hakkâri, Giresun, Gümüşhane, Isparta, İçel, İstanbul, Kars, Kastamonu, Kayseri, Kırklareli, Mardin, Muş, Ordu, Sakarya, Samsun, Sinop, Şırnak, Van [7].

**Remark:** New in Konya province.

***Helophorus brevipalpis brevipalpis* Bedel, 1881**

**Material examined:** Beyşehir on Akburun road, 09.09.2018, 1142 m, (37° 47' 51" N, 31° 37' 59" E), 15 ♂♂, 8 ♀♀; Beyşehir, 22.09.2018, 1190 m, (37° 48' 49" N, 31° 43' 04" E), 3 ♂♂, 1 ♀; Beyşehir Yakamanastır National Park, 06.10.2018, 1234 m, (37° 37' 59" N, 31° 42' 12" E), 3 ♂♂, 4 ♀♀; Beyşehir Ağılönü, 06.10.2018, 1186 m, (37° 38' 35" N, 31° 44' 23" E), 5 ♂♂; Eflatun Spring, 24.07.2020, 1138 m, (37° 49' 28" N, 31° 40' 19" E), 5 ♀♀.

**Distribution in Turkey:** Aksaray, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Bayburt, Burdur, Bursa, Çorum, Erzurum, Erzincan, Giresun, Gümüşhane, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kayseri, Kırklareli, Manisa, Muğla, Niğde, Ordu, Samsun, Sinop, Van, Trabzon, Tuz Lake [7].

**Remark:** New in Konya province.

***Helophorus syriacus* Kuwert, 1885**

**Material examined:** Beyşehir Yakamanastır National Park, 06.10.2018, 1234 m, (37° 37' 59" N, 31° 42' 12" E), 2 ♂♂; Beyşehir Ağılönü, 06.10.2018, 1186 m, (37° 38' 35" N, 31° 44' 23" E), 1 ♂.

**Distribution in Turkey:** Adana, Amanos Mountains (Hatay), Aydın, Burdur, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Gaziantep, Hatay, Isparta, İzmir, Mardin, Samsun, Tokat [7].

**Remark:** New in Konya province.

**4. Conclusions and discussion**

Totally 17 species and 2 subspecies were recorded from Beyşehir Lake and surrounding areas within this study. *Laccobius* (5 species, 2 subspecies), *Enochrus* (3 species), *Helophorus* (3 species), *Anacaena* (2 species), *Helochares* (2 species), *Berosus* (1 species), *Hydrobius* (1 species) were represented. Among all, fifteen taxa were recorded in Konya province with this study for the first time. Only 10 species and 1 subspecies were known in Konya province in literature up to now [7], and after the research carried out for the present study, that total number of Hydrophilidae and Helophoridae has been increased to 24 species and 2 subspecies. *Anacena globulus* Paykull, 1798, *Enochrus quadripunctatus* (Herbst, 1797) and *Laccobius obscuratus orchymonti* Gentili, 1976, all of which were reported in Central Anatolia Region of Turkey for the first time. Additionally, *Anacaena rufipes* (Guillebeau, 1896), *Enochrus halophilus* (Bedel, 1878), *Helochares punctatus* Sharp, 1869, *Helochares obscurus* (Müller, 1776) and *Laccobius bipunctatus* (Fabricius, 1775) are recorded for the second time from Central Anatolia in this study. Hydrophilidae and Helophoridae represent two important groups among aquatic beetle fauna of Turkey and aquatic beetle fauna has not fully been presented. This study constitutes a single contribution in order to complete the data on Turkish aquatic beetles and more studies are required to better understand the overall distribution of Hydrophilidae and Helophoridae.

**Acknowledgements**

The study was supported by Department of Scientific Research Project Management of Selçuk University with the Project number 18401093.

**References**

- [1] Yücel, E. & Ezer, T. (2018). The bryophyte flora of Eskisehir Province (Turkey). *Arctoa* 27, 164–171. [https://doi: 10.15298/arctoa.27.16](https://doi.org/10.15298/arctoa.27.16)
- [1] Benamar, L., Millán, A., Sáinz-Cantero, C.E., Belhaj, A., & Bennis, N. (2021). Annotated checklist of water scavenger beetles (Coleoptera: Polyphaga: Hydrophilidae) of Morocco. *Aquatic Insects*, <https://doi.org/10.1080/01650424.2021.1874422>.
- [2] Ryndevich, S. K., & Fikáček, M. (2013). Faunistic and zoogeographic notes on hydrophiloid beetles from the Palearctic region (Coleoptera: Hydrophilidae). *Vestnik BarDU, Seriya Biologicheskiye Nauki Selskokhozyaistvennyye Nauki*, 1, 32-37.
- [3] Short, A. E. Z., & Fikáček, M. (2013). Molecular phylogeny, evolution, and classification of the Hydrophilidae (Coleoptera). *Systematic entomology*, 38, 723-752.
- [4] Yılmaz, A., & Aslan, E. G. (2015). Species composition of Hydrophilidae and Helophoridae Coleoptera obtained from Abruzzo Region L'Aquila, Teramo, Pescara of Italy. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 8 (2), 157-160.
- [5] Darılmaz, M.C., & İncekara, Ü. (2011). Checklist of Hydrophiloidea of Turkey (Coleoptera: Polyphaga). *Journal of Natural History*, 45, 685-735.
- [6] Yılmaz Akünal, A., & Aslan, E. G. (2017). Aquatic beetles (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae) of İzmir, Manisa and Aydın provinces (Turkey) with new locality records for the Aegean Region. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17, 777-787.
- [7] Polat, A., Darılmaz, M. C., & İncekara, Ü. (2021). An annotated checklist of the Hydrophiloidea (Coleoptera) of Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 1, 151-178.



## Anatomical investigations on eleven *Hypericum L.* taxa

İsmet GÜRHAN <sup>\*1</sup>, Turan ARABACI <sup>2</sup>  
ORCID: 0000-0001-7017-2447; 0000-0003-3869-4557

<sup>1</sup>Department of Pharmaceutical Botany, Institute of Health Sciences, İnönü University, Malatya, Türkiye

<sup>2</sup>Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy, İnönü University, Malatya, Türkiye

### Abstract

In this study, anatomical features of *Hypericum capitatum* Choisy. var. *luteum* N. Robson, *H. lydium* Boiss., *H. malatyanum* Peşmen, *H. microcalycinum* Boiss. & Heldr., *H. perforatum* L. *H. retusum* Aucher, *H. scabrum* L., *H. spectabile* Jaub. & Spach, *H. thymopsis* Boiss., *H. triquetrifolium* Turra and *H. uniglandulosum* Hausskn. ex Bornm. from Türkiye were examined. The cross-section of the root, stem and leaves were investigated with light microscopy. The leaf surfaces were examined with scanning electron microscopy. The roots have 2-3 or 4-5 layers of periderm. The stem wings were various in shape and number, the epidermis is single or double layered. The leaves are equifacial or bifacial. The micro-anatomy of leaf surface show that the epidermis cell walls are straight to slightly undulate, straight to undulate or straight to curved and the stomata are anisocytic. The characteristics obtain from this study were aimed to make contributions to the diagnostic features of genus *Hypericum*.

**Key words:** anatomy, leave, root, SEM, stem

----- \* -----

### Onbir *Hypericum L.* taksonu üzerinde anatomik araştırmalar

#### Özet

Bu çalışmada Türkiye'den *Hypericum capitatum* Choisy. var. *luteum* N. Robson, *H. lydium* Boiss., *H. malatyanum* Peşmen, *H. microcalycinum* Boiss. & Heldr., *H. perforatum* L. *H. retusum* Aucher, *H. scabrum* L., *H. spectabile* Jaub. & Spach, *H. thymopsis* Boiss., *H. triquetrifolium* Turra and *H. uniglandulosum* Hausskn. ex Bornm. taksonlarının anatomik özellikleri çalışıldı. Kök, gövde ve yaprak enine kesitleri ışık mikroskobu ile, yaprak yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu ile incelendi. Köklerde 2-3 veya 4-5 sıra periderm bulunur. Gövde kanatları farklı şekil ve sayıda, epidermis tek veya çift sıralıdır. Yapraklar ekvifasiyal yada bifasiyaldir. Yaprak yüzeyinin mikro anatomisi epidermis hücre duvarlarının düzden hafif dalgalıya, düzden dalgalıya veya düzden kıvrımlıya kadar olduğunu göstermektedir, stomalar anizositiktir. Bu çalışmadan elde edilen özelliklerin *Hypericum* cinsinin tanısal özelliklerine katkı sağlaması amaçlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** anatomi, gövde, kök, SEM, yaprak

#### 1. Introduction

*Hypericum L.* (Hypericaceae) is consist of 469 species with the distribution all over the world, except Antarctica [1]. The genus represented by 80 species in Flora of Türkiye (including supplements) which are composed from herbs and shrubs [2-4]. The species number given as 96 in the checklist by Arslan (2012) [5]. With the four new species added recently, the number of species has become 100 in Türkiye [6-9].

The species of the genus *Hypericum* are traditionally used and *Hypericum perforatum* L. is an important medicinal herb of which extracts have activity against mild to moderate depression [1]. The characteristics used in

\*Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +904223411216; Fax.: +904223411217; E-mail: ismet.gurhan@inonu.edu.tr



identification are generally based on morphology that including glands configuration. The marginal, intramarginal, superficial glands and vittae (occurs on ovary and the capsule) are commonly used in classification [2].

There are several studies focused on anatomy of the *Hypericum* species. Perrone et al. (2013) were studied leaf and stem anatomy of eight *Hypericum* species [10]. In addition, distribution of secretory structures and leaf vascular patterns in some species of the genus were investigated [11]. The translucent glands and secretory canals of the floral and vegetative parts of *Hypericum perforatum* L. was given from morphological, anatomical and histochemical points of view [12]. Anatomical characteristics of the *Hypericum montbretii* Spach., *H. origanifolium* Willd., *H. perforatum* L. and *H. kotschyianum* Boiss. from Türkiye were given [13, 14]. Transverse sections of the roots, stem, leaves and surface sections of the leaves of *Hypericum sechmenii* Ocak & Koyuncu were investigated [15].

The genus *Hypericum* is taxonomically complex group. This study is aim to make contributions to its identification characters with the anatomical properties.

## 2. Materials and methods

The samples were collected from the field studies by the authors from Malatya province, in Türkiye. The localities including the habitat properties are given (Table 1). The specimens were identified according to the literature given by Robson (1967) [2]. The method given by Altınbaşak et al. (2020) was used with some modification for preparation of material [14]. Plant materials were stored in 70% ethanol-water solution and transverse section of root, stem and leaf were taken by hand using a blade. The sections were kept about 5 min in SARTUR reagent for dye. Leica DM 1000 light microscope and Leica DFC 290 digital camera were used for take photographs. The leaf surface scanning electron microscopy (SEM) photographs were taken with a Leo Evo 40 scanning electron microscope. Before scanning, the leaf pieces were mounted on stubs using double-sided adhesive tape and coated with gold using a BALTEC SCD-050 coater.

Table 1. Localities of examined *Hypericum* taxa

Taxa	Localities
<i>Hypericum capitatum</i> var. <i>luteum</i>	Malatya: Between Hekimhan and Darende 59. km, step, 1500 m, 07.06.2020, Arabacı & Gürhan (IG 1014)
<i>H. lydium</i>	Malatya: Between Malatya-Hekimhan Kocaözü village, 1000 m, 07.06.2020, Arabacı & Gürhan (IG 1011)
<i>H. malatyanum</i>	Malatya: Eskiköy, Melekbaşı, rocky areas, 1800 m, 14.06.2020, Arabacı & Gürhan (IG 1027)
<i>H. microcalycinum</i>	Malatya: Between Balaban and Malatya, 16. km, 1700 m, 07.06.2020, Arabacı & Gürhan (IG 1019)
<i>H. perforatum</i>	Malatya: Between Hekimhan and Darende, 1150 m, garden sides, 07.06.2020, Arabacı & Gürhan (IG 1022)
<i>H. retusum</i>	Malatya: Between Hekimhan and Saz, junction of Deveci 1600 m, 07.06.2020, Arabacı & Gürhan (IG 1020)
<i>H. scabrum</i>	Malatya: Above Eskiköy, slopes, 14.06.2020, Arabacı & Gürhan (IG 1026)
<i>H. spectabile</i>	Malatya: Akçadağ, 1 km West of Dümüklü, <i>Quercus</i> L. openings, 1500 m, 05.06.2021, Arabacı & Gürhan (IG 1031)
<i>H. thymopsis</i>	Malatya: Between Darende and Gürün, 11. km, 07.06.2020, Arabacı & Gürhan (IG 1024)
<i>H. triquetrifolium</i>	Malatya: İnönü University Campus, around the Fine Arts Faculty, 900 m, 16.07.2020, Gürhan (IG 1025)
<i>H. uniglandulosum</i>	Malatya: İnönü University Campus, 950 m, Arabacı (TA 3089)

## 3. Results

Anatomical properties of taxa and the photomicrographs of root, stem, leaf cross section and leaf blade epidermis scanning electron microscopy (SEM) images are given below (Figures 1-4).

*Hypericum capitatum* Choisy. var. *luteum* N. Robson

The root has 4-5 layers of periderm, canals are numerous with wide lumen. The stem has 4-5 wings, epidermis is biseriate, secretory canals are absent in phloem. The leaves are equifacial, phloem has no secretory canals, the epidermis has straight to slightly undulate cell walls, stomata are anisocytic and sunken.

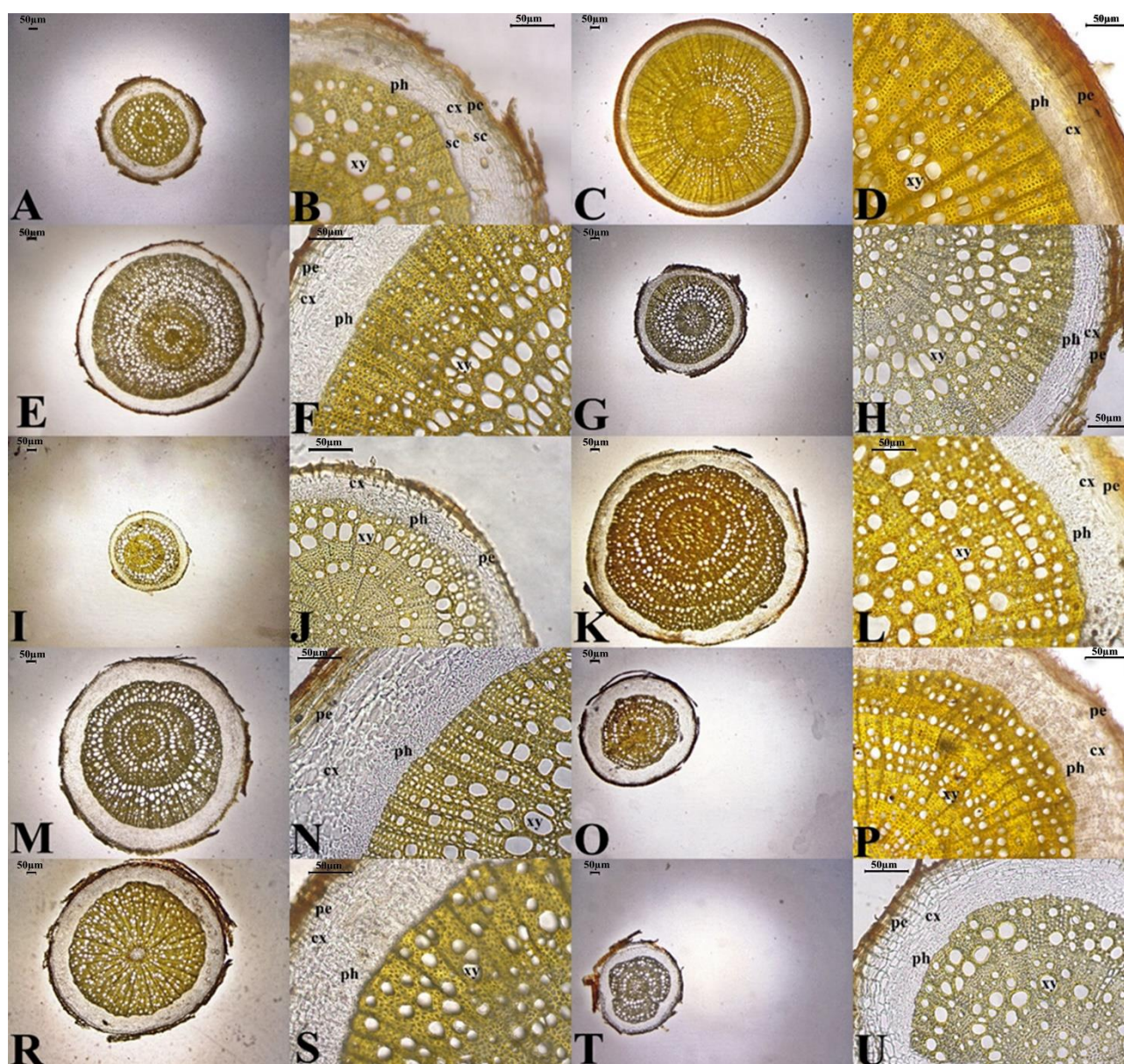


Figure 1. Photomicrographs of root cross section. A-B *Hypericum capitatum* var. *luteum*, C-D *Hypericum lydiu*m, E-F *Hypericum microcalycinu*m. G-H *Hypericum perforatu*m, I-J *Hypericum retusu*m, K-L *Hypericum scabru*m, M-N *Hypericum spectabi*le, O-P *Hypericum thymopsi*s, R-S *Hypericum triquetrifoliu*m, T-U *Hypericum uniglandulosu*m. (cx: cortex, pe: periderm, ph: phloem, sc: secretory canal, xy: xylem) (Scale bar 50 µm).

#### *Hypericum lydiu*m Boiss.

The root has 4-5 layers of periderm, canals are observed. The stem has a wing, epidermis is biseriata, the phloem has secretory canals. The leaves are equifacial, phloem has numerous (10-12) secretory canals, the epidermis has straight to curved cell walls, stomata are anisocytic and slightly sunken.

#### *Hypericum malatyanu*m Peşmen

The stem is unwinged, epidermis is uniseriate, the phloem has secretory canals. The leaves are bifacial, phloem has 4-6 secretory canals, the epidermis has straight to slightly undulate cell walls, stomata are anisocytic and sunken.

#### *Hypericum microcalycinu*m Boiss. & Heldr.

The root has 4-5 layers of periderm, canals are not observed. The stem has two wings, epidermis is uniseriate, secretory canals are absent in phloem. The leaves are bifacial, phloem has no secretory canals, the epidermis has straight to curved cell walls, stomata are anisocytic and slightly sunken.

#### *Hypericum perforatu*m L.

The root has 2-3 layers of periderm, canals are observed. The stem has two wings, epidermis is uniseriate, the phloem has secretory canals. The leaves are bifacial, phloem has 4-6 secretory canals, the epidermis has undulate cell walls, stomata are anisocytic and sunken.



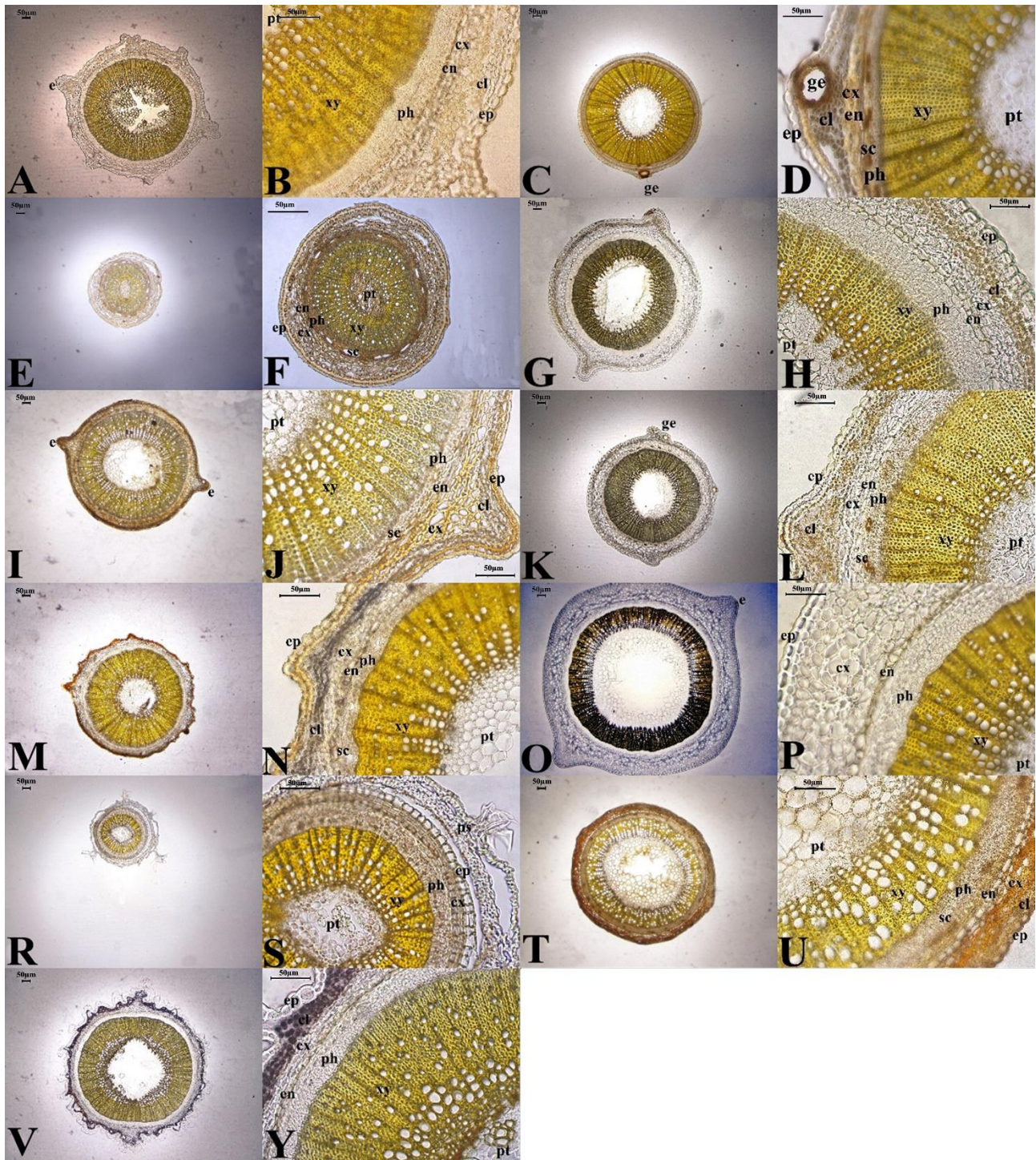


Figure 2. Photomicrographs of stem cross section. A-B *Hypericum capitatum* var. *luteum*, C-D *Hypericum lydium*, E-F *Hypericum malatyanum*, G-H *Hypericum microcalycinum*, I-J *Hypericum perforatum*, K-L *Hypericum retusum*, M-N *Hypericum scabrum*, O-P *Hypericum spectabile*, R-S *Hypericum thymopsis*, T-U *Hypericum triquetrifolium*, V-Y *Hypericum uniglandulosum* (ep: epidermis, cl: collenchyma, cx: cortex, e: emergence, en: endodermis, ge: glandiferous emergence, ph: phloem, ps: papillose sheath, pt: pith, sc: secretory canal, xy: xylem) (Scale bar 50 μm).

*Hypericum retusum* Aucher

The root has 2-3 layers of periderm, canals are not observed. The stem has two wings, epidermis is biseriata, the phloem has secretory canals. The leaves are bifacial, phloem has 4-6 secretory canals, the epidermis has straight to curved cell walls, stomata are anisocytic and sunken.



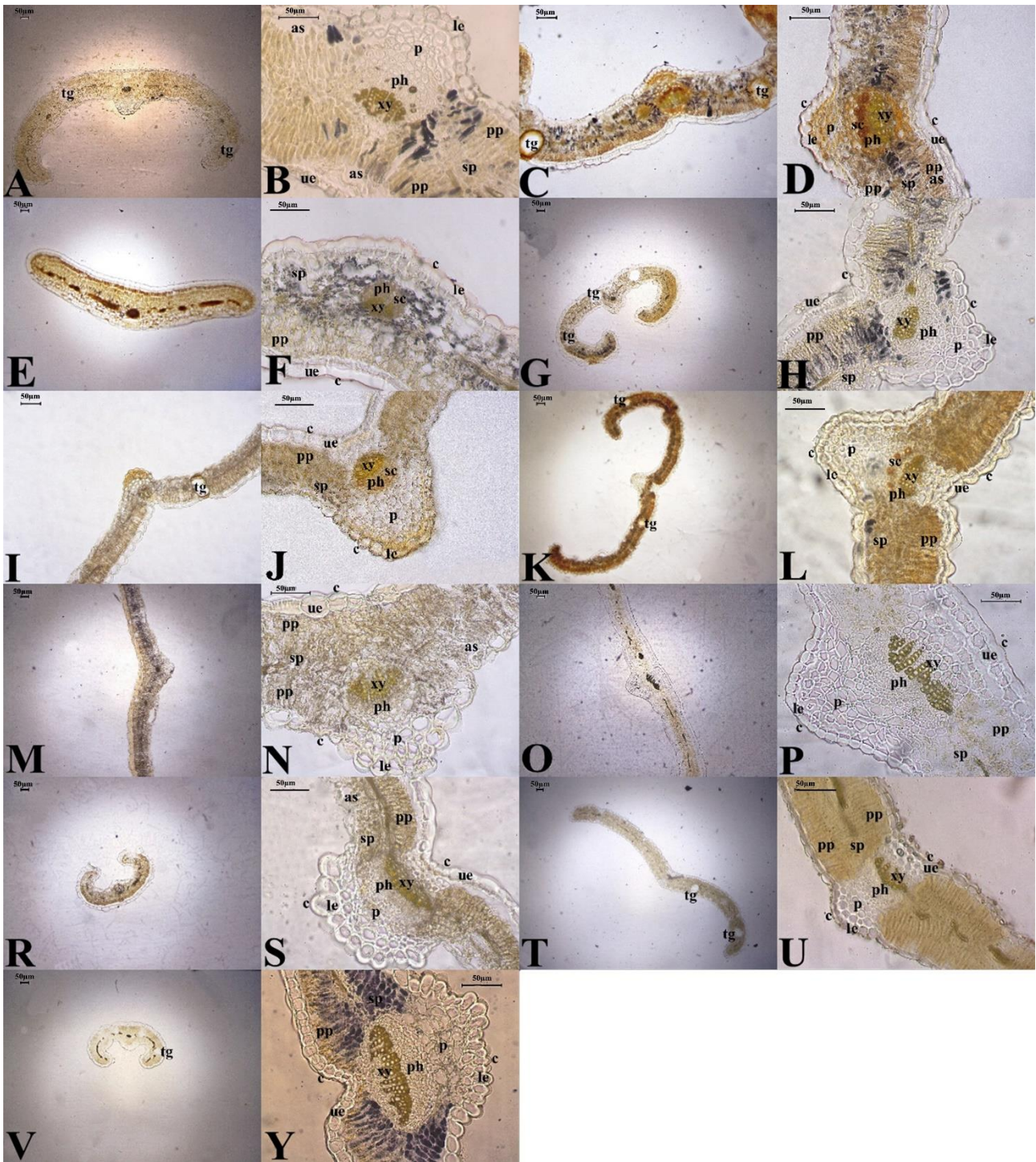


Figure 3. Photomicrographs of leaf cross section. A-B *Hypericum capitatum* var. *luteum*, C-D *Hypericum lydiium* E-F *Hypericum malatyanum*, G-H *Hypericum microcalycinum*, I-J *Hypericum perforatum*, K-L *Hypericum retusum*, M-N *Hypericum scabrum*, O-P *Hypericum spectabile*, R-S *Hypericum thymopsis*, T-U *Hypericum triquetrifolium*, V-Y *Hypericum uniglandulosum* (as: air space, c: cuticle, le: lower epidermis, p: parenchyma, ph: phloem, pp: palisade parenchyma, sc: secretory canal, sp: spongy parenchyma, tg: translucent gland, ue: upper epidermis, xy: xylem) (Scale bar 50 µm).

#### *Hypericum scabrum* L.

The root has 2-3 layers of periderm, canals are numerous, with wide lumen. The stem has undulate border, epidermis is biseriate, the phloem has secretory canals. The leaves are equifacial, phloem has 4-6 secretory canals, the epidermis has straight to curved cell walls, stomata are anisocytic and sunken.

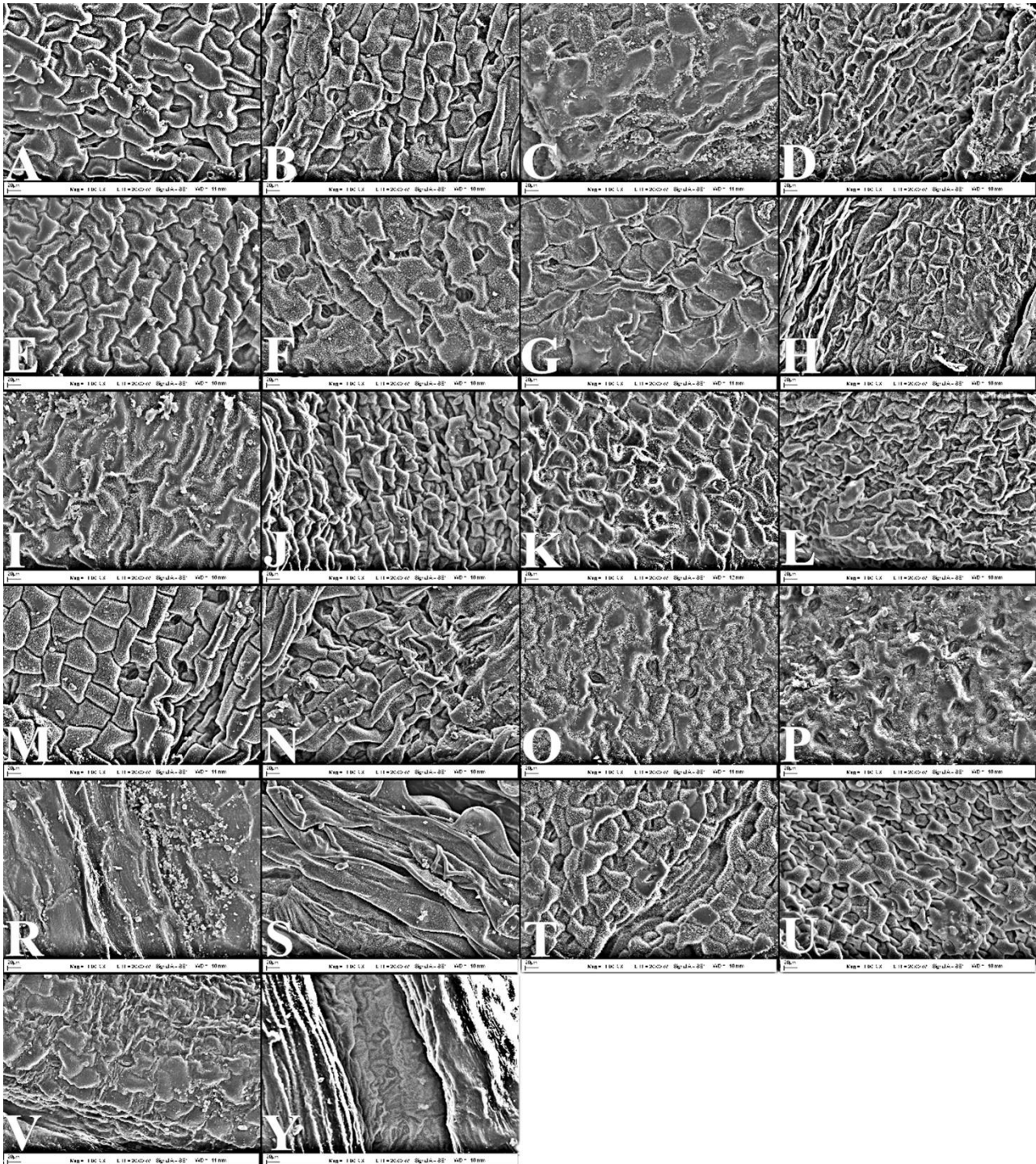


Figure 4. Leaf blade epidermis scanning electron microscopy (SEM) images. *H. capitatum* var. *luteum*; A-adaxial surface, B-abaxial surface. *H. lydium*; C- adaxial surface, D- abaxial surface. *H. malatyanum*; E- adaxial surface, F-abaxial surface. *H. microcalycinum*; G-adaxial surface, H-abaxial surface. *H. perforatum*; I-adaxial surface, J-abaxial surface. *H. retusum*; K-adaxial surface, L-abaxial surface. *H. scabrum*; M-adaxial surface, N-abaxial surface. *H. spectabile*; O-adaxial surface, P-abaxial surface. *H. thymopsis*; R-adaxial surface, S-abaxial surface. *H. triquetrifolium*; T-adaxial surface, U-abaxial surface. *H. uniglandulosum*; V-adaxial surface, Y-abaxial surface (Scale bar 20  $\mu$ m).

#### *Hypericum spectabile* Jaub. & Spach

The root has 4-5 layers of periderm, canals are not observed. The stem has two wings, epidermis is biseriate, the phloem has secretory canals. The leaves are bifacial, phloem has secretory canals, the epidermis has undulate cell walls, stomata are anisocytic and slightly sunken.



*Hypericum thymopsis* Boiss.

The root has 2-3 layers of periderm, canals are observed. The stem has trichomes on the epidermal layer, epidermis is uniseriate, the phloem has secretory canals. The leaves are bifacial, phloem has 4-6 secretory canals, the epidermis has straight to curved cell walls, stomata are anisocytic and facial.

*Hypericum triquetrifolium* Turra

The root has 4-5 layers of periderm, canals are observed. The stem is unwinged, epidermis is uniseriate, the phloem has secretory canals. The leaves are equifacial, phloem has 2-4 secretory canals, the epidermis has straight to curved cell walls, stomata are anisocytic and sunken.

*Hypericum uniglandulosum* Hausskn. ex Bornm.

The root has 2-3 layers of periderm, canals not observed. Stem with numerous thin wings, epidermis is uniseriate, secretory canals are absent in phloem, The leaves are equifacial, phloem has no secretory canals, the epidermis has undulate cell walls, stomata are anisocytic and slightly sunken.

4. Conclusions and discussion

The anatomical properties of *Hypericum capitatum* var. *luteum*, *H. lydium*, *H. malatyanum*, *H. microcalycinum*, *H. perforatum*, *H. retusum*, *H. scabrum*, *H. spectabile*, *H. thymopsis*, *H. triquetrifolium* and *H. uniglandulosum* specimens from Türkiye were examined.

The cross-section of the roots in the examined species show similarities. A thick cuticle layer is take place on the outer surface. Below cuticle layer; 2-5 layer of periderm, 2-3 layer of cortex tissue, a phloem layer and a xylem are located respectively (Table 2). Secretory canals are observed in *H. capitatum* var. *luteum*, *H. lydium*, *H. perforatum*, *H. scabrum*, *H. thymopsis* and *H. triquetrifolium*. Erkara and Tokur (2004) reported that a thick cuticle, 4-5 layer of periderm, a single layer of endodermis and 2-3 layer of phloem in the roots of *H. montbretii* Spach., *H. origanifolium* Willd. and *H. perforatum* L.[13].

Table 2. Anatomical characteristics of the *Hypericum* taxa

Taxa	Root		Stem			Leaves			
	Periderm	Canal	Wing	Epidermis	Secretory canals in phloem	Structure	Secretary canals in phloem	Epidermis cell walls	Stomata
<i>Hypericum capitatum</i> var. <i>luteum</i>	4-5 layers	observed	4-5 wings	biseriate	not observed	equifacial	not observed	straight to slightly undulate	anisocytic, sunken
<i>H. lydium</i>	4-5 layers	observed	1 wing	biseriate	observed	equifacial	10-12	straight to curved	anisocytic, slightly sunken
<i>H. malatyanum</i>	-	-	unwinged	uniseriate	observed	bifacial	4-6	straight to slightly undulate	anisocytic, sunken
<i>H. microcalycinum</i>	4-5 layers	not observed	2 wings	uniseriate	not observed	bifacial	not observed	straight to curved	anisocytic, slightly sunken
<i>H. perforatum</i>	2-3 layers	observed	2 wings	uniseriate	observed	bifacial	4-6	straight to undulate	anisocytic, sunken
<i>H. retusum</i>	2-3 layers	not observed	2 wings	biseriate	observed	bifacial	4-6	straight to curved	anisocytic, sunken
<i>H. scabrum</i>	2-3 layers	observed	undulate border	biseriate	observed	equifacial	4-6	straight to curved	anisocytic, sunken
<i>H. spectabile</i>	4-5 layers	not observed	2 wings	biseriate	observed	bifacial	4-6	straight to undulate	anisocytic, slightly sunken
<i>H. thymopsis</i>	2-3 layers	observed	trichomes on the epidermal layer	uniseriate	observed	bifacial	4-6	straight to curved	anisocytic, facial
<i>H. triquetrifolium</i>	4-5 layers	observed	unwinged	uniseriate	observed	equifacial	2-4	straight to curved	anisocytic, sunken
<i>H. uniglandulosum</i>	2-3 layers	not observed	with numerous thin wings	uniseriate	not observed	equifacial	not observed	straight to undulate	anisocytic, slightly sunken

The stem has a cuticle, epidermis, collenchyma, and parenchymatic cortex layer from outside to inner. The epidermis is single or double layered. The stem consists from 2-3 rows of phloem layer, a large xylem layer and a parenchymatic core. The stems are circular in outline. The wings of species are various in shape and number. *H.*

*malatyanum* and *H. triquetrifolium* are unwinged, *H. lydium* have one wing, *H. microcalycinum*, *H. perforatum*, *H. retusum*, *H. spectabile* have 2 wings, *Hypericum capitatum* var. *luteum* has 4-5 wings and *H. uniglandulosum* has numerous thin wings. The stem of *H. scabrum* consist from undulate border. *H. thymopsis* is characterized by trichomes on the epidermal layer (Table 2). Tekin (2017) reports two small wings and glandiferous emergences on the stem of *H. thymopsis* [16]. The outline of stem found as unwinged in *H. pubescens* Boiss. and *H. aegypticum* L., slightly wavy and with two small wings in *H. perforatum* and *H. triquetrifolium*, two evident wings in *H. hircinum* L. and *H. androsaemum* L., and four triangular wings in *H. tetrapterum* Fr. in the previous study [10].

Secretary canal in phloem was not observed in *Hypericum capitatum* var. *luteum*, *Hypericum microcalycinum* and *Hypericum uniglandulosum* both in stem and leaf cross-sections.

The leaves are equifacial or bifacial. The micro-anatomy of leaf surface show that the epidermis cell walls are straight to slightly undulate, straight to undulate or straight to curved. The stomata were found as anisocytic in the surface sections of the examined leaves (Table 2). This result is in well-agreement with previous studies [16, 17]. In addition, paracytic and diasitic stomata were also reported in some *Hypericum* species [10, 13]. The stomata are sunken in *Hypericum capitatum* var. *luteum*, *H. malatyanum*, *H. perforatum*, *H. retusum*, *H. scabrum*, *H. triquetrifolium*, slightly sunken in *H. microcalycinum*, *H. lydium*, *H. spectabile*, *H. uniglandulosum* and facial in *H. thymopsis*.

The results obtain from this study are compared with literature records. It is aimed to make contributions to the diagnostic features of genus *Hypericum* in this study.

### Acknowledgements

This work was supported by Research Fund of the İnönü University. Project Number: TDK-2020-1976. The authors want to thank the İnönü University-IBTAM for the SEM photographs.

### References

- [1] Crockett, S. L. & Robson, N. K. B. (2011). Taxonomy and Chemotaxonomy of the Genus *Hypericum*. *Med Aromat Plant Sci Biotechnol*, 5(1), 1-13.
- [2] Robson, N. K. B. (1967). *Hypericum* L. In P. H. Davis (Ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 2, pp. 355-401). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [3] Robson, N. K. B. (1988) *Hypericum* L. In P. H. Davis, R. R. Mill, & K. Tan (Eds.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 10, pp. 96-103). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [4] Dönmez, A. A. (2000) *Hypericum* L. In A. Güner, N. Özhatay, T. Ekim & K. H. C. Başer (Eds.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 11, pp. 71-72). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [5] Aslan, S. (2012). *Hypericum* L. In A. Güner, S. Aslan, T. Ekim, M. Vural & M. T. Babaç (Eds), *A Checklist of the Flora of Turkey (Vascular Plants)* (pp. 523-530). İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.
- [6] Babacan, E. Y., Aytaç, Z. & Pınar, N. M. (2017). *Hypericum ekerii* (Hypericaceae), A New Species from Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 49(5), 1763-1768.
- [7] Başköse, İ. & Savran, A. (2018). A new species from southern Anatolia (Dedegöl Mountain Series–Çürük Mountain) in Turkey: *Hypericum bilgehan-bilgili* (Hypericaceae). *Phytotaxa*, 374(2), 110-118. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.374.2.2>
- [8] Özbek, M. U., Koç, M. & Hamzaoğlu, E. (2019). Contributions to the *Hypericum* L. section *Oligostema* (Boiss.) Stef. (Hypericaceae), and *Hypericum turcicum* sp. nov. as a new species from Turkey. *Turkish Journal of Botany* 43, 694-702. <https://doi.org/10.3906/bot-1902-27>
- [9] Dirmenci T. & Robson, N. K. B. (2019). Two new taxa of *Hypericum* (Hypericaceae) from Turkey. *Kew Bulletin*, 74, 66. <https://doi.org/10.1007/s12225-019-9856-8>
- [10] Perrone, R., Rosa, P. D., Castro, O. D. & Colombo, P. (2013). Leaf and stem anatomy in eight *Hypericum* species (Clusiaceae). *Acta Bot Croat*, 72(2), 269-286. <https://doi.org/10.2478/botcro-2013-0008>
- [11] Perrone, R., Rosa, P. D., Castro, O. D. & Colombo, P. (2013). A further analysis of secretory structures of some taxa belonging to the genus *Hypericum* (Clusiaceae) in relation to the leaf vascular pattern. *Turkish Journal of Botany*, 37, 847-858. <https://doi.org/10.3906/bot-1206-22>
- [12] Ciccarelli, D., Andreucci, A. C. & Pagni, A. M. (2001). Translucent Glands and Secretory Canals in *Hypericum perforatum* L. (Hypericaceae): Morphological, Anatomical and Histochemical Studies During the Course of Ontogenesis. *Annals of Botany*, 88, 637-644. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1514>
- [13] Erkara, İ. P. & Tokur, S. (2004). Morphological and Anatomical Investigations on Some *Hypericum* L. Species Growing Naturally in and Around Eskişehir. *Trakya Univ J Sci*, 5(2), 97-105.



- [14] Altınbaşak, O., Genç, G. E. & Kültür, Ş. (2021). The anatomical properties of endemic *Hypericum kotschyanum* Boiss. *Istanbul J Pharm*, 51(1), 133-136. DOI:10.26650/IstanbulJPharm.2020.0020
- [15] Yaylacı, Ö. K., Özgişi, K., Sezer, O., Orhanoglu, G., Öztürk, D. & Koyuncu, O. (2013). Anatomical studies and conservation status of rare endemic *Hypericum sechmenii* Ocak & Koyuncu (Sect: Adenosepalum) from Eskişehir-Turkey. *Journal of Selçuk University Natural and Applied Science*, 2(1), 1-11.
- [16] Tekin, M. (2017). Pharmacobotanical study of *Hypericum thymopsis*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27, 143-152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2016.09.004>
- [17] Polat, R., Türkmen, Z., Hayta, Ş., Çakılcıoğlu, U. & Selvi, S. (2016). Investigation of micromorphological and anatomic characteristics of genus *Hypericum* L. (Hypericaceae) exhibiting distribution in Giresun/Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, 9(2), 108-114.



## Physiological responses of epiphytic lichens to air quality of Nilüfer district in Bursa City

Vesile Ebru ÖZCAN<sup>\*1</sup>, Şule ÖZTÜRK<sup>2</sup>, Şaban GÜVENÇ<sup>2</sup>, Seyhan ORAN<sup>2</sup>  
0000-0001-9953-0420; 0000-0002-1284-7992; 0000-0001-8724-9981; 0000-0001-8196-2065

<sup>1</sup> More Elevator, Up Dudullu Neighborhood, 111. Street, No: 25, Flat 19, Ümraniye, 34764, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Bursa Uludağ University, Art and Science Faculty, Department of Biology, Görükle, 16059, Bursa, Türkiye

### Abstract

In this study, Uludağ Fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.) branches lined with lichens from the region determined in Kirazlıyayla locality in Uludağ National Park, a rural area far from atmospheric pollutants, were placed in an area more exposed to pollutants in Nilüfer as the central district of Bursa province. Photosynthetic pigment contents of epiphytic lichen species (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmelia sulcata* Taylor and *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf) were measured in three-month intervals. Then, one-year pigment exchange rates and exposure to seasonal pollutants were statistically evaluated. Chlorophyll degradation increased in winter months and decreased in summer months for *H. physodes* samples compared to control. It was decreased in winter and increased in summer for *P. furfuracea* specimens. In *P. sulcata*, no significant difference was found between the values measured in the control and transplanted samples. Chlorophyll degradation was significantly increased for *P. furfuracea* and decreased for *P. sulcata* compared to control specimens with prolonged transplantation time. The amount of chlorophyll a was decreased significantly for *H. physodes* and *P. sulcata* compared to the control samples due to the prolongation of the transplantation period, while the change in *P. furfuracea* was not significant. Chlorophyll b and carotenoid content were significantly decreased in all three lichen species due to the prolongation of the transplantation period.

**Keywords:** Bursa, chlorophyll content, photosynthetic pigment, epiphytic lichens

----- \* -----

## Bursa şehrindeki Nilüfer ilçesinde epifitik likenlerin hava kalitesine karşı verdiği fizyolojik tepkiler

### Özet

Bu çalışmada, Atmosferik kirleticilerden uzak kırsal bir alan olan Uludağ Milli Parkı'ndaki Kirazlıyayla mevkiinde belirlenen bölgeden likenlerle kaplı Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.) dalları, Bursa'nın merkez ilçesi Nilüfer'de kirleticilere daha açık bir alana yerleştirilmiştir. Epifitik liken türlerinin (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmelia sulcata* Taylor ve *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf) fotosentetik pigment içerikleri üçer aylık aralıklarla ölçülmüştür. Daha sonra bir yıllık pigment değişim oranları ve mevsimsel kirleticilere maruz kalma istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Klorofil bozulması, kontrole kıyasla *H. physodes* numunelerinde kış aylarında artmış, yaz aylarında ise azalmıştır. *P. furfuracea* örnekleri için kışın azalırken yazın artmıştır. *P. sulcata*'da, kontrol ve nakledilen numunelerde ölçülen değerler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Klorofil bozulması, uzun transplantasyon süresi olan kontrol örneklerine kıyasla *P. furfuracea* için önemli ölçüde artmış ve *P. sulcata* için ise azalmıştır. Klorofil a miktarı, *H. physodes* ve *P. sulcata* için transplantasyon süresinin uzaması nedeniyle kontrol örneklerine göre önemli ölçüde azalırken, *P. furfuracea*'daki değişim önemli değildir. Transplantasyon süresinin uzaması nedeniyle her üç liken türünde de klorofil b ve karotenoid içeriği önemli ölçüde azalmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Bursa, klorofil içeriği, fotosentetik pigment, epifitik likenler

### 1. Introduction

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902242941853; Fax.: +902242941853; E-mail: ozturks@uludag.edu.tr

Lichens are long-term and obligatory symbiotic associations established between a heterotrophic fungus partner whose metabolic activities depend on the water content suitable for use in the environment and cannot produce its own food, and one or more autotrophs that can produce their own food through photosynthesis [1]. Almost half of the 30,000 Ascomycetes and Basidiomycetes fungi, which spread around the world, are located as mycobionts in the lichen thalli [2]. About 40 different types of green algae and blue-green bacteria are included in the structure of lichens as photobionts. The green algae species belonging to the genus *Trentepohlia* and *Trebouxia* and the blue-green algae belonging to the *Nostoc* genus are the most common photobionts in lichens [3].

There is a physiological division of labor between the photobiont that forms the thallus and the mycobiont. The most important contribution of the fungus is that it creates a habitat for photobiont and provides moisture. The fungal tissues and fungal pigments within the structure of lichen act as a protection shield for photobiont against light. If this were not the case, photobionts would not have been able to survive freely on rock surface, dry bark and other lichen substrates. Because excessive light can damage the photobionts photobionts in the lichen thalli. In addition when fungi, which do not contain chlorophyll and obtain their nutrients by their haustoria, are in the structure of lichens, they can meet the carbohydrates they need by their photosynthesizing partner photobiont. The type of carbohydrates produced by photobiont varies according to the type of photobiont. In lichens containing blue-green bacteria, the carbohydrate produced by photobiont and transferred to mycobiont is glucose, whereas in lichens containing green algae, it is sugar alcohols such as erythritol, sorbitol or ribitol [1, 2]. Such as these alcohols, more than 1.000 lichen substances are produced in lichens. These substances act as antiviral, antibiotics, antitumor, allergenic, plant growth inhibitors, antiherbivores and enzyme inhibitors [4].

As a result of metabolic activities in lichens, primary and secondary metabolites are produced. Primary metabolites are essential products such as carbohydrates, fats and proteins and can be produced by both mycobiont and photobiont. All of the secondary metabolites are of fungal origin and their number is around 854. The vast majority of secondary metabolites are produced exclusively by lichen-forming fungi, while the remainder is found in free-living fungi and higher plants [5]. Secondary metabolites have many benefits to lichens. For example, secondary metabolites in the cortex may exhibit different properties in absorbing light and protect the thallus from UV radiation. Thus, suitable light conditions are provided for the layer in which the partner performing photosynthesis is located [6]. In addition, some secondary metabolites protect thalli from biotic factors, as in the example of vulpinic acid produced in *Letharia vulpina* (L.) Hue [7].

In evolutionary terms, the association of fungi and photosynthesizing partners is very successful and is represented worldwide by over 20,000 different species of lichen, rich in size, shape and color. Besides benefiting from the metabolic products of lichens, lichens are important members of the ecosystem. Lichens, known as the first members to settle on the rock surface, play a great role in the preparation of the soil, which is an important habitat for both plant and animal organisms [2]. Since lichens carry out photosynthesis, they help purify the air by fixing atmospheric carbon dioxide and, in turn, with the release of oxygen [1]. In addition, cyanolichens, which contain blue-green bacteria in common photobionts in the thallus, are ecologically important as they convert free nitrogen in the atmosphere to bound nitrogen [7]. The epiphytic lichens growing on the tree, which provides the water mineral substances required for its growth from the atmosphere, are sensitive to air pollution. Lichens, due to their poikilohydric nature, are also very sensitive to natural and anthropogenic disturbances [8] They are used as bioindicator because they respond very quickly to changes in the environment. Therefore, lichens species richness is highest in the forest area and decreases towards urban areas [9]. It has been shown that the epiphytic lichen diversity on *Q. pubescens* in Bursa changes with the distance from the city center and the center [10]. Due to these features, epiphytic lichens can also be used as biological monitoring material in order to monitor ecological continuity in areas such as residential areas, rural and old forest areas.

For growth and development organisms whose nutrients are tightly bound to the atmosphere can be used as bioindicators to assess the effects of many variables in the atmosphere. Lichens are capable of reacting to changes in atmospheric factors due to their dependence on the atmosphere in providing water and nutrients. Due to these properties, they are very suitable bioindicators for the evaluation of atmosphere quality. Lichens are long-lived and slow growing. In addition, they have different anatomical features from higher plants [11 7]. The most important of these features; as in higher plants, the absence of a protective semipermeable cuticle layer and stomata, contact with air takes place directly with the entire surface of the thallus. Therefore, lichens have extremely favorable substances accumulation properties [2].

The content of photosynthetic pigment of transplanted epiphytic lichens into the urban environment and residential areas were found significantly reduced compared to the control region [12, 13]. Increases in chlorophyll degradation was particularly measured in residential zones, major transport routes and in the vicinity of oil refinery [14].

We thought that when lichens accumulate substances that cause air pollution, it will induce the changes in the amount of photosynthetic pigments in the lichen content. Therefore, this research was planned as a transplantation study to evaluate the effect of air pollution on photosynthetic pigment contents of some lichen species. It was decided to the lichen samples were transfer from natural area to urban area with poor air quality. Abies tree branches covered with three lichen species were transplanted to the Nilüfer district of Bursa province, where urbanization and traffic density are high. When the air quality of Nilüfer District in Bursa City is evaluated within the scope of the limit values recommended by our country, EU, USA and World Health Organization (WHO), it is generally clean, although there are daily increases throughout the year [15]. But daily air pollution is the third priority problem in Nilüfer district. Among the factors that cause air pollution in Nilüfer district are the use of coal for heating, increasing urbanization and heavy traffic and pollution caused by industries. Nilüfer is the second among the districts with many heavy industry plants in Bursa and there are two industrial zones (Küçüksanayi zone and Nilüfer Organized Industrial Zone (NOSAB)) [16].

In this study, it was carried out to determine the changes in the amount of photosynthetic pigments that may occur due to the accumulation of air pollutants in the lichen samples, periodic measurements were made from the transplanted groups. In addition pheophytinization rates, which presents chlorophyll degradation, were calculated. The differences between the data of transplanted and control groups were determined statistically. The results are interpreted considering the seasonal pollution values of the region.

## 2. Materials and methods

An isolated area less affected by air pollution and anthropogenic factors in the Kirazlıyayla region of Uludağ National Park was selected as the control area (40°06'27"N - 29°06'18"E, alt.: 1703 m, date: 03.08.2016). Branches of *Abies* trees with on three epiphytic lichen thalli (*H. physodes*, *P. sulcata* and *P. furfuracea*) from the control area were taken and transplanted to a region with high urbanisation and traffic density (İhsaniye neighborhood, FSM Boulevard, 40°13'23"N - 28°58'46" E, alt.:158 m, date: on 03.08.2016) in Nilüfer district which is one of the central districts of Bursa City. After collection, the branches were transferred to the place where they will be transported in plastic bags on the same day. For photosynthetic pigment analysis, the samples were transported to the laboratory in plastic bags the same day and kept in the refrigerator overnight. In order to determine the photosynthetic pigment content of lichens in their natural environment, measurements were made on the control group samples on day after transplantation (on 04.08.2016). Photosynthetic pigment measurements were made periodically at 3, 6, 9 and 12 months after transplantation and the obtained values were compared with the control values. Photosynthetic pigment measurements were made in triplicate.

After the lichen samples were weighed as 20 mg, they were put into 15 ml test tubes. During the extraction, acetone saturated with CaCO<sub>3</sub> was used to remove substances that would reduce photosynthetic pigments. The lichen thalli were washed 5 times for 1 minute each with 3 ml [17]. Then, 5 ml of pure Dimethylsulfoxide (DMSO) was added to the tubes and extraction was carried out by keeping it in an oven at 65 °C for 40 minutes to minimize chlorophyll degradation by the chlorophyllase enzyme [18].

The samples taken out of the oven were left to cool in the dark at room temperature to prevent photosynthetic pigments from being broken down by light, that is, photolysis. Then, 5 ml of pure Dimethylsulfoxide (DMSO) was added to the tubes containing lichen extract and the solution was diluted. Light absorbances in the 400-750 nm wavelength range were determined with the Beckman Coulter DU 730 brand spectrophotometer calibrated with DMSO. Absorbance values at 665, 649, 480 nm wavelengths were used to calculate the chlorophyll a, chlorophyll b and total carotenoid content of the extract. Chlorophyll a, chlorophyll b and total carotenoid concentrations were calculated using the dimethylsulfoxide equations given below by Wellburn [19].

The absorbance values at 415 and 435 nm wavelengths were used to determine the conversion ratio of chlorophyll a to pheophyte ( $OD_{435}/OD_{415}$  = Pheophytinization ratio). 435 nm wavelength is the wavelength of chlorophyll a, and 415 nm wavelength is the wavelengths where pheophyte a, which is the degradation product of pigments, shows high absorption. Therefore, the high ratio of  $OD_{435} / OD_{415}$  indicates that chlorophyll degradation is less. One-Way Analysis of Variance (ANOVA) was used to determine whether there was a difference in the



photosynthetic pigment contents of species samples in localities. To determine correlation between airborne pollutant gases and particles and photosynthetic pigment contents of epiphytic lichen species during transplantation period in Nilüfer district were used to Pearson's correlation analysis (2-tailed). All statistical analyzes were made using the IBM SPSS Statistics 22. In all tests, the significance level was taken as  $p \leq 0.05$ , except  $p < 0.01$  was also given in Pearson's correlation analysis.

### 3. Results

The 3 month average data of pollutant particles and gases in the exposed air of epiphytic lichen thallus during transplantation period in Nilüfer District are given in Table 1. The transplantation period of lichen specimens corresponds seasonally to Autumn, Winter, Spring and Summer. Therefore, the amount of particles and gases in the air in Nilüfer District is high at the beginning of the transplantation period and the following months, and it is low towards the end of the period. This result explains the negative relationship between the transplantation period and the particles and gases in the air. Only ozone ( $O_3$ ) is positively correlated with the transplantation period. Other gases and particles (except  $PM_{10}$ ) are negatively correlated.

Table 1. The 3-month average data of pollutant particles and gases in the exposed air of epiphytic lichen thallus during transplantation period in Nilüfer District [20], and change of particles and gases in the air from the beginning of the transplantation period to the end date

Airborne pollutant particles and gases	Transplantation periods				Pearson correlation
	01 August 2016	01 November 2016	01 February 2017	01 May 2017	
	31 October 2016	31 January 2017	30 April 2017	31 July 31 2017	
	Data (Mean±SD)				
$PM_{10}$	44.7±16.9	37.7±8.1	43.6±3.6	37.8±1.5	-.179
$PM_{2.5}$	29.4±14.5	28.3±5.2	24.9±3.8	14.1±8.7	-.539**
$SO_2$	9.1±4.9	12.0±1.5	7.6±1.0	3.5±0.6	-.607**
$NO$	22.8±3.7	23.9±15.1	11.3±4.7	2.1±1.1	-.528**
$NO_2$	45.7±15.9	50.1±8.2	41.0±5.9	27.7±4.0	-.578**
$CO$	661.9±369.9	761.9±117.6	549.4±90.9	361.4±27.5	-.529**
$O_3$	42.9±23.6	27.1±8.3	43.8±9.9	76.5±5.4	.600**
$CH_4$	1307.5±72.8	1287.8±39.1	1257.9±84.1	1120.0±21.6	-.724**
$NCH_4$	32.2±12.9	28.1±8.9	21.2±4.9	14.3±1.4	-.665**

Photosynthetic pigment values measured from control and transplanted samples of *H. physodes*, *P. sulcata* and *P. furfuracea* are given in Table 2. According to results pheophytinization rate, which presents chlorophyll degradation, increased in winter months and decreased in summer months for *H. physodes* samples compared to control. On the contrary, it decreased in winter and increased in summer for *P. furfuracea* specimens. In *P. sulcata*, no significant difference was found between the values measured in the control and transplanted samples. For *H. physodes*, the amount of chlorophyll a slightly increased in the winter months, while it decreased in the summer months compared to the control samples. The amounts of chlorophyll b and carotenoid decreased gradually during the transplantation period compared to control samples. Similar results to the changes in chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoid contents of *H. physodes* were also obtained for *P. sulcata* and *P. furfuracea* (Table 2).

A graph in Figure 1 was made in order to examine the changes in the measured amount of photosynthetic pigments of three epiphytic lichen species during separate transplantation periods. As seen from the graph, chlorophyll degradation is significantly increased ( $r^2: 0.654$ ,  $p < 0.05$ ) for *P. furfuracea* compared to control specimens with prolonged transplantation time and decreased ( $r^2: 0.635$ ,  $p < 0.05$ ) for *P. sulcata* (Figure 1A). The amount of chlorophyll a decreased significantly ( $r^2: 0.885$ ,  $p < 0.05$ ) for *H. physodes* and ( $r^2: 0.723$ ,  $p < 0.01$ ) *P. sulcata* compared to the control samples due to the prolongation of the transplantation period, while the change in *P. furfuracea* was not significant (Figure 1B). Chlorophyll b and carotenoid content were significantly decreased in all three lichen species compared to the control samples due to the prolongation of the transplantation period (Figure 1C and D).

Table 2. The results of the photosynthetic pigment analyzes of control and transplanted samples of *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata* and *Pseudevernia furfuracea* (mg/g)

Photosynthetic pigments	Measurement times					ONE WAY ANOVA	
	Control	Transplantation times					
	0	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>		
	04 August 2016	04 November 2016	03 February 2017	05 May 2017	04 August 2017		
Data (Mean±SD)						F	Sig.
<i>Hypogymnia physodes</i>							
Pheophytinization	1.16±0.11	1.24±0.08	1.22±0.07	1.17±0.10	1.09±0.05	3.077	.034
Chlorophyll a	1.22±0.54	1.26±0.36	1.08±0.27	0.88±0.39	0.60±0.23	3.226	.029
Chlorophyll b	0.40±0.18	0.39±0.11	0.36±0.08	0.33±0.11	0.24±0.08	1.756	.169
Carotenoid	0.31±0.09	0.29±0.06	0.23±0.04	0.22±0.06	0.16±0.05	5.820	.002
Chlorophyll a/b	3.02±0.31	3.10±0.39	2.97±0.39	2.54±0.37	2.47±0.37	3.709	.017
Carotenoid/total Chlorophyll	0.20±0.03	0.18±0.02	0.16±0.02	0.19±0.03	0.19±0.02	1.445	.249
<i>Parmelia sulcata</i>							
Pheophytinization	0.92±0.09	0.89±0.09	0.84±0.02	0.74±0.13	0.82±0.14	2.707	.053
Chlorophyll a	1.38±0.24	1.46±0.57	1.49±0.22	0.81±0.42	0.54±0.22	8.657	.000
Chlorophyll b	0.54±0.13	0.45±0.16	0.47±0.06	0.28±0.10	0.16±0.05	11.757	.000
Carotenoid	0.34±0.06	0.31±0.09	0.32±0.05	0.19±0.08	0.11±0.06	11.659	.000
Chlorophyll a/b	2.64±0.65	3.19±0.12	3.16±0.12	2.73±0.52	3.23±0.39	2.658	.056
Carotenoid/total Chlorophyll	0.18±0.05	0.17±0.02	0.17±0.02	0.18±0.02	0.15±0.03	.702	.598
<i>Pseudevernia furfuracea</i>							
Pheophytinization	1.01±0.19	0.99±0.05	0.99±0.12	1.16±0.09	1.14±0.05	3.166	.031
Chlorophyll a	1.02±0.35	1.19±0.35	1.15±0.29	1.01±0.32	0.71±0.13	2.335	.083
Chlorophyll b	0.38±0.12	0.35±0.11	0.33±0.11	0.33±0.11	0.21±0.03	2.198	.098
Carotenoid	0.27±0.09	0.31±0.07	0.27±0.09	0.24±0.04	0.17±0.03	3.360	.025
Chlorophyll a/b	2.78±0.71	3.47±0.10	3.56±0.53	3.19±0.26	3.34±0.40	2.729	.052
Carotenoid/total Chlorophyll	0.20±0.03	0.20±0.01	0.18±0.04	0.19±0.04	0.18±0.01	.705	.596

Chlorophyll degradation increased in autumn and winter months and decreased in spring and summer months in *H. physodes* samples compared to control. On the contrary, it decreased in autumn and winter and increased in spring and summer for *P. furfuracea*. In *P. sulcata*, no significant difference was found between the values measured in the control and transplanted samples. There is a positive correlation between transplantation time and chlorophyll degradation in *P. furfuracea* and is a negative in *H. physodes*. Whereas in *P. sulcata* there is no relationship between transplantation time and chlorophyll degradation. Chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoid contents were significantly decreased with transplantation time in all three lichen species. In *H. physodes*, there is a significant positive correlation only between CH<sub>4</sub> and chlorophyll degradation. In *H. physodes*, there is a significant positive correlation only between CH<sub>4</sub> and chlorophyll degradation, whereas in *P. furfuracea* there is a negative correlation between SO<sub>2</sub>, NO, and NCH<sub>4</sub> from gases and chlorophyll degradation. Chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoid contents in *P. sulcata* were a positive relationship with airborne pollutant particles (PM<sub>2.5</sub>) and gases (SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub> and NCH<sub>4</sub>), and was a negative relationship with O<sub>3</sub>. Similarly, Ozone (O<sub>3</sub>) was decreased the chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoid content of *P. furfuracea* (Table 3).

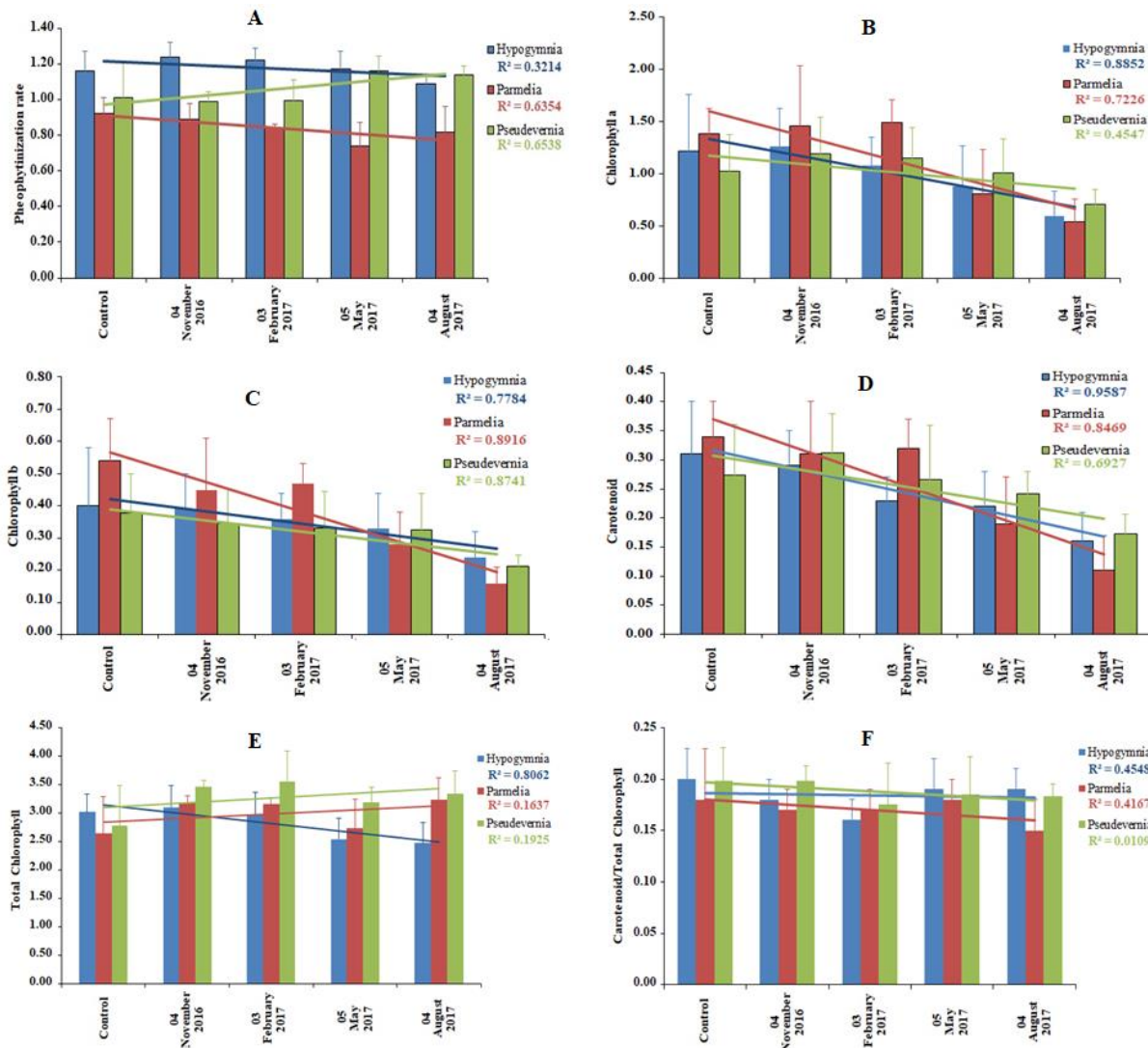


Figure 1. Graph showing the change in the measured amount of photosynthetic pigments of the three epiphytic lichen species at the separate transplantation periods

#### 4. Conclusions and discussion

Bursa City is in the position of a city where there is not much air circulation due to the large number of industrial establishments and the city settlement being located on the outskirts of Uludağ Mountain. Despite the widespread use of natural gas in winter, pollution reaches high levels especially in winter months due to the preference of poor quality heating materials in some regions and heavy vehicle traffic. Another reason for the perceptible level of air pollution in the city center, where the population is dense, is that the settlement has reached close to two major industrial zones as a result of the increase in population and the intensification of construction activities with urban transformation projects.

The air quality of Nilüfer district is relatively good. The results obtained in this study also confirm this situation. In three transplanted lichen samples, after the measurements made at the beginning of the one-year period in the first control group, it was determined that the photosynthetic pigment analyzes performed on the lichen thalli in three-month periods changed with the air pollution parameters obtained from the air quality station data. In the measurements made at the end of the first trimester, an increase in the amount of chlorophyll was observed in three lichen species. This result is in parallel with the results of the research conducted in Luisiana [21].

Table 3. Correlation between airborne pollutant particles and gases photosynthetic pigment contents of epiphytic lichen species during transplantation period in Nilüfer district (\*\*: p&lt;0.01, \*: p&lt;0.05 (2-tailed))

Species	Airborne pollutant particles and gases	Pearson Correlation (N=24)					
		Phytoplankton ratio	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Carotenoid	Chlorophyll a/b	Carotenoid/total Chlorophyll
<i>Hypogymnia physodes</i>	PM <sub>10</sub>	-.080	-.194	-.303	-.151	-.101	.352
	PM <sub>2.5</sub>	.257	.164	.077	.181	.104	.050
	SO <sub>2</sub>	.339	.216	.112	.192	.255	-.096
	NO	.195	.088	-.053	.093	.178	.097
	NO <sub>2</sub>	.305	.213	.103	.210	.226	-.019
	CO	.223	.131	.012	.112	.169	.005
	O <sub>3</sub>	-.375	-.311	-.223	-.291	-.271	.129
	CH <sub>4</sub>	.469*	.358	.264	.402	.340	-.050
	NCH <sub>4</sub>	.292	.212	.062	.247	.261	.081
	Transplantation times	-.627**	-.642**	-.496*	-.698**	-.586**	.199
<i>Parmelia sulcata</i>	PM <sub>10</sub>	.114	.070	.109	.072	-.171	.105
	PM <sub>2.5</sub>	.082	.441*	.495*	.473*	-.121	.219
	SO <sub>2</sub>	.148	.559**	.617**	.592**	-.060	.201
	NO	.216	.439*	.490*	.439*	-.047	.144
	NO <sub>2</sub>	.172	.519**	.580**	.536**	-.099	.181
	CO	.197	.491*	.543**	.497*	-.060	.098
	O <sub>3</sub>	-.145	-.586**	-.655**	-.609**	.141	-.151
	CH <sub>4</sub>	.117	.504*	.568**	.560**	-.119	.280
	NCH <sub>4</sub>	.244	.501*	.549**	.509*	-.020	.163
	Transplantation times	-.320	-.709**	-.741**	-.751**	-.100	-.133
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	PM <sub>10</sub>	-.056	.057	.000	.055	.214	-.008
	PM <sub>2.5</sub>	-.291	.298	.242	.305	.128	-.056
	SO <sub>2</sub>	-.476*	.352	.259	.332	.271	-.074
	NO	-.409*	.302	.170	.279	.398	-.093
	NO <sub>2</sub>	-.403	.400	.301	.394	.282	-.053
	CO	-.391	.349	.242	.342	.320	-.066
	O <sub>3</sub>	.348	-.506*	-.424*	-.481*	-.241	.088
	CH <sub>4</sub>	-.398	.344	.279	.358	.212	.006
	NCH <sub>4</sub>	-.448*	.376	.248	.386	.345	-.045
	Transplantation times	.621**	-.548**	-.432*	-.646**	-.233	-.141

This situation was associated with the climatic conditions of the control zone different from the climatic conditions of the transplanted location. In the second and third measurements, a significant decrease was observed in the values of chlorophyll pigment content and chlorophyll pigment ratios depending on the increase in air pollution parameters, seasonal conditions and exposure to pollutants. The increase in atmospheric pollution values of stations close to the study locations and the decrease in chlorophyll content of lichen species are in line with the literature information [22]. On the other hand, it has been determined that the change in photosynthetic pigment content of *P.*



*furfuracea* examined in this study due to environmental stress is much more pronounced than that of *H. physodes* and *P. sulcata*.

A higher degradation was observed in chlorophyll contents as a result of *P. furfuracea* having a branched morphological structure and thus adhering to the substrate at one point and being exposed to pollutants due to the high number of isidia on the thallus surface due to its high contact surface with the atmosphere. This result is parallel to the source information [23]. The thallus diameter of *P. sulcata* in leafy form, which is affected by atmospheric pollutants in the second degree, is small and the thallus texture is thin. The most important feature of *P. sulcata* is that it has cortex cracks called pseudocyphella on the thallus surface. Pseudocyphellae are known to assist in gas exchange of thallus tissue, similar to the stomata of higher plants. For this reason, the rate of degradation in chlorophyll pigment contents was higher in *P. sulcata* after *P. furfuracea*. Since the *H. physodes* thalli in leafy form is firmly attached to the substrate with its lower surface, this type of chlorophyll degradation has been found to be the least, since only the upper surface comes into contact with air. This result shows that *P. furfuracea* can be a better indicator species in the assessment of environmental stress and is compatible with the source information [24, 25, 26].

Fruticose lichens grow in a drooping or upright position, holding only one point on the tree trunk and branches, without substrate exposure. For this reason, the surface areas that come into contact with air are much more than those of leafy and crustaceans. In the source information, it is stated that branched lichens are more suitable than other morphological groups in determining the air quality with lichens [2]. As a result, lichens can adapt to environmental conditions by showing morphological, anatomical and physiological responses to air quality and stress conditions. Lichens in the same morphological group do not respond similarly to stress factors. The structure of the thallus tissue is also of great importance. Species that have structures that facilitate gas exchange in their thallus are more susceptible to pollutants than those that do not have these structures. It is seen that examining the chlorophyll content of epiphytic lichens in branchy form is a useful and practical way to evaluate air quality.

## References

- [1] Nash III, T. H. (2008). *Lichen Biology*, Cambridge, England: Cambridge University.
- [2] Brodo, I. M., Sharnoff, S. D., & Sharnoff, S. (2006). *Lichens of North America*. New Haven, United States of America: Yale University.
- [3] Friedl, T., & Büdel, B. (1996). Photobionts (Chapter 2). 8-23. In *Lichen Biology*. Eds Nash III. T.H., Cambridge, England: Cambridge University.
- [4] Shrestha, G., & St. Clair, L. L. (2013). Lichens: a promising source of antibiotic and anticancer drugs. *Phytochemistry Reviews*, 12, 229-244. doi: 10.1007/s11101-013-9283-7
- [5] Elix, J. A. (1996). Biochemistry and secondary metabolites, in Nash III, T.H., *Lichen Biology*, London, England: Cambridge University.
- [6] Singh, J., Singh, R. P., & Khare, R. (2022). Higher Rate of Pigment Synthesis in Antarctic Plants: A Strategy of Survival Under UV Radiations. In: Khare, N. (eds) *Assessing the Antarctic Environment from a Climate Change Perspective. Earth and Environmental Sciences Library*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-87078-2\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-87078-2_15)
- [7] Seneviratne, G., & Indrasena, I. K. (2006). Nitrogen fixation in lichens is important for improved rock weathering. *Journal of Biosciences*, 31(5), 639-643. <http://www.ias.ac.in/jbiosci>
- [8] Chuquimarca L., Gaona, F. P., Iniguez-Armijos, C., & Benitez, A. (2019). Lichen responses to disturbance: Clues for biomonitoring land-use effects on Riparian Andean ecosystems. *Diversity*, 11, 73, doi:10.3390/d11050073
- [9] Tufan-Çetin, O. (2020). Determination of compositional differences of lichens on *Pinus brutia* in different environmental conditions. *Journal of Environmental Biology*, 41(4), 735-744. Doi.org/10.22438/jeb/41/4/MRN-1301.
- [10] 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.
- [11] Catán, S. P., Bubach, D., Messuti, M. I., Arribére, M. A., & Guevara, S. R. (2022). Mercury and REE contents in fruticose lichens from volcanic areas of the South volcanic zone. *Atmospheric Pollution Research* 13, 101384. doi:10.1016/j.apr.2022.101384

- [12] Ra, H. S. Y., Geiser, L. H., & Crang, R. F. E. (2005). Effects of season and low-level air pollution on physiology and element content of lichens from the U.S. Pacific Northwest. *Science of the Total Environment*, 343, 155-167. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.10.003
- [13] Sujetoviene, G., & Galinyte, V. (2016). Effects of the urban environmental conditions on the physiology of lichen and moss. *Atmospheric Pollution Research*, 7, 611-618. doi.org/10.1016/j.apr.2016.02.009
- [14] Lackovicova, A., Guttova, A., Backor, M., Pisut, P., & Pisut, I. (2013). Response of *Evernia prunastri* to urban environmental conditions in Central Europe after the decrease of air pollution. *The Lichenologist*, 45(1), 89-100. doi.org/10.1017/S002428291200062X
- [15] Taşdemir, Y. (2017). Nilüfer İlçesi'ndeki Klasik Hava Kirletici Ölçümlerinin Değerlendirilmesi Raporu (Periyot: 11-17 Eylül 2017). [https://www.nilufer.bel.tr/dosya\\_yoneticisi/icerik/BEBKA/Eylul2\\_2017.pdf](https://www.nilufer.bel.tr/dosya_yoneticisi/icerik/BEBKA/Eylul2_2017.pdf), (date of access: 11.05.2022).
- [16] Karaer, F. (2011). The environment status report of TR41 region. Bursa Eskişehir Bilecik Development Agency (BEBKA).
- [17] Barnes, J. D., Balaguer, L., Manrique, E., Elvira, S., & Davison, A. W. (1992). A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants, *Environmental and Experimental Botany*, 32, 85-100.
- [18] Ronen, R., & Galun, M. 1984. Pigment extraction from lichens with dimethylsulfoxide (DMSO) and estimation of chlorophyll degradation. *Environmental and Experimental Botany*, 24, 239-45. doi:10.1016/0098-8472(84)90004-2
- [19] Wellburn, A. R. (1994). The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*, 144, 307-313. doi:10.1016/S0176-1617(11)81192-2
- [20] Anonymous (2017). The air quality data in Nilüfer district. <https://www.nilufer.bel.tr>, (date of access: 15.09.2017).
- [21] Wakefield, J. M., & Bhattacharjee, J. (2012). Effect of air pollution on chlorophyll content and lichen morphology in Northeastern Louisiana. *Evansia*, 28(4), 104-114. doi:10.1639/079.029.0404
- [22] Ates, A., Yıldız, A., Yıldız, N., & Çalimli, A. (2007). Heavy Metal Removal from Aqueous Solution by *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf. *Annali di Chimica*, 97(5-6), 385-393. doi:10.1002/adic.200790023
- [23] Yıldız, A., Aksoy, A., Akbulut, G., Demirezen, D., İşlek, C., Altuner, E. M., & Duman, F. (2011). Correlation between chlorophyll degradation and the amount of heavy metals found in *Pseudevernia furfuracea* in Kayseri (Turkey). *Ekoloji*, 20(78), 82-88. doi: 10.5053/ekoloji.2011.7813
- [24] Gallo, L., Corapi, A., Loppi, S., & Lucadamo, L. (2014). Elements concentrations in the lichen *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf transplanted around a cement factory (S Italy). *Ecological Indicators*, 46, 566 – 574. doi:10.1016/j.ecolind.2014.07.029
- [25] Mahmutoğlu, R., Aslan, A., Aras, S., & Cansaran-Duman, D. (2016). Environmental risk assessment under the pollutants exposure with using four lichen species and molecular assay in cement plant, Aşkale-Erzurum (Turkey). *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 73(3), 253 – 266. doi: 10.5505/TurkHijyen.2016.57085
- [26] Yıldız, A., Vardar, Ç., Aksoy, A., & Ünal, E. (2018). Biomonitoring of heavy deposition with *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf in Çorum city, Turkey. *Journal of Scientific Perspectives*, 2(1), 9-22. <http://dergipark.org.tr/en/pub/jsp/issue/36400/410465>



## ***Rhizopogon pumilionum* (Ade) Bataille; a new false truffle (Basidiomycota) record for Turkish mycota**

Mehrican YARATANAKUL GÜNGÖR<sup>\*1</sup>, Halil GÜNGÖR<sup>2</sup>  
ORCID: 0000-0002-5175-983X; 0000-0001-8646-9050

<sup>1</sup> Kocaeli Health Services Vocational School, Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye

<sup>2</sup> Department of Biology, Faculty of Science, Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Türkiye

### **Abstract**

In this study, *Rhizopogon pumilionum* (Ade) Bataille is recorded from Turkey for the first time. The new record is described and illustrated. New record was proved by utilizing from its rDNA ITS data. Also, phylogenetic position of *R. pumilionum* was detected in the phylogenetic tree constructed using the sequences of rDNA ITS

**Key words:** biodiversity, rDNA ITS, *Rhizopogon*, Sivas, Turkey

----- \* -----

## ***Rhizopogon pumilionum* (Ade) Bataille; (Basidiomycota) Türkiye mikotası için yeni bir yalancı trüf kaydı**

### **Özet**

Bu çalışmada, *Rhizopogon pumilionum* (Ade) Bataille Türkiye'den ilk defa kaydedilmiştir. Yeni kayıt tanımlanmış ve fotoğrafları verilmiştir. rDNA ITS verilerinden yararlanılarak yeni kayıt kanıtlanmıştır. Ayrıca, *R. pumilionum*'un filogenetik konumu, rDNA ITS dizilerinden yararlanılarak oluşturulan filogenetik ağaçta tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** biyoçeşitlilik, rDNA ITS, *Rhizopogon*, Sivas, Türkiye

### **1. Introduction**

Sivas province falls in Irano-Turanien floristic region and has a high endemism ratio [1]. Karalar village (Yıldızeli) has important forests series. The forest and shrub vegetation of the Karalar village is especially *Pinus sylvestris* L., *Juniperus* L. sp., *Quercus* L. sp., *Populus* L. spp., *Salix* L. sp., *Prunus* L. sp., *Cistus* L. sp., *Crataegus* Tourn. ex L. sp., *Pyracantha* M.Roem. sp., *Cupressus* L. sp., *Pyrus* L. sp. and *Corylus* L. sp. Despite Sivas has a continental climate, studied region has some trees unique for Black Sea climate, such as the *Corylus* grows wildly in the region. With this feature, the region is like a transition zone from the Black Sea climate to the continental climate. This situation reflects the climatic characteristics of the region and capable of hosting a large number of fungal species [2]. In the studies carried out between Akdağmadeni (Yozgat) and Gemerek (Sivas), including our study area there were 66 taxa belonging to 23 families were reported [3]. Also Güngör [4], Işık [5], Işık and Türkekul [6] reported some new macrofungal records for Turkey from studied area and nearby areas.

Turkish *Rhizopogon* Fr. taxa are *R. abietis* A.H. Sm., *R. luteolus* Fr., *R. ochraceorubens* A.H. Sm., *R. rocabrunae* M.P. Martín, *R. roseolus* (Corda) Th. Fr., *R. obtextus* (Spreng.) R. Rauschert and *R. marchii* (Bres.) Zeller & C.W. Dodge [7, 8]

There is no information about the edibility of the newly recorded species mentioned in the literature or by the local people. The specimen is not used by local people for any purpose. But fungus is known as "Pembe patates mantarı" in the region by local people.

Studies on the determination of mycobiota of Turkey [9, 10] will be pioneer in the protection of biodiversity. The aim of this study is to contribute to Turkish fungal biodiversity by adding molecularly proved a new fungal record.

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902623037873; Fax.: +902623037873; E-mail: mihrican@gmail.com



## 2. Materials and method

### 2.1 Field study and identification of samples

Fungal sample presented in study was collected in 2016 during routine field trips from Karalar village region. During field studies morphological and ecological characteristics of the specimens were recorded. Specimens were sectioned with a lanset and sections and sizes of the specimens were measured and it was photographed. For molecular studies some of the samples were stored at - 80 °C. Remaining specimens were dried in the shade at a temperature lower than 40 °C. Sterile razor blades were used to take samples for microscopic studies. Photographs related to micromorphology of the samples were taken by Leica DFC 295 trinocular microscope. Specimen was identified after consultation with the relevant literature [11, 12, 13, 14]. Dried samples were stored in the author's own collection.

### 2.2 DNA extraction, PCR amplification and Sequencing

Total genomic DNA was extracted using the DNeasy Plant mini kit (Qiagen). ITS1 Forward (TCCGTAGGTGAACCTGCGG) and ITS4 Reverse (TCCTCCGCTTATTGATATGC) primers were used for PCR (to amplify 18S, ITS1, 5.8S, ITS2 and 28S region) and sequencing [15]. Amplifications were conducted using an Applied Biosystems (ABI) veriti 96 well thermocycler using the following program: 1 cycle of 5 min at 95 °C; 35 cycles of 45 s at 94 °C, 45 s at 60 °C, and 2 min at 72 °C; followed by 1 cycle of 10 min. at 72 °C for final extension. Gel electrophoresis in 0.8% agarose gel run in TBE buffer was used to size-fractionate amplicons. Subsequently gels were stained with ethidium bromide and visualized over a UV trans-illuminator. PCR products were sequenced with the primers used to amplify ITS region by Source Bioscience inc. (Nottingham, United Kingdom). Specimen's rDNA ITS sequences were uploaded to GenBank (accession number: OP169016)

### 2.3 Sequence alignment and phylogenetic analysis

rDNA ITS Sequences of *R. pumilionum* obtained via this study and additional rDNA ITS sequences of *R. abietis* (MH819341.1), *R. luteolus* (EU784397.1), *R. ochraceorubens* (AF071440.1), *R. rocabrunae* (JF908761.1), *R. roseolus* (AJ810073.1) retrieved from GenBank. Genbank accession numbers for each species are given in parentheses. ITS sequences of *R. obtextus* and *R. marchii* which are another Turkish species not yet uploaded to GenBank. Closely related taxon *Alpova alpestris* P.-A. Moreau & F. Rich. (NR\_132847.1) retrieved from Genbank and used as outgroup.

ITS sequence were manually/visually checked by using the Bioedit Version 7.1.9 software and aligned via ClustalW alignment software [16]. Ends of the alignment were trimmed to make all the sequences of equal length. MEGA 11 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) [17] phylogenetic analysis programme was used to obtain phylogenetic trees and determine relationships between species.

Phylogenetic trees were constructed using the Neighbor-Joining method [18]. The percentage values of the Bootstrap test, in which each branch of the 1000 replicated pedigrees were evaluated statistically, are shown next to the related combined taxa branches [19]. Evolutionary distances were calculated using the Maximum Composite Likelihood method [17]. Bootstrap value is between 0% and 100%.

## 3. Results

### 3.1 Macroscopic and microscopic characters

After investigations in the laboratory *Rhizopogon pumilionum* was identified. According to current literature on Turkish macrofungi [7, 8] *R. pumilionum* is a new record for the Turkish mycota.

#### 3.1.1 Boletales

##### 3.1.1.1 Rhizopogonaceae Gäum. & C.W.Dodge

##### 3.1.1.1.1 *Rhizopogon pumilionum* (Ade) Bataille (Figure 1)

Fruitingbody cespitose to gregarious, irregular globose to globose, 1-3 cm in diameter, semi-epigeous to epigeous, solid and durable. Surface typically verrucose, rhizomorphs only at the base. Surface salmon orange to cinnamon or orange-reddish. Sorghum-brown patches of the outer peridial layer easily separable from this layer fissures. Peridium thick, claret-brown, 440-1000 µm, with tightly interwoven hyphae. Vinaceous-russet and loosely woven hyphae on outer portion of peridium becoming hyaline and more compact towards gleba. Gleba greyish, olivaceous, cavities averaging 5-6 per mm., subglobose to irregular, empty. Spores 6.1- 9.6 × 2.2-3.5 µm, slender, cylindrical to subfusoid with truncate base, hyaline, guttulate. Basidia 13-17 × 4.4 -5 µm, 4-spored. Cystidia rare.

Sivas, Yıldızeli, Karalar village, Armutlu region, in *Pinus sylvestris* forest, 1618 m., N 39°43'17" E 36°09'898" 26.05.2016, H 1234; Karalar village, Eşek Sırtı region, in *P. sylvestris* forest, N 39°43'14" E 36°12'944" 26.05.2016, H 1220.

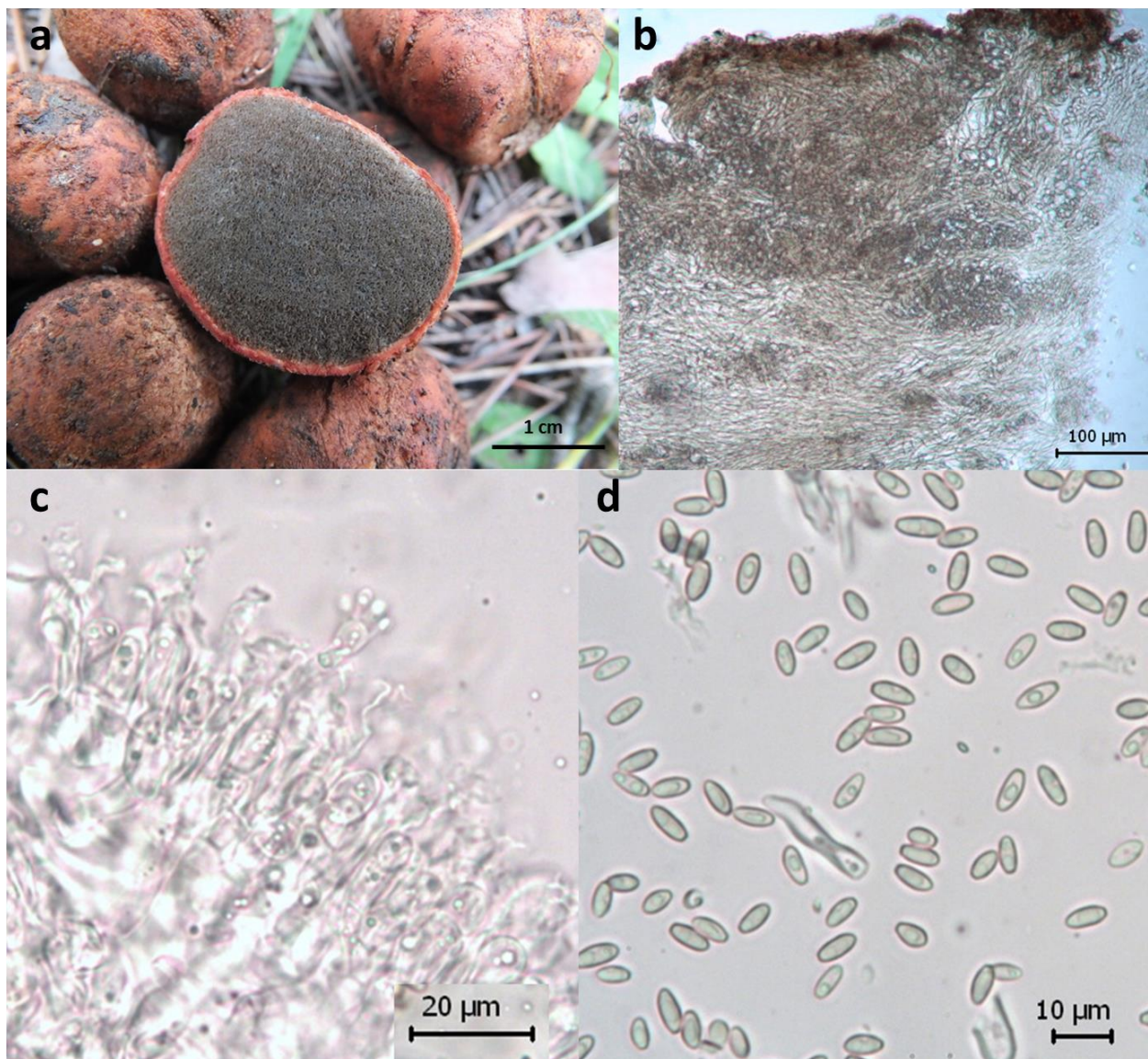


Figure 1. *Rhizopogon pumilionum*. a. fruitingbody, b. Peridium, c. basidium, d. spores

### 3.2 Molecular phylogeny

GenBank researches showed that ITS sequences of *R. pumilionum* have a 95.7% similarity to morphologically closely related species *R. rocabrunae*. rDNA ITS sequences of seven species used in this study aligned and nearly 710 bp length sequences obtained. Neighbor-Joining tree was given and discussed. Bootstrap values were also given in the tree (Figure 2).

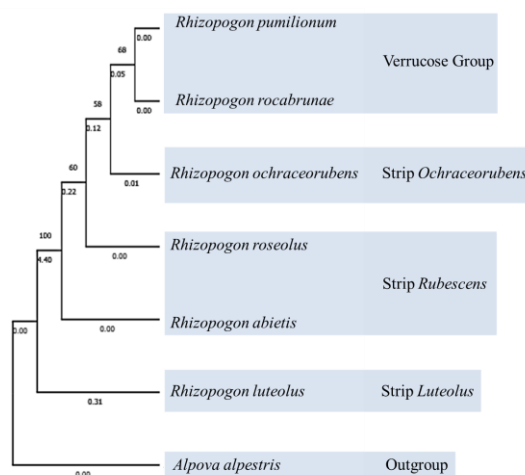


Figure 2. The NJ phylogenetic tree based on rDNA ITS data of Turkish *Rhizopogon* species

#### 4. Conclusions and discussion

Genus *Rhizopogon* is taxonomically problematic. The genus has morphologically similar species. Molecular studies have a potential to solve this taxonomical problem. In this study we used both morphological and molecular data to get correct and reliable results for identification and separate closely related *Rhizopogon* species.

As seen in tree a good divergence has obtained for Turkish *Rhizopogon* species by utilizing rDNA ITS data. Morphologically closely related granulate, verrucose species (*R. rocabrunae* and *R. pumilionum*) were separated from *Rhizopogon* species which have smooth surface. *R. roseolus* and *R. abietis* which are assessed in strip *Rubescens* by Smith and Zeller [11] is also phylogenetically close. A phylogenetic study including multiple *Rhizopogon* species should be performed to further comment on sections, strips and series.

*R. pumilionum* was firstly described by Ade [20] as “globose, reaching the size of a hazelnut with appearance and colours reminding of strawberries”. *R. roseolus* and *R. pumilionum* are related species but *R. roseolus* have wider and bigger spores and thin peridium than *R. pumilionum* [13].

*Rhizopogon pannosus* Zeller & C.W. Dodge, *R. pumilionum* and *R. rocabrunae* are closely related, because of their granulate, slightly verrucose surface. *R. pumilionum* and *R. pannosus* have same typical characters like rhizomorphs only at the base, salmon orange to cinnamon or orange-reddish colours of the peridium and the truncate spores. But *R. pumilionum* has narrower spores than *R. pannosus* and in the colour of the gleba being olivaceous in *R. pumilionum* and buffy to ochraceous in *R. pannosus* [13].

*R. pumilionum* and *R. rocabrunae* easily distinguished other Turkish *Rhizopogon* taxa with distinctly granulate surface and with the colour of basidiomata. But *R. pumilionum* distinguished from *R. rocabrunae* with a more granulate, verrucose peridium and less gelified hyphae of the tramal plate [14]. *R. rocabrunae* seems strictly associated to *Abies* Mill sp. [14]. Colour of the gleba in *R. pumilionum* greenish and yellowish to brownish in *R. rocabrunae* [21]. Peridial thickness is 440-1000  $\mu\text{m}$  in *R. pumilionum* and 300-600  $\mu\text{m}$  in *R. rocabrunae* [14]. Also our GenBank searches showed that *R. pumilionum* has different ITS sequences from Osmundson’s [22] *R. rocabrunae* (nearly 4.5%). As seen Figure 2 both of them are close species than other examined Turkish species and have a good bootstrap value. Also molecular studies conducted on 28S rDNA region of *R. rocabrunae*, *R. pannosus* and *R. pumilionum* showed that these are closely related but separate species [23].

We constructed an identification key for the Turkish *Rhizopogon* taxa, excluding *R. obtextum*, with the relevant literature [11, 21]. *R. obtextum* is accepted by many authors as a synonym of *R. luteolus* [24].

- |  |                      |
|--|----------------------|
| 1a. Peridium staining red when injured   | 2                    |
| 1b. Peridium not staining red when injured but it may stain some other colour  | 4                    |
| 2a. Basidiocarp lacking yellow colours at any time in its development.   | <i>R. roseolus</i>   |
| 2b. Basidiocarp showing yellow at some stage   | 3                    |
| 3a. Gleba white at first, then pale olive and finally dark olive   | <i>R. abietis</i>    |
| 3b. Gleba white or yellowish white at first, then reddish brown or brownish ochre  | <i>R. marchii</i>    |
| 4a. Peridium granulate, verrucose  | 5                    |
| 4b. Peridium smooth  | 6                    |
| 5a. Gleba greenish, olivaceous. Peridium granulate, more verrucose.  | <i>R. pumilionum</i> |
| 5b. Gleba yellowish to brownish. Peridium granulate, slightly verrucose  | <i>R. rocabrunae</i> |
| 6a. Peridium firstly yellow-ochre, then golden-yellow or golden-tawny. Surface fibrillose and covered over all by appressed rhizomorphs. | <i>R. luteolus</i>   |

6b. Peridial ground at first lemon yellow to ochraceous, soon cinnamon to russet and covered with brown rhizomorphs

*R. ochraceorubescens*

## References

- [1] Asan, H., Yalçın, H. M. & Şimşek, E. (2018). Sivas ili kuş gözlem turizmi potansiyelinin değerlendirilmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(74), 630-655.
- [2] Türkekul, İ. & Işık, H. (2016). Contribution to the macrofungal diversity of Yozgat Province (Turkey). *Mycotaxon*, 131(2), 483-484.
- [3] Kiriş, Z., Halıcı, M.G., Akata, I. & Allı, H. (2012). Macrofungi of Akdağmadeni (Yozgat/Turkey) and Gemerek (Sivas/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 5(2), 53-58.
- [4] Güngör, H., Allı, H. & Işiloğlu, M. (2013). Three new macrofungi records for Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 37(2), 411-413.
- [5] Işık, H. (2020). *Agaricus*, *Steccherinum*, and *Typhula* species new for Turkey. *Mycotaxon*, 135(1), 213-222.
- [6] Işık, H. & Türkekul, İ. (2017). A new record for Turkish mycota from Akdağmadeni (Yozgat) province: *Russula decolorans* (Fr.) Fr. *Epicr. Anatolian Journal of Botany*, 1(1), 1-3.
- [7] Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., (edits.), Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Haliki Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbag, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., & Yoltaş, A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi (The Checklist of Fungi of Turkey). İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını.
- [8] Solak, M. & Türkoğlu, A. (2022). Macrofungi of Turkey, Checklist, Volume-III. İzmir: Kanyılmaz Matbaacılık.
- [9] Güngör, H., Solak, M.H., Allı, H., Işiloğlu, M. & Kalmış, E. (2014). New macrofungi records to the Turkish mycobiota. *Biological Diversity and Conservation*, 7(3), 126-129.
- [10] Akata, I. & Yaprak, A.E (2013). A new *Peziza* record for Turkish mycobiota, *Biological Diversity and Conservation*, 6(1), 32-34.
- [11] Smith, A.H. & Zeller, S.M. (1966). A preliminary account of the North American species of *Rhizopogon*. *Mem N Y Bot Gard*, 14(2), 1-178.
- [12] Moser, M., Peintner, U, & Klofac, W. (1999). Observations on the occurrence of *Rhizopogon pannosum* in Austria. *Osterr Z Pilzkd*, 8, 5-8.
- [13] Moser, M. & Peintner, U. (2000). *Rhizopogon pannosus*-*Rhizopogon pumilionus*? *Osterr Z Pilzkd*, 9, 17-21.
- [14] Zotti, M., Simone, D.P. & Vizzini, A. (2010). First records of *Rhizopogon rocabrunae* and *R. pumilionum* (Boletales) from Italy. *Mycotaxon*, 113, 291-296.
- [15] White, T.J., Bruns, T., Lee, S. & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. PCR protocols: a guide to methods and applications, 18(1), 315-322.
- [16] Thompson, J.D., Higgins, D.G., & Gibson, T.J. (1994). CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic acids research*, 22(22), 4673-4680. doi: 10.1093/nar/22.22.4673
- [17] Tamura, K., Stecher, G. & Kumar, S. (2021). MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Molecular Biology and Evolution*, 38(7), 3022-3027
- [18] Saitou, N., & Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular biology and evolution*, 4(4), 406-425. doi: citeulike-article-id:93683
- [19] Felsenstein, J. (1985). Confidence Limits on Phylogenies: An Approach Using the Bootstrap. *Evolution* (N Y) 39(4), 783-791
- [20] Ade, A. (1909) Beiträge zur Pilzflora von Bayern. *Mitt Bayr Bot Ges* 11,(13), 219
- [21] Montecchi, A. & Sarasini, M. (2000). *Funghi ipogei d'Europa*. Italy ,Trento: Associazione Micologica Bresadola.
- [22] Osmundson, T.W., Robert, V.A., Schoch, C.L., Baker, L.J., Smith, A., Robich, G., Mizzan, L. & Garbelotto, M.M. (2013). Filling gaps in biodiversity knowledge for macrofungi: contributions and assessment of an herbarium collection DNA barcode sequencing project. *PLoS one*, 8(4), e62419.
- [23] Jarosch, M. (2001). Zur molekularen Systematik der Boletales: Coniophorineae, Paxillineae und Suillineae. *Bibliotheca Mycologica*, 191, 1-158.
- [24] Molina, R., Massicotte, H., & Trappe, J.M. (1992). Specificity phenomena in mycorrhizal symbiosis; community-ecological implications and practical implications. Mycorrhizal functioning. An integrative plant-fungal process. Edited by Michael J. Allen. New York: Chapman and Hall.





## Fig (*Ficus carica* L.) field gene banks and studies

Arzu AYAR \*<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0002-2080-209X

<sup>1</sup> İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 9600 Aydın, Türkiye

### Abstract

Fig field gene banks are gene pools that have an important place in protecting genetic diversity, using it for various breeding programs and transferring it to future generations. Management of genetic resources; includes conservation, enrichment, characterization, evaluation and documentation. 354 local female and caprifig cultivars/genotypes collected from the fig growing regions of the country through survey and selection studies within the body of the Fig Research Institute Directorate in Aydın Province, Turkey, have been taken under protection in the fig field gene bank. Hatay Olive Research Institute Directorate is the second degree responsible institution for the conservation of fig genetic resources. In some regions of the world where figs are grown, fig field gene banks are available. Genetic diversity is also evaluated in the world, with approaches similar to those carried out in Turkey.

In this study, the fig field gene bank and its studies are given in detail in the "Fig (*Ficus carica* L.) Genetic Resources Conservation and Characterization" project study carried out in Turkey. In addition, world fig field gene banks and their studies are also mentioned.

**Key words:** *Ficus carica* L., genetic resources, fig field gene banks, conservation

----- \* -----

## İncir (*Ficus carica* L.) arazi gen bankaları ve çalışmaları

### Özet

İncir arazi gen bankaları; genetik çeşitliliğin korunması, çeşitli ıslah programları için kullanılması ve gelecek nesillere aktarılması konusunda önemli bir yere sahip gen havuzlarıdır. Genetik kaynakların yönetimi; koruma, zenginleştirme, karakterizasyon, değerlendirme ve dökümantasyon konularını içerir. Türkiye'nin Aydın İli'nde bulunan, İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bünyesinde, ülkenin incir yetişen bölgelerinden survey ve seleksiyon çalışmaları ile toplanmış 354 yerel dişi ve erkek incir çeşit/genotipi incir arazi gen bankasında koruma altına alınmıştır. Hatay Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, incir genetik kaynaklarının muhafazası konusunda ikinci dereceden sorumlu kuruluştur. Dünyada incir yetişen bazı bölgelerde, incir arazi gen bankaları mevcut olup, bu genetik çeşitlilik, Türkiye'de yürütülen çalışmalara benzer yaklaşımlarla değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye'de yürütülen "İncir (*Ficus carica* L.) Genetik Kaynakları Muhafaza ve Karakterizasyonu" proje çalışmasının incir arazi gen bankası ve yapılan çalışmaları kısmına detaylı yer verilmiştir. Ayrıca, dünya incir arazi gen bankaları ve yaptıkları çalışmalara da değinilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Ficus carica* L., genetik kaynaklar, incir arazi gen bankaları, muhafaza

### 1. Giriş

Geleneksel agro-ekosistemlerin hem tür hem de yüksek genetik çeşitliliğe ev sahipliği yaptığı bilinmektedir. Küresel değişim bağlamında, dünyayı beslemek için bu çeşitliliğe ihtiyaç duyulabilir. Çekirdek koleksiyonlar ne kadar kullanışlı olursa olsun müzelerdir ve bu nedenle geleneksel tarımsal ekosistemlerle aynı işlevleri yerine getiremezler.

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902565811123; Fax.: +902565811124; E-mail: gocmez@tarimorman.gov.tr

© Copyright 2022 by Biological Diversity and Conservation

Geliş tarihi: 15.12.2022; Yayın tarihi: 15.12.2022

BioDiCon. 1048-180822

Geleneksel tarımsal ekosistemler, ya ürün çeşitliliğinin depoları ya da mevcut ürün çeşitliliğinin beslendiği yerdir. Bu nedenle, türler içinde genetik çeşitliliği ve bunun coğrafi varyasyonunu araştırmak genetik kaynakları kültüre alma ve müteakip çeşitlendirmenin dinamik süreçlerini anlamaya yardımcı olacaktır [2]. Bu yüzden in situ ve ex situ koruma önem kazanmaktadır. İn-situ korumada, vejetatif olarak çoğaltılan çok yıllık bitkiler ve soğuk depoda muhafaza edilmeyen tohumları olan yabancı türler kendine has özelliklerini en iyi uyum sağladıkları habitatta korur ve bu da uygun iklim, yükseklik ve enlem bölgelerinde doğal koruma alanlarının oluşmasını gerektirir. Ex-situ koruma biçimi, arazi gen bankalarını, botanik bahçelerini ve tohum veya bitkisel materyalin gen bankalarında depolanmasını veya polen kriyoprezervasyonu, *in vitro* koruma, DNA koruma vb. gibi diğer tamamlayıcı koruma yöntemlerini içerir. Klonal materyallerin bir tarlada/bahçede veya plantasyonda canlı koleksiyonlar olarak muhafaza edildiği arazi gen bankaları, meyve mahsullerinde ex-situ korumanın başlıca şeklidir. Alan gen bankaları, çeşitliliğin küçük bir oranını sürdürmek için büyük miktarda alana ve emeğe ihtiyaç duyar. Saha gen bankaları, hastalık, stres veya afet nedeniyle potansiyel germplazm kaybı riskine sahiptir. Ex situ bitki genetik kaynaklarının yönetimi için iki temel amaçtan birincisi, bir germplazm koleksiyonunun tamamen veya kısmen temsili olup olmadığını test etmek için yerinde genetik kaynaklarla ilgili genetik çeşitliliğini değerlendirmektir [13]. Ex situ bitki genetik kaynaklarının yönetimi için iki temel amaçtan diğeri ise yanlış etiketleme ve fazlalık durumlarını ortadan kaldırmak ve referans koleksiyonunu tanımlamak için eksiksiz bir veritabanı oluşturmak amacıyla tüm erişimlerin karakterize edilmesidir [13, 27].

IPGRI ve FAO ile iş birliği içinde, 10 yıl önce bitki genetik kaynaklarının korunmasına yönelik in situ, ex situ ve *in vitro* (doku kültürü ile üretim) koruma yaklaşımlarını içeren ulusal bir program oluşturulmuştur. Bu program çerçevesinde, yerel çeşitlerin genetik çeşitliliğinin karakterizasyonu başlamıştır. Yabancı bitki türlerinin yerinde korunması gerçekleştirilmektedir. Ex situ koruma, tohumların uzun süreli (-18 ila -22°C'de) ve orta vadeli (0 ila 4°C'de) depolanması için tohum gen bankalarını, elma, fıstık, yabancı zeytin, incir vb. depolamak için arazi gen bankalarını ve botanik bahçeler, yerel yumrulu çeşitleri korumak için *in vitro* koruma kullanılmaktadır. Vejetatif olarak çoğaltılan bitkiler için kriyoprezervasyonun, uzun vadeli koruma için umut verici bir teknik olabileceği öngörülmektedir [1].

İncir arazi gen bankaları, türlerin korunması, geleceğin bitkisel üretiminin güvence altına alınması bakımından oldukça önem taşımaktadır. *Ficus* cinsinin aktif germplazm bankalarının karakterizasyonu, kültürün iyileştirilmesi için önemli bir araştırma hattıdır ve yeterli yayılma ve yönetim projelerinin yürütülebilmesi için esas olarak genetik değişkenlik ile ilgili bilgi toplamak gereklidir [21, 22].

Dünya'da in situ ve ex situ koruma amacı ile kurulmuş gen bankaları yerel genetik çeşitliliğin nesiller boyunca aktarılmasında bir köprü vazifesi görmektedir. Arap Kurak Bölgeler ve Kurak Topraklar Araştırmaları Merkezi (ACSAD) Gen Bankası, incir ağacına kurak ve yarı kurak topraklara uyum sağlama yeteneğinin yanı sıra yüksek besin değeri ve ekonomik çıktısı gibi özellikleri ile önem vermektedir. Bunun için Jillin (Güney Suriye) köyünde incir gen bankası kurmuştur. 100 genetik kaynaktan oluşur ve ilgili ülkeler tarafından yapılacak araştırma ve çalışmalar için bu genetik kaynağın zenginleştirilmesi için Arap ülkeleri ve diğer ülkeler ile iş birliği içinde çalışmalara devam edilmektedir [7].

Meyve genetik kaynakları ve bitki çeşitliliği açısından dünyanın en önemli ülkelerinden biri olan İran'da elma, armut, badem, şeftali, erik, kiraz, üzüm, ceviz dahil olmak üzere birçok ılıman meyve türü ve fıstık, hurma dahil bazı tropikal ve subtropikal meyveler, nar ve zeytin yetiştirilmektedir. Bu meyve ağaçlarıyla ilgili çok sayıda yabancı tür belgelenmiştir ve bunlar, hastalıklara dirençli çeşitler ve anaçların yetiştirilmesi, ana meyve ağaçlarının daha da geliştirilmesi için çok faydalı gen kaynaklarıdır. Bu meyvelerin genetik kaynaklarının korunması uzun zamandan beri geleneksel olarak bahçıvanlar tarafından yapılmış ve daha sonra birkaç ulusal araştırma enstitüsünce yerel çeşitler arazi gen bankasında (ex situ) toplanmaya ve korunmaya başlanmıştır [5].

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) Ulusal Bitki Germplazm Sisteminin (NPGS) bir parçası olan Kaliforniya, Davis'teki Ulusal Klonal Germplazm Deposu'nun (NCGR) misyonu, belirlenmiş germplazm kaynaklarını elde etmek, korumak, karakterize etmek ve dağıtmaktır. NCGR incir koleksiyonu şu anda 190 farklı tür ve 78 meyve çeşidinden oluşmaktadır. Farklı 44 bölgeden seçim, yetiştiricilerden 40 gelişmiş seçim, 28 erkek incir ve az sayıda tür ve melez bulundurulur. Bitki materyalini ücretsiz olarak dünya çapındaki araştırma alanlarına dağıtmak NPGS'nin politikasıdır [25].

Porquerolles Adası'nda (Güney Fransa) muhafaza edilen ve farklı Akdeniz ülkelerindeki çeşitli koleksiyonlardan ve geleneksel meyve bahçelerindeki 807 incir ağacı, 17 SSR lokusu kullanılarak analiz edilmiş ve 97 alel tespit edilmiştir [13].

İspanya'da sinonim ve homonimler, klonal gen bankalarının yönetiminde sıkça karşılaşılan zorluklara neden olmaktadır. Finca La Orden'deki gen bankası, farklı isimlere sahip 22 genotip içerir. Moleküler analizle çalışılan bu incirlerde her birinin morfolojik karakterizasyonu standart bazı değişikliklerle uluslararası tanımlayıcılar uygulanarak değerlendirilmiştir; et rengi, canlılık, ağırlık ve dallanma yoğunluğu gibi bir veya daha fazla karakter için bu genotipler arasında fenotipik farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. Fenotipik ve benzer genetik özelliklere sahip 22 genotip, beş farklı morfolojik gruba ayrılmıştır. Bu sonuçlar, morfolojik ve moleküler karakterizasyonların tamamlayıcı olduğunu ve her ikisinin de incir çeşitlerinin doğru bir şekilde tanımlanması için gerekli olduğunu göstermiştir [9].

ABD Tarım Bakanlığı (USDA) Tarımsal Araştırma Servisi (ARS) Ulusal Bitki Germplazm Sistemi (NPGS), arazi gen bankalarında 30 yılı aşkın bir süredir, bahçe bitkilerinin klonal bitki genetik kaynakları korunmaktadır. Hilo, Hawaii'deki Tesisler; Mayaguez, Porto Riko; Miami, Florida; ve Riverside, California, tropikal ve subtropikal meyve ve

findık ürünlerini korumak için kurulmuştur; Brownwood, Teksas'taki tesisler; Corvallis, Oregon; Davis ve Parlier, Kaliforniya; ve Cenevre, New York, ılıman bitkileri korur. Bu tesislerin her biri, cinsler için uluslararası kabul görmüş, dünya çapında çeşitli koleksiyonlara sahiptir. Bu 9 gen bankası, >2700 meyve ve sert kabuklu bitkiler ve bunların yabani akrabalarını temsil eden >34.000 genetik çeşitlilik sağlar. Üstün klonal genotiplerin germplazmı canlı örnekler olarak korunur. Tohum partileri, mahsulün yabani akrabaları için yerli popülasyonları temsil eder. Uzak yedekleme tesisleri doku kültürü veya klonların kriyojenik depolanması yoluyla Ft. Collins, Kolorado. Genetik kaynaklar, USDA-ARS Germplazm Kaynakları Bilgi Ağı (GRIN) veri tabanında belgelenen fenotipik ve genotipik özellikler için karakterize edilir ve değerlendirilir. Dağıtımdan önce ithalat izninin karantina düzenlemelerini karşılamak için bitki sağlığı sertifikası alınır. Uluslararası araştırmacılara yılda 15.000'den fazla katılım örneği gönderilmektedir. Başlangıçta mahsulün iyileştirilmesi için çalışan koleksiyonlar olarak tasarlanmış olsa da, bu ABD gen bankaları, temel bitki genetik araştırmaları için materyaller, nadir veya nesli tükenmekte olan türler veya hassas yerel türler için rezervuarlar, tarihi çeşitlerin arşivleri ve eğitim için tarla sınıfları sağlamada paha biçilmez hale gelmiştir. Bu koleksiyonlardaki yapraklar ve diğer numuneler, moleküler belirteçler ve DNA analizi için sıklıkla talep edilmektedir. Bu koleksiyonlar, şimdi ve gelecek nesiller için Amerikan bahçe mirasının yanı sıra botanik hazinelerini de korumaktadır [11].

Hindistan'da, bitki genetik kaynaklarının tanıtılmasına yönelik sistematik faaliyetler, Ulusal Bitki Genetik Kaynakları Bürosu (NBPGR) tarafından koordine edilmektedir. Ulusal Botanik Araştırma Enstitüsü, Orman Araştırma Enstitüsü vb. tarafından üstlenilen bitki araştırmaları, geleneksel anlamda bitki araştırmaları, bitki genetik kaynaklarının toplanmasından farklı amaçlarla da yapılmaktadır. Hindistan'da Ulusal Aktif Germplazm Siteleri (NAGS), germplazmın korunması için tanımlanmıştır [27]. Brezilya'nın ihraç ettiği yirmi ana meyve arasında yer alan incirin aktif germplazm bankalarının (AGB'ler) karakterizasyonu, yeterli yönetim projelerini yürütmek için bundan bilgi toplamak gerektiğinden, önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir [20]. İncir ağaçlarının aktif germplazm bankasını, kalitesini ve genetik tanımayı amaçlayan, Tarım ve Teknolojik Bilimler Fakültesi, Dracena Kampüsü, FCAT/UNESP'deki 45 inciri morfolojik tanımlayıcıları aracılığıyla karakterize etmiştir. Türlerin değişkenlik potansiyeli; biyometrik özellikleri yaprak ve meyvelerin nitel ve nicel tanımlayıcıları ile değerlendirilmiştir. İncir ağacı aksesyonları arasında yaprak ve meyvelerin morfolojik özellikleri, yüksek fenotipik değişkenlik ve bölgeye iyi uyum sağlayan AGB'yi tanımlayan kalitatif ve kantitatif özelliklerin analizi ile aksesyonların farklı özellikler sunduğu sonucuna varılmıştır [21, 22].

Dünyada bulunan incir gen bankaları arasında; Bitki Islahı ve Genetik Kaynaklar Enstitüsü (IPB&GR), Hellenic Tarım Örgütü-Demeter, Thessaloniki, Yunanistan; Bitki Genetik Kaynakları Enstitüsü Tirana Tarım Üniversitesi, Romanya'da Yerel İncir Gen Bankası, İspanya Finca La Orden'deki gen bankası sayılabilir. Tiran'da bulunan Bitki Genetik Kaynakları Enstitüsü Tarım Üniversitesi kayıtlarında 41 incir cinsi kaydedilmiştir [10].

İtalya Matera-Sassi (MS) antik kentindeki filogenetik kaynakların haritalanması ve ekotop ve habitat düzeyindeki çok değişkenli analiz, bitki genetik mirasının tutarlılığını ve türler aracılığıyla farklı ekotoplar arasındaki biyogenetik ilişkileri belirlemeyi mümkün kılmaktadır. Biyoçeşitlilik değerine dayalı olarak yapılan ekotop sıralaması, hem genetik kaynakların hem de insan çalışmalarının uygun bir şekilde eş zamanlı korunmasının başarılı olduğunu göstermiştir [8].

Küresel Bitki Koruma Stratejisinin 8. Hedefi arasında "tehdit altındaki bitki türlerinin en az yüzde 75'inin, tercihen menşe ülkesinde, ex situ koleksiyonlarda ve 2020 yılına kadar en az yüzde 20'sinin geri kazanım ve restorasyon programları için hazır bulunması" çağrısı yer almaktadır. İklim değiştiği, botanik bahçeler, daha sonra doğada restorasyon ve kurtarmada kullanılmak üzere, nadir bulunan bitkileri, canlı koleksiyonları ve tohum bankalarını depolamak ve korumak çok önemli bir rol oynamaktadır [23, 18, 24, 15]. Botanik bahçeleri, bitki türlerinin üçte birinden fazlasının botanik bahçeleri koleksiyonlarında temsil edilmesiyle yabani türlerin ex situ korunmasına da önemli bir katkı sağlar. Bu koleksiyonlar, canlı koleksiyon ve tohum bankalı materyalin bir kombinasyonudur. Tohum bankacılığı, yabani bitki genetik çeşitliliği için etkili bir koruma şekli sağlayabilir. Uluslararası düzeyde, bu faaliyetler Botanic Gardens Conservation International tarafından koordine edilmektedir. ArbNet benzer şekilde arboreta, ağaçlar, çalılar ve asmalarda uzmanlaşmış botanik bahçeleri arasındaki faaliyetleri koordine etmektedir [3, 4].

Dünyanın 3000 botanik bahçesinin, tüm bitki çeşitliliğinin %30'unu ve bilinen tehdit altındaki türlerin %41'inden fazlasını koruduğu tahmin edilmektedir. Buna, vahşi doğada bölgesel veya küresel olarak neslinin tükendiği düşünülen yaklaşık 500 tür dahildir [17, 18].

İncir genetik kaynaklarının önemini kavrayan ve bu amaçla 1812 yılında kurulan Rusya Nikita Botanik Bahçesi'nde 334 incir ağacı muhafaza altına alınmıştır [28]. Uzun yıllara dayanan araştırmaların sonuçlarına dayanarak, ekonomik açıdan değerli özelliklere sahip üstün incir çeşitleri seçilmiştir. Yabancı seleksiyon çeşitleri arasında, Randino, Grosse Violette de Bordeaux, Castle Kennedy vb. incir çeşitleri bulunmaktadır. En iyi yabancı çeşitlerin yönlendirilmiş türler arası ve türler arası hibridizasyonu sonucunda, önemli bir hibrit form oluşturulmuş ve bir dizi özellikte yabancı çeşitleri geride bırakan yeni çeşitler yetiştirilmiştir. Bunların arasında Yantarny, Sukhofruktovy Nikitsky, Podarok Oktyabru, Sabrucia Rozovaya incir çeşitleri sayılmaktadır [14]. Yine incir gen kaynakları dışında yapılan farklı bir çalışmada, gen kaynaklarının korunması ve karakterizasyonu amaçlanmıştır. Türkiye'nin ekonomik açıdan önemli yerel güllerini belirlemek, adlandırmak, sınıflandırmak, kullanım amaçlarını ortaya koymak ve nesillerini korumak amacıyla, 2012-2014 yıllarında; SDÜ. Botanik Bahçesi'ne ve seraya dikilen canlı güllerin karakterizasyon çalışmalarının metodu geliştirilmiş ve Gül Herbaryumu hazırlanmıştır [19].

Vegetatif materyalin farklı ekolojileri temsil edecek yörelerde, kurulacak yeterli sayıda koleksiyon bahçelerinde muhafazasının sağlanması ve materyalin emniyeti açısından her örneğin en az iki ayrı koleksiyon bahçesinde muhafaza edilmesinin gereği 15 Ağustos 1992 tarih 21316 sayılı resmi gazetede yayınlanan “Bitki Genetik Kaynaklarının Toplanması, Muhafazası ve Kullanılması” hakkındaki yönetmeliğin 5. Maddesinin f bendinde belirtilmiş olup, 18-19 Haziran 2002 tarihinde Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde gerçekleştirilen Bitki Genetik Kaynakları Toplantısında karara bağlanmıştır. Yine aynı toplantıda meyve bağ genetik kaynakları materyalini tür bazında koleksiyon bahçelerinde muhafaza etmesi gereken birinci ve ikinci derecede sorumlu enstitüler gözden geçirilerek yeniden belirlenmiş ve en kısa sürede eksik materyallerini tespit edip bu eksiklerini karşılıklı materyal değişimiyle gidermeleri kararı alınmıştır. İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nün koordinatörlüğünde incir arazi gen bankasında toplanan materyal koruma altına alınmıştır. 2015 yılında TAGEM Program Değerlendirme Toplantısı’nda alınan karar gereği, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü’nde emniyet incir genetik kaynakları parseli oluşturulmuştur. 2018 yılında bu parselin ikinci dereceden sorumlu kuruluş Hatay Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’ne taşınmasına karar verilmiştir. İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bünyesinde yürütülmekte olan önceki proje adı “İncir (*Ficus carica* L.) Genetik Kaynakları Muhafaza ve Değerlendirme Araştırma Projesi” iken, 2019 yılından bu yana “İncir (*Ficus carica* L.) Genetik Kaynakları Muhafaza ve Karakterizasyonu” projesi olarak devam etmekte olan bu proje; Türkiye incir genetik kaynaklarının gelecek nesillere aktarılması, ıslah çalışmalarında kaynak oluşturması ve materyal temini açısından önemlidir. Bu sürekli proje kapsamında in stü ve ex stü koruma altına alınan incir çeşit/genotipleri değerlendirilmiş/değerlendirilmekte ve dökümantasyon bilgileri kayıt altına alınmış/alınmaktadır.

## 2. Materyal ve yöntem

İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Umurlu incir arazi gen bankasında (AGB) bulunan tüm dişi (dikim yılı: 2012) ve erkek incir (dikim yılı: 2009) genotipleri çalışma materyalini oluşturmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Umurlu Dişi İncir AGB (a), Erkek İncir (AGB) (b)

Toplama faaliyetleri; Dünya’nın ve Türkiye’nin ekolojik özellikler bakımından elverişli incir yetişen bölgelerinde meydana gelen doğal mutasyonlar sonucunda genetik farklılık oluşturan ve belirli parametreler yönünden üstün özelliklere sahip genotiplerin seçimi amaçlı seleksiyon çalışmalarını içerir. Ayrıca, özellikle yerel ve eski çeşitler kullanılarak yeni çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılan mutasyon ıslahı, melezlemeler gibi ıslah çalışmaları yolu ile elde edilen farklı ve üstün özellik sergileyen genotiplerin tescil işlemleri sonucunda yeni çeşitler de incir arazi gen bankalarının materyalini oluşturmaktadır. Toplama yapılan genotipler toplama çalışmaları esnasında toplama formunda tüm pasaport bilgileriyle birlikte kayıt altına alınmaktadır (EK 3). İncir Araştırma Enstitüsü bünyesindeki incir arazi gen bankasında bulunan seleksiyon ve diğer yollarla günümüze kadar toplanan genotiplere ait güncel veriler Tablo 1’de verilmiştir (31İ01 ve 31İ02 genotipleri dişi incir arazi gen bankasında şu an yer almamaktadır).

Tablo 1. İncir arazi gen bankasındaki genotipler

Vegetatif materyal	Özellikleri	Kullanma durumu
Dişi incir sayısı (adet)	251 yerli genotip	Meyve üretimi
	33 tescilli çeşit	
	7 yabancı orijinli	
	1 doku kültürü ile üretim (merkez işletmede)	
Erkek incir sayısı (adet)	60 yerli genotipler	Tozlayıcı
	10 tescilli çeşit	



Karakterizasyon ve dökümantasyon çalışmaları, in situ ve ex situ koruma programındaki biyoçeşitlilik için, Ulusal Programın ana unsurlarını meydana getirir. Toplanan incir örneklerine ait pasaport (kimlik), muhafaza ve değerlendirme (niceliksel ve niteliksel veriler) bilgileri, standart formatlara kaydedilerek envanter amaçlı oluşturulan veritabanını besler [26].

Dişi ve erkek incirlerin karakterizasyonu incir çeşit özellik belgesindeki (IPGRI) tanımlayıcılara göre yapılmıştır. Dişi incirlerin tanımlamalarında; karakterlerden 19'u ağaç gelişimi, 21'i yaprak, 47'si meyve ve 12'si fenolojik özelliklerin tanımlanmasında kullanılan kalitatif ve kantitatif özelliklerdir [12].

Erkek incir genotipleri, boğa meyve sayısı, ilek meyvesi ortalama ağırlığı (g), ilek meyvesi meyve eni-boyu (mm), ostiol genişliği (mm) ve sürgünde ilek meyve sayısı (adet), arıcık (*Blastophaga psenes* L.) sayısı, erkek çiçek adedi, gal çiçek sayısı, hasat süresi, yapraklanma tarihi, ilek meyvesi doğuş tarihi, ilek meyvelerinin olgunlaşma zamanları, ebe meyvesi doğuşu ve olgunlaşma dönemi gibi fenolojik gözlemler ve pomolojik özelliklere göre tanımlanmaktadır [12].

### 3. Bulgular

Dişi incir arazi gen bankası; 1975 yılında oluşturulmaya başlanmış, Karadeniz, Marmara, İç Anadolu, Ege, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Geçit Kuşağı Bölgelerinde yapılan survey ve seleksiyon çalışmaları sonucunda koleksiyon bahçesinde şu an itibariyle 285 (284 yerli+1 doku kültürü ile üretim) çeşit/genotip ve yabancı orijinli 7 genotip olmak üzere toplamda 292 genotip bulunmaktadır. Bu gün itibariyle; 33 dişi çeşit tescillidir. Enstitü tarafından 32 çeşit (Akça 1-2-3; İzmir Bardacık, Bardak 1-2; Bardakçı, Beyaz Güz, Beyaz Orak, Beyaz Seyhan, Bursa Siyahı, Göklop, Karayaprak, Karabakunya, Karahünü, Kaya, Kuş İnciri, Kuşadası Bardakçı, Mor 1-2-3-4, Morgüz, Sarılop, Siyah Orak, Sultan Selim, Şarmpol, Şeker İncir, Yediveren, Yeşilgüz Bardakçı, Sarı Zeybek (2019), Divrek Kara (2019)) tescil ettirilmiştir [16]. Tescil ettirilen dişi çeşitlere ait bazı toplama bilgileri EK 2'de verilmiştir. Abbas ise, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilmiştir.

Erkek incir genetik kaynakları parseli oluşturulmaya 1960'lı yıllarda başlanmış, 2013 yılında, Havran'da (8 tip), Bayındır'da (3 tip) yapılan surveyler de dahil edilerek 58 genotip genetik kaynakları parselinde tesis edilmiştir. 2017 yılında Mustafa Kemal Üniversitesinden getirilen 12 adet yerel çeşit/ tip eklenerek 70 çeşit/ tip te ulaşılmıştır. Arazi gen bankasındaki 10 erkek incir çeşidi (Abalı, Ak İlek, Armut İlek, Bardacık, Bardakçı, Elma İlek, Hamza, (Büyük) Konkur, Küçük Konkur, Taşlık) İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından tescil ettirilmiştir [16]. Tescil ettirilen erkek çeşitlere ait bazı toplama bilgileri EK 1'de verilmiştir.

İncir arazi gen bankasının farklı araştırmacılar ve proje çalışmaları ile yeni yapılan seleksiyon çalışmaları sonucunda yeni toplanan genotiplerle zenginleştirilmesine devam edilmektedir (Şekil 2). Örneğin; Fethiye ve Seydikemer ilçelerinde 2021-2022 yıllarında yapılan seleksiyon çalışmasında; siyah renkli 10, 5, 23, 6, 2, 4 ve 17 nolu Fethiye Kaya genotipleri ve 30 nolu siyah genotip; beyaz (sarı-yeşil) genotiplerden DB ve MO2; mor renkli genotiplerden ise 3 ve 29Y meyve kalite özelliklerine göre üstün bulunmuştur. Aydın koşullarında, verim ve adaptasyon amacıyla yapılacak değerlendirme sonucunda üstün bulunanların tescil işlemleri yapılarak incir arazi gen bankasında koruma altına alınacaktır [6].



Şekil 2. Genetik materyal toplama çalışmaları (Muğla Bölgesi Fethiye ve Seydikemer ilçeleri seleksiyonu)



Bu sürekli proje kapsamında, toplanan ve halen toplanmakta olan koleksiyondaki genotiplerin karakterizasyon işlemleri, arazi ve laboratuvar koşullarında çoklu verilerinin alınması ile devam etmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. İncir arazi gen bankasındaki incir genotipleri üzerine yapılan bazı çalışmalardan örnekler

İncir arazi gen bankasında bulunan erkek ve dişi genotip sayıları ve toplama yapılan bölgeler Tablo 2’de verilmiştir. Sürvey çalışmalarında, en çok toplama yapılan bölge Ege Bölgesi olup, Aydın, İzmir Hatay İlleri dişi incir

gen kaynaklarının en yoğun toplandığı iller olarak belirlenmiştir. Aydın, Balıkesir, İzmir, Hatay illeri sırasıyla erkek incir genotiplerinin en fazla toplandığı illerdir.

**Tablo 2.** Umurlu incir arazi gen bankası'nda bulunan erkek ve dişi genotip sayıları

Bölgeler	İller/İlçeler	Dişi genotipler ( <i>Ficus carica</i> L. <i>domestica</i> )	Erkek Genotipler ( <i>Ficus carica</i> L. <i>caprificus</i> )
Ege Bölgesi	Aydın	48	43
	İzmir	42	7
	Manisa	12	
Marmara Bölgesi	Balıkesir	14	8
	Çanakkale	12	
	Tekirdağ	7 yerel genotip + 1 (doku kültürü ile üretim, merkez işletmede)	
	İstanbul	4	
	Bursa	13	
	Adapazarı-İzmit	3	
	Eskişehir	10	
Karadeniz Bölgesi	Sinop	5	
	Ordu	5	
	Giresun	5	
	Artvin	5	
	Zonguldak	4	
	Trabzon	3	
	Samsun	3	
	Bartın	2	
	Kastamonu	2	
Akdeniz Bölgesi	Muğla	15	
	Mersin	1	2
	Antalya	10	
	İçel	7	
	Burdur-Bucak	1	
	Adana	3	3
Güney Akdeniz Bölgesi	Hatay	24	6
	K. Maraş	1	
	Osmaniye	2	1
Doğu Anadolu Bölgesi	Ş. Urfa	10	
	Siirt	2	
	Diyarbakır	2	
	G. Antep	1	
	Şırnak	1	
	Batman	1	
	Mardin	1	
<b>Diğer</b>		3	
<b>Yabancı Genotipler</b>	7	(Banana, N.D Caromb, Nazareth, Siyah Çiçek, Kadota, Beyaz Çiçek, Masui Dauphine)	

Toplama yapılan materyallere Kurum (Kur) Kayıt Numaraları verilerek pasaport bilgileri kaydedilmektedir. Pasaport bilgilerinde; kur adı, AGB (arazi gen bankası) kimlik no, cins, tür, alt tür, genel adı, yöresel adı, sinonimi, çeşit adı, orijin, orijin ülke, toplama kur adı, toplayan ekip adı, toplama tarihi, toplama no, il, yöre, enlem, boylam, rakım, donör adı, kodu ve no'su, tescil kurum adı ve kodu, seleksiyon no, ebeveyn, biyolojik durumu (yerli veya tescilli çeşit olup olmadığı), toplama kaynağı (doğal habitat vs), AGB giriş tarihi, materyal muhafaza yeri, ağaç sayısı, anaç kayıt no ve adı, virüs durumu, emniyet yeri ve kur kodu, karakterizasyon (moleküler ve IPGRI), değerlendirme ve kullanımı (tozlayıcı ve meyve üretiminde) ve fotoğraf bilgileri (Şekil 5) kayıt altına alınmış/alınmaktadır (Şekil 4). Koleksiyondaki eksik genotiplerin çeliklerinin alınarak fidanlarının üretilmesi ve asıl yerlerine dikilmesi ve kültürel bakım çalışmaları her yıl yapılmaktadır (Şekil 5).



	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	KURAD	KURKOD	AGBKIMLIKNO	KURKAYITNO	CINS	TUR	TURYAZAR	ALTTUR	GENELADI	YORESELADI
2	İncir Araştırma Enstitüsü	TUR038	TUR0380001	TUR1	Ficus	carica	L.	caprificus	İncir	
3	İncir Araştırma Enstitüsü	TUR038	TUR0380002	TUR10	Ficus	carica	L.	caprificus	İncir	
4	İncir Araştırma Enstitüsü	TUR038	TUR0380003	TUR1001	Ficus	carica	L.	domestica	İncir	
5	İncir Araştırma Enstitüsü	TUR038	TUR0380004	TUR1002	Ficus	carica	L.	domestica	İncir	
6	İncir Araştırma Enstitüsü	TUR038	TUR0380005	TUR1003	Ficus	carica	L.	domestica	İncir	
7	İncir Araştırma Enstitüsü	TUR038	TUR0380006	TUR1004	Ficus	carica	L.	domestica	İncir	

Şekil 4. İncir AGB bankasında yer alan bazı genotiplerin pasaport bilgileri



Şekil 5. Erkek incir meyve kesiti, dalda durumu ve ağaç resmi (fotoğraflama çalışmaları)(a), Dişi incir meyve kesiti, dalda durumu ve ağaç resmi (fotoğraflama çalışmaları) (b), incir arazi gen bankası eksik genotip tamamlama fidan üretimi, asıl yerine dikimi ve kültürel bakım çalışmaları (c)

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

Türkiye, Dünya'da genetik kaynaklar açısından özel bir öneme sahiptir. İncir geniş biyoçeşitlilik alanına sahip olup tarımsal girdisi fazla meyve ağaçlarından biridir. İncir genetik kaynakları gelecekte çeşitli amaçlarla değerlendirilmek üzere incir arazi gen bankalarında koruma altına alınmıştır. Günümüzde bitki genetik kaynakları konusuna uluslararası düzeyde duyarlılık artmıştır. Farklı ülkelerde tartışılmakta olan bu konuda, genetik kaynaklar benzer yaklaşımlarla ex situ ve in situ stratejilerle koruma altına alınmaya çalışılmaktadır [1, 2, 13, 27]. Hatta bazı ülkeler incir genetik kaynaklarının korunmasını devlet politikası olarak benimsemişlerdir [3, 4, 7, 5, 11, 15, 18, 23, 24, 25, 27]. İncir arazi gen bankalarında genetik çeşitliliğin korunması, duplikasyonunun oluşturulması, geçmişten



gelen seleksiyon çalışmaları ile birlikte şimdiki çalışmaların sürdürülmesi, koleksiyonun bugün ve gelecekte çeşitli ıslah çalışmaları ile değerlendirilmesi, karakterizasyonunun çok yıllık verilere dayanarak oluşturulması, dökümantasyon verilerinin gelecekte kullanım olanaklarına göre hazır tutulması, yeni çeşitlerin ekonomiye kazandırılması büyük önem taşımakta olduğundan, bu sürekli proje kapsamında çalışmalar devam etmektedir.

Türkiye, Dünya’da 8 gen merkezinden ikisi (Orta Doğu ve Akdeniz) arasında bulunmaktadır. Zengin incir varlığı ile yakalamış olduğu bu üstünlük, yeni yapılacak ıslah programlarının tamamına ev sahipliği yapabilecek düzeydedir. Dünya üzerinde gen merkezleri olarak adlandırılan yörelerde mevcut bitkisel çeşitliliğin günümüzden geleceğe aktarılması, bunların korunması ve saklanmasıyla mümkün olacaktır. Bir ülkenin genetik çeşitlilik zenginliğinin o ülkenin gelecek nesillere bırakacağı en büyük miras olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Bu genetik zenginliğin envanterinin oluşturulması, yenebilirlik özelliği dışındaki diğer kullanım olanakları için de araştırılması, ülke incir genetik kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır.

Genetik kaynakların korunması, karakterizasyonu, değerlendirilmesi ve dökümantasyonuna yönelik faaliyetler; gıda güvenliği, iklimsel değişimler, kuraklık, çölleşme, tuzluluk ve genetik erozyonun oluşmasını tehdit eden diğer faktörler ile mücadele etmede yararlanılan önemli bir araçtır. Değerlendirme ve karakterizasyon çalışmalarında diğer önemli bir unsur ise, açık erişim ile ulusal ve uluslararası ıslah programlarında ıslahçılarla işbirliği ve bilgi alışverişi ve materyal değiş tokuşu yapılmasına olanak sağlamasıdır. Bu amaçlarla; genetik materyalin korunmasına, zenginleştirilmesine ve devamlılığına olanak sağlanmış olunur.

### Kaynaklar

- [1] Abdullateef S., Pinker I., & Böhme, M.(2011, September 30). The current conservation status of horticultural genetic resources and their cryopreservation future in Syria Paper presented at the I.International Symposium on Cryopreservation Horticultural Species, Leuven, Belgium. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.908.53>
- [2] Ahtak H., Ater, M., Oukabli, A., Santoni, S., Kjellberg, F., & Khadari, B. (2010). Traditional agroecosystems as conservatories and incubators of cultivated plant varietal diversity: The case of fig (*Ficus carica* L.) in Morocco. *BMC Plant Biology* 10(1), 28. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-10-28>
- [3] ArbNet., (2022b). The interactive community of Arboreta. Retrieved from:<http://www.arbnet.org/> Erişim: 25.03.2022, 14.00.
- [4] Botanic gardens conservation International. (2022a). Retrieved from:<https://www.bgci.org/>. 25.03.2022, 14.00.
- [5] Amiri, M.E., (2006- 2008, August, 13 ). The status of genetic resources of deciduous, tropical, and subtropical fruit species in Iran. Paper presented at the *XXVII International Horticultural Congress - IHC2006: International Symposium on Asian Plants with Unique Horticultural Potential*. Seoul (Korea). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.769.21>
- [6] Ayar, A., Şahin, B., Mutlu, D., Doğan, Ö., & Özen, M. (2021). *Current Study and Fruit Size*, In M. Pakyurek (Ed.). *Studies on local Fethiye Kaya fig clones and other genotypes in Fethiye and Seydikemer Districts of Muğla Province*. (3th ed., pp.73-94). Ankara, Turkey.
- [7] El Rayes R. (1994, November,9-10). The fig tree in the Mediterranean region and in Syria. In : Llácer G., Aksoy U., Mars M. (Eds.). *Underutilized fruit crops in the Mediterranean region*. Paper presented at the first meeting of the Cooperative Working Group on Underutilized Fruit Crops in the Mediterranean Region, CIHEAM, Zaragoza, (Spain). *Cahiers Options Méditerranéennes*, 13,79-83. <http://om.ciheam.org/om/pdf/c13/96605643.pdf>
- [8] Figliuolo, G., & Nuzzi M. (2021). Biogenetic linkage among ecotopes within Matera-Sassi (Italy) Habitat. *Open Journal of Genetics* 11,63-76. <https://doi.org/10.4236/ojgen.2021.114007>
- [9] Gil M., Pérez F., Giraldo E., Cortés, J., & López-Corrales M.(2010-2011, August 22-27.). Classification and synonymy of Albacor'fig in the genebank at Finca La Orden, Spain. Paper presented at the Third International Symposium on Plant Genetic Resources, *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People*, 9182(4),961-963. Lisbon, Portugal. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2011.918.126>.
- [10] Gixhari, B. (2019). Assessing the genetic diversity of cultivated crops, 2nd Part. Institute of Plant Genetic Resources Agricultural University of Tirana. Retrieved from:[https://www.researchgate.net/profile/Belul-Gixhari/publication/350442148\\_Assessing\\_the\\_genetic\\_diversity\\_of\\_cultivated\\_crops/links/605f84bf458515e83476d7e4/Assessing-the-genetic-diversity-of-cultivated-crops.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Belul-Gixhari/publication/350442148_Assessing_the_genetic_diversity_of_cultivated_crops/links/605f84bf458515e83476d7e4/Assessing-the-genetic-diversity-of-cultivated-crops.pdf).
- [11] Hummer K., & Postman J. (2012, January,15). Thirty years of preserving clonal genetic resources in The US National Plant Germplasm System. Paper presented at the *II All Africa Horticulture Congress*. Skukuza, Kruger National Park (South Africa). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1007.118>
- [12] International Plant Genetic Resources Institute (2003). IPGRI,52 p. Rome (Italy).

- [13] Khadari, B. (2012, December, 14). Ex situ management of fig (*Ficus carica* L.) genetic resources: towards the establishment of the Mediterranean reference collection. Paper presented at the XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People: International Symposium on the Challenge for a Sustainable Production, Protection and Consumption of Mediterranean Fruits and Nuts. Lisbon, Portugal. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2012.940.7>
- [14] Khokhlov S., Tsiupka S., Panyushkina E., Kharchenko, A., & Melnikov V. (2021). Formation and evaluation of the genefund of subtropical cultures in the Nikita Botanical Gardens. Paper presented at the International Scientific and Practical Conference “Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture (FARBA 2021) E3S Web Conferences 254(2021)01014,7. Yalta, Russia. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401014>
- [15] Knapp W.M., Frances A, Noss R, Naczi RFC., Weakley A, Gann GD, ... & Gluesenkamp, D. (2021). Vascular plant extinction in the continental United States and Canada. *Conservation Biology* 35(1), 360– 368. <https://doi.org/10.1111/cobi.13621>
- [16] Milli Çeşit Listesi (2012). Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara, 313 p.
- [17] Mounce R, Smith P., & Brockington S. (2017). Ex situ conservation of plant diversity in the world’s botanic gardens. *Nature Plants* 3: 795– 802. <https://doi.org/10.1038/s41477-017-0019-3>
- [18] O’Donnell, K., & Sharrock, S. (2017). The contribution of botanic gardens to ex situ conservation through seed banking. *Plant Diversity* 39(6), 373-378. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2017.11.005>
- [19] Özçelik, H., & Koca, A. (2021). Türkiye’nin ekonomik amaçlı gül (*Rosa L.spp.*) taksonları, sınıflandırması ve üretimi üzerine çalışmalar. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*. 14(2), 292-324. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2021.954162>
- [20] Rodrigues M.G.F., Monteiro L.N.H., Ferreira A.F.A, Santos, T.P.D., Pavan, B.E., Neves, V.A.B., & Bolani, A.C. (2018). Genetic variability in morphological characters among fig tree accessions fig genetic conservation. *Genet.Mol.Res.*, 17(4): gmr16039931. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16039931>
- [21] Rodrigues M.G.F., Ferreira A.F.A., Monteiro L.N.H., dos Santos, T.P., Lisboa L.A.M., & de Figueiredo, P.A.M., (2019a). Initial growth and physiological indexes of fig accessions in active germoplasm bank. Genetics and plant breeding Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal, 41 (4): (e-154). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019154>
- [22] Rodrigues M.G.F., Santos T.P., Ferreira A.F.A., Monterio, L.N.H., Nakanishi, E.S., & Boliani, A.C. (2019b). Morphological characterization of active germoplasm bank fig tree accessions. Genetics and plant breeding Rev. Bras. Frutic. 41(5). <https://doi.org/10.1590/0100-29452019074>.
- [23] Schulman L, & Lehvavirta S. (2011). Botanic gardens in the age of climate change. *Biodiversity and Conservation* 20(2), 217– 220. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9979-6>
- [24] Smith SA, & Walker JF. (2018-2019). PyPHLAWD: A python tool for phylogenetic dataset construction. *Methods in Ecology and Evolution* 2019(10), 104–108. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13096>
- [25] Stover E., & Aradhya M. (2005-2008, May, 16). Fig genetic resources and research at the US National Clonal Germplasm repository in Davis, California. Paper presented at the III. International Symposium on Fig. Vilamoura, Algarve (Portugal). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.798.6>.
- [26] Tan, A. (2010). Türkiye Bitki Genetik Kaynakları ve Muhafazası. *Anadolu, J. of AARI* 20 (1): 9-37
- [27] Tripathi, P., (2017). Principles, strategies & practices of exploration, collection, characterization, evaluation & cataloging of plant genetic resources important fruit crops. Project: Plant genetic Resources of Horticultural Crops <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15781.60648>
- [28] Yezhov, V.N., Smykov, A.V., Smykov, V.K., Khokhlov, S.Y., Zaurov, D.E., Mehlenbacher, S.A., & ... Funk J.R. (2005). Genetic resources of temperate and subtropical fruit and nut species at the Nikita Botanical Gardens. *Hort Science* 40 (1), 5-9.

**EK 1.** İncir arazi gen bankasında bulunan tescilli erkek (ilek) çeşitlere ait bazı veriler

II	Yore	Genotip adı	Orjın	Toplama kaynağı	Ebeveyn	Toplama tarihi	Kullanım	
1	Aydın	Ortaklar	Abalı	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19660000	Tozlayıcı
2	Aydın	Ortaklar	Hamza İlek	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19660000	Tozlayıcı
3	Aydın	Ömerbeyli	Ak İlek	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19660000	Tozlayıcı
4	Aydın	İmamköy	Elma İlek	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19660000	Tozlayıcı
5	Aydın	İmamköy	Büyük Konkur	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19660000	Tozlayıcı
6	Aydın	İmamköy	Küçük Konkur	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19660000	Tozlayıcı
7	İzmir	Ödemiş	Ak Erkek 2	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19660000	Tozlayıcı
8	Aydın	Bozdoğan	Taşlık	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19660000	Tozlayıcı
9	Aydın	Erbeyli	Bardakçı	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi		Tozlayıcı
10			Bardacık					Tozlayıcı

**EK 2.** İncir arazi gen bankasında bulunan tescilli dişi çeşitlere ait bazı veriler

II	Yore	Genotip adı	Orjın	Toplama kaynağı	Ebeveyn	Toplama tarihi	Kullanım	
1	Aydın	Erbeyli	Göklop	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
2	Aydın	Erbeyli	Bardakçı	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
3	Aydın	Erbeyli	Karahönü	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
4	Aydın	Erbeyli	Kuşadası Bardakçı	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
5	Aydın	Erbeyli	Beyazgüz	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
6	Aydın	Erbeyli	Yeşilgüz	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
7	Aydın	Erbeyli	Mor 1	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
8	Aydın	Erbeyli	Kara Yaprak	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
9	Aydın	Erbeyli	Siyah Orak	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
10	Aydın	Erbeyli	Beyaz Orak	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
11	Aydın	Erbeyli	Akça 1	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
12	Aydın	Erbeyli	Akça 2	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
13	Aydın	Erbeyli	Akça 3	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
14	Aydın	Erbeyli	Bardak	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
15	Aydın	Erbeyli	Mor 2	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
16	Aydın	Erbeyli	Mor 3	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
17	Aydın	Erbeyli	Mor 4	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
18	Aydın	Erbeyli	Kuş İnciri	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
19	Adana		Beyaz Seyhan	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
20	Aydın	Erbeyli	Şarampol	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
21	Aydın	Erbeyli	Asıl Bardak	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
22	Aydın	Erbeyli	Kaya	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
23	Aydın	Erbeyli	Sarılop	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
24	Aydın	İncirliova	Sarı Zeybek	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
25	Balıkesir		Yediveren	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
26	Bursa	Dürdane	Bursa Siyahı	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
27	İstanbul		Sultan Selim	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
28	İzmir	Ödemiş	Morgüz	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19760000	Meyve Üretimi
29	İzmir		Karabakunya	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19770000	Meyve Üretimi
30	İzmir		İzmir Bardacık 2	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19770000	Meyve Üretimi
31	Muğla	Fethiye	Divrekara	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19780000	Meyve Üretimi
32	Samsun		Şeker İnciri	yerli	Doğal habitat	Köy çeşidi	19780000	Meyve Üretimi

Açıklama: TUR1025 Şarampol genotipi incir arazi gen bankasında TUR1024 olarak kayıtlıdır. Sarı Zeybek ve Divrek Kara ve Abbas 2019 yılında tescillenmiştir.

**EK 3. Örnek incir toplama formu (Pasaport bilgileri)****ÖRNEĞİN TANIMLANMASI**

<b>ARAŞTIRICI KURUM</b>	İNCİR ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ		
<b>TOPLAMA NUMARASI</b>	2020/02/20		
<b>TARİH</b>	20.07.2020	<b>İL</b>	MUĞLA
<b>İLÇE</b>	FETHİYE	<b>KÖY</b>	..
<b>YÖNEY</b>	S-W	<b>YER-MEVKİ</b>	...
<b>KOORDİNAT</b>	<b>N : 36°3.....</b>	<b>E : 29°9'1.....</b>	<b>RAKIM: (m)37..</b>
<b>ARAZİ SAHİBİ</b>	H...L D...		
<b>TEL NO</b>	05....		

**ARAZİ ve YER İLE İLGİLİ NOTLAR**

TOPLAMA YERİNİN DURUMU			
Toplama yeri	Örneğin Biyolojik yapısı	Yöredeki sıklığı	Kullanımı
1. Doğal	X	1. Yabani	1. Sofralık X
2. Tek ağaç	X	2. Geleneksel/	2. Kurutmalık X
3. Sınır ağacı		3. Gelismis cesit	3. Konserve veya sanavide
4. Kapama		4. Diğer	4. Sofralık, kurutmalık x
5. Karışık bahçe		5. Çok Sık	5. Tozlaşmada
<b>Yöresel Adı :</b>	<b>Sinonimi :</b>		
<b>Yöredeki Geçmişi</b>			
1. Atadan kalma/yerli ( yörede doğal olarak bulunan , yöreye özgü )			X
2. Yerli (geçmiş bilinmiyor )			X
3. Yerli (yöreye geliş zamanı, geçmişini biliniyor)			
<b>Baskın Stresler</b>			
<b>Biotik stresler</b> (Hastalık ve zararlılara karşı tolerans vb.)			x
<b>Abiotik stresler</b> ( çevresel adaptasyon dona soğuğa sığağa, kuraklığa asitli ve/veya tuzlu topraklara karşı tolerans yada dayanıklılık vb.)			
<b>ALAN/ İKLİM BİLGİSİ</b>			
<b>Arazi Sekli :</b>	<b>Tonrak Yapısı :</b>	<b>Tonrak Rengi :</b>	
1. Düz	X	1-Çakıllı	X
2. Tepelik		2- Kumlu	
3. Dağlık		3- Kumlu-Tınlı	X
4. Diğer		4- Tınlı	
		5- Humuslu	
		6- Diğer	
<b>5. Sulama Olanakları :</b>	1. Yağmur suyu ile	2. Sulama kanalları ile	3. Nehir kenarı
			4. Diğer:.....

**KARAKTERİZASYON VERİLERİ: Ağaç Özellikleri :**

Ağacın yaşı :	Büyüme Habitüsü:	Kuvvetlilik:	Üreme Örneği:	Gövde durumu :
1.0-5 yaş	1. Dik (60°)	1. Zayıf	1. Tohum	1. Tek gövde
2.5-15 yaş	2. Yarı Dik (80°)	2. Orta	2. Aşı	2. 2-3 gövdeX
3.15-25 yaş	3. Dik yayvan(90°)	3. Kuvvetli X	3. ÇelikX	3. Çok gövde
4.25-50 yaş	4. Yayvan(100°)X		4. Kök sürgünü	
5.>50 yaş	5. Çok yayvan (120°)		5. Diğer	

Verimlilik:	Hasat Zamanı :	Hasat Pevivodu :
1. Çok az	1. Çok erkenci(<20 Ağustos)	1. Çok kısa (< 15 gün)
2. Az	2. Erkenci (20-31 Ağustos)	2. Kısa (15-20 gün )
3. Orta	3. Mevsim ortasında (1-15 Eylül)	3. Orta (21-40 gün)
4. Çok	4. Geçici (15-31 Eylül)	4. Uzun (41-60 gün) x
5. Çok Fazla	5. Çok geçici (>31 Eylül)x	5. Çok uzun (> 60 gün)

**Meyve Özellikleri :**

Meyve Şekli :	Meyve İriliği :	Meyve Dökümü :	Tad :		
1. YuvarlakX	4. Konik	1. Çok iri	4. KüçükX	1. Az	1. Az tatlı
2. Basık	5. Diğer	2. İri	5. Çok küçük	2. Orta	2. Tatlı
3. Oval		3. Orta		3. ÇokX(ilekleme yok)	3. Çok tatlıX

**Meyve Kabuğu Çatlağı :**

1. Çatlak kabuk
2. Uzunlamasına seyrek çatlak
3. Çok az sayıda çatlak X

**Boyunluluk:**

1. Boyunlu
2. BoyunsuzX

**Örneğin alınmasına neden olan en belirgin özellik :** Sofralık ve kurutmalık-yöresel incir. Hiç hastalanmıyor ....vb...





## Two first records (*Pristina (Pristina) synclites* Stephenson, 1925 and *Bratislavia palmeni* (Munsterhjelm, 1905) for the freshwater Oligochaeta fauna of Türkiye

Deniz MERCAN<sup>1</sup>, Naime ARSLAN<sup>1\*</sup>  
ORCID: 0000-0002-5526-8501<sup>1</sup>; 0000-0002-9193-2510<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Science, Department of Biology, 26480 Eskişehir, Türkiye

### Abstract

In this study, two species belonging Oligochaeta were reported as first records in Turkish freshwater ecosystems. *Pristina (Pristina) synclites* Stephenson, 1925 (Pristinidae) and rare *Bratislavia palmeni* (Munsterhjelm, 1905) (Naididae), collected from Hemşin Stream (Rize-Pazar; part of the lower Yeşilırmak River System) and Lake Çıldır respectively, are first records for the Turkish Oligochaeta fauna. In addition, the genus *Bratislavia* was also reported for the first time in the Anatolian fauna. Thus, it was contributed to biological richness of Turkish freshwater fauna. In Türkiye, 150 freshwater Oligochaeta species have been reported until today. With this study, this number increased to 152.

**Key words:** Oligochaeta, Naididae, Pristinidae, first record, Türkiye

----- \* -----

### Türkiye'nin sucul Oligochaeta faunası için yeni iki kayıt (*Pristina (Pristina) synclites* Stephenson, 1925 ve *Bratislavia palmeni* (Munsterhjelm, 1905))

### Özet

Bu çalışmada, Oligochaeta'ya ait iki tür Türkiye tatlı su ekosistemlerinden ilk kez kaydedildi. Hemşin Deresi'nden (Rize-Pazar; Aşağı Yeşilırmak Nehir Sistemi'nin parçası) toplanan *Pristina (Pristina) synclites* Stephenson, 1925 ve Çıldır Gölü'nden toplanan nadir *Bratislavia palmeni* (Munsterhjelm, 1905) Türkiye Oligochaeta faunası için ilk kayıtlardır. Ayrıca, *Bratislavia* cinsi de Anadolu faunası için ilk kayıt niteliğindedir. Böylelikle, Türkiye tatlı su faunasının biyolojik zenginliğine katkı sağlandı. Bugüne kadar Türkiye'den 150 Oligochaeta türü kaydı verilmiş, çalışmamızdaki ilk kayıtlarla bu sayı 152'ye yükselmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Oligochaeta, Naididae, Pristinidae, ilk kayıt, Türkiye

### 1. Introduction

Oligochaeta is a very important group in benthic macroinvertebrates at aquatic ecosystems. The most diverse and widely distributed annelid group in both terrestrial and aquatic habitats is known as Oligochaeta. Over 5000 valid oligochaete species have been identified to date, 1100 of which are freshwater species. They represent over 30 families, about 23 of which are found in freshwaters. The Oligochaeta can be found in terrestrial, freshwater, marine, and estuarine environments [1]. In Türkiye, up to date 150 Oligochaeta species were recorded from different freshwater habitats [2, 3]. The only country to almost cover three of the 34 global biodiversity hotspots completely is Türkiye (Irano-Anatolian, Caucasus, and Mediterranean). A high biodiversity is supported by their geographic settings, where mountains serve as an isolation barrier for aquatic organisms and by the features of their peninsulas [3, 4]. Although research on Türkiye's aquatic oligochaete fauna has grown over the past 20+ years, it is still unclear how many different oligochaete species there are. To date, the occurrence of *Pristina (Pristina) synclites* Stephenson, 1925 and *Bratislavia palmeni* (Munsterhjelm, 1905) in Türkiye have not been reported. The aim of this study was to contribute to the diversity and distribution of aquatic oligochaetes from inland waters in Türkiye.

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +90 0222 2393750; Fax.: +90 222 2393578; E-mail: oligo2009@gmail.com

In this paper, data are presented on the first records and the occurrences of *Pristina (Pristina) synclites* (Hemşin Stream) and *Bratislavia palmeni* (Çıldır Lake) in Türkiye. *Pristina (Pristina) synclites* and *Bratislavia palmeni*, which is known as rare species, they are belonging to Oligochaeta which are common and abundant taxon in freshwater ecosystems. Although five species of *Pristina (P. aequisetata* Bourne, 1891, *P. arcaliae* Pop, 1974, *P. foreli* Bourne, 1891, *P. longiseta* Ehrenberg, 1931, *P. proboscidea* Beddard, 1896) have been reported from different aquatic ecosystems of Türkiye before [3], there is no record on *Pristina (Pristina) synclites* in Turkish inland waters and *Bratislavia palmeni* has not been also reported before. Therefore, the species *Pristina (Pristina) synclites* and genus *Bratislavia* are first records and the first findings of these species from Türkiye were presented in this study.

## 2. Materials and methods

During the TÜBİTAK (Scientific and Technological Research Council of Turkey) funded project over two hundred sites in the rivers and lakes were sampled to investigated Naididae fauna of Türkiye. Two of them are Lake Çıldır and Hemşin Stream.

Lake Çıldır is located in northeastern part of Türkiye. It's a large freshwater lake between Kars and Ardahan provinces (Figure 1a). Its surface area is 124 km<sup>2</sup> and it has a maximum depth of around 40 m [5]. Its altitude is 1959 m. In addition, Lake Çıldır has IBA (important bird area) and IPA (important plant area) status due to the fact that it is home to two rare birds. One *Bratislavia palmeni* sample was collected in July 2017 using hand net from littoral section of the Lake Çıldır. Although three stations were sampled, *Bratislavia palmeni* samples was obtained only one station (littoral section of the lake (Figure 1, station 1).

Hemşin Stream (Figure 1b), which has 38.5 km length, rises from Gito plateau and directly run-off to Black Sea [6]. The stream is shallow (0.5 m) and its sediment contained gravel, sandy-mud with submerged vegetation. *Pristina (P.) synclites* samples were collected from among riverbank's macrophytes.

All samples were fixed in 70% ethyl alcohol *in situ*. Oligochaeta samples were retransferred into ethyl alcohol in the laboratory and mounted in glycerin. Samples were identified to species level using the key of Timm (2009) and (Tim & Martin (2019) [7, 8]. All morphological characters of the samples were examined and photographed using Zeiss Primo Star microscope with Axiocam 506 color camera.

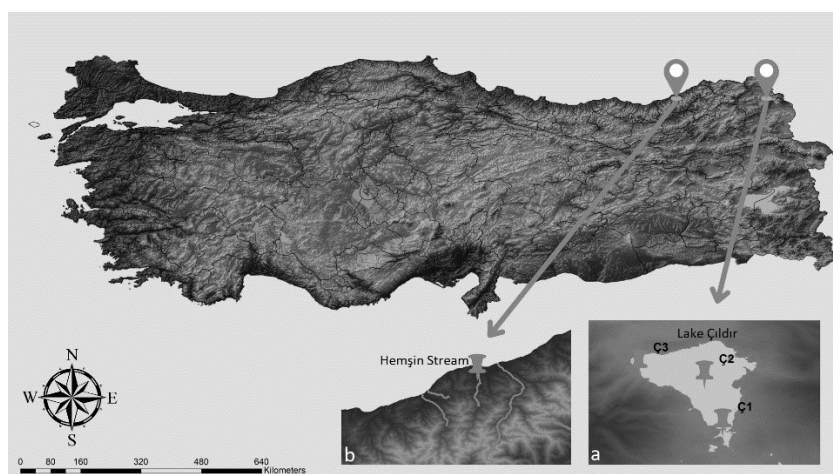


Figure 1. Geographical position of Lake Çıldır and Hemşin Stream in Türkiye, with location of sampling points (this map was modified from Arslan & Mercan (2020) and Alkan et al. (2016) [3, 5])

## 3. Results

Literature data and the morphological features of the *Pristina (P.) synclites* and *Bratislavia palmeni* are given below.

### Oligochaeta

#### Tubificida

#### Family Naididae

#### Genus Bratislavia Kosel, 1976

#### *Bratislavia palmeni* (Munsterhjelm, 1905)

The genus *Bratislavia* was reported by Kosel [9] and according to the description morphological features of the species is as follows: eye absent, no pigment. Dorsal setae starting in III, dorsal bundles contain 1-2 non serrate hair and 1-3 bifid needles setae with parallel very long teeth and upper is slightly longer. Hair setae 160-320 µm, needles 68-78 µm long. Ventral setae in anterior 4-6 with equally teeth, in mature individuals after clitellum 5-6 setae but in posterior 2-4 setae per bundles.

**Material examined and remarks:** During the expedition, 3 stations were sampled in Lake Çıldır, but one specimens of *B. palmeni* was obtained from outside littoral section of Lake Çıldır (Figure 1a, station 1) from muddy sediment and among vegetation (depth 0.2 m, no current) on 20 July 2017 (leg. Mercan, D.; det. Arslan, N.). Sample was mounted on a slide and deposited at Hydrobiology laboratory in Eskişehir Osmangazi University.

Small worm, eyeless, 2 mm., segment number 32. Dorsal bundles beginning from III. Each dorsal bundles consist of 1-2 hair setae, 65-150  $\mu\text{m}$  long, and 1-2 needle setae, 50-85  $\mu\text{m}$  long, the upper of two parallel teeth being longer. In ventral bundles 2-4 setae, 45-85  $\mu\text{m}$  long, with teeth of equal length.

According to literature *B. palmeni* reported from littoral zone of the Lake Balbanti [10], in marshes [11], carp pond, a drainage canal and a small pond [9] and flooded meadow with sedges located near the river [12]. Our samples were also collected from outside littoral region of the lake. We can conclude that ecological preference of the species seems to temporary pools. Up to date, the known distribution areas of the *B. palmeni*, who considered as rare, was Russia, Romania, Slovakia and Austria [12].

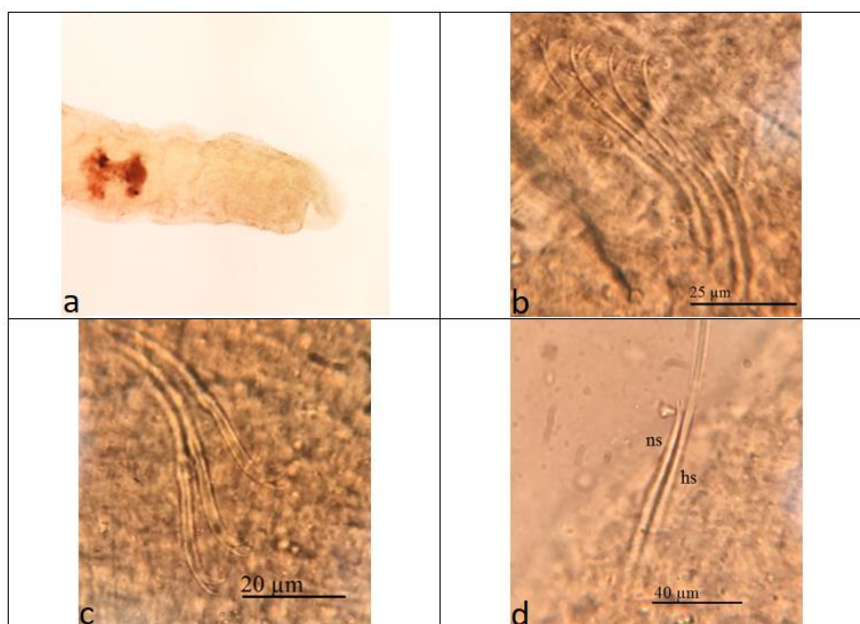


Figure 2. *Bratistlavia palmeni*: a- general view proksimal end of body, b-anterior ventral setae, c- ventral setae in midbody, d- hair and needle setae (ns: needle setae, hs: hair setae).

#### Family Pristinidae

Genus *Pristina* Ehrenberg, 1828

#### *Pristina (Pristina) synclites* Stephenson, 1925

The genus *Pristina*, belonging to the family Pristinidae was described by Ehrenberg [13]. Description of *Pristina (P.) synclites* is as follows: 5-7 mm., segment number 35-61, prostomium forming a short proboscis, hair setae 1-2 per bundle, non-serrated; needlessly 1-2 per bundle, stout, with a weak nodulus and long teeth; ventral setae 4 per bundle in anterior segment, decreasing in number backwards, with teeth equally long; in II-VII nodulus median or slightly proximal, in the following segments distal [14].

**Material examined and remarks:** There are only two individuals that we could obtained from Hemşin Stream (Rize) on 18 July 2017 (leg. Mercan, D.; det. Arslan, N.). Samples were mounted on a same slide and deposited at Hydrobiology laboratory in Eskişehir Osmangazi University.

Small worms, 3-3,5 mm, prostomium with short proboscis, body has thin, dorsal setae starting from II: 1-2 non serrate hair setae and 1-2 bifid and distinct long teeth needle setae. In anterior segment hair setae 2, in posterior 1 per bundle and shorter, 180-320  $\mu\text{m}$  long; needle setae 90-205  $\mu\text{m}$  long, with lower tooth slightly longer than the upper. Ventral setae by 3-4 in forebody, approximately median nodulus, with upper tooth longer than lower, 55-70  $\mu\text{m}$  long. Number of ventral setae decreasing to posterior segments (1-2 posteriorly), 45-60  $\mu\text{m}$  long, with approximately equal teeth.

*Pristina (P.) synclites* were reported from Piumhi River at highest densities accompanied by four euryoc species, *Dero furcatus*, *Dero sawayai*, *Bothrioneurum* sp. and *Limnodrilus hoffmeisteri* [15]; in urban stream with low concentration of dissolved oxygen [16], organically enriched reservoirs [17], pool of zoo-pond among floating macrophytes [18].

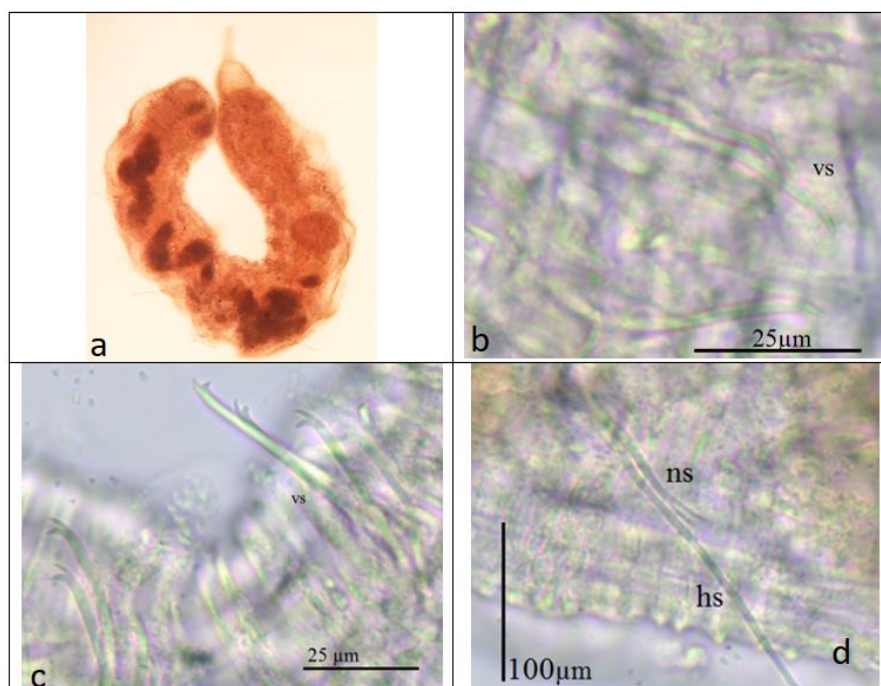


Figure 3. *Pristina (P.) synclites*: a- general view of body, b- anterior ventral setae, c- posterior ventral setae, d- hair and needle setae (vs: ventral setae, ns: needle setae, hs: hair setae)

#### 4. Conclusions and discussion

In this study, *Pristina (Pristina) synclites* and *Bratislavia palmeni* belonging freshwater Oligochaeta were reported as first records for Türkiye fauna. Also, genus *Bratislavia* is reported first time in the Anatolian fauna. *Bratislavia palmeni* was collected from Lake Çıldır and only one individual was obtained. Rare *B. palmeni* (Naididae) is first record for the Turkish freshwater Oligochaeta fauna. In addition, the genus *Bratislavia* is also first report for the Anatolian Oligochaeta fauna. Up to date, the known distribution areas of the *B. palmeni*, who considered as rare, was Russia, Romania, Slovakia and Austria [12]. With the present study, it can be concluded that the species has a wider distribution area than known. The regions where the species has been recorded to date are usually temporarily dry water ecosystems [9, 10, 11, 12]. As it is explained in parts of material examined and remarks, *B. palmeni* specimen was obtained from outside littoral section of lake from muddy sediment and among vegetation. In a recent study from Austria about the species, it was collected from flooded meadow with sedges located (0.15-0.2 m) [12]. In line with the results obtained from this study and the literature, it can be concluded that *B. palmeni* prefers shallow, rich in aquatic plants and stagnant aquatic ecosystems. This situation shows us that regions that are temporarily under water and dry out sometimes may also be habitats for different macroinvertebrate individuals and these regions should be taken into consideration more while sampling in river and lake surveys.

*Pristina (Pristina) synclites* (Pristinide) specimens were collected from Hemşin Stream (Rize-Pazar; part of the lower Yeşilirmak River System). This species is also first record for the Turkish freshwater Oligochaeta fauna. Up to now, five species of the genus *Pristina* (*P. aequisetata*, *P. arcaliae*, *P. foreli*, *P. longiseta* and *P. proboscidea*) have been recorded from Basins of Sakarya, Kuzey Ege, Susurluk, Dicle-Fırat, Meriç Ergene, Burdur, Ceyhan in Türkiye. Only two individuals were obtained from Hemşin Stream located in Doğu Karadeniz Basin with this study. According to literature *Pristina (P.) synclites* is generally abundant in polluted aquatic systems where other zoobenthic specimens are present in low densities, and extreme habitat such as zoo-pond owing to its high tolerance as indicated by Bode et al. [19].

In Türkiye, the first record of *Pristina* genus was reported by Sperber and 7 naidin species were recorded for first time in the country [20]. Sperber, loc. cit., identified seven species of Naididae (*Nais pardalis* Piguët, 1906, *Nais variabilis* Piguët, 1906, *Ophidonais serpentina* (Müller, 1773), *Pristina foreli* Bourne, 1891, *Pristinella jenkiniae* (Stephenson, 1931), *Pristinella menoni* (Aiyer, 1930), *Vejdovskyella intermedia* (Bretschler, 1896)) in the material collected from Turkey by Dr. K. Linderg (Lund). However it is reported that the stations where the samples were collected could not be determined, since Sperber and Dr. K. Linderg were not indicated clearly [21]. After a long period, Pop [22] recorded four *Pristina* species (*Pristina arcaliae* Pop, 1974, *Pristina foreli* Bourne, 1891, *Pristina longiseta* Ehrenberg, 1931, *Pristina proboscidea* Beddard, 1896) collected in Bozova and Antalya, no locality, no locality and Muğla, respectively. Since 1949, several Turkish scientists have contributed to the knowledge of the naidids of Turkey.

In Türkiye, 150 freshwater Oligochaeta species have been reported until today [3]. With this study, this number increased to 152. Türkiye is home to many disconnected rivers and lakes that are separated from one another by mountains. Surveys of Türkiye newly discovered and understudied aquatic habitats will undoubtedly yield new distributional records and new species to science. As a result, it is recommended to continue to carry out similar studies to determine the biodiversity of our country.



**Acknowledgements**

This study was supported by TUBİTAK (Project number 117Y347).

**References**

- [1] Martin, P., Martinez-Ansemil, E., Pinder, A., Timm, T. And Wetzel, M. J. (2008). Global diversity of oligochaetous clitellates (“Oligochaeta”Clitellata) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 117-127.
- [2] Arslan, N., Ulukütük, S., & Mercan, D. (2018). Assessment of water quality in three sub-basins of Susurluk River (Northwest Anatolia) according to invertebrates and biotic indices. *Biological Diversity and Conservation*, 11(3), 1-8.
- [3] Arslan, N., & Mercan, D. (2020). The Aquatic Oligochaete Fauna of Lake Çıldır, Ardahan-Kars, Turkey, Including an Updated Checklist of Freshwater Annelids Known to Occur in the Country. *Zoosymposia*, 17, 53-76.
- [4] Arslan, N. (2006). Records of Aphanoneura and Aquatic Oligochaetes from Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 15(4), 249-254.
- [5] Alkan, A., Gökçek, Ç., Akba, U., & Alkan, N. (2016). Spatial Distributions of Heavy Metals in the Water and Sediments of Lake Çıldır, Turkey. *Ekoloji*, 25(98), 9-16. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2015.23>
- [6] Rize il Raporu. (2013). T.C. Kalkınma Bakanlığı Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. Accessed date: 29 September 2022.
- [7] Timm, T. (2009). A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. *Lauterbornia*, 66, 235 p.
- [8] Timm, T., & Martin, P. (2019). Phylum Annelida. In J. H. Thorp & D. Christopher Rogers (Eds.), Volume IV: Keys to Palaearctic Fauna Thorp and Covich’s Freshwater invertebrates (4th ed., pp. 357-518). Waltham, MA, USA: Academic Press, Elsevier.
- [9] Košel, V. (1976). *Bratislavia* gen. nov. a new genus for *Pristina elegans* Finogenova, 1966 (Oligochaeta: Naididae). *Biologia, Bratislava*, 31, 105-108.
- [10] Finegenova, N. P. (1966). Revizija rodov Peipsidrilus Timm, 1977 I Umbadrilus Timm, 1978 (Tubificidae, Oligochaeta). In *Limnologiceskie issledovanija na zalive Onezskogo ozera Bol’soe Onego* (pp. 199-203). Leningrad.
- [11] Pop, V. (1973). Deux espèces Nouvelles de *Pristina* (Naididae, Oligochaeta) et leurs affinities. *Studia Universitatis Babe s-Bolyai Series Biologia*, 1, 79-89.
- [12] Šporka, F., Ofenböck T., & Graf W. (2008). *Bratislavia palmeni* (Munsterhjelm, 1905) (Naididae) and *Peipsidrilus pusillus* Timm, 1977 (Tubificidae) two rare Oligochaeta species new to the Austrian fauna. *Lauterbornia*, 63, 15-22.
- [13] Ehrenberg, C. G. (1828). *Symbolae physicae. Animalia evertabrata. Phyrozoa*. Berlin (cited from Sperber, 1948).
- [14] Brinkhurst, R. O., & Jamieson, B. G. M. (1971). *Aquatic Oligochaeta of the world*. Toronto: Univ. Toronto Press.
- [15] Suriani-Affonso, A. L., França, R. S., Marchese, M., & Rocha, O. (2011). Environmental factors and benthic Oligochaeta (Annelida, Clitellata) assemblages in a stretch of the Upper São Francisco River (Minas Gerais State, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 71(2), 437-446.
- [16] Alves, R. G., Marchese, M. R., & Escarpinati, S. C. (2006). Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in lotic environments in the state of São Paulo, Brazil. *Iheringia, Zoologia*, 96(4), 431-435.
- [17] Fusari, L. M., & Fonseca-Gessner, A. A. (2006). Environmental assessment of two small reservoirs in southeastern Brazil, using macroinvertebrate community metrics. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(1), 89-99.
- [18] Neseemann, H., Sharma, G., & Sinha, R. K. (2004). Aquatic Annelida (Polychaeta, Oligochaeta, Hirudinea) of the Ganga River and adjacent water bodies in Patna (India: Bihar), with description of a new leech species (Family Salifidae). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 105 B, 139-187.
- [19] Bode, R. W., Novak, M. A., & Abele, L. E. (1996). *Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York State*. Albany, NY: NYS Department of Environmental Conservation.
- [20] Sperber, C. (1958). Über einige Naididae aus Europa, Asien und Madagaskar. *Ark. Zool., Svenska Vetenskap, Stockholm*, 12(2), 45-53.
- [21] Polatdemir Arslan, N. & Şahin, Y. (2003). Nine new Naididae (Oligochaeta) species for Sakarya River, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 27, 27-38.
- [22] Pop, V. (1974). Faunistische forschungen in den grundwässern des nahen ostens, XII. Oligochaeta (Annelida). *Archiv für Hydrobiologie*, 73, 108-121.



## Evaluation of the effects of exercise on mitotic index and activities of daily living in elderly patients with alzheimer's disease

Derya Akyıldız ÜSTÜNER <sup>\*1</sup>, Yasemin KAVLAK <sup>2</sup>, Selda YILDIZ <sup>2</sup>, Cihan TANRIKUT<sup>3</sup>,  
Mehmet Cengiz ÜSTÜNER<sup>3</sup>

ORCID: 0000-0002-8511-946X; 0000-0002-4143-0184; 0000-0002-3650-0539, 0000-0002-5692-1533;  
;0000-0001-9802-3988

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü,  
Tıbbi Laboratuvar Teknikler Programı, Eskişehir, Türkiye

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü,  
Yaşlı Bakımı Programı, Eskişehir, Türkiye

<sup>3</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

### Abstract

In this study, it was aimed to determine the effects of exercise on the mitotic index (MI) in Alzheimer's disease. For this purpose, the Standardized Mini Mental Test (SMMT), Bartel Activities of Daily Living Scale (ADI), and Lawton-Brody Instrumental Activity of Daily Living (EGYA) Scale, which are frequently used in the elderly population and whose validity and reliability studies have been conducted for the Turkish population, were used. In addition, information about the individuals was obtained by creating a data form containing the sociodemographic characteristics of the participants, including their physical information. With a regular exercise program, improvement in memory, increase in learning capacity and improvement in sensorimotor functions can be achieved in older age groups, and at the same time, the level of independence in Activities of Daily Living (ADL) of elderly individuals increases. In the study, 19 elderly individuals with Alzheimer's disease in the pre- and post-exercise period; cognitive tests and activities of daily living are examined in terms of mitotic index, it is aimed to contribute to the diagnosis, treatment and care processes of the disease.

**Key words:** alzheimer, exercise, daily living activities, mitotic index

----- \* -----

### Alzheimer hastası yaşlılarda egzersizin mitotik indeks ve günlük yaşam aktiviteleri üzerine etkilerinin değerlendirilmesi

### Özet

Araştırmada, Alzheimer hastalığında egzersizin, mitotik indeks (MI) üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla, yaşlı popülasyonda sıklıkla kullanılan ve Türk toplumu için geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış olan; Standardize Mini Mental Test (SMMT), Bartel Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği (GYA) ve Lawton-Brody Enstrümental Günlük Yaşam Aktivite (EGYA) Skalası kullanılmıştır. Ayrıca katılımcıların fiziksel bilgilerini içeren sosyodemografik özelliklerini içeren bir veri formu oluşturularak bireylere ilişkin bilgilere ulaşılmıştır. Düzenli egzersiz programı ile ileri yaş gruplarında hafızada düzelmeye, öğrenme kapasitesinde artış ve sensörimotor fonksiyonlarda iyileşme sağlanabilmekte aynı zamanda yaşlı bireylerin Günlük Yaşam Aktivitelerindeki (GYA) bağımsızlık seviyesi de artmaktadır. Araştırmada Alzheimer hastası 19 yaşlı birey egzersiz

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902222393750; Fax.: +90222291677; E-mail: dustuner5@gmail.com

öncesi ve sonrası dönemde; bilişsel testler ve günlük yaşam aktiviteleri, mitotik indeks açısından incelenerek, hastalığın tanı, tedavi ve bakım süreçlerinde katkı oluşturulması hedeflenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** alzheimer, egzersiz, günlük yaşam aktivitesi, mitotik indeks

## 1. Giriş

Son yıllarda, dünya çapında insanların yaşlanmasıyla birlikte, demans vakalarının sayısı artmıştır. Projeksiyonlar 2040' da 81 milyondan fazla insanın demanstan etkileneceğini göstermektedir. Yaşlılarda demansın en sık alt tipi olan Alzheimer hastalığı, beyinde hücre dışı  $\beta$ -amiloid peptidlerin ve nörofibrinlerin birikimi ile karakterize olan, klinik olarak ilerleyici hafıza kaybı ve diğer entelektüel (bilişsel) işlevlerde yavaş yavaş bozulma belirtileri ile karakterize, sonunda ölüme neden olan çok yönlü nörodejeneratif bir hastalıktır. [1-4]. Hastalık, nörodejenerasyon süreci ile karakterize uzun bir klinik sessizlikten sonra geç bir aşamada ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle Alzheimeri önlemede primer etkili biyobelirteçlerin tanımlanması, pre-septomatik tespit için uygun teşhis yöntemlerinin uygulanması ve farklı risk faktörlerinin bilinmesi esastır.

Alzheimer hastalığının kesin bir tedavisi olmamasına rağmen, mevcut tedavi seçenekleri, en azından, hastalığın ilerlemesini durdurmaya, hastalara ve ailelerine semptomlarla başa çıkmaya, bireysel bağımsızlığın devam ettirilmesi ve yaşam kalitelerinin artırılması konularında yardımcı olmayı amaçlamaktadır [5, 6]. Alzheimer hastalığı çok etkenli bir hastalık olduğu için tek bir hedef veya patojenik yolu tespit etmek mümkün değildir [7]. Alzheimer hastalığında, periferik, patofizyolojik belirteçler olmasına rağmen, hastalığın tanısını koymada kalıtsal veya edinsel basit bir test henüz bulunamamıştır [8]. Kişinin sağlıklı yaşam davranışlarını benimsemesi edinsel Alzheimer gelişimini geciktirebilmektedir. Bunlardan öne çıkanlar, doğru beslenme alışkanlıkları, sigara ve alkol kullanılmaması ve düzenli fiziksel aktivitedir. Fiziksel aktivite demans gelişimini önleyebilmekte, geciktirebilmekte ve demansın evreler arası geçişini de yavaşlatabilmektedir. Bu durumun önemi yeterince anlaşılamadığı için hastalığın ilerlemesi ile birlikte hareketsiz bir yaşam tarzına geçişle, demansın görülme sıklığı artmakta ve evreler arası geçiş de hızlanabilmektedir [9,10]. Alzheimer hastalığında sitogenetik çalışmaların da az olduğu görülmektedir. Bu çalışmada 65 yaş ve üstü Alzheimer hastalarının periferik heparinize kan örnekleri, lenfosit kültürü yöntemi kullanılarak mitotik indeks yönünden değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, egzersiz öncesi ve sonrası alınan periferik heparinize kan örnekleri ile Alzheimer hastalığında egzersizin mitotik indeks, üzerine etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Araştırmamıza Eskişehir Tepebaşı Belediyesi Yaşlı Yaşam Köyü ve Alzheimer Merkezinden hizmet alan 65 yaş ve üstü Alzheimer tanılı 19 yaşlı dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan bireyler, sigara ve alkol kullanmayan, kalıtsal bir hastalığı ve ailesinde kanser öyküsü olmayan kişilerden seçilmiştir. Çalışmaya dahil edilen yaşlılardan egzersiz öncesi periferik heparinize kan örneği alınmıştır. Alınan kanlar uygun koşullarda analiz edilmiştir. Bu analizler 8 haftalık egzersiz programı sonrası, egzersizden 30 dakika sonra alınan periferik heparinize kan örneği ile de tekrarlanmıştır. Araştırma için Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığından onay alınmıştır (6.02.2020 /19).

İlk aşama, katılımcıların sosyodemografik verilerinin alınması, ölçekler ve testlerin uygulanması, egzersiz programına alınacak katılımcıların tespit edilmesi ve heparinize kan örneğinin alınması aşamasıdır. Bu aşamada katılımcılara aşağıdaki ölçekler ve testler uygulanmıştır:

- Standardize Mini Mental Test (SMMT)
- Barthel Günlük Yaşam Aktivitesi (GYA) Ölçeği
- Lawton-Brody Enstrümental Günlük Yaşam Aktivite (EGYA) Skalası
- Sosyo-Demografik ve Fiziksel Bilgiler Veri Formu (Bu formda katılımcının çalışmada değerlendirilmesi gereken sosyo-demografik ve fiziksel bilgileri yer almaktadır).

### 2.1 Standardize Mini Mental Test (SMMT):

Folstein ve arkadaşları tarafından mental durumun değerlendirilmesi için geliştirilmiştir. Mental yönelim, kayıt hafızası, hatırlama, mental lisan, dikkat ve hesap yapma alt boyutları olan bu testin Türk toplumunda hafif demans tanısında geçerli ve güvenilir olarak kullanılabilirliği 2002 yılında Güngen ve arkadaşları tarafından yayınlanmıştır. Değerlendirme 30 puan üstünden yapılır ve ideal eşik değer de 23/24 olarak bildirilmiştir [11, 12].

### 2.2 Bartel Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği (GYA):

Bu test ile gaita kontinansı, idrar kontinansı, beslenme, yüz yıkama, saç bakımı, tıraş, giyinme, transfer, tuvalet kullanma, mobilite, basamak çıkma ve banyo yapabilme gibi bireyin günlük hayatındaki işlerinde ne oranda bağımsız olduğu belirlenmektedir. Söz konusu aktivitelerin bağımsız (3 puan), yardımcı (2 puan) ya da bağımlı (1 puan) yapmasına göre puan verilir. Buna göre 0-6 puan bağımlı, 7-12 puan yarı bağımlı ve 12-18 puan bağımsız olarak değerlendirilir [13, 14].

### 2.3 Lawton Enstrumental Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği (EGYA):

Bu testte EGYA işlemleri hastanın bağımsız yerine getirdiği işlere göre hesaplanır. Aktiviteleri yerine getirmedeki bağımsızlık derecesi arttıkça puan da artmaktadır. Birey aktivitelerinde bağımsızsa 3 puan alırken, kısmen bağımlıysa 2 puan, tam bağımlıysa ise 1 puan alır. EGYA ölçeğinde 0-8 puan bağımlı, 9-16 puan yarı bağımlı, 17-24 puan tam bağımsız olarak değerlendirilmektedir. Hastaların belli aralıklarla bu açıdan değerlendirilmesi gerekmektedir [15].

### 2.4 Sitogenetik Test:

Mitotik İndeks (MI) analizi için, sitogenetik yöntem kullanılarak lenfosit kültürü yapılmıştır. Bunun için, aseptik koşullarda 5-6 damla heparinize kan %2 fitohemaglutinin içeren 4,5 ml'lik besi ortamına ilave edilerek ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Ekim tüpleri çevrilerek karıştırılmış ve 37°C'lik etüve konulmuştur. 72. saatin dolmasından 45 dakika önce ise tüplere 0,1 ml (10µg/ml)'lik kolsemid eklenmiştir. Etüvde 45 dakika bekleyen tüpler süre bitiminde, 1300 rpm'de 8 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant kısımları uzaklaştırılmıştır. Önceden 37°C'ye getirilmiş hipotonik (0,075 M'lık KC1) solüsyondan eklenmiş ve tüpler 37°C'lik etüvde 30 dakika daha bekletilmiştir. Etüvden alınan tüplere, 3-5 damla Carnoy's fiksatif (3:1 methanol/glacial acetic acid) ilave edilerek prefikse edilmiştir. 1300 rpm'de 8 dakika santrifüj edilmiş. Sonrasında süpernatant kısımları alınmış ve tüplere 5 ml Carnoy's fiksatif eklenerek tekrar santrifüj edilmiştir. Bu işlem iki kez daha tekrarlanmıştır [16,17].

En son olarak süpernatant atılarak, pelet süspansiyon haline getirilmiş ve önceden temizlenmiş lamlara 20-25 cm yükseklikten 45° açı ile yayma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yayma işlemi yapılan lamlara, bir gece oda sıcaklığında bekletildikten sonra, Giemsa bantlama uygulanmıştır. Bu lamlar, %5'lik Giemsa solüsyonunda 3-5 dakika tutulup distile sudan da geçirilerek kurumaya bırakılmıştır. Preparatları değerlendirilebilecek 30 bölge seçilmiştir. Kültürlerden Mitotik İndeks (MI) sayısını belirleyebilmek için, her bir AD hastasından 1000 hücre ışık mikroskopunda değerlendirilerek mitoz giren hücreler tespit edilmiştir. Bu sitogenetik işlemler egzersiz öncesi ve sonrası tekrarlanmıştır.

### 2.5 Egzersiz Programı:

Yaşlanmayla birlikte fizyolojik sistemlerin pek çoğunda yapısal ve fonksiyonel bozulma ve hatta hastalık varlığı söz konusudur. Yaşla ilişkili olarak doku, organ sistemleri ve fonksiyonlarındaki meydana gelen çok yönlü ve kümülatif fizyolojik değişiklikler, yaşlının fiziksel bağımsızlığını ve Günlük Yaşam Aktivitelerini (GYA) olumsuz yönde etkiler. Yaşlı bireylerde düzenli fiziksel aktivite, yaşlanma ile birlikte açığa çıkan pek çok sağlık probleminin önlenmesi ya da tedavisinde önemli bir etkidir. Ayrıca, kasların daha güçlü olmasına ve günlük aktivitelerde diğer bireylere bağımlılığın önlenmesine de katkı sağlar [18].

American College of Sports Medicine (ACSM)'e göre aerobik ve kas kuvvetlendirme aktiviteleri, sağlıklı yaşlanma için kritik öneme sahiptir. Sağlık açısından fayda elde edebilmek için haftada en az 150 dk orta şiddetli ya da 75 dk yüksek şiddetli aerobik aktivite, ayrıca haftada en az iki gün kas kuvvetlendirme eğitimi yapılmalıdır. Fiziksel aktivitenin şiddeti ve durasyonu; yaşlı bireyin kronik hastalık varlığı ve fonksiyonel limitasyonların varlığına göre değişiklik gösterir. Seçilen programın progresyonu ise kişinin toleransına ve tercihlerine göre belirlenmelidir. Programda her bir aktivitenin nasıl, ne zaman ve nerede yapılacağı planlanmalı ve zaman içinde aktivite programının şiddeti dereceli olarak da artırılmalıdır [19].

Egzersiz faydalı olabilmesi için şiddetinin belli bir eşik düzeyin üzerinde olması gerekmektedir. Egzersiz şiddeti arttıkça da, VO<sub>2</sub>max, kardiyak output, kalp atım sayısı, belli bir düzeye kadar doğrusal orantılı olarak artar. Bu nedenle şiddeti belirlemede kalp atım sayısı ve VO<sub>2</sub>max kullanılır. Hedef kalp atım sayısının, maksimal kalp atım sayısının %60-90'ı olarak alınması gerektiği öngörülmektedir. Dirençli egzersizlerdeki şiddet ise, tek tekrar maksimum (1RM) veya 10 tekrar maksimum (10RM) yöntemleri ile hesaplanmaktadır. Dirençli egzersizlerin faydalı olabilmesi için de, 1RM'un %60-100'ü ile çalışılmaktadır. Ancak yaşlılarda başlangıçta daha düşük ağırlıklarla başlanıp, zaman içinde 1RM'un %70-80'ini ile devam edilir. Ayrıca 2-3 haftada bir yeniden değerlendirme yapılarak ağırlıklar artırılır [20,21].

Bu çalışmada ACSM' in kılavuzu doğrultusunda yaşlılara aerobik ve kuvvetlendirme egzersizlerinden oluşan kombine bir program sekiz hafta boyunca haftada üç gün uygulanmıştır. Egzersizler, yaşlılar için güvenli sınır kabul edilen maksimal kalp hızının %60- %70 şiddetinde, kas kuvvetlendirme aktiviteleri ise 10 RM prensibine göre ve kas



kuvveti arttıkça yeni değer belirlenerek gerçekleştirilmiştir. Egzersizi güvenli sınırlarda gerçekleştirmek için, seanslar öncesi yaşlıların kalp hızları ve kan basınçları ölçülerek, egzersiz sürecinde yaşlılardaki aşırı terleme, cilt rengindeki değişiklikler ve soluk alıp vermedeki zorluklar da gözlemlenmiştir. Yine kramp ya da ağrı açığa çıkması durumunda egzersiz şiddeti düşürülmüş ve yavaşça soğuması sağlanarak seans sonlandırılmıştır. Bu değerleri yüksek olan yaşlılar o gün programa alınmamıştır. Ancak iki hafta ve daha fazla egzersize katılamayan bireyler çalışma kapsamından da çıkarılmıştır. Sekiz haftanın sonunda egzersiz sonrası durumu karşılaştırmak amacıyla birinci aşamadaki ölçekler, testler ve heparinize kan alımı işlemi de tekrarlanmıştır.

### 2.6 İstatistiksel Testler:

Elde edilen değerlerin sıklığının anlamlı olup olmadığını belirleyebilmek için gerekli istatistiksel testler kullanılmıştır. Değişkenlere ait normalite testlerinde Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren bağımlı değişkenlere paired simple *t*-test uygulanmıştır. Normal dağılım göstermeyen bağımlı değişkenler ise Wilcoxon Signed Ranks Test, Median testi uygulanmıştır.  $p < 0.05$  olasılık değerleri önemli olarak kabul edilmiştir. Tüm veri analizleri IBM SPSS Statistics 22 paket programları ile yapılmıştır.

### 3. Bulgular

Çalışmamızdaki 65 ve 90 yaş aralığındaki Alzheimer hastası yaşlıların detaylı tanımlayıcı özellikleri Tablo 1 de belirtilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Alzheimer hastası yaşlılardaki tanımlayıcı karakteristikler

Tanımlayıcı Karakteristikler	N	Minimum	Maximum	Mean±Std. Deviation
Yaş	19	65,00	90,00	79,05±7,56
Kilo	19	53,00	102,00	70,05±13,25
Boy	19	141,00	190,00	158,95±11,47
VKI (Vücut Kitle İndeksi)	19	21,78	33,46	27,55±3,39
Kurumda kalma süresi (Gün)	19	54,00	1825,00	759,63±584,22

Alzheimer hastası yaşlıların periferik kan hücreleri, ışık mikroskobunda 10X ve 100X lik büyütmelede, incelenmiş olup, 20X lik büyütmede ekran görüntüsü alınmıştır. Diğer mitozaya giren hücre görüntüleri de tespit edilip sayım işlemleri yapılmıştır (Şekil 1).

Her bir AD hastasında en az 1000 hücrede mitozaya giren hücreler egzersiz öncesi ve sonrası sayılarak istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı tespit edilmiştir. Periferik kan kültürlerinden, MI hesabı için, her bir AD hastasından 1000 hücre ışık mikroskobunda değerlendirilmiştir. Bu işlemler egzersiz öncesi ve sonrası tekrarlanmıştır. İstatistiksel karşılaştırmalar ve değerlendirmeler Tablo 2.'de gösterilmiştir. AD hastalarında egzersiz sonrası mitozaya giren hücrelerin artışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Mitoza giren hücreler egzersiz öncesi, 1000 hücrede en az 30 ve en çok 52 olarak tespit edilmiş olup, mitotik indeksi de ortalama  $3,84 \pm 0,63$  olarak hesaplanmıştır. Yine egzersiz sonrası AD hastalarında mitozaya giren hücrelerin en az 35 en çok da 58 olduğu belirlenmiştir. Mitotik indeks değerinin ortalamasının ise  $4,52 \pm 0,59$  a yükseldiği görülmüştür. AD hastalarında egzersizin mitotik indeksi artırdığı, yapılan istatistiksel testlerle anlamlı olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Sekiz haftalık egzersiz programını takiben testler tekrar edilip başlangıçtakilerle karşılaştırıldığında Alzheimer hastası yaşlıların mental durum (SMMT), günlük yaşam aktiviteleri (GYA) ve enstrümental günlük yaşam aktiviteleri (EGYA) sonuçlarında düzelme görülmüştür. Ancak bu düzelme sadece, enstrümental günlük yaşam aktiviteleri (EGYA) değerlendirilmesinde istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmıştır ( $p=0,018$ ). (Tablo 2).



Şekil 1. Alzheimer hastası yaşlıların ışık mikroskop altındaki, lenfosit kültürlerinden hazırlanan preparatlarındaki, mitoza giren hücre görüntüsü (20X lik büyütme)

Tablo 2. Alzheimer hastası yaşlıların egzersiz öncesi – sonrası SMMT, GYA, EGYA ve MI değerlerinin karşılaştırılmaları

Değişkenler	N	Minimum	Maximum	Mean±Std. Deviation	Median (%25-%75)	P
Mini Mental (SMMT) (Egzersiz Öncesi)	19	2,00	30,00	16,47±7,23	14,00 (12,00-22,00)	** 0,102
Mini Mental (Egzersiz Sonrası)	19	8,00	30,00	18,37±7,03	15,00 (13,00-25,00)	
Günlük Yaşam Aktiviteleri (GYA) (Egzersiz Öncesi)	19	0,00	8,00	3,42±3,25	3,00 (0,00-6,00)	** 0,059
Günlük Yaşam Aktiviteleri (Egzersiz Sonrası)	19	0,00	18,00	6,42±7,28	5,00 (0,00-9,00)	
Gelişmiş Günlük Yaşam Aktiviteleri (EGYA) (Egzersiz Öncesi)	19	0,00	3,00	0,58±0,96	0,00 (0,00-1,00)	** 0,018
Gelişmiş Günlük Yaşam Aktiviteleri (Egzersiz Sonrası)	19	0,00	17,00	3,47±4,36	2,00 (0,00-7,00)	
Mitoza giren hücre (Egzersiz Öncesi)	19	30,00	52,00	38,42±6,30	38,00 (32,00-42,00)	* 0,000
Mitoza giren hücre (Egzersiz Sonrası)	19	35,00	58,00	45,21±5,94	45,00 (41,00-48,00)	
Mitotik İndeks (MI) (Egzersiz Öncesi)	19	3,00	5,20	3,84±0,63	3,80 (3,20-4,20)	* 0,000
Mitotik İndeks (Egzersiz Sonrası)	19	3,50	5,80	4,52±0,59	4,50 (4,10-4,80)	

\* Paired Samples Test, Mean±Std. Deviation

\*\* Wilcoxon Signed Ranks Test, Median (%25-%75)

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

Alzheimer hastalığında DNA hasarı sıklığının arttığı ve bu durumun güçlü bir nöronal apoptoz tetikleyicisi olduğu çalışmalarla ortaya konulmuştur [22]. Apoptozun ölüm veya sağ kalımdaki önemi bilinmektedir [23]. DNA

hasarı nöronlar dışında periferik kan lökositleri ve fibroblastlar gibi hücrelerde de gerçekleşmektedir [4]. Alzheimer hastalarında yapılan sitogenetik çalışmalarda, periferik lenfositlerde ve fibroblastlarda yüksek mikronükleus seviyeleri de bildirilmiştir [24, 25]. Alzheimer hastalığında yapılan sitogenetik çalışmalarla ortaya konulan bir diğer değişken mitotik indekstir [26]. Jenkins ve arkadaşları, Alzheimer hastalığı olan bireylerin cilt fibroblast kültürlerinde mitotik indeks seviyelerinde tutarlı bir azalma bulmuştur [8]. Mitotik indeksin egzersizle ilişkisini araştıran çalışmalarda farklı sonuçlara rastlanmaktadır. Şiddetli egzersizin mitotik indeksi düşürdüğü, orta şiddetli düzenli egzersizin ise mitotik indeksi arttırdığı ve bağışıklık sistemini kuvvetlendirdiği bildirilmiştir [27, 28]. Biz de lenfosit kültürü çalışmamızda, egzersiz sonrasında mitotik indeksin artışı belirledik.

Epidemiyolojik çalışmalar düzenli egzersizin, Alzheimer ve Parkinson gibi nörodejeneratif hastalıklar, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, kanser gibi oksidatif stresle ilişkili hastalıkların insidansını azalttığını göstermektedir [29, 30]. Fiziksel aktivite bilişsel durumu ve beyni geliştirir. Hayvan deneylerinde, egzersizin vücutta mitoz bölünmeyi artırdığı tespit edilmiştir. Tersine, egzersiz yoksa yeni üretilen öncü hücrelerin işlevsel beyin hücrelerine farklılaşmasının engellendiği de bildirilmiştir [31]. Nöronların, mitokondriye bağımlı ve post-mitotik hücreler olduğu bilinmektedir. Mitokondriyal fonksiyon bozukluğunda ise, Alzheimer hastalığı gibi pek çok yaşlanmayla ilişkili nörolojik bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Fonksiyonsuz ve gereksiz mitokondri birikimi, AD hastalığının ilerlemesini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Mitokondriyal hasar sonrası hücre içi kalsiyum dengesizliği ve oksidatif stres ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak da,  $\beta$ -amiloid ( $A\beta$ ) birikimi ve Tau hiperfosforilasyonu artmaktadır. Bu da bilişsel düşüşe ve hafıza kaybına yol açmaktadır [32]. Mitokondriyal disfonksiyon ile AD arasında karmaşık bir ilişki olmasına rağmen,  $A\beta$  agregasyonu ve hiperfosforile Tau proteini gibi tetikleyici faktörler hala açıklığa kavuşturulamamıştır. Birçok çalışmada mitokondriyal kontrol bozukluğunun, AD hastalarında patolojik değişikliklere yol açtığı da doğrulanmıştır. Mitokondri fonksiyonunu teşvik etmek, oksidatif stresi azaltmak, bilişsel kapasiteyi geliştirmek ve daha sonraki yaşamda bilişsel bozulma ve bunama risklerini azaltmak için de, uygun ve düzenli egzersizin yararlı etkileri gösterilmiştir [32].

Düzenli egzersiz ile ileri yaşta, hafızada ve öğrenme kapasitesinde artış, sensörimotor fonksiyonlarda iyileşme, aynı zamanda da yaşlı bireylerin yaşam kalitesinde artış gerçekleşmektedir [33, 34]. Ayrıca düzenli fiziksel aktivitenin; erken ölüm, kalp hastalığı, stroke, tip 2 diyabet, hipertansiyon, kan lipid profilindeki bozulma, metabolik sendrom, kolon ve akciğer kanseri riskini azalttığı, ayrıca kilo alımını önlediği, kardiyorespiratuar ve kassal uygunluğu arttırdığı, düşmeleri önlediği, depresyonu azalttığı ve kognitif fonksiyonları geliştirdiği gösterilmiştir. Başlangıçta demans teşhisi olmayan 65 yaş üstü 1740 hastanın incelendiği bir çalışmada; haftada en az üç kez egzersiz yapanlarda demans ya da Alzheimer gelişme riskinin hiç egzersiz yapmayanlara göre daha düşük olduğu da gösterilmiştir [35]. Fiziksel olarak aktif yetişkinler depresyon ve kognitif bozulmalar açısından inaktif bireylere göre daha az risk altındadırlar.

Bu araştırmanın sonunda ise, kurumda kalan yaşlıların; günlük yaşam aktivitelerindeki bireysel bağımsızlıkları, fonksiyonel durumları, bilişsel/ruhsal durumları hakkında bilgi sahibi de olunmuştur. Yapılan sitogenetik ölçümlerin sonucuna göre, Alzheimer hastalığındaki mitotik indeks değişikliklerin öğrenilmesi, tedavide yeni yaklaşımlara ışık tutacak verilere ulaşılması ve ileride bu hastalıklardan etkilenmiş bireylere yarar olarak geri döneceği düşünülmektedir. Bununla beraber ek çalışmalara da ihtiyaç vardır.

## Kaynaklar

- [1] Borges-Machado, F., Ribeiro, Ó., Sampaio, A., Marques-Aleixo, I., Meireles, J., & Carvalho, J. (2019). Feasibility and impact of a multicomponent exercise intervention in patients with Alzheimer's disease: a pilot study. *Amerikan Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*®, 34(2), 95-103.
- [2] Cummings, J. L., & Cole, G. (2002). Alzheimer disease. *Jama*, 287(18), 2335-2338.
- [3] Kamat, P. K., Rai, S., & Nath, C. (2013). Okadaic acid induced neurotoxicity: an emerging tool to study Alzheimer's disease pathology. *Neurotoxicology*, 37, 163-172.
- [4] Živković, L., Plečaš, B., Bajić, V., Đelić, N., & Spremo-Potparević, B. (2011). Evaluation of DNA damages in peripheral blood leukocytes of Alzheimer's disease patients by Comet test. *Arhiv za farmaciju*, 61(1), 28-41.
- [5] Kormann-Bortolotto, M. H., Smith, M. D. A. C., & Neto, J. T. (1993). Alzheimer's disease and ageing: a chromosomal approach. *Gerontology*, 39(1), 1-6.
- [6] Pinto, T. C., Machado, L., Bulgacov, T. M., Rodrigues-Júnior, A. L., Costa, M. L., Ximenes, R. C., & Sougey, E. B. (2019). Is the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) screening superior to the Mini-Mental State Examination (MMSE) in the detection of mild cognitive impairment (MCI) and Alzheimer's Disease (AD) in the elderly. *International Psychogeriatrics*, 31(4), 491-504.
- [7] Chopra, K., Misra, S., & Kuhad, A. (2011). Neurobiological aspects of Alzheimer's disease. *Expert Opinion on Therapeutic Targets*, 15(5), 535-555.
- [8] Jenkins, E. C., Ye, L., Gu, H., & Li, S. Y. (2000). Mitotic index and Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, (21), 22.

- [9] Gomez-Cabrera, M. C., Ferrando, B., Briocche, T., Sanchis-Gomar, F., & Vina, J. (2013). Exercise and antioxidant supplements in the elderly. *Journal of Sport and Health Science*, 2(2), 94-100.
- [10] Sefa, L., & Neslihan, L. Ö. K. (2015). Demansta fiziksel aktivite ve egzersiz. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 7(3), 289-294.
- [11] Folstein M.F., Folstein S., Mc Hugh P.R. (1975). "Mini Mental State" A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, 12, 189-198
- [12] Güngen, C., Ertan, T., Eker, E., Yaşar, R., & Engin, F. (2002). Standardize mini mental test'in Türk toplumunda hafif demans tanısında geçerlik ve güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 13(4), 273-281.
- [13] Kankaya, H., & Karadakovan, A. (2017). Yaşlı bireylerde günlük yaşam aktivite düzeylerinin yaşam kalitesi ve yaşam doyumuna etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4), 21-29.
- [14] Tel Aydın, H., Tel, H., & Sabancıoğulları, S. (2006). Evde ve kurumda yaşayan 60 yaş ve üzeri bireylerin günlük yaşam aktivitelerini sürdürme ve yalnızlık yaşama durumu. *Türk Geriatri Dergisi*, 9(1), 34-40.
- [15] Alkan, A. (2019). Factors Associated with Activities Of Daily Living In Geriatric Patients With Cancer. *Acta Oncologica Turcica*, Doi: 10.5505/aot.2019.83702
- [16] Bezrookove, V., Smits, R., Moeslein, G., Fodde, R., Tanke, H. J., Raap, A. K., & Darroudi, F. (2003). Premature chromosome condensation revisited: a novel chemical approach permits efficient cytogenetic analysis of cancers. *Genes, Chromosomes and Cancer*, 38(2), 177-186.
- [17] Buckton, K. E., & Evans, H. J. (1973). Methods for the analysis of human chromosome aberrations.
- [18] CDC, Physical Activity is Essential to Healthy Aging, 23.08.2022, <https://www.cdc.gov/physicalactivity>
- [19] Chodzko-Zajko WJ, Procto DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner JS. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.*, 41(7),1510-30.
- [20] Cindaş A. (2001). Yaşlılarda Egzersiz Uygulamasının Genel İlkeleri. *Geriatri*, 4 (2), 77-84.
- [21] American College of Sports Medicine Position Stand. (1998). Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*,30(6),992-1008.
- [22] Moorhead, P. S., Heyman, A., & Opitz, J. M. (1983). Chromosome studies of patients with Alzheimer disease. *American journal of medical genetics*, 14(3), 545-556.
- [23] Üstüner, D., Gunes, S., Sarıboyacı, A. E., Uysal, O., Sevimli, T. S., & Soykan, M. N. (2022). Rekombinant klotho proteininin insan kolorektal kanser hücreleri üzerindeki apoptotik etkilerinin değerlendirilmesi. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 15(2), 134-142.
- [24] Petrozzi, L., Lucetti, C., Scarpato, R., Gambaccini, G., Trippi, F., Bernardini, S., ... & Bonuccelli, U. (2002). Cytogenetic alterations in lymphocytes of Alzheimer's disease and Parkinson's disease patients. *Neurological Sciences*, 23(2), s97-s98.
- [25] Sasikalaa, K., SureshKumar, S., Balamuralikrishnana, B., Aruna, M., Karthickkumar, A., Ahmad, A. M., ... & Balachandar, V. (2016). Cytogenetic Analysis and Screening of ApoE and Neurotransmitters in Alzheimer's Patients in Tamil Nadu Population. *International Journal of Human Genetics*, 16(3-4), 107-115.
- [26] Jenkins, E. C., Ye, L., Gu, H., & Wisniewski, H. M. (1998). Mitotic index and Alzheimer's disease. *NeuroReport*, 9(17), 3857-3861.
- [27] Ma, C. L., Ma, X. T., Wang, J. J., Liu, H., Chen, Y. F., & Yang, Y. (2017). Physical exercise induces hippocampal neurogenesis and prevents cognitive decline. *Behavioural brain research*, 317, 332-339.
- [28] Şenışık, S. Ç. (2015). Egzersiz ve Bağışıklık Sistemi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 50(1), 011-020.
- [29] Farioli-Vecchioli, S., Sacchetti, S., di Robilant, N. V., & Cutuli, D. (2018). The role of physical exercise and omega-3 fatty acids in depressive illness in the elderly. *Current neuropharmacology*, 16(3), 308-326.
- [30] Hamurcu, Z. (2009). Derleme: Egzersizin DNA Üzerine Etkileri. *Spor Hekimliği Dergisi*, 44(2), 051-059.
- [31] Kidd, P. M. (2008). Alzheimer's disease, amnestic mild cognitive impairment, and age-associated memory impairment: current understanding and progress toward integrative prevention. *Alternative Medicine Review*, 13(2).
- [32] Liang, J., Wang, C., Zhang, H., Huang, J., Xie, J., & Chen, N. (2021). Exercise-induced benefits for alzheimer's disease by stimulating mitophagy and improving mitochondrial function. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13.
- [33] Meray, J., & Yenice, I. S. (2018). Beyin ve Egzersiz. *Journal of Physical Medicine & Rehabilitation Sciences/Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*, 21(2).
- [34] Wales, K., Clemson, L., Lannin, N., & Cameron, I. (2016). Functional assessments used by occupational therapists with older adults at risk of activity and participation limitations: a systematic review. *PloS one*, 11(2), e0147980.
- [35] Elsayy B, Higgins KE. (2010). Physical Activity Guidelines for Older Adults. *Am. Fam. Physician*, (81), 55-59.





**Some color variations of *Cercopis distincta* (Melichar, 1896) and a recent contribution to the asset of Hatay Cercopids: *Triecphorella geniculata* (Horváth, 1881)**

Ersin DEMİREL \*<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0001-7699-3166

<sup>1</sup> Hatay Mustafa Kemal University, Tayfur Sökmen Campus, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, 31060 Antakya, Hatay, Türkiye

**Abstract**

In this study, Cercopidae Leach, 1815 (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadomorpha) specimens obtained from field studies on Musa Mountain (Samandağ/HATAY) between April and September 2022 were evaluated. As a result of the identification of the collected specimens, three species belonging to two genera were identified. Some variation types seen in *Cercopis distincta* (Melichar, 1896), one of the detected species, were recorded. With this research, *Triecphorella geniculata* (Horváth, 1881) was recorded for the first time in Hatay province. Detailed photographs of the habitus and genitalia parts of this species are provided. Considering the available data of all identified species, current distribution maps were created and brief evaluations were made about the dispersal patterns of these species.

**Key words:** Biodiversity, Cercopidae, *C. distincta*, *C. intermedia*, *Triecphorella geniculata*, Türkiye

----- \* -----

***Cercopis distincta* (Melichar, 1896)'nın bazı renk varyasyonları ve Hatay'ın Cercopid varlığına yeni bir katkı: *Triecphorella geniculata* (Horváth, 1881)**

**Özet**

Bu çalışmada 2022 yılının Nisan–Eylül ayları arasında Musa Dağı'na yapılan arazi çalışmalarından (Samandağ/HATAY) elde edilen Cercopidae Leach, 1815 (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadomorpha) örnekleri değerlendirilmiştir. Toplanan örneklerin teşhisi sonucu iki cinse ait üç tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerden *Cercopis distincta* (Melichar, 1896)'da görülen bazı varyasyon tipleri kayıt altına alınmıştır. Bu araştırma ile *Triecphorella geniculata* (Horváth, 1881) Hatay ili için ilk kez kaydedilmiştir. Bu türün habitus ve genitalia parçalarına ait detaylı fotoğraflar sağlanmıştır. Tespit edilen tüm türlerin mevcut verileri dikkate alınarak güncel yayılış haritaları oluşturulmuş ve buna göre bu türlerin dağılışı desenleri ile ilgili kısa değerlendirmeler yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Biyoçeşitlilik, Cercopidae, *C. distincta*, *C. intermedia*, *Triecphorella geniculata*, Türkiye

**1. Giriş**

Cercopidae familyasının türleri sokucu emici ağızları ile oligofag ve polifag olarak bitkilerin ksilem özsuğu ile beslenirler. Beslenme şekilleri, özellikle ekonomik öneme sahip olan tarım ve kültür bitkilerinde hem fiziksel hem de vektörlük yoluyla zarara neden olduğundan, önemli bitki zararlılarından biri olarak kabul edilirler [1, 2, 3, 4].

Erginlerinin büyüklükleri genellikle 5-15 mm arasında değişmekte olan familya üyeleri, siyah ile kırmızının tegmina ve vücutlarında oluşturduğu desenlerle diğer yakın akraba gruplardan kolaylıkla ayrılırlar. Ancak desenlemelerinde görülen varyasyonlar nedeniyle tür teşhisleri yapılırken zaman zaman zorluklar yaşanmaktadır.

Hemimetabol başkalaşım görülen familyanın nimfleri, gelişimlerini köpüğümsü bir sıvının içinde tamamlarlar. Bu yüzden Türkiye'de köpük ya da salya (tükürük) böceği olarak adlandırılırlar [1, 5].

Eldeki verilerden Cercopidae familyasının dünyada yaklaşık 1500, Paleartik'te 100, Türkiye'de ise bazı şüpheli kayıtlarla birlikte üç cins ve yedi türle temsil edildiği anlaşılmaktadır [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Türkiye'den bu familya ile ilgili ilk kayıtlar yabancı araştırmacılar tarafından verilmiştir [7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]. Sayıları az olsa da son dönemde bu familya ile doğrudan ilişkili yerli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalara da rastlanılmaktadır [3, 4, 21, 22, 23].

Bu çalışmada Musa Dağı'ndan toplanan Cercopid örnekleri değerlendirilerek bir taraftan bölge ve Türkiye Cercopidae faunasının bilgi birikimine katkı sağlanması, diğer taraftan ise *Cercopis distincta* örneklerinde görülen özellikle renk varyasyonlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve yöntem

Bu çalışmada 2022 yılının Nisan–Eylül ayları arasında Hatay ilinin Samandağ ilçesinde yer alan Musa Dağı'nda (36.05-36.13K/35.51-36.00D) gerçekleştirilmiş olan arazi çalışmaları sırasında toplanan 200 Cercopidae örneği değerlendirilmektedir.

Arazi çalışmaları sırasında toplanan örnekler %70'lik etanol içeren kavanozlarında öldürülmüş ve yine bu kavanozlar içinde laboratuvarında muhafaza edilmiştir. Daha sonra Johnson ve Triplehorn (2004) ve Gullan ve Cranston (2014)'e göre standart entomolojik müze materyaline dönüştürülmüştür [24, 25]. Örneklerin teşhislerini yapmak için öncelikle morfolojik karakterlerinden yararlanılmış, teşhislerini kesinleştirmek için ise erkek bireylere ait örneklerin genitalia kapsülleri Ossiannilsson ve ark. (1970)'e göre disekte edilip [26], mevcut literatürle karşılaştırılmıştır. Morfolojik karakterlerin incelenmesinde Boeco BSZ–405, genitalia morfolojilerinin incelenmesi ve fotoğraflanmasında ise Leica C3 camera takılı Leica S9 D model stereo araştırma mikroskobu kullanılmıştır. Çalışmada yer alan ergin fotoğrafları Nikon AF–S VR Micro–NIKKOR 105mm f/2.8G IF–ED lensli Nikon D750 fotoğraf makinesi ile çekilmiş olup, tüm görseller GIMP (GNU Image Manipulation Program) ve Fiji v1.53t yazılımları (imagej.net/software/fiji) ile işlenerek yayına uygun hale getirilmiştir.

Örneklerin teşhisinde Nast (1933), Lallemand (1949), Holzinger ve ark. (2003), Demirel ve Dinç (2021) ile Demirel ve Hasbenli (2021)'den yararlanılmıştır [3, 4, 12, 15, 27]. Teşhisi tamamlanan örnekler bulgular bölümünde alfabetik sıra ile verilmiştir.

Türlerin yayılış haritaları; Garmin Monterra model GPS (Global Positioning System)'den kayıt edilen yeni koordinat verileriyle önceki çalışmalarda verilen eski kayıtların [2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 23, 27, 28, 29, 30] Arcview 3.3 yazılımında derlenmesi ile oluşturulmuştur. Teşhis edilen örnekler Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (HMKU) Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Zooloji Müzesinde koruma altına alınmıştır.

## 3. Bulgular

Musa Dağı'ndan 2022 yılının ilkbahar aylarında toplanan 200 örneğin değerlendirilmesi sonucu bölgede üç türün yayılış gösterdiği tespit edilmiştir.

### Sistematikleri

**Süperfamilya:** Cercopoidea Leach, 1815

**Familya:** Cercopidae Leach, 1815

**Subfamilya:** Cercopinae Leach, 1815

**Tribe:** Cercopini Leach, 1815

**Genus:** *Cercopis* Fabricius, 1775

Type: *Cicada sanguinolenta* Scopoli, 1763

### *Cercopis distincta* (Melichar, 1896)

*Triecphora distincta* Melichar, 1896

### İncelenen Materyal:

Toplam örnek sayısı: 98♂♂, 100♀♀

23♂♂, 63♀♀, Hatay, Samandağ, Çevlik, Kaburluk, 36°11'30"N, 35°52'26"E, 254 m, 18.iv.2022, E. DEMİREL; 2♂♂, 2♀♀, Hatay, Samandağ, Çevlik, Titus, 36°7'12"N, 35°55'25"E, 25 m, 18.iv.2022, E. DEMİREL; 1♀, Hatay, Samandağ, Kapısuu, 36°7'52"N, 35°57'15"E, 375 m, 18.iv.2022, E. DEMİREL; 2♂♂, 8♀♀, Hatay, Samandağ, Çevlik,

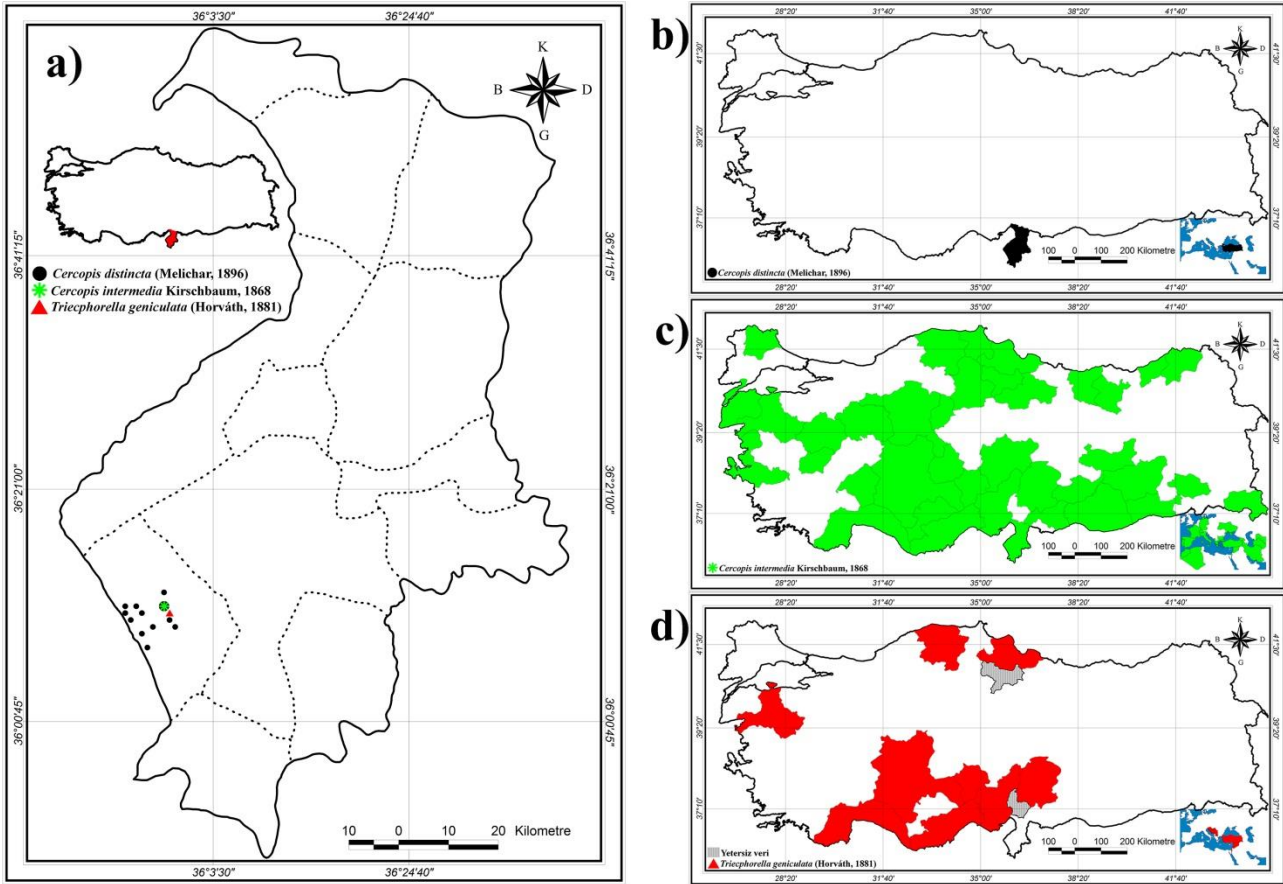
Kaburluk Mevkii, 36°10'12"N, 35°53'25"E, 49 m, 12.v.2022, E. DEMİREL; 1♂, Hatay, Samandağ, Kapısuu çıkışı, 36°7'50"N, 35°56'51"E, 314 m, 12.v.2022, E. DEMİREL; 1♂, 1♀, Hatay, Samandağ, Eriklikuyu çıkışı, 36°8'58"N, 35°59'53"E, 271 m, 12.v.2022, E. DEMİREL; 13♂♂, 4♀♀, Hatay, Samandağ, Çamlıyayla, 36°11'8"N, 35°58'34"E, 618 m, 12.v.2022, E. DEMİREL; 52♂♂, 1♀, Hatay, Samandağ, Değirmenbaşı, 36°6'15"N, 36°3'54"E, 75 m, 9.iv.2022, E. DEMİREL; 4♂♂, 16♀♀, Hatay, Samandağ, Çevlik, Kaburluk Mevkii, 36°11'1"N, 35°52'36"E, 40 m, 22.iv.2022, E. DEMİREL; 1♀, Hatay, Samandağ, Çevlik, Kaburluk Mevkii, 36°11'2"N, 35°52'48"E, 53 m, 20.v.2022, E. DEMİREL; 1♀, Hatay, Samandağ, İkizköprü köyü, Büyük Karaçay Barajı arkası, 36°11'43"N, 35°58'28"E, 380 m, 18.v.2022, E. DEMİREL; 2♀♀, Hatay, Samandağ, Kaburluk Mevkii, 36°11'4"N, 35°52'55"E, 46 m, 18.v.2022, E. DEMİREL (Şekil 1a).

#### Palearktik Yayılışı:

Türkiye (Şekil 1b) [2, 3, 4, 6, 7, 10, 12].

#### Türkiye Yayılışı:

Hatay (Şekil 1b) [3, 4].



Şekil 1. Tespit edilen türlerin yayılış haritaları, a) Tespit edilen türlerin çalışma alanındaki yayılışları; b) *Cercopis distincta*'nın Türkiye ve Palearktik yayılışı; c) *C. intermedia*'nin Türkiye ve Palearktik yayılışı; d) *Triecphorella geniculata*'nın Türkiye ve Palearktik yayılışı (Palearktik yayılışlar; Türkiye yayılış haritalarının sağ alt köşesindedir)

#### *Cercopis intermedia* Kirschbaum, 1868

*Cercopis obliterata* Kirschbaum, 1868.

*Triecphora intermedia nigra* Royer, 1906.

*Triecphora intermedia simulans* Peneau, 1912.

*Cercopis sanguinolenta turkestanica* Lindberg, 1923.

*Cercopis sanguinolenta intermedia bipunctata* Ribaut, 1946.

*Cercopis sanguinolenta intermedia quadrimaculata* Ribaut, 1946.

*Cercopis sanguinolenta intermedia septempunctata* Ribaut, 1946.

*Cercopis sanguinolenta intermedia sexmaculata* Ribaut, 1946.

#### İncelenen Materyal:

Toplam örnek sayısı: 1♀

1♀, Hatay, Samandağ, Çamlıyayla, 36°10'56"N, 35°58'43"E, 696 m, 30.v.2022, E. DEMİREL (Şekil 1a).

**Palearktik Yayılışı:**

Almanya, Arnavutluk, Bulgaristan, Cezayir, Ermenistan, Fas, Fransa, Gürcistan, İran, İspanya, İsrail, İsviçre, İtalya, Lübnan, Özbekistan, Portekiz, Rusya (Dağıstan), Suriye, Türkiye, Türkmenistan, Ukrayna, Yunanistan (Şekil 1c) [6, 7, 8, 27].

**Türkiye Yayılışı:**

Adana, Adıyaman, Aksaray, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Balıkesir, Çanakkale, Çorum, Diyarbakır, Elâzığ, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, Gümüşhane, Hakkâri, Hatay, Isparta, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Karaman, Kastamonu, Kayseri, Kırıkkale, Kırklareli, Konya, Kütahya, Mardin, Niğde, Rize, Samsun, Siirt, Sinop, Şanlıurfa, Tokat, Uşak (Şekil 1c) [2, 3, 4, 9, 20, 21, 23, 28, 29].

**Sistematikleri**

**Süperfamilya:** Cercopoidea Leach, 1815

**Familya:** Cercopidae Leach, 1815

**Subfamilya:** Cercopinae Leach, 1815

**Tribe:** Cercopini Leach, 1815

**Genus:** *Triecphorella* Nast, 1933

Type: *Cercopis fasciata* Kirschbaum, 1868

***Triecphorella geniculata* (Horváth, 1881) (Şekil 2a–c)**

*Triecphora fasciata geniculata* Horvath, 1881.

*Cercopis fasciata* Kirschbaum, 1868.

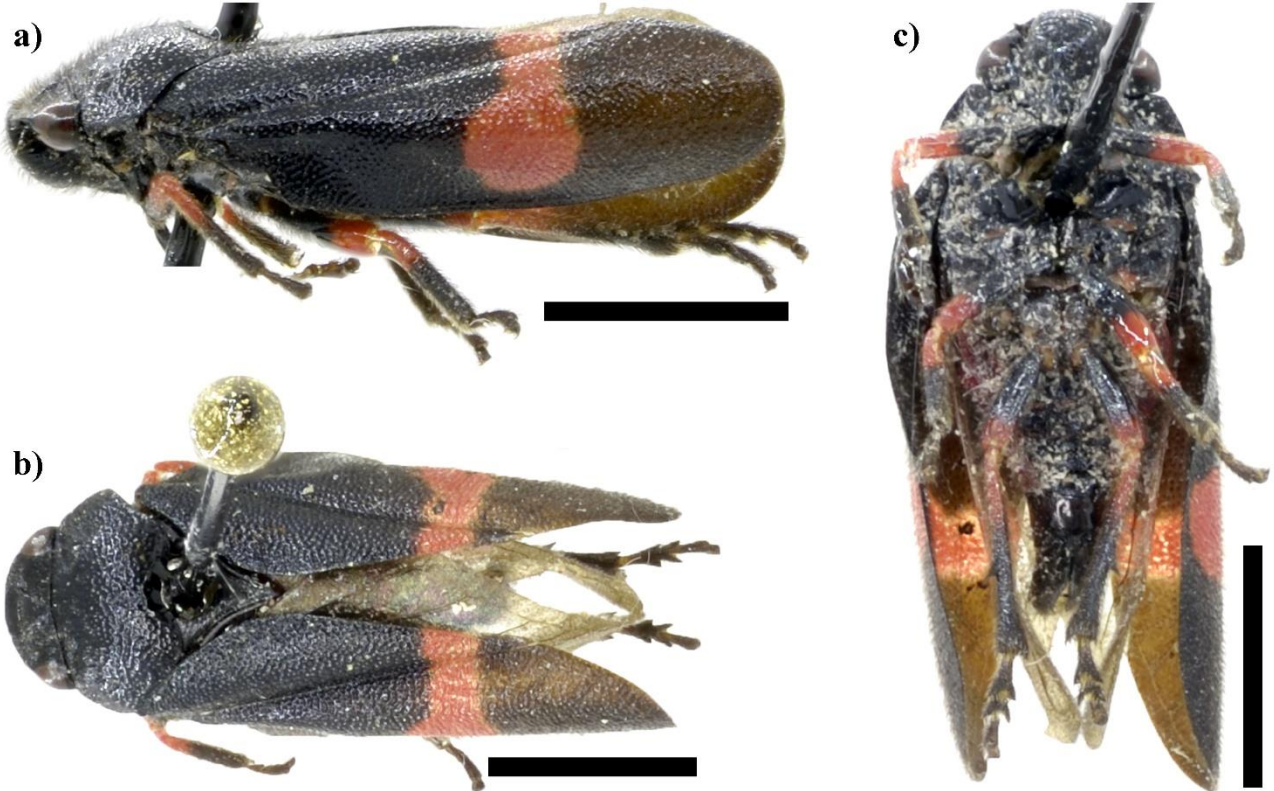
*Cercopis (Triecphora) fasciata punctum* Lindberg, 1923.

*Triecphorella kirschbaumi* Metcalf, 1955.

**İncelenen Materyal:**

Toplam örnek sayısı: 1♂

1♂, Hatay, Samandağ, Çamlıyayla, 36°10'36"N, 35°59'40"E, 321 m, 18.iv.2022, E. DEMİREL (Şekil 1a).



Şekil 2. *T. geniculata*'nın habitusları, a) Lateral; b) Dorsal; c) Ventral (ölçekler= 2mm)

**Palearktik Yayılışı:**

İsrail, Lübnan, Suriye, Türkiye, Yugoslavya (Şekil 1d) [6, 7, 8].

**Türkiye Yayılışı:**



Adana, Amasya(?), Antalya, Balıkesir, İçel, Kahramanmaraş, Kastamonu, Konya, Niğde, Osmaniye(?), Samsun (Şekil 1d) [2, 4, 21, 23, 30].

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

Musa Dağı'nda yürütülen bilimsel araştırma projesi kapsamında toplanan 200 Cercopidae örneğinin değerlendirildiği bu çalışma ile araştırma alanından *Cercopis distincta*, *C. intermedia* ve *T. geniculata* olmak üzere bu familyaya ait üç tür tespit edilmiştir. Bölgede toplama yapılan lokasyon ve toplanmış birey sayısı açısından *C. distincta*'nın %99'luk oranla en yaygın ve baskın tür olduğu görülmektedir. Oranı bu kadar yüksek olmasa da bu açıdan Demirel ve Dinç (2021)'in bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte örnekleme sayısı görece fazla olmasına rağmen, Hatay'da yayılış gösterdiği bilinen *C. septemmaculata* (Melichar, 1903)'ün (Demirel ve Dinç, 2021) çalışma alanında izine rastlanmamıştır.

*Triecphorella geniculata* türü Hatay ve bölge faunası için ilk kez bu çalışma ile kaydedilmiştir (Şekil 2a–c). Bu türün teşhisinde kullanılan ancak az bilinen genitalia parçalarının ışık mikroskopisine ait ayrıntılı görselleri hazırlanarak bu alandaki açığın kapatılmasına katkı sağlanmıştır (Şekil 3a–h).

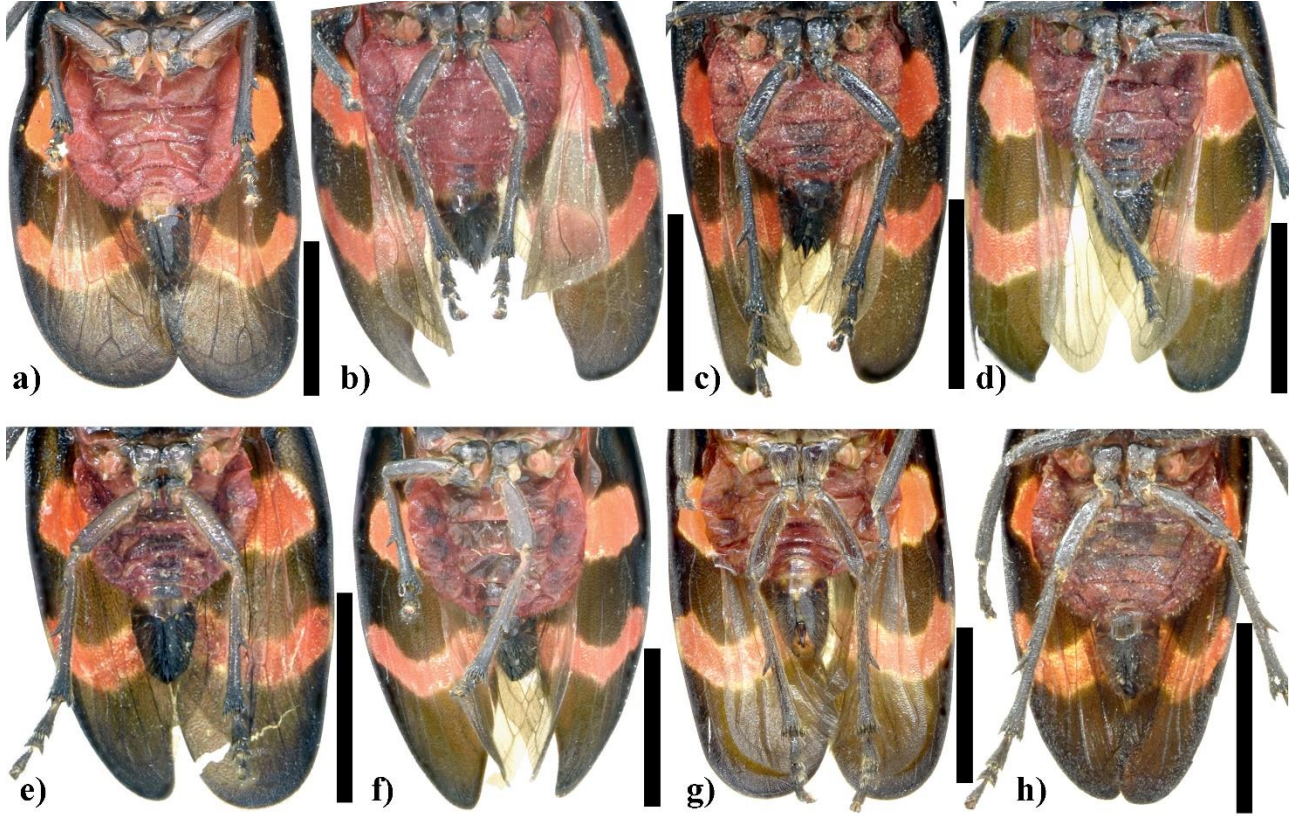


Şekil 3. *T. geniculata*'nın ♂ genitalia parçaları, a) Sol paramerin laterali; b) Sağ style'in laterali; c) Sağ style'in dorsali; d) Aedeagusun distali dorsalden; e) Aedeagusun distali ventralden; f) Aedeagusun terminali önden; g) Aedeagus laterali; h) Aedeagusun distalinin tabanı önden (ölçekler= 50µm)

*C. distincta*'nın örnekleri değerlendirilirken, bazı lokasyonlara ait popülasyonlardan toplanan örneklerin diğerlerine göre morfolojik, renk ve desen varyasyonları gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4a–h). Buna göre abdomenin ana tip renklenmesi olan kırmızı dışında dört farklı renk fenotipi tespit edilmiştir. Bu türe ait toplanan örneklerin %50'sinin abdomenlerinin sterna ve konneksivası tamamen kırmızıdır (Şekil 4a). Diğer %50'sinde ise örneklerin farklı sterna ve konneksivasında değişen oranlarda kararmalar görülmektedir (Şekil 4b–e). Ayrıca az sayıdaki örneklerin metatoraks bacak mahmuzlarının sayısı, şekli ve büyüklüklerinde de atipik farklılıklar görülebilmektedir. Örneklerin büyük bölümünde mahmuzlar ince, uzun ve uçları sivri iken (Şekil 4c, d, e, g), nispeten kısa ve küt olanlarına rastlamak da mümkündür (Şekil 4a, b, f). Bazı örneklerde, uçtaki büyük mahmuzun hemen arkasında fazladan atipik indirgenmiş bir mahmuz da bulunabilmektedir (Şekil 4h). Bu yüzden diğer *Cercopis* spp.'de olduğu gibi bu türün teşhisi yapılırken de bu ve benzeri varyetelerinin olabileceği dikkate alınmalıdır.

Musa Dağı'ndan tespit edilen türlerin Türkiye ve Palearktik yayılış haritaları, yeni bulgu ve kayıtlar ile yeniden düzenlenmiş ve güncellenmiştir. Önceki çalışmalarda *T. geniculata*'nın Türkiye yayılış verileri arasında Amasya ve Osmaniye illerine yer verilmişse de [23], ilgili çalışmada atfedilen eserlerde bunu destekleyecek net bir bilgiye

ulaşılamamıştır. Ancak türün Türkiye'deki genel yayılış modeli dikkate alındığında, bahsi geçen illerin muhtemel yayılış alanında yer alması nedeniyle, yetersiz veriye rağmen türün yayılış haritasında bu illere de yer verilmiştir.



Şekil 4. *Cercopis distincta*'da görülen renk ve mahmuz varyasyonları

Tespit edilen türlerin çalışma alanındaki yayılış verileri incelendiğinde, Demirel ve Dinç (2021)'in tespitlerine benzer şekilde simpatrik bir görünüm sergiledikleri görülmektedir. Ancak *C. intermedia* ve *Triecphorella geniculata* için kısıtlı lokasyondan ve az sayıda örnek toplanabildiği dikkate alındığında, detaylı bir yorum yapabilmek için daha fazla veriye ihtiyaç bulunmaktadır.

#### Bildirim

Bu çalışma sorumlu yazarın halen yürütmekte olduğu ve Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeler Birimi tarafından desteklenen "21.GAP.059" nolu ve "Musa Dağı'nın (Samandağ/HATAY) Cercopoidea (Hemiptera, Auchenorrhyncha) Faunası" konulu projesinin bir bölümünden üretilmiştir.

#### Kaynaklar

- [1] Carvalho, G. S., & Webb, M. D. (2005). *Cercopid Spittle Bugs of the New World (Hemiptera Auchenorrhyncha, Cercopidae)*. Sofia: Pensoft Series Faunistica.
- [2] Lodos, N., & Kalkandelen, A. (1981). Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey VI. Families Cercopidae and Membracidae. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 5(3), 133–149.
- [3] Demirel, E., & Dinç, H. (2021). *Cercopis sanguinolenta* (Scopoli, 1763) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cercopidae) dilemma and redescription of rare *Cercopis* Fabricius, 1775 species from Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 45(1), 99–114. <https://doi.org/10.16970/entoted.816903>
- [4] Demirel, E., & Hasbenli, A. (2021). Bolkar Dağları'nın Cercopidae Leach, 1815 (Hemiptera: Auchenorrhyncha) faunasına katkıları. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 14(3), 456–463. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2021.1012317>
- [5] Bartlett, C. R., Dietz, L. L., Dmitriev, D. A., Sanborn, A. F., Soulier-Perkins A., & Wallace, M. S. (2018). The Diversity of the True Hoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha). In R. G. Foottit & P. H. Adler (Eds.), *Insect Biodiversity: Science and Society Volume II* (pp. 501–590). Chichester, England: Wiley Blackwell.

- [6] Soulier–Perkins, A. (2022). Cercopoidea organised on line (COOL). (Web page: <http://hemiptera-databases.org/cool>), Son Erişim Tarihi: 25.10.2022.
- [7] Nast, J. (1972). Palaeartic Auchenorrhyncha (Homoptera). An Annotated Check List. Warszawa: Polish Scientific Publishers.
- [8] Nast, J. (1987). The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Europe. *Annales Zoologici Warszawa*, 40(15), 535–661.
- [9] Önder, F., Tezcan, S., Karsavuran, Y., & Zeybekoğlu, Ü. (2011). Türkiye Cicadomorpha, Fulgoromorpha ve Sternorrhyncha (Insecta: Hemiptera) Kataloğu. İzmir: Meta Basım.
- [10] Melichar, L. (1896). Einige neue Homoptera–arten und varietäten. *Verhandlungen der Kaiserlich–Königlichen Zoologisch–botanischen Gesellschaft in Wien*, 46(1), 176–180.
- [11] Lallemand, V. (1912). Homoptera fam. Cercopidae. *Genera Insectorum*, 143(1), 1–167.
- [12] Lallemand, V. (1949). Revision des Cercopinae (Hemiptera Homoptera) première partie. *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 32(1), 1–193.
- [13] Haupt, H. (1919). Die europäischen Cercopidae Leach. (Bluströpfchen und schaumzikaden). *Entomologisches Jahrbuch*, 28(1), 152–172.
- [14] Haupt, H. (1922). Biologie und systematik der europäischen schaumzikaden. *Aus der Heimat*, 35(1/2), 1–28.
- [15] Nast, J. (1933). Beiträge zur Morphologie und geographischen Verbreitung der mitteleuropäischen und mediterranen Arten aus der Subfamilie Cercopinae (Homoptera, Cercopidae). *Annales Musei Zoologici Polonici*, 10(2), 7–32. <https://doi.org/10.3161/15053970FF1936.2.34.483>
- [16] Fieber, F. X. (1872). Katalog der Europäischen Cicadinen, nach Originalien mit Benützung der Neuesten Literatur. Wien: Druck und Verlag von Carl Gerold's Sohn.
- [17] Metcalf, Z. P. (1961). General Catalogue of the Homoptera. Fascicle VII. Cercopoidea. Part 2. Cercopidae. Baltimore: Waverly Press.
- [18] Oshanin, V. F. (1910). Verzeichnis der palaearktischen hemipteren mit besonder berücksichtigung ihrer verteilung im russischen reiche, III. band, nachträge und verbesserungen zum I und II. bande. *Annuaire du Musée Zoologique de l'Académie Impériale des Sciences de St.–Pétersbourg*, 15(1–16), 1–218.
- [19] Dlabola, J. (1965). Jordanische Zikaden (Homoptera Auchenorrhyncha). (Bearbeitung der von J. Klapperich im Jahre 1956–9 in Jordanien, Libanon und Syrien gesammelten Ausbeute). *Sborník entomologického oddelení Národního Musea v Praze*, 36(1), 419–450.
- [20] Dlabola, J. (1971). Taxonomische und chronologische ergänzungen zikadenfauna von Anatolien, Iran, Afghanistan, und Pakistan (Homoptera Auchenorrhyncha). *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 68(6), 377–396.
- [21] Kartal, V., Zeybekoğlu, Ü., & Özdemir, G. (1994). Samsun çevresinde Cercopidae (Hom., Auchenorrhyncha) familyası türleri üzerine taksonomik bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Dergisi*, 5(1), 147–157.
- [22] Tanyeri, R., & Zeybekoğlu, Ü. (2020). Color/Pattern Variation of *Cercopis vulnerata* Rossi, 1807 (Auchenorrhyncha: Cercopidae) Populations of Northwestern Turkey. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2), 266–273. <https://doi.org/10.31466/kfbd.724626>
- [23] Tanyeri, R., & Zeybekoğlu, Ü. (2022). Evaluation of Cercopidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadomorpha) Species Distributed in Sinop and Kastamonu (Turkey) in Taxonomic Terms. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(1), 133–139. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.866486>
- [24] Johnson, N. F., & Triplehorn, C. A. (2004). Borror and DeLong's introduction to the study of insects, 7th Edition. Belmont; Thomson Brooks/Cole.
- [25] Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2014). The insects: an outline of entomology, 5th Edition. Wiley-Blackwell.
- [26] Ossiannilsson, F., Russell, L. M., & Weber, H. (1970). 27. Homoptera. In S. L. Tuxen (Ed.), *Taxonomist's Glossary of Genitalia in Insects* (pp. 179–190). Copenhagen: J. Jorgensen & Co.
- [27] Holzinger, W. E., Kammerlander, I., & Nickel, H. (2003). The Auchenorrhyncha of Central Europe – Die Zikaden Mitteleuropas. Fulgoromorpha, Cicadomorpha excl. Cicadellidae. Leiden, Netherlands: Brill Publishers.
- [28] Demir, E. (2019). Biodiversity and zoogeography of Cicadomorpha (excl. Deltocephalinae) species from Southwestern Turkey (Insecta: Hemiptera). *Munis Entomology & Zoology*, 14(1), 236–243.
- [29] Demir, E. (2008). The Fulgoromorpha and Cicadomorpha of Turkey. Part I: Mediterranean Region (Hemiptera). *Munis Entomology & Zoology*, 3(1), 447–522.
- [30] Demir, E. (2007). Contributions to the knowledge of Turkish Auchenorrhyncha (Homoptera, Fulgoromorpha and Cicadomorpha, excl. Cicadellidae) with a new record, *Setapius klapperichianus* Dlabola, 1988. *Munis Entomology & Zoology*, 2(1), 39–58.





## Preliminary research on macrozoobenthic fauna and Gastropoda species in some fresh waters of The Black Sea Region, Türkiye

Mehmet Zeki YILDIRIM<sup>1</sup>, Deniz MERCAN<sup>2</sup>, Naime ARSLAN<sup>\*2</sup>  
ORCID: 0000-0003-0281-2232; 0000-0002-5526-8501; 0000-0002-9193-2510

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, 15300 Burdur, Türkiye

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Sciences, Department of Biology, 26480 Eskişehir, Türkiye

### Abstract

Commonly found in terrestrial and aquatic ecosystems, Gastropoda members are the class with the highest number of species within the Mollusca. Freshwater Gastropods which are generally listed in primary consumer play a crucial part in aquatic environments by feeding numerous fish species and vertebrate species. In Türkiye, the Black Sea Region is also a privileged geography in terms of its topography and historical development history of aquatic systems, rich in rivers and lakes. In this research, field studies were conducted from 20 different stations in the Black Sea region between 2017-2018. Benthic macroinvertebrate samples were collected from lakes and rivers with an Ekman grab sampler and hand net. Samples were washed in situ and fixed with 70% ethyl alcohol. Totally 10442 benthic macroinvertebrate individuals belong to 21 taxa were determined in the study. In the region, Oligochaeta was the dominant taxa with 56.80% dominancy value and followed by Chironomidae and Gastropoda with 18.26 and 8.24, respectively. As third dominant taxa, Gastropoda members were consist of 870 individuals belong to 11 taxa. It was determined that *Gyraulus elenae* and *Radix labiata* from Gastropoda were widely distributed in the region. These species have broad tolerance to pollution. In the study, it was determined that both densities of species and population were increased in the regions of the rivers that are far from the settlement areas or that have not been intervened and in the littoral parts of the lakes. In general, a decrease was observed not only in the Gastropoda members but also in the expected population density of the macrozoobenthos members in the parts of the streams that are under anthropogenic pressure.

**Key words:** Gastropoda, Black Sea Region, Mollusca, taxonomy

----- \* -----

## Karadeniz Bölgesi'nin bazı tatlı sularında makrozoobentik fauna ve Gastropoda türleri üzerine ön araştırmalar, Türkiye

### Özet

Karasal ve sucul ekosistemlerde yaygın olarak bulunan Gastropoda üyeleri, Mollusca içinde en fazla türe sahip sınıftır. Genellikle birincil tüketici listesinde yer alan tatlı su Gastropodları, çok sayıda balık türü ve omurgalı türünün besinini oluşturduğundan sucul sistemlerde önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'de de Karadeniz Bölgesi, topoğrafyası ve su sistemlerinin tarihsel gelişim tarihi açısından, akarsular ve göller açısından zengin, ayrıcalıklı bir coğrafyadır. Bu araştırmada 2017-2018 yılları arasında Karadeniz Bölgesi'ndeki göl ve nehirleri içeren 20 istasyondan zoobentik örneklemeler ekman kepçesi ve el kepçesi ile yapılmıştır. Çalışmada 21 taksona ait toplam 10442 bentik makroomurgasız birey toplanmıştır. Araştırma alanında Oligochaeta üyeleri baskın (%56,80 dominansı) grup olup, bunu sırasıyla %18,26 ve % 8,24 dominansı değerleri ile Chironomidae ve Gastropoda grupları izlemektedir. Üçüncü baskın grup olan Gastropoda üyelerinin 11 taksona ait 870 birey içerdiği tespit edilmiştir. Gastropoda'dan *Gyraulus elenae* ve *Radix labiata*'nın bölgede yaygın olarak yayılış gösterdiği belirlenmiştir. Bu türler kirliliğe karşı geniş toleransa sahiptir. Çalışmada, akarsuların yerleşim yerlerinden uzak veya müdahale edilmemiş bölgelerinde ve göllerin kıyı

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +90 0222 2393750; Fax.: +90 222 2393578; E-mail: oligo2009@gmail.com

© Copyright 2022 by Biological Diversity and Conservation

Received: 01.09.2022;

Published: 15.12.2022

BioDiCon. 1025-010922



kesimlerinde hem tür hem de popülasyon yoğunluğunun arttığı tespit edilmiştir. Genel olarak sadece Gastropoda üyelerinde değil, akarsuların antropojenik baskı altında olan kısımlarında makrozoobentoz üyelerinin popülasyon yoğunluğunda da bir azalma gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gastropoda, Karadeniz Bölgesi, Mollusca, taksonomi

## 1. Introduction

Almost every ecosystem, from little ephemeral pools to vast lakes and small springs to large rivers, can be home to aquatic invertebrates. Among the more extreme habitats are hot springs, sewage treatment facility lagoons, oil pools, and extremely salty seas. Aquatic invertebrates live in a range of habitats within a body of water. Aquatic invertebrates are incredibly diverse in their representations of the world. Aquatic invertebrates are numerous and diverse, but they are frequently unnoticed and few people are even aware of their existence, much less their significance. The enormous diversity of aquatic invertebrates limits our current understanding of their life histories, ecology, and geographic spread. Because different species have differing tolerances to various pollutants, aquatic invertebrates are also used to evaluate the health of streams, lakes, and wetlands. Invertebrates, for instance, are frequently the first species to perish or disappear if a water body gets polluted since they are typically intolerant of pollution. This indicates that a body of water that doesn't have these taxa but does have more tolerant species is probably polluted. These investigations, however, necessitate precise identification of the invertebrates that were gathered in samples [1].

With around 118,000 species, molluscs are possibly the most diverse category of metazoans after arthropods. Gastropoda and Bivalvia, the two largest molluscan classes, have repeatedly and successfully colonized continental ("fresh") seas. Almost all aquatic ecosystems, including rivers, lakes, streams, swamps, subterranean aquifers, springs, temporary ponds, drainage ditches, and other transitory and seasonal waterways, are home to freshwater gastropods. The majority are submerged dwellers, and many are adapted to specific environments, including soft sediment, aquatic flora, boulders, stones, and wood. Some are able to survive for extended periods of time without water (such as some Ampullariidae), while others can spend a lot of time aestivating in the soil during dry seasons. There are very few groups that can be found in highly salinized inland settings like the Caspian Sea or salt lakes in Central Asia, Africa, and Australia (most notably some of the rissooidean families) [2].

Freshwater gastropods play a crucial part in aquatic environments by feeding numerous fish species and vertebrate species. They include species that are widely distributed in rivers and lakes and are used as indicators in aquatic systems monitoring studies. Due to its position between two continents, Türkiye, one of the zoogeographically distinct locations of the Western Palaearctic, has a more diverse mollusc fauna than the nearby regions of Europe [3]. Species of prosobranchs can survive in a range of ecological settings. Prosobranchs are used in ecological studies because of their capacity for biomonitoring [4].

It is clear from studies on freshwater molluscs in Türkiye that the first checklist, which identified 72 taxa, was conducted in 1999 in freshwater and brackish water. One of the checklists that was released in 2006 listed 28 taxa and just the freshwater pulmonate species. In the same year, a second prosobranchia checklist was published, and 80 taxa were found. Since 2006, no research on this topic has been conducted. The existence of 204 taxa (164 species belonging to the Gastropoda and 40 species belonging to the Bivalvia) and all freshwater-related investigations were reported by Gürlek et al. [5]. According to Mollusca checklist conducted by Gürlek et al., we can see that the studies have a particular interest in the Central Anatolia, Mediterranean, and Aegean seas. Eastern Anatolia and the Eastern Black Sea regions are the least explored geographical areas based on the number of species discovered and the average scientific study (Figure 1).

Present study aims to investigate the macrozoobenthic community composition and distribution of the Gastropoda in the Black Sea Region. It also aims to fill the gap in species diversity of Gastropoda in the region. To determine the community of macrozoobenthic invertebrate and the species composition of Gastropoda, 20 different stations were sampled as İkizdere Stream (Rize), Uzungöl (Trabzon), Uzungöl 2 (Trabzon), Uzungöl 3 (Trabzon), Kavaklıdere (Gümüşhane), Doğankent River (Giresun), Kumru River (Ordu), Bolaman River (Ordu), Ordu River (Ordu), Cernek Lake (Samsun), Akgöl (Samsun), Sarikum Lake (Sinop), Erfelek Waterfall (Sinop), Yenice River (Zonguldak); Efteni Lake (Düzce), Efteni Lake 2 (Düzce), Efteni Lake 3 (Düzce), Melen River (Düzce), Nazlı Lake (Bolu), Lake Abant (Bolu).

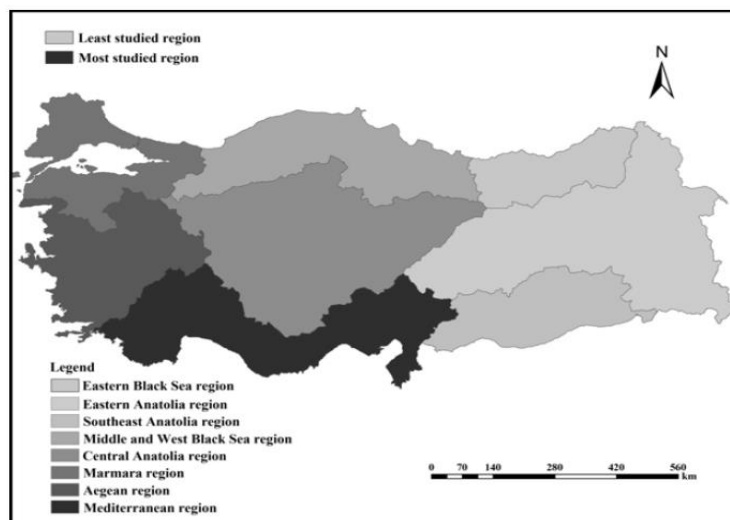


Figure 1. Distribution and density of malacological studies in Türkiye according to the eight regions (The color is darkening from the least studied region to the most studied region). From [5]

## 2. Material and method

### 2.1. Study Area

Benthic macroinvertebrate samples were collected from 20 stations in the Black Sea region (Figure 2). Black Sea Region include four basins of 25 freshwater basins of Türkiye as Eastern Black Sea Basin, Kızılırmak Basin, Yeşilirmak Basin and Western Black Sea Basin. Our sampling sites cover three of them: Basins of Eastern Black Sea, Kızılırmak, and Western Black Sea (Table 1).



Figure 2. Geographical positions of sampling stations in Türkiye

Eastern Black Sea Basin is between  $40^{\circ} 15' - 41^{\circ} 34'$  north latitudes and  $36^{\circ} 43' - 41^{\circ} 35'$  east longitudes in the northeast of Türkiye. This basin, which extends to the east of the Black Sea in the north, the Kaçkar Mountains in the east, the Yamanlı, Soğanlı, Kemer, and Iğdır Mountains in the south, and the Çarşamba Plain in the west, constitutes 2.92% of Türkiye with an area of 2,284,439 ha. Almost all of the streams flow vertically into the sea in narrow and deep valleys. The highest peak of the mountains extending parallel to the coast is 3,937 m high on the Kaçkar Mountains [6].

The Western Black Sea Basin is located between  $40^{\circ} 34' 42'' - 41^{\circ} 27' 52''$  north latitudes and  $30^{\circ} 52' 33'' - 35^{\circ} 12' 12''$  east longitudes. The Western Black Sea Basin is bounded by the Sakarya Basin in the southwest, the Kızılırmak Basin in the southeast, and the Black Sea in the north. The Western Black Sea Basin, which covers approximately 3.7% of Türkiye's surface area, has a precipitation area of 28,855 km<sup>2</sup> [7].

The circumference of the Kızılırmak Basin, which has a precipitation area of 82 221 km<sup>2</sup>, which is approximately 10.49% of Türkiye's surface area, is 3 546 km and the length of the basin is 293 km [8].

Table 1. Location and freshwater basin of sampling stations

Station	Province	Geographic coordinates (X-Y)	Freshwater Basin
İkizdere Stream	Rize	40.41448974; 40.93328857	Eastern Black Sea
Lake Uzungöl	Trabzon	40.29608154; 40.61932373	Eastern Black Sea
Kavaklıdere	Gümüşhane	39.23229980; 40.12048339	Eastern Black Sea
Doğankent River	Giresun	38.88867187; 40.87249755	Eastern Black Sea
Kumru River	Ordu	37.26489257; 40.88610839	Eastern Black Sea
Bolaman River	Ordu	37.44671630; 40.82928466	Eastern Black Sea
Ordu River	Ordu	37.91088867; 40.97009277	Eastern Black Sea
Cerneke Lake	Samsun	36.02392578; 41.66168212	Kızılırmak
Akgöl	Samsun	36.91888427; 41.28631591	Kızılırmak
Lake Sarıkum	Sinop	34.91949462; 42.01647949	Western Black Sea
Erfelek Waterfall	Sinop	34.77832031; 41.85089111	Western Black Sea
Yenice River	Zonguldak	32.07867431; 41.38269042	Western Black Sea
Lake Efteni	Düzce	31.04907226; 40.76751708	Western Black Sea
Melen River	Düzce	30.98028564; 40.96392822	Western Black Sea
Lake Nazlı	Bolu	31.74768066; 40.94152832	Western Black Sea
Lake Abant	Bolu	31.28131103; 40.60668945	Western Black Sea

## 2.2. Sampling and laboratory studies

Benthic macroinvertebrate samples were collected from lakes and streams with an Ekman grab sampler and hand net. Samples were washed in situ using a series of sieves with decreasing mesh sizes of 2 mm, 1 mm, and 0.5 mm. The material was preserved in 70% ethyl alcohol, taken to the laboratory, and sorted under a stereomicroscope. After the samples had been sorted, gastropods were prepared for identification. Zhadin [9], Bilgin [10], Glöer [11] and Glöer and Meier-Brook [12] were used for species identification of Gastropoda samples. All macroinvertebrate samples were stored in the ESOGU Hydrobiology Laboratory.

## 3. Results

In the present study, total of 10442 individuals belong to 21 invertebrate taxa were recorded (only Gastropoda samples were identified to the species level) from the stations (Table 2). Distributions of benthic macroinvertebrates of sampling stations were shown in Figure 2. And also, a total of 11 species from Gastropoda were determined. Three species as *Melanopsis praemorsa*, *Potamopyrgus antipodarum* and *Borysthenia naticina* of them are new records for the Black Sea Region.

According to our results, Oligochaeta was the dominant taxon with 56.80% dominancy value and followed by Chironomidae and Gastropoda with 18.26 and 8.24, respectively. Apart from these dominant groups, Bivalvia comprised of 5.69 % and Ephemeroptera 5.13%, while the other taxonomic groups (Hirudinea, Coleoptera, Elmidae, Hemiptera, Odonata, Diptera, Ceratopogonidae, Simuliidae, Chaoboridae, Trichoptera, Plecoptera, Collembola, Isopoda, Asellidae, Gammaridae and Palaemonidae) together reached about 5.88% (Table 2).

As third dominant taxa, Gastropoda members were consist of 870 individuals belong to 11 taxa. Among the identified Gastropoda species, it can be classified as six species which are *Viviparus mamillatus*, *Hydrobia ventrosa*, *Melanopsis praemorsa*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Theodoxus fluviatilis* and *Borysthenia naticina* belong to Prosobranchia and five species which are *Radix* sp., *Radix labiata*, *Physella acuta*, *Gyraulus elenae* and *Planorbis planorbis* belong to Pulmonate. *Theodoxus fluviatilis* was the dominant species in the region among the Gastropoda members with 36.44% dominancy value. It was followed by *Potamopyrgus antipodarum* and *Radix labiata* with 15.40% and 13.10%, respectively. Also, species of *G. elenae* detected in eight stations and *Radix labiata* detected in seven stations were widely distributed in the region (Table 2).

Table 2. Dominancy values of benthic macroinvertebrates identified at different sampling stations in Black Sea Region, Türkiye. Gastropoda species recorded for the first time in the lake are marked by an asterisk (\*) (St 1: İkizdere Stream; St 2: Uzungöl; St 3: Uzungöl; St 4: Uzungöl (littoral); St 5: Kavaklıdere; St 6: Doğankent River; St 7: Kumru River; St 8: Bolaman River; St 9: Ordu River; St 10: Cernek Lake; St 11: Akgöl; St 12: Sarıkum Lake; St 13: Erfelek Waterfall; St 14: Yenice River; St 15: Efteni Lake (littoral); St 16: Efteni Lake; St 17: Efteni Lake 2; St 18: Melen River; St 19: Nazlı Lake; St 20: Lake Abant)

Taxa/Sampling stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total dominance value (as %)	
<b>Gastropoda (as total)</b>	0.52	13.28	0.66	0.66	18.82	2.43	24.44	0.58	4.55	64.18	15.66	73.45	0.75	5.56	20.69	50.00	10.00	10.71	0.10	2.59	8.24	
<i>Viviparus mamillatus</i> (Küster, 1852)	-	1.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.59	
<i>Radix labiata</i> (Rossmassler, 1835)	-	5.88	0.66	0.66	-	2.43	-	-	-	-	7.23	-	-	2.78	-	-	-	-	-	0.10	-	
* <i>Radix</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	0.52	2.52	-	-	-	-	-	-	-	-	4.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
* <i>Gyraulus elenae</i> Vinarski, Glöer&Palatov, 2013	-	3.53	-	-	11.29	-	-	-	4.55	-	3.61	-	-	2.78	-	5	1	10.71	-	-	-	
* <i>Hydrobia ventrosa</i> Montagu, 1803	-	-	-	-	-	-	-	0.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Melanopsis praemorsa</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	7.53	-	24.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
* <i>Potamopyrgus antipodarum</i> (Gray, 1843)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
* <i>Borysthenia naticina</i> (Menke, 1845)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.07	-	-	-	-	-	-	
<i>Planorbis planorbis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64.18	-	-	-	-	8.62	-	-	-	-	-	-	
Bivalvia	-	-	-	22.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.69
<b>Oligochaeta</b>	23.56	56.13	84.28	62.10	56.45	97.11	10.93	38.48	4.55	-	30.12	0.16	1.49	-	66.38	16.67	7	71.43	12.86	60.06	56.80	
<b>Hirudinae</b>	0.52	-	-	0.04	-	-	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	0.04
<b>Ephemeroptera</b>	8.90	8.91	-	-	7.26	0.07	32.48	47.52	63.64	-	19.28	-	55.22	2.78	0.86	-	1	10.71	0.62	4.27	5.13	
<b>Coleoptera</b>	-	1.85	-	-	-	-	-	-	-	1.49	0.60	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	0.91	0.19
<b>Elmidae</b>	-	-	-	-	1.61	-	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07
<b>Hemiptera</b>	-	3.53	-	-	-	-	-	-	-	-	3.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	3.96	0.52
<b>Odonata</b>	-	1.01	-	-	1.08	-	2.25	0.29	-	2.99	12.05	0.33	0.75	-	-	-	-	-	-	-	1.37	0.50
<b>Diptera</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	-	0.02
<b>Chironomidae</b>	62.83	15.29	15.06	14.30	13.98	0.39	6.11	2.04	2.27	31.34	19.28	7.65	20.15	-	11.21	33.33	1	7.14	71.19	22.87	18.26	
<b>Ceratopogonidae</b>	0.52	-	-	-	0.27	-	-	0.29	-	-	-	-	1.49	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05
<b>Simuliidae</b>	-	-	-	-	0.27	-	0.64	2.33	-	-	-	-	-	66.67	-	-	-	-	-	-	-	0.34
<b>Chaoboridae</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.86	-	-	-	-	-	-	0.01
<b>Trichoptera</b>	3.14	-	-	-	0.27	-	20.58	2.92	15.91	-	-	-	4.48	25.00	-	-	-	-	-	-	-	0.99
<b>Plecoptera</b>	-	-	-	-	-	-	1.93	0.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08
<b>Collembola</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
<b>Isopoda</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.81	3.20	1.58
<b>Asellidae</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
<b>Gammaridae</b>	-	-	-	-	-	-	-	4.96	6.82	-	-	18.08	15.67	-	-	-	-	-	-	-	-	1.46
<b>Palaemonidae</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.61	0.04



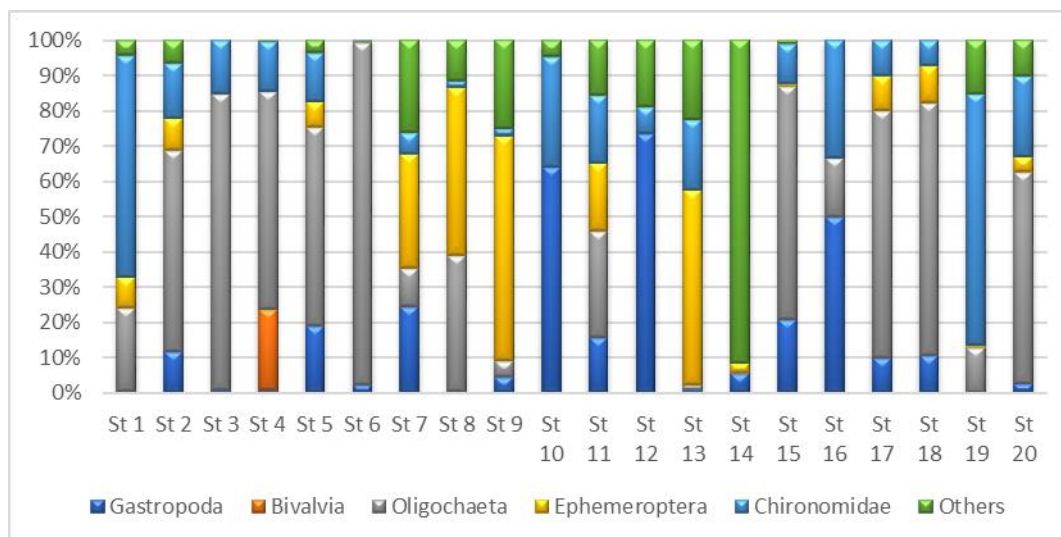


Figure 3. Distributions of benthic macroinvertebrates in the Black Sea Region

Among our sampling stations, İközdere Stream, Uzungöl, Kavaklıdere, Doğankent River, Kumru River, Bolaman River and Ordu River are located in Eastern Black Sea Basin. In the basin, Oligochaeta was the dominant taxon with 68.84% dominance value and followed by Chironomidae and Bivalvia with 13.03% and 7.78%, respectively. As fourth dominant taxon, Gastropoda had 3.73% dominance value. All identified Gastropoda species, *Viviparus mamillatus*, *Radix labiata*, *Physella acuta*, *Gyraulus elenae*, *Hydrobid* sp. and *Melanopsis praemorsa*, are new records for the basin. In Lake Uzungöl, we were sampled three stations. According to results, the dominant taxon in the lake was Oligochaeta with 69.13% dominance value. It was followed by Chironomidae and Bivalvia with 14.71% and 12.26%, respectively. Among Gastropoda species, *V. mamillatus*, *R. labiata*, *P. acuta* and *G. elenae* were identified in the lake. These species are new record for Lake Uzungöl.

Lake Cernek and Akgöl are located in Kızılırmak Basin. Gastropoda was dominant taxa with 29.61% dominance value in the basin. It was followed by Chironomidae and Oligochaeta with 22.75% and 21.46%, respectively. Two gastropod species were determined in the basin as *G. elenae* and *Planorbis planorbis*. These species are new records for the lakes.

Stations of Sarikum Lake, Erfelek Waterfall, Yenice River, Efteni Lake, Melen River, Nazlı Lake and Lake Abant are located in Western Black Sea Basin. In the basin, Chironomidae was the dominant taxa with 36.31% dominance value. Oligochaeta and Gastropoda were the second and third dominant taxa with 24.36% and 19.63% dominance value, respectively. *Viviparus mamillatus*, *Radix labiata*, *Gyraulus elenae*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Theodoxus fluviatilis*, *Radix* sp., *Borysthenia naticina* and *Planorbis planorbis* were identified among Gastropoda species in the basin. *Theodoxus fluviatilis* was the dominant gastropod species in the area. *G. elenae*, *P. antipodarum*, *Radix* sp. and *B. naticina* are new records for the Western Black Sea Basin. Also, *Melanopsis praemorsa* and are new record for the Black Sea Region.

#### 4. Conclusions and discussion

The present study contributes to the knowledge on the macrozoobenthic fauna and Gastropoda species of the Black Sea region. Results of this study shown that macrozoobenthic fauna of Black Sea Region was dominated by three group invertebrates, Oligochaeta, Chironomidae and Gastropoda. These are typical taxa of many freshwater systems and they have been known as tolerant organisms to pollution.

As a result of the study, total of 11 species from Gastropoda were determined and three species as *Melanopsis praemorsa*, *Potamopyrgus antipodarum* and *Borysthenia naticina* of them are new records for the Black Sea Region. These three gastropods' species are member of Prosobranchia whose can be able to tolerate a wide range of abiotic conditions from coastal estuaries to freshwater ecosystems [4, 13]. In addition, one of them, *Potamopyrgus antipodarum*, known as global invaders and it is originated from The New Zealand. The most common aquatic invertebrate in the world, *Potamopyrgus antipodarum*, is found throughout North America, Europe, Asia, and Australia with the exception of Africa and Antarctica [14]. For nations in a globalized society, biological invasions cause several ecological and economic issues [15]. There are various aspects to this species' expansion strategies. Ship ballast water, aquatic plants, fish, and birds are used to carry them [16]. In Türkiye, it was firstly recorded in 1980 [10]. Then, reports of it came from different places from regions of Aegean, West Mediterranean and Marmara to West Anatolia (Gaziantep) and Black Sea (Kızılırmak) [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28]. With this study, *P. antipodarum* was detected from only one sampling site, Lake Sarikum, with high population density (21.82%) after *Theodoxus*

*fluviatilis* (51.63%). Because of connected to the Black Sea, Lake Sarikum is typically a lagoon lake and eutrophic lake with a brackish characteristic and salinity ranging from 1‰ to 5‰ [29]. Although, benthic macroinvertebrate community structure of Lake Sarikum was investigated by different researchers. *P. antipodarum* was not detected before in the lake. Six species of gastropoda, *Theodoxus fluviatilis*, *Planorbis planorbis*, *Hydrobia ventrosa*, *Valvata* sp., *Bittium reticulatum* and *Rissoa splendida*, had been recorded previously from Lake Sarikum [30, 31]. When compare the results, we can conclude that variations in species composition, richness and diversity are probably the result of changes in the lake's natural conditions. Recently, [28] were reported that *P. antipodarum* was the second dominant species in the Delice River (Kızılırmak River Basin) with 31.43% after *Physella acuta* (46.88%), and *Theodoxus fluviatilis* and *Pseudamnicola natolica* are associated taxa with *P. antipodarum*. As we indicated before *P. antipodarum* can be found in a wide variety of aquatic habitats including lakes, streams, and estuaries. It is reported that the invasion success of *P. antipodarum* is based on different characteristics of the species, such as parthenogenetic reproduction high population growth rates, escape from natural enemies, behavioural traits, and tolerance to a wide variety of physical and chemical conditions [32]. According to the previous literatures, presence of *P. antipodarum* which was not detected in Sarikum Lake before, might be considered as invasive for the lake due to its second dominant population in the area. This species may have spread naturally to this lagoon lake by crawling, floating, drifting on vegetation, dispersing via animal vectors, or dispersing on land.

*Borysthenia naticina*, who has Ponto-Baltic distribution in lakes [11], was detected from only one sampling site, Lake Efteni (Western Black Sea) as dominant gastropoda species (12.07%) with *Planorbis planorbis*. Although distribution of *B. naticina* is primarily confined to eastern Central Europe, Eastern Europe and Türkiye, this species reported as a rare and zoogeographically restricted in Germany and endangered in some other European countries [33]. It is reported that *B. naticina*' distribution in Türkiye includes the Mediterranean [17]. Although typical habitats of *B. naticina* is given as large and medium-sized lowland rivers [33], different researchers have recorded the presence of *B. naticina* previously from the lake (Lakes, Sapanca, Karataş, Eğirdir, Kovada) rather than river (Istranca Stream and Yuvarlakçay) in Türkiye [5]. It is known that especially Prosobranchia species, except *B. naticina*, living in the lake generally prefer lentic and lotic systems isolated from pollutant effects, in poorly vegetation, and with low trophic levels [34]. Lake Efteni, where the species detected area, is a small and shallow lake. Erturk et al. were indicated that the lake is under severe environmental threat in terms of receiving land-based sources of pollutants especially of diffuse character and it is currently in transition from mesotrophic to eutrophic state [35]. *B. naticina*, is known to be euryoecious species, previous data dealing with an ecological characteristics of the *B. naticina* has been supported by our findings from Lake Efteni, whose has mesotrophic to eutrophic state.

The third new record gastropod species for the Black Sea Region, *Melanopsis praemorsa*, is common species inhabiting relatively clear river system in the Mediterranean region. In the present study it was determined in two streams (Kavaklıdere and Kumru rivers) at Eastern Black Sea region.

According to previously Gastropoda species studies, *Viviparus mamillatus*, *Viviparus ater*, *Radix auricularia*, *Radix labiata*, *Stagnicola palustris*, *Lymnaea stagnalis*, *Radix auricularia*, *Radix labiata*, *Stagnicola palustris*, *Physa fontinalis*, *Gyraulus albus* and *Planorbis planorbis* were reported before in Lake Abant [5]. In this study, we were determined only *Viviparus mamillatus* species in the area.

As a result of the study a total of 11 species from Gastropoda were determined. Among the gastropods the most common species is *Gyraulus elenae* (8 stations), *Radix labiata* (7 stations). *Planorbis planorbis* had the highest abundance (64.18%) followed by *Theodoxus fluviatilis* (51.63%) and *Potamopyrgus antipodarum* (21.82%). And also, three species as *Melanopsis praemorsa*, *Potamopyrgus antipodarum* and *Borysthenia naticina* are new records for the Black Sea Region. When the results were compared, it can be concluded that variations in species composition, richness and diversity were probably the result of changes in the lake's natural conditions. The significant loads of organic nutrients (such as phosphorus and nitrogen) were the most important and critical factor influencing trophic changes and species composition in an aquatic ecosystem.

## References:

- [1] Bouchard, R. W. Jr. (2004). *Guide to aquatic invertebrates of the Upper Midwest*. Saint Paul, MN: Water Resources Center, University of Minnesota, 208 p.
- [2] Strong, E. E., Gargominy, O., Ponder, W. F., & Bouchet, P. (2008). Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 149-166.
- [3] Demirsoy, A. (1996). *Genel ve Türkiye zoocoğrafyası "hayvan coğrafyası"*. Meteksan A.Ş. Ankara, 630 s.
- [4] Gérard, C., Blanc, A., & Costil, K. (2003). *Potamopyrgus antipodarum* (Mollusca: Hydrobiidae) in continental aquatic gastropod communities: impact of salinity and trematode parasitism. *Hydrobiologia*, 493, 167-172.
- [5] Gürlek, M. E., Koşal Şahin, S., Dökümcü, N., & Yıldırım, M. Z. (2019). Checklist of the Freshwater Mollusca of Turkey (Mollusca: Gastropoda, Bivalvia). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4), 2992-3013.

- [6] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2020). Çoruh ve Doğu Karadeniz Havzaları Taşkın Yönetim Planının Hazırlanması Projesi Doğu Karadeniz Havzası Taşkın Yönetim Planı Taslak Stratejik Çevresel Değerlendirme Raporu.
- [7] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2019). Batı Karadeniz Havzası Taşkın Yönetim Planı.
- [8] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2019). Kızılırmak Havzası Taşkın Yönetim Planı.
- [9] Zhadin, V. I. (1965). *Mollusks of Fresh and Brackish Waters of the USSR*. Academy of Sciences of the USSR, 368 pp.
- [10] Bilgin, F. H. (1980). Batı Anadolu'nun bazı önemli tatlı sularından toplanan mollusca türlerinin sistematiği ve dağılışı. *Diyarbakır Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 8(2), 1-64.
- [11] Glöer, P. (2002). *Die Süßwassergastropoden Nord und Mitteleuropas, Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung, Hakkenheim, Germany*. Conch-Books.
- [12] Glöer, P., & Meier-Brook, C. (1998). *Süßwassermollusken, Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland*. DJN, Hamburg, 136 pp.
- [13] Arslan, N., Ulukütük, S., & Mercan, D. (2018). Assessment of water quality in three sub-basins of Susurluk River (Northwest Anatolia) according to invertebrates and biotic indices. *Biological Diversity and Conservation*, 11(3), 1-8.
- [14] Ponder, W. F. (1988). *Potamopyrgus antipodarum*-a molluscan colonizer of Europe and Australia. *Journal of Molluscan Studies*, 54, 271-285.
- [15] Alonso, A., & Castro-Díez, P. (2012). Tolerance to air exposure of the New Zealand mudsnail *Potamopyrgus antipodarum* (Hydrobiidae, Mollusca) as a prerequisite to survival in overland translocations. *NeoBiota*, 14, 67-74.
- [16] Alonso, A., & Castro-Díez, P. (2008). What explains the invading success of the aquatic mud snail *Potamopyrgus antipodarum* (Hydrobiidae, Mollusca)? *Hydrobiologia*, 614(1), 107-116.
- [17] Yıldırım, M. Z. (1999). The Prosobranchia (Gastropoda: Mollusca) Species of Turkey and Their Zoogeographic Distribution 1. Fresh and Brackish Water. *Turkish Journal of Zoology*, 23(3), 877-900.
- [18] Ustaoglu, M. R., Balık, S., & Özbek, M. (2001a). Gediz Deltası ve Sazlıgöl (Menemen-İzmir)'ün tatlısu mollusk faunası. Paper presented at the XI. Ulusal Su Ürünleri Symposium, Hatay, Turkey.
- [19] Ustaoglu, M. R., Balık, S., & Özbek, M. (2001b, September). The Mollusc fauna of Lake Işıklı (Çivril-Denizli). *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 18(1-2), 135-139.
- [20] Ustaoglu, M. R., Balık, S., & Özbek, M. (2003). The mollusca fauna of Yuvarlakçay (Köyceğiz, Muğla). *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 20(3-4), 433-438.
- [21] Demir, M. (2003). Shells of Mollusca collected from the seas of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 27, 101-140.
- [22] Özbek, M., Gökoğlu, M., Ustaoglu, M. R., & Sarı, H. M. (2004, October). Kırkgöz (Antalya)'ün tatlısu Mollusca faunası. Paper presented at the Ulusal Su Günleri, İzmir, Turkey.
- [23] Yıldırım, M. Z., Koca Bahadır, S., & Kebapçı, Ü. (2006). Supplement to the Prosobranchia (Mollusca: Gastropoda) Fauna of Freshwater and Brackish Waters of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 30, 197-207.
- [24] Kalyoncu, H., Barlas, M., Yıldırım, M. Z., & Yorulmaz, B. (2008). Gastropods of two important streams of Gökova bay (Muğla, Turkey) and their relationships with water quality. *International Journal of Science & Technology*, 3(1), 27-36.
- [25] Kılıçarslan, I., & Özbek, M. (2010). Contributions to the knowledge on the distribution of freshwater Mollusca species of Turkey. *Review of Hydrobiology*, 3(2), 127-144.
- [26] Kebapçı, Ü., & Yıldırım, M. Z. (2010). Freshwater snails fauna of lakes region (Göller Bölgesi), Turkey. *Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii și comunicari. Științele Naturii*, 26(2), 75-83.
- [27] Gürlek, M. E. (2015). Present distribution and a new locality record of the invasive freshwater mud snail *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) (Gastropoda: Tateidae) in Turkey. *Ecologica Montenegrina*, 2(3), 191-193.
- [28] Odabaşı, S., Arslan, N., Özdilek, Ş. Y., & Odabaşı, D. A. (2019). An Invasion Report of The New Zealand Mud Snail, *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) in Turkish Freshwaters: Delice River and Kocabaş Stream. *Journal of Limnology and Freshwater Research*, 5(3), 213-219.

- [29] Yılmaz, C. (2005). Sarıkum Gölü (Sinop) Ekosistemi. Paper presented at the O.M.Ü. Fen Edeb. Fak. Türkiye Kuvanter Sempozyumu 219-223s.
- [30] Akbulut, M., Öztürk, M., & Öztürk, M. (2002). Sarıkum Gölü ve kaynak sularının bentik makroomurgasız faunası. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 8, 103-119.
- [31] Yardım, Ö., Şendoğan, E., Bat, L., Sezgin, M., & Çulha, M. (2008). Sarıkum Gölü (Sinop) makrobentik Mollusca ve Crustacea faunası. *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 25(4), 301-309.
- [32] Geist, J. A., Mancuso, J. L., Morin, M. M., Bommarito, K. P., Bovee, E. N., Wendell, D., ... Tiegs, S. D. (2022). The New Zealand mud snail (*Potamopyrgus antipodarum*): autecology and management of a global invader. *Biological Invasions*, 24, 905-938.
- [33] Zettler, M. L. (2012). A remarkable record of a very rare freshwater snail *Borysthenia naticina* (Menke, 1845) in North-East Germany compared with three Lithuanian records. *Folia Malacology*, 20, 105-110.
- [34] Hart, C. W., & Samuel L. H. F. (1974). *Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates*. Academic Press, New York.
- [35] Erturk, A., Sivri, N., Şeker, D. Z., Gurel, M., Ozman, A. N., Tanik, A., & Ozturk, I. (2014). Analysis of the distribution of phytoplankton and enteric bacteria in Efteni Lake, Turkey. *African Journal of Microbiology Research*, 8(21), 2144-2154.





## Evaluation of antiproliferative effect of cisplatin and thymoquinone combination on MCF-7 cells

Mete ÖZKOÇ <sup>\*1</sup>, Burçin Sim ÖZBAL <sup>2</sup> ve Ergül MUTLU ALTUNDAĞ <sup>1</sup>  
ORCID: 0000-0003-3557-4349; 0000-0002-0344-8017; 0000-0001-5355-4654

<sup>1</sup>Tıbbi Biyokimya, Tıp Fakültesi, Doğu Akdeniz Üniversitesi, Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs Mersin 10 Türkiye

<sup>2</sup>Tıp Fakültesi, Doğu Akdeniz Üniversitesi, Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs Mersin 10 Turkey, Türkiye

### Abstract

Breast cancer is the second most common cause of death among women and the most frequently diagnosed cancer type in the worldwide. Cisplatin (CDPP), a chemotherapeutic agent, is used in the treatment of breast cancer, but has serious side effects. In addition, the resistance of breast cancer cells such as MCF-7 to cisplatin complicates the treatment. Thymoquinone (TQ), a phytochemical compound found in black cumin, has been applied and investigated as an anticancer agent in different studies. The aim of this in vitro study is to investigate the antiproliferative effect of CDPP and TQ combination on MCF-7 cell line. In this study, MCF-7 cells were treated with different concentrations of TQ, CDDP and thymoquinone:cisplatin combinations (TQ+CDDP) for 24 hours. MTT test were carried out for the cell viability determination and crystal violet staining methods were applied to observe colony formation. The IC<sub>50</sub> value and combination index (CI) values that inhibit 50% of the MCF-7 cell population were calculated using the CompuSyn software program. It was shown that the IC<sub>50</sub> dose of TQ, CDDP and TQ+CDDP on MCF-7 cells were 58 µM, 32 µM and 31 µM+17 µg/mL, respectively, and the CI value was 1.11. In conclusion, single doses of TQ and CDPP were shown to have antiproliferative effects on the MCF-7 breast cancer cell line. It was observed that the combination of TQ+CDDP showed an antiproliferative effect against MCF-7 breast cancer cell line in synergistic or antagonistic effects corresponding to different Fa values.

**Keywords:** thymoquinone, cisplatin, MCF-, antiproliferative effect

----- \* -----

## Sisplatin ve Timokinon Kombinasyonunun MCF-7 Hücrelerindeki Antiproliferatif Etkisinin Değerlendirilmesi

### Özet

Meme kanseri, dünyada kadınlar arasında en sık en sık görülen ikinci ölüm nedeni ve en sık teşhis edilen kanser türüdür. Kemoterapötik bir ajan olan, sisplatin (CDPP), meme kanseri tedavisinde kullanılmakla birlikte ciddi yan etkilere sahiptir. Ayrıca, MCF-7 gibi meme kanseri hücrelerinin cisplatine karşı dirençli olması tedaviyi zorlaştırmaktadır. Çörek otunda bulunan ve fitokimyasal bir bileşik olan timokinon (TQ) farklı çalışmalarda antikanser ajan olarak uygulanmış ve araştırılmıştır. Bu in vitro çalışmadaki amaç, CDPP ve TQ kombinasyonunun MCF-7 hücre hattı üzerindeki antiproliferatif etkisini araştırmaktır.

Bu çalışmada, MCF-7 hücreleri, 24 saat boyunca farklı TQ, CDDP konsantrasyonları ve timokinon:sisplatin kombinasyonları (TQ+CDDP) ile muamele edildi. Hücre canlılığı tayini için MTT testi ve koloni oluşumunu gözlemlemek için kristal viyole boyama yöntemleri uygulandı. MCF-7 hücre popülasyonunun %50'sini inhibe eden (IC<sub>50</sub>) değer ve kombinasyon index (CI) değerleri CompuSyn yazılım programı kullanılarak hesaplandı.

MCF-7 hücreleri üzerinde TQ, CDDP ve TQ+CDDP'nin etkin dozlarının sırasıyla 58 µM, 32 µM ve 31 µM+17 µg/mL olduğu ve bu kombinasyon dozunun Fa=0.5 (IC<sub>50</sub>) olduğu durumda kombinasyon indeks değerinin 1.11 olduğu gösterildi. Sonuç olarak, TQ ve CDPP'nin tekli dozlarının MCF-7 meme kanseri hücre hattı üzerinde antiproliferatif etkiye sahip olduğu gösterildi. TQ+CDDP kombinasyonunun ise farklı Fa değerlerine denk gelen

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905391064302; Fax.: +905391064302; E-mail: ozkocmete@gmail.com

sinerjistik veya antagonistik etkilerde MCF-7 meme kanseri hücre hattına karşı antiproliferatif etki gösterdiği gözlemlendi.

**Anahtar kelimeler:** timokinon, sisplatin, MCF-7, antiproliferatif etki

## 1. Giriş

Meme kanseri kadınlarda en sık rastlanan malignitedir. Hastalığın toplum üzerinde oldukça etkili olması önemli bir halk sağlığı problemi oluşturmakta ve dolayısıyla, tanı ve hedef tedavilerin geliştirilebilmesi için daha fazla moleküler düzeyde araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır [1]. Bugüne kadar geliştirilen bir çok meme kanseri hücre hatları içerisinde MCF-7 hücre hattı, araştırma gruplarının en çok kullandığı hatlardan biri olmuştur [2]. Östrojen ve progesteron gibi hormon reseptörlerini eksprese eden MCF-7 hücre hattı [2], doksorubisin, salvianolik asit, cisplatin ve etoposid gibi antikanser ajanlarına da direnç göstermektedir [3].

Antikanser ajanları içerisinde yaygın bir şekilde kullanılan cisplatin ya da cis-DDP (cis-diamin dikloroplatin(II), CDPP), testis ve over kanserlerinde tedavi edici olarak etkin bir şekilde uygulanmaktadır [4]. Sisplatinin antikanser ajan olarak etki mekanizması, pürin nükleotidlerinin yedinci azot atomuna bağlanarak DNA hasarına neden olması ve aynı zamanda replikasyonu engelleyerek hücre bölünmesini bloke etmesine dayanmaktadır [5]. Sisplatin uygulanmasının nefrotoksisite ve ototoksisite gibi yan etkilerinin yanı sıra, kolorektal [4] ve MCF-7 insan meme kanseri hücre hattının da içinde bulunduğu bazı kanser türlerinin bu ajana karşı direnç göstermesi [6] aşılması gereken sorunlardan biridir.

Yıllarca süregelen *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda doğal bileşenler araştırmacıların odak noktası olmuştur. Bunlardan biri olan ve çörek otunda baskın bir şekilde bulunan Timokinonun (TQ), antioksidan, antiinflamatuvar, antihepatotoksik ve antinefrotoksik, antidiyabetik, antimikrobiyal ve antikanser gibi etkileri detaylıca araştırılmıştır [7]. Yapılan araştırmalar, TQ'nun kanser hücrelerinin bölünmesini, hücre döngüsünü farklı aşamalarda durdurduğunu; ayrıca, proapoptotik faktörleri indükleyip antiapoptotik faktörleri baskılayarak kanser hücrelerinin apoptotik hücre ölümüne devam etmesinde önemli rol oynadığını göstermektedir [8]. TQ ve CDPP kombinasyonunun antiproliferatif etkinliği, NCI-H460 (karaciğer kanseri hücre hattı) ve UMSCC-14C (oral sukamöz kanser hücreleri) gibi çeşitli kanser hücre hatlarında araştırılmıştır [9,10].

Bu *in vitro* araştırmada TQ ve CDDP'nin hem tekli dozlarının hem de oluşturulan kombinasyon dozlarının MCF-7 hücre canlılığı üzerindeki etkisinin araştırılması hedeflenmiştir

## 2. Materyal ve yöntem

### 1.1. Kimyasallar

Meme kanseri hücre hattı (MCF-7), Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu'ndan (ATCC, Manassas, VA) satın alınmıştır. Metanol Sigma-Aldrich firmasından, Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM), dimetil sülfoksit (DMSO) ve Timokinon Merck firmasından temin edilmiştir. Sisplatin ise Koçak Farma'dan satın alınmıştır. Çalışmada kullanılan diğer malzemeler ise TermoFisher Scientific firmasından temin edilmiştir.

### 1.2. Hücre Kültürü

MCF-7 hücreleri, %10 fetal bovin serumu (FBS), %1 Penisilin/Streptomisin ve %1 L-glutamin içeren DMEM besiyerinde, 37°C, %5 CO<sub>2</sub> olacak şekilde ayarlanmış inkübatör içerisinde çoğaltıldı. Yeterince çoğalmış olan MCF-7 hücrelerine çalışma günü, tripsin-EDTA (%0.05) ile müdahale edilerek yapıştıkları flask yüzeyinden serbestleşmeleri sağlandı. Serbestleşen MCF-7 hücreleri 1500 rpm'de 5 dk boyunca santrifüj edildi. Süpernatant atıldı ve hücreler DMEM ile yeniden süspanse edildi. Hücre sayımını gerçekleştirmek üzere 1:1 oranında tripan mavi ile boyanan hücrelerin sayımı gerçekleştirildikten sonra her kuyucukta 1x10<sup>4</sup> hücre olacak şekilde 96 kuyucuklu mikropalaklara ekim yapıldı ve hücrelerin yapışması için bir gün boyunca inkübasyona bırakıldı.

TQ ana stoğu 200 mM olacak şekilde DMSO içerisinde çözüldü ve -20°C'de muhafaza edildi. Sisplatin için 500 µM olan ana stok kullanıldı. Çalışma anında, bir gün önceden mikropalaklara ekilmiş olan hücreler üzerine TQ ve sisplatin ana stoklarından eklendi. Kuyucuklar içerisindeki son hacim DMEM ile 100 µL'ye tamamlanarak, son konsantrasyonların, TQ için 10, 20, 40, 60, 80, 100 µM ve sisplatin için ise 10, 20, 30, 40 ve 50 µg/mL olması sağlandı ve 24 saat boyunca inkübasyona bırakıldı. DMSO'nun son konsantrasyonu %0.1'i geçmeyecek şekilde ayarlandı.

### 1.3. Hücre Canlılığı

Hücre canlılığını test etmek üzere MTT (3-[4,5-dimetiltiazol-2-il]-2,5 difenil tetrazolyum bromür) testi uygulandı. TQ ve sisplatin ile ayrı ayrı müdahale edilen MCF-7 hücreleri üzerine (4 tekrarlı), 24 saatlik inkübasyonun

ardından, her kuyucuğa 10 µL MTT solüsyonu eklendi ve 3 saat boyunca inkübe edildi. İnkübasyondan sonra besiyeri uzaklaştırıldı ve oluşan formazan kristallerini çözmek için her kuyuya 100 µL DMSO ilave edildi. DMSO içerisinde çözünen mor renkli formazan kristalleri Varioskan Flash mikropalak okuyucu (Skanit Software 2.4.5, Thermo Scientific) ile 540 nm dalga boyunda ölçüldü. Elde edilen veriler, TQ ve CDDP'nin hücre canlılığını belirlenmesi için:

$$\text{Hücre Canlılığı (\%)} = \frac{A_{\text{test}} - A_{\text{blank}}}{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{blank}}} \times 100$$

formülü kullanılarak her kuyucuktan elde edilen absorbans değeri için ayrı ayrı hesaplandı. Böylece, TQ ve CDPP'nin kombinasyonu için IC<sub>50</sub> değerleri belirlenerek bu değerler kombinasyon oranının hesaplanmasında kullanıldı.

#### 1.4. Kombinasyon İndeksinin Belirlenmesi

TQ ve CDPP'nin IC<sub>50</sub> değerleri CompuSyn bilgisayar yazılım programında hesaplandıktan sonra kombinasyon çalışması için bir oran belirlendi. TQ+CDPP için dozlar yeniden bu orana göre ayarlandı ve hücre canlılığı testi uygulandı. CDPP ve TQ kombinasyonu için IC<sub>50</sub> değerleri ve kombinasyon indeksleri (CI), Chou ve Talalay'ın [11] medyan etki prensibine göre CompuSyn bilgisayar yazılım programı kullanılarak belirlendi. CompuSyn programı ile hesaplanan kombinasyon indeks değerleri; CI>1 ise antagonistik, CI=1 ise additif ve CI<1 ise sinerjistik etki gösteren değerler olarak değerlendirildi.

#### 1.5. Kristal Viyole Boyama

MCF-7 hücreleri, her kuyuda 5x10<sup>5</sup> hücre olacak şekilde 6 kuyucuklu plakalara ekildi. Yapışan hücreler, TQ ve CDDP'nin IC<sub>50</sub> dozlarında ve üç farklı dozda kombinasyonları ile 24 saat boyunca inkübe edildi. Hücreler daha sonra iki kez soğuk 1x PBS ile yıkandı ve soğutulmuş metanol ile 10 dakika boyunca fikse edildi. Plakalardan metanol aspire edildikten sonra sabitlenmiş hücreler %0.5 kristal viyole solüsyonu (% 25 metanol içinde çözülmüş) ile boyandı ve oda sıcaklığında 10 dakika inkübe edildi. Hücreler, fazlalık boya temizleninceye kadar distile suyla yıkandı ve oda sıcaklığında kurumaya bırakıldı.

#### 1.6. İstatistiksel Analiz

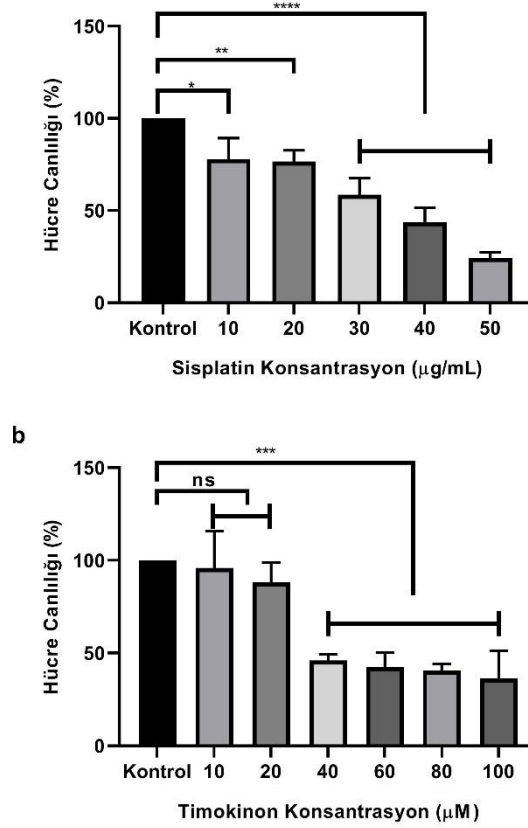
MTT deneyi sonuçlarının istatistiksel analizi Graphpad Prism 9 kullanılarak yapıldı. TQ, CDDP ve TQ+CDDP uygulanmış hücre grupları ile kontrol grupları arasında antiproliferatif etki açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için One-Way ANOVA ve Dunnett'in çoklu karşılaştırma testleri kullanıldı.  $p < 0.05$  olan sonuçlar istatistiksel açıdan anlamlı olarak değerlendirildi.

### 3. Bulgular

#### 1.7. Timokinonun ve Sisplatinin MCF-7 Hücreleri Üzerindeki Antiproliferatif Etkisi

Şekil 1a'da 10, 20, 30, 40 ve 50 µg/mL konsantrasyonlarındaki CDPP'nin MCF-7 hücrelerinin canlılığı üzerindeki etkisi görülmektedir. Buna göre kontrol grubu ile kıyaslandığında 10 ve 20 µM uygulanan gruplarda istatistiksel açıdan anlamlı bir azalma tespit edilirken (sırasıyla  $p < 0.05$ ;  $p < 0.01$ ); 30, 40 ve 50 µg/mL dozlarının uygulandığı gruplarda ileri derecede anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). CDPP'nin IC<sub>50</sub> değeri ise 32 µg/mL olarak hesaplandı.

Şekil 1b'de 10, 20, 40, 60, 80 ve 100 µM konsantrasyonlardaki timokinonun MCF-7 hücrelerinin canlılığı üzerindeki etkisi görülmektedir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 10 ve 20 µM konsantrasyonlarındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı (ns). Buna karşılık, 40, 60, 80 ve 100 µM konsantrasyonlarındaki hücre canlılığı kontrol grubu ile karşılaştırıldığında azalma olduğu ve bu azalmanın istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık gösterdiği saptandı ( $p < 0.001$ ). CompuSyn Software programı kullanılarak fraksiyonel etki (Fa) değerleri üzerinden TQ'nun IC<sub>50</sub> konsantrasyonu 58 µM olarak hesaplandı.



Şekil 1. a. Farklı konsantrasyonlardaki sispilatının hücre canlılığı üzerindeki etkisi. b. Farklı konsantrasyonlardaki timokinonun hücre canlılığı üzerindeki etkisi. ns, anlamlı olmayan farklılık; \*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$ .

### 1.8. TQ ve CDDP Kombinasyonunun MCF-7 Hücreleri Üzerindeki Antiproliferatif Etkisi

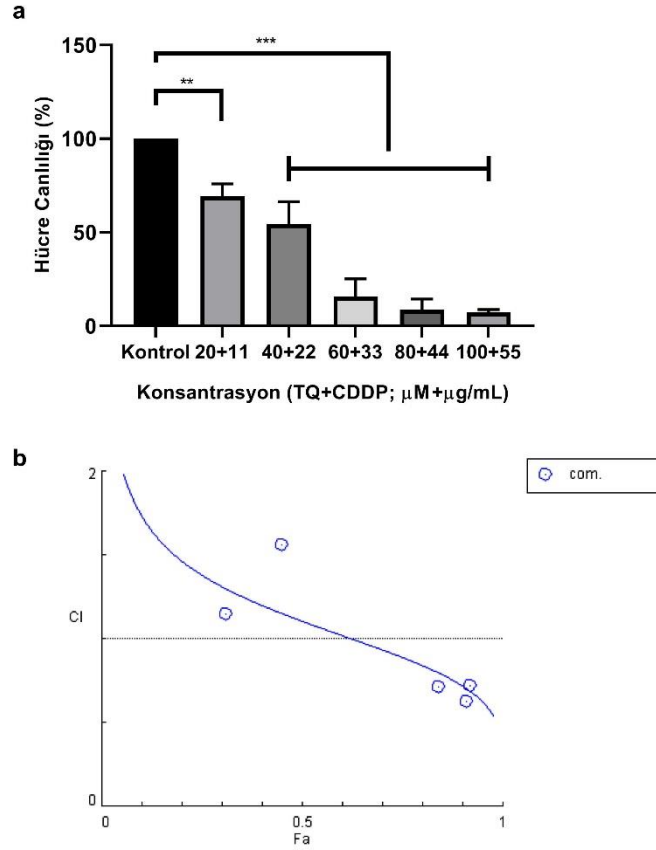
TQ ve CDDP kombinasyon gruplarının hazırlanmasında TQ ve CDDP'nin  $IC_{50}$  değerlerinin birbirine oranı "TQ: CDDP, 1,8:1" olarak belirlendi ve kombinasyon dozları Tablo 1'de verildiği gibi hesaplandı. Bu konsantrasyonlara göre, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında K1'in istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı ( $p < 0.01$ ); K2, K3, K4 ve K5'in ise çok yüksek düzeyde anlamlı farklılık ( $p < 0.001$ ) gösterdiği saptandı (Şekil 2a). CompuSyn Software programı ile MCF-7 hücreleri üzerinde TQ+CDDP kombinasyon uygulamaları sonucunda elde edilen CI (Şekil 2b) ve Fa değerleri ve bunlara denk gelen tanımlamalar Tabloda 1'de verilmiştir. Ayrıca Fa= 0.5 için TQ+CDDP dozu 31 µM+17 µg/mL ve kombinasyon indeksi 1.11 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. MCF-7 hücrelerine uygulanan kombinasyon grupları için belirlenen doz miktarları, CI, Fa değerleri ve tanımlamalar

Gruplar	TQ Konsantrasyonu (µM)	Sisplatin Konsantrasyonu (µg/mL)	Kombinasyon İndeksi (CI)	Fraksiyonel Etki (Fa)	Tanımlamalar
Konsantrasyon 1(K1)	20	11	1.15	0.31	Hafif antagonizm
Konsantrasyon 2 (K2)	40	22	1.56	0.45	Antagonizm
Konsantrasyon 3 (K3)	60	33	0.71	0.84	Orta sinerjizm
Konsantrasyon 4	80	44	0.62	0.91	Sinerjizm



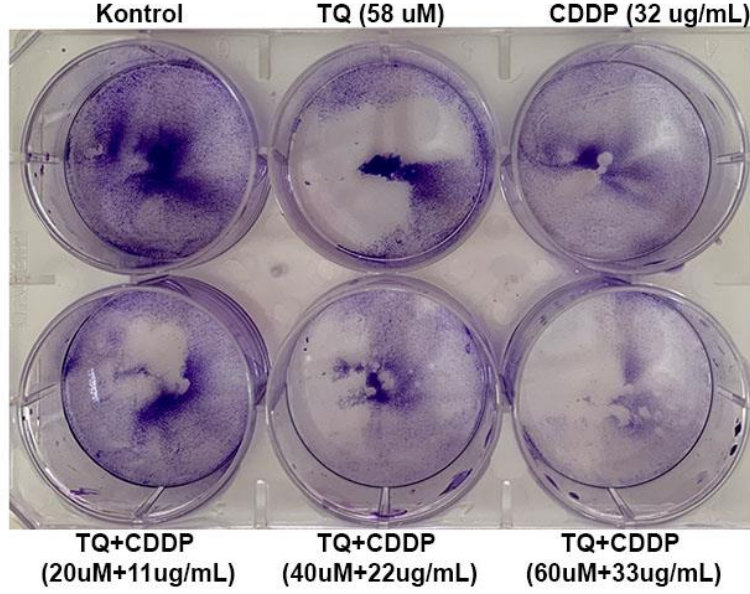
(K4)					
Konsantrasyon (K5)	5	100	55	0.71	0.92
IC <sub>50</sub>		31	17	1.11	0.5
					Orta sinerjizm
					Hafif antagonizm



Şekil 2. a. Farklı konsantrasyonlardaki timokinon ve sisplatin kombinasyonunun hücre canlılığı üzerindeki etkisi. b. Farklı konsantrasyonlardaki timokinon ve sisplatin kombinasyonunun fa değeri ve kombinasyon indeksi grafiği. CI, kombinasyon indeksi; Fa, fraksiyonel etki; com, kombinasyon dozları; ns, anlamlı olmayan farklılık; \*:  $p<0.05$ ; \*\*:  $p<0.01$ ; \*\*\*:  $p<0.001$ .

### 1.9. Koloni Oluşumu

MCF-7 hücrelerinin 6'lı mikro plakalarda koloni oluşumu kristal viyole ile boyanarak gösterilmiş ve göreceli olarak karşılaştırılmıştır (Şekil 3). Buna göre kolonileşmenin diğer gruplara kıyasla kontrol grubunda çok daha fazla olduğu görülmektedir. Kontrol grubuna kıyasla koloni oluşumundaki azalma en fazla TQ+CDD kombinasyonunun 60  $\mu\text{M}+33 \mu\text{g/mL}$  olduğu konsantrasyonunda saptanmış, bunu 40  $\mu\text{M}+22 \mu\text{g/mL}$  ve 20  $\mu\text{M}+11 \mu\text{g/mL}$  konsantrasyonları takip etmiştir.



Şekil 3. Farklı gruplara ait kristal viyole boyama.

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

Kanser tipleri arasında kadınlarda yüksek mortaliteye sebep olan meme kanseri en yaygın kanser türlerinden biridir [12,13]. Bu durum, büyük bir halk sağlığı problemine neden olmakta ve araştırmacıların bu sağlık sorunu üzerine odaklanmalarını arttırmaktadır.

DNA'ya bağlanarak DNA hasarına neden olan, ayrıca replikasyonu ve dolayısı ile hücre bölünmesini engelleyerek etki gösteren sisplatin [5,14] farklı *in vivo* ve *in vitro* modellerde çalışılmıştır. 1978 yılında FDA (Food and Drug Administration) tarafından testis ve mesane kanseri tedavisinde kullanılmak üzere onay almış olan sisplatin, bu güne kadar yaygın bir şekilde testis, yumurtalık, mesane, kolorektal ve akciğer kanseri gibi türlerde etkin bir şekilde kullanılmıştır [15]. Buna karşın içerisinde meme kanserinin de olduğu bazı kanser türlerinin sispilatine karşı dirençli olduğu bilinmekte [2] ve aşılması gereken bir problem olarak araştırmacıların karşısına çıkmaktadır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde sispilatın konsantrasyonlarının değişebildiği görülmüştür [16–19]. Bir çalışmada, 48 ve 72 saat boyunca 10 µg/mL sispilatine maruz bırakılan MCF-7 ve kaspaz-3 geni ile transfekte edilen MCF-7 hücreleri (MCF-7 CASP-3) apoptotik hücre ölümü yolları üzerinden araştırılmış ve karşılaştırılmıştır. Bu çalışmaya göre, sispilatın MCF-7 CASP-3 hücreleri üzerinde MCF-7 hücrelerine kıyasla yaklaşık 50 kat daha etkili olduğu gösterilmiş ve MCF-7 hücrelerindeki sispilatın direncinin kaspaz 3 ile ilişkili olduğu belirtilmiştir [18]. Buna karşılık başka bir çalışmada, farklı dozlarda (1.5-20 µM) uygulanan sispilatın MCF-7 hücre canlılığı üzerindeki etkileri incelenmiş ve 5 saat gibi kısa bir inkübasyon süresinin sonunda sispilatın 20 µM olarak uygulandığı grupta hücrelerin yaklaşık %75'inin öldüğü belirtilmiştir [19]. Bizim, MCF-7 hücrelerine 24 saat boyunca farklı konsantrasyonlarda sispilatın uyguladığımız çalışmamızda sispilatın IC<sub>50</sub> dozu 32 µg/mL olarak hesaplanmış, ayrıca koloni oluşumunun göreceli olarak azaldığı kristal viole boyama ile gösterilmiştir.

Günümüzde bitkilerden, hayvanlardan veya mikroorganizmalardan elde edilen doğal ürünler kanser tedavisinde önemli rol oynamaktadır [20, 27]. Bunlardan biri olan ve çörek otunda bulunan TQ, tümör gelişimini inhibe etme ve kansere karşı koruyucu etkiye sahip olma gibi biyolojik aktivite ile iyi bilinen bir antioksidan moleküldür [9]. Timokinonun, farklı kanser türlerinde ve hatta kanserin farklı aşamalarında (proliferasyon, metastaz ve invazyon) etkin bir şekilde koruyucu olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir [21]. Bir çalışmada TQ'nun 50 µM dozunun 18 saatte hücre canlılığını %20, 24 saatte %30 ve 48 saatte %70 azalttığı, buna karşılık 100 µM dozunun 18 ve 24 saatte hücre canlılığını %80 azalttığı gösterilmiştir [22]. İçerisinde MCF-7'nin de olduğu üç farklı kanser hücre hattı üzerinde yapılan başka bir çalışmada, TQ için 24 saatlik etkin dozun 40 µM olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, TQ'nun MCF-7 hücreleri üzerinde özellikle kaspaz -7, -8 ve -9'un aktivasyonu ile sitotoksik etki göstererek kemoterapötik bir ajan olma özelliğine sahip olabileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca araştırmacılar, p53 protein seviyelerinde hiç bir değişiklik olmamasının, MCF-7 hücrelerinin bu yoldan bağımsız olarak apoptoza devam ettiğini düşünmüş [23], Dastjerdi ve ark. (2016) ise bunun tam tersini iddia etmiştir [24]. Bu çalışmaların aksine Motaghd ve ark. (2013), 24 saat boyunca MCF-7 hücrelerine 25 µM gibi daha düşük bir konsantrasyonda TQ uygulanmasının hücre canlılığını %50 azaltabileceğini göstermiştir [25]. MCF-7 meme kanseri hücrelerine timokinonun tekli dozlarını 10, 20, 40, 60, 80 ve 100 µM olarak uyguladığımız bu çalışmada IC<sub>50</sub> konsantrasyonunu 58 µM olarak bulunmuştur. Koloni oluşumunu incelediğimizde ise 24 saat 58 µM timokinon uyguladığımız grupta kontrol grubuna göre çok daha az koloni oluştuğu görülmüştür. Literatürdeki benzer çalışmalar incelendiğinde bizim belirlediğimiz etkin konsantrasyona yakın

konsantrasyonlar görülmüş olmasına rağmen, konsantrasyonu daha az veya daha fazla belirtilmiş olan araştırmalar da mevcuttur [8].

Son yıllarda doğal ajanlarla ile modern tıpta kullanılan ajanların kombinasyonları sadece kanser değil, bir çok farklı hastalık modeli üzerine yapılan çalışmalarda da oldukça gündeme gelmiştir [20, 26]. Kanser hücreleri üzerindeki kombine tedavilerde doğal ajanların kullanılması, anti kanser ajanlara karşı bir kemoprotektif etki sağlamakta ve ayrıca anti-proliferatif etkinliği arttırmaktadır [10, 26]. Geniş çaplı bir literatür taramasından sonra NCI-H146, UMSSC-14C, A2780 (yumurtalık kanseri hücre hattı) gibi farklı kanser hücre hatlarına timokinon ve sisplatinin kombinasyonunun uygulandığı görülmüş; ancak, MCF-7 hücre hattı üzerinde bu kombinasyonun uygulandığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, TQ+CDDP kombinasyonunun MCF-7 hücrelerindeki anti-proliferatif etkinliğinin gösterildiği ilk çalışma olmuştur.

Önce sisplatin ve timokinonun tekli dozlarının uygulayıp IC<sub>50</sub> değerlerinin belirlendiği bu çalışmada, daha sonra kombinasyon oranı hesaplanarak farklı kombinasyon dozları uygulanmış ve hücre canlılığı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Buna göre, K1 konsantrasyonunda hafif antagonizm, K2 konsantrasyonunda ise antagonizm olduğu görülmüş, K3 ve K5’ de orta sinerjizm, K4’de sinerjizm ve kombinasyonun IC<sub>50</sub> dozunda hafif antagonizm görülmüştür.

Sonuç olarak, iki farklı ajan kullanarak çeşitli kombine dozlar belirlediğimiz çalışmamızda genel olarak ajanlar arasında antagonist bir etki görülmüştür. Sinerjizm görülen dozlarda ise TQ ve CDDP ’nin tekli dozlarından daha yüksek dozlar bulunmuştur. Bu çalışmada belirlediğimiz kombine dozların 24 saat boyunca MCF-7 hücrelerine uygulanması, uygun dozlarda sinerjizm yakalanmadığı için tavsiye edilmemektedir. İleride yapılacak olan çalışmalarda süre faktörünün değiştirilmesi ile iki ajan arasında sinerjizm yakalanabileceği; ayrıca bu kombinasyona ek olarak farklı ajanların eklenmesinin de sinerjizmi arttırabileceği düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- [1] Comşa, Ş., Cîmpean, A.M., Raica, M. (2015). The story of MCF-7 breast cancer cell line: 40 Years of experience in research. *Anticancer Research*. 35, 3147–3154.
- [2] Baguley, B.C., Leung, E. (2011). Heterogeneity of Phenotype in Breast Cancer Cell Lines. In: Gündüz M, Gündüz E, editors. *Breast Cancer. InTECH*; 2011. pp. 245–256.
- [3] Yang, M., Li, H., Li, Y., Ruan, Y., Quan, C. (2018). Identification of genes and pathways associated with MDR in MCF-7/MDR breast cancer cells by RNA-seq analysis. *Molecular Medicine Reports*. 17, 6211–6226. doi:10.3892/mmr.2018.8704
- [4] Cepeda, V., Fuertes, M.A., Castilla, J., Alonso, C., Quevedo, C., Perez, J.M. (2008). Biochemical Mechanisms of Cisplatin Cytotoxicity. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*. 7, 3–18. doi:10.2174/187152007779314044
- [5] Dasari, S., Bernard Tchounwou, P. (2014). Cisplatin in cancer therapy: Molecular mechanisms of action. *European Journal of Pharmacology*. 740, 364–378. doi:10.1016/j.ejphar.2014.07.025
- [6] Yde, C.W., Issinger, O.G. (2006). Enhancing cisplatin sensitivity in MCF-7 human breast cancer cells by down-regulation of Bcl-2 and cyclin D1. *International Journal of Oncology*. 29, 1397–1404. doi:10.3892/ijo.29.6.1397
- [7] Ali, B.H., Blunden, G. (2003). Pharmacological and toxicological properties of *Nigella sativa*. *Phytotherapy Research*. 17, 299–305. doi:10.1002/ptr.1309
- [8] Darakhshan, S., Bidmeshki Pour, A., Hosseinzadeh Colagar, A., Sisakhtnezhad, S. (2015). Thymoquinone and its therapeutic potentials. *Pharmacological Research*. 95–96, 138–158. doi:10.1016/j.phrs.2015.03.011
- [9] Jafri, S.H., Glass, J., Shi, R., Zhang, S., Prince, M., Kleiner-Hancock, H. (2010). Thymoquinone and cisplatin as a therapeutic combination in lung cancer: In vitro and in vivo. *Journal of Experimental and Clinical Cancer Research*. 29, 1–11. doi:10.1186/1756-9966-29-87
- [10] Alaoui, O.M., Noorwali, A., Zahran, F., Al-Abd, A.M., Al-Attas, S. (2017). Cytotoxicity of thymoquinone alone or in combination with cisplatin (CDDP) against oral squamous cell carcinoma in vitro. *Scientific Reports*. 7, 1–12. doi:10.1038/s41598-017-13357-5
- [11] Chou, T.C. (2010). Drug combination studies and their synergy quantification using the chou-talalay method. *Cancer Research*. 70, 440–446. doi:10.1158/0008-5472.CAN-09-1947
- [12] Jemal, A., Bray, F., Ferlay, J. (1999). Global Cancer Statistics: 2011. *CA: A Cancer Journal of Clinicians*. 49, 1,33-64. doi:10.3322/caac.20107.Available
- [13] Scully, O.J., Bay, B.-H., Yip, G., Yu, Y. (2012). Breast Cancer Metastasis. *Cancer Genomics & Proteomics*. 9, 311–320. doi:10.1007/978-981-32-9620-6\_9
- [14] Kelland, L. (2007). The resurgence of platinum-based cancer chemotherapy. *Nature Reviews Cancer*. 7, 573–584. doi:10.1038/nrc2167
- [15] Galluzzi, L., Senovilla, L., Vitale, I., Michels, J., Martins, I., Kepp, O., et al. (2012). Molecular mechanisms of cisplatin resistance. *Oncogene*. 31, 1869–1883. doi:10.1038/onc.2011.384

- [16] Pogribny, I.P., Filkowski, J.N., Tryndyak, V.P., Golubov, A., Shpileva, S.I., Kovalchuk, O. (2010). Alterations of microRNAs and their targets are associated with acquired resistance of MCF-7 breast cancer cells to cisplatin. *International Journal of Cancer*. 127, 1785–1794. doi:10.1002/ijc.25191
- [17] Chavoshi, H., Vahedian, V., Saghaei, S., Pirouzpanah, M.B., Raeisi, M., Samadi, N. (2017). Adjuvant therapy with silibinin improves the efficacy of paclitaxel and cisplatin in MCF-7 breast cancer cells. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. 18, 2243–2247. doi:10.22034/APJCP.2017.18.8.2243
- [18] Jänicke, R., Anderson, M., Jänicke, R., Deveraux, Q.L., Krajewski, S., Ja, R.U., et al. Caspase-3 is essential for procaspase-9 processing and cisplatin-induced apoptosis of MCF-7 breast cancer cells. *Cancer Research*. , 4386–4390.
- [19] Crescenzi, E., Varriale, L., Iovino, M., Chiaviello, A., Veneziani, B.M., Palumbo, G. (2004). Photodynamic therapy with indocyanine green complements and enhances low-dose cisplatin cytotoxicity in MCF-7 breast cancer cells. *Molecular Cancer Therapeutics*. 3, 537–544. doi:10.1158/1535-7163.537.3.5
- [20] Nobili, S., Lippi, D., Witort, E., Donnini, M., Bausi, L., Mini, E., et al. (2009). Natural compounds for cancer treatment and prevention. *Pharmacological Research*. 59, 365–378. doi:10.1016/j.phrs.2009.01.017
- [21] Imran, M., Rauf, A., Khan, I.A., Shahbaz, M., Qaisrani, T.B., Fatmawati, S., et al. (2018). Thymoquinone: A novel strategy to combat cancer: A review. *Biomedicine and Pharmacotherapy*. 106, 390–402. doi:10.1016/j.biopha.2018.06.159
- [22] Aslan, M., Afşar, E., Kırımlıoğlu, E., Çeker, T., Yılmaz, Ç. (2021). Antiproliferative Effects of Thymoquinone in MCF-7 Breast and HepG2 Liver Cancer Cells: Possible Role of Ceramide and ER Stress. *Nutrition and Cancer*. 73, 460–472. doi:10.1080/01635581.2020.1751216
- [23] Woo, C.C., Loo, S.Y., Gee, V., Yap, C.W., Sethi, G., Kumar, A.P., et al. (2011). Anticancer activity of thymoquinone in breast cancer cells: Possible involvement of PPAR- $\gamma$  pathway. *Biochemical Pharmacology*. 82, 464–475. doi:10.1016/j.bcp.2011.05.030
- [24] Dastjerdi, M.N., Mehdiabady, E.M., Iranpour, F.G., Bahramian, H. (2016). Effect of thymoquinone on P53 gene expression and consequence apoptosis in breast cancer cell line. *International Journal of Preventive Medicine*. 2016-April, 3–8. doi:10.4103/2008-7802.180412
- [25] Motaghd, M., Al-Hassan, F.M., Hamid, S.S. (2013). Cellular responses with thymoquinone treatment in human breast cancer cell line MCF-7. *Pharmacognosy Research*. 5, 200–206. doi:10.4103/0974-8490.112428
- [26] Aggarwal, B.B., Ichikawa, H., Garodia, P., Weerasinghe, P., Sethi, G., Bhatt, I.D., et al. (2006). From traditional Ayurvedic medicine to modern medicine: Identification of therapeutic targets for suppression of inflammation and cancer. *Expert Opinion on Therapeutic Targets*. 10, 87–118. doi:10.1517/14728222.10.1.87
- [27] Soyocak A., Koç, G. (2020). Effect of black grape extract on MMP-9 gene expression in breast cancer cells. *Biological Diversity and Conservation*. 824105, 194-199. doi: 10.46309/biodicon.ü.





## A research on the flora and general vegetation structures of some caves and potholes (Mersin/Türkiye)

Ahmet Zafer TEL<sup>1</sup>, İshak ORTAÇ<sup>2</sup>, Ergün ÖZUSLU<sup>\*3</sup>  
ORCID: 0000-0002-1204-3839; 0000-0002-5880-8438; 0000-0002-4480-8365

<sup>1</sup>İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 76000 İğdır, Türkiye

<sup>2</sup>Adıyaman Çocuk Evleri Sitesi Müdürlüğü, 02040 Adıyaman, Türkiye

<sup>3</sup>Gaziantep İslam bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 27010 Gaziantep, Türkiye

### Abstract

This study was carried out to investigate the general vegetation and floristic structure of Astım Cave and Cennet-Cehennem Potholes, Aşağı Dünya Pothole (Akhayat), Kuruçay, Kepez, Zekerce, Gilindere, Köşkbükü and Taşkuyu Caves in Mersin (Türkiye), which are natural and cultural sites. This study was carried out between 2014 and 2016. The collected plants were dried, turned into herbarium material and identified. In the study, a total of 115 taxa belonging to 46 families and 102 genera were determined. It was found that three of these taxa were endemic and the rate of endemism was 2.60%. Endemic taxa detected in the study; *Alkanna hispida* Hub.-Mor. (Endangered-EN), *Phlomis leucophracta* Hub.-Mor. (Nearly Endangered-NT) and *Stachys rupestris* Montbret & Aucher ex Bentham (Least Concern-LC). In the phytogeographic regions of the plants, 2 taxa are Euro-Siberian (1.73%), 7 taxa are Irano-Turanian (6.08%), 12 taxa are Widespread (10.43%), 38 taxa are unknown (33.04%), and 56 taxa are Mediterranean (48.69%) has been determined.

**Key words:** natural site, flora, cave, Mersin, pothole

----- \* -----

## Bazı mağara ve obrukların (Mersin/Türkiye) flora ve genel vejetasyon yapıları üzerine bir araştırma

### Özet

Bu çalışma Mersin (Türkiye) ilindeki doğal ve kültürel sit özelliği taşıyan Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obrukları, Aşağı Dünya Obruğu (Akhayat), Kuruçay, Kepez, Zekerce, Gilindere, Köşkbükü ve Taşkuyu Mağaralarının genel vejetasyon ve floristik yapısını araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu çalışma 2014 ile 2016 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Toplanan bitkiler kurutularak herbaryum materyali haline getirilmiş ve teşhisleri yapılmıştır. Araştırmada 46 familya 102 cinse ait, toplam 115 takson belirlenmiştir. Bu taksonlardan üç tanesinin endemik olduğu ve endemizm oranının %2.60 olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada tespit edilen endemik taksonlar; *Alkanna hispida* Hub.-Mor. (Tehlikede - EN), *Phlomis leucophracta* Hub.-Mor. (Neredeyse Tehdit Altında - NT) ve *Stachys rupestris* Montbret & Aucher ex Bentham (En az endişe verici - LC)'dir. Bitkilerin fitocoğrafik bölgelerinde 2 taksonun Avrupa-Sibirya (%1.73), 7 taksonun İran-Turan (%6.08), 12 taksonun Geniş yayılışlı (%10.43), 38 taksonun fitocoğrafik bölgesi bilinmeyen (%33.04) ve 56 taksonun Akdeniz (%48.69) elementi olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** doğal sit, flora, mağara, Mersin, obruk

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +903429097500; Fax.: +908502589800; E-mail: ergun.ozuslu@gibtu.edu.tr

## 1. Giriş

Türkiye Florası üzerine ilk çalışmalar Joseph Pitton Tournefort ve Pierre Edmond Boissier tarafından yapılmıştır [1]. Türkiye Florası üzerine kapsamlı bir çalışma Peter Hadland Davis tarafından yapılmış ve dokuz esas ve bir ek cilt olarak yayımlanmıştır [2,3]. İkinci ek cilt Güner ve arkadaşları tarafından 2000 yılında yayımlanmıştır [4]. Günümüzde ise Resimli Türkiye Florasının hazırlık çalışmaları devam etmekte olup ilk üç cildi yayımlanmıştır [5,6,7]. Türkiye damarlı bitkiler listesine göre Türkiye Florasında toplam bitki taksonu sayısı 11707 olarak belirlenmiştir. Bu taksonların 3649'unun endemik ve endemizm yüzdesinin %31.82 olduğu belirlenmiştir [8]. Türkiye damarlı bitkiler listesinin 2012 yılında yayımlanmasının ardından 2013-2019 yıllarını kapsayan dönemde Türkiye florasına 638 yeni takson daha eklenmiştir [9,10,11,12]. Bu sayılar yeni çalışmalarla her geçen gün daha da artmaktadır.

Holoarktik flora âleminin Doğu Akdeniz bölümü floristik açıdan zengin bir bölgedir [13]. Bu bölge zengin bir floristik yapıya sahip olmasına rağmen yapılan çalışmalar son derece sınırlıdır. Araştırma alanına yakın bölgelerde floristik çalışmalar yapılmış olsa da birçok alanda floristik çalışma halen yapılmamıştır. Bu çalışma Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan Mersin ilinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanımız olan Mersin ili sınırlarındaki mağaralarda daha önce doğrudan flora tespitine yönelik bir çalışma da bulunmamaktadır. Bu bakımdan yaptığımız çalışma Mersin ilindeki mağaraların bitki örtüsünün belirlenmesi açısından önem arz etmektedir.

Araştırma alanına yakın bölgelerde yapılan araştırmalarda; Mersin Üniversitesi Kampüs Alanı Florasının Tespiti isimli çalışmada 29 familya, 67 cins ve 75 takson bulunduğu [14], Kozlar Yaylası Florası (Mersin) üzerine Araştırmalar isimli çalışmada 272 tür tespit edildiği [15], The Flora of Cocakdere valley (Aslanköy-Mersin) adlı çalışmada 73 familya ve 282 cinse ait 506 takson tespit edildiği [16], Cehennemdere Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda 1786 adet bitki bulunduğu [17], Anamur Antik Kenti ve çevresinin (Mersin) florası adlı çalışmada 74 familya, 260 cinse dahil 510 bitki tespit edildiği [18], Kaş Yaylası ve çevresinin florası isimli çalışmada 73 familya ve 470 takson tespit edildiği [19], Gülek Boğazı'nın Florası isimli çalışmada 82 familya ve 370 cinse ait 839 takson tespit edildiği [20], Anamur (Mersin) Yaylalarının Florası adlı çalışmada 109 familya ve 390 cinse ait, 611 takson tespit edildiği, Türkiye Florası İçin Yeni Dianthus (Caryophyllaceae) Kayıtları adlı çalışmada Mersin'den Türkiye için yeni Dianthus kaydı verildiği [21], Mersin Üniversitesi Herbaryumu'nda Teşhis Edilmeyen Asteraceae, Fabaceae Ve Lamiaceae Familyaları Üzerine Bir Çalışma isimli çalışmada Asteraceae, Fabaceae ve Lamiaceae familyasından toplamda 83 cins ve 214 takson teşhis edildiği [22], Mersin İli Geofit Bitki Zenginliği isimli çalışmada 23 familya, 68 cinse ait olan 256 geofit taksonu belirlendiği [23], Doğal ve kültürel korunan alan statüsünde olan Hatay ilinin doğal ve kültürel sit alanlarının florasında 52 familyaya ve 129 cinse ait toplam 155 takson belirlendiği [24], Kahramanmaraş İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Florası Üzerine Bir Çalışmada 41 familya ve 77 cinse ait toplam 86 takson bulunduğu [25], Karatepe-Aslantaş Milli Parkı ve Bazı Doğal/Kültürel Koruma Alanları Üzerine Floristik Bir Araştırmada 59 familya, 139 cinse ait toplam 164 takson tespit edildiği [26], Adana İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Üzerine Floristik Bir Çalışmada 70 familya ve 180 cinse ait 219 takson belirlendiği [27] ve Gazihan Dede Mesire Alanı (Adıyaman) Florasında 55 familya ve 178 cinse ait 223 tür, 54 alt tür ve 20 varyete olmak üzere toplam 297 takson tespit edildiği belirlenmiştir [28].

Bu araştırmada Mersin ilinde bulunan ve doğal sit özelliği taşıyan Astım, Kuruçay, Kepez, Zekerce, Gilindere, Köşekbükü, Taşkuyu Mağaraları, Cennet-Cehennem ve Akhayat Obruqları'nın genel vejetasyon ve floristik yapısını belirlemek ve bölgede yapılan floristik araştırmalara katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

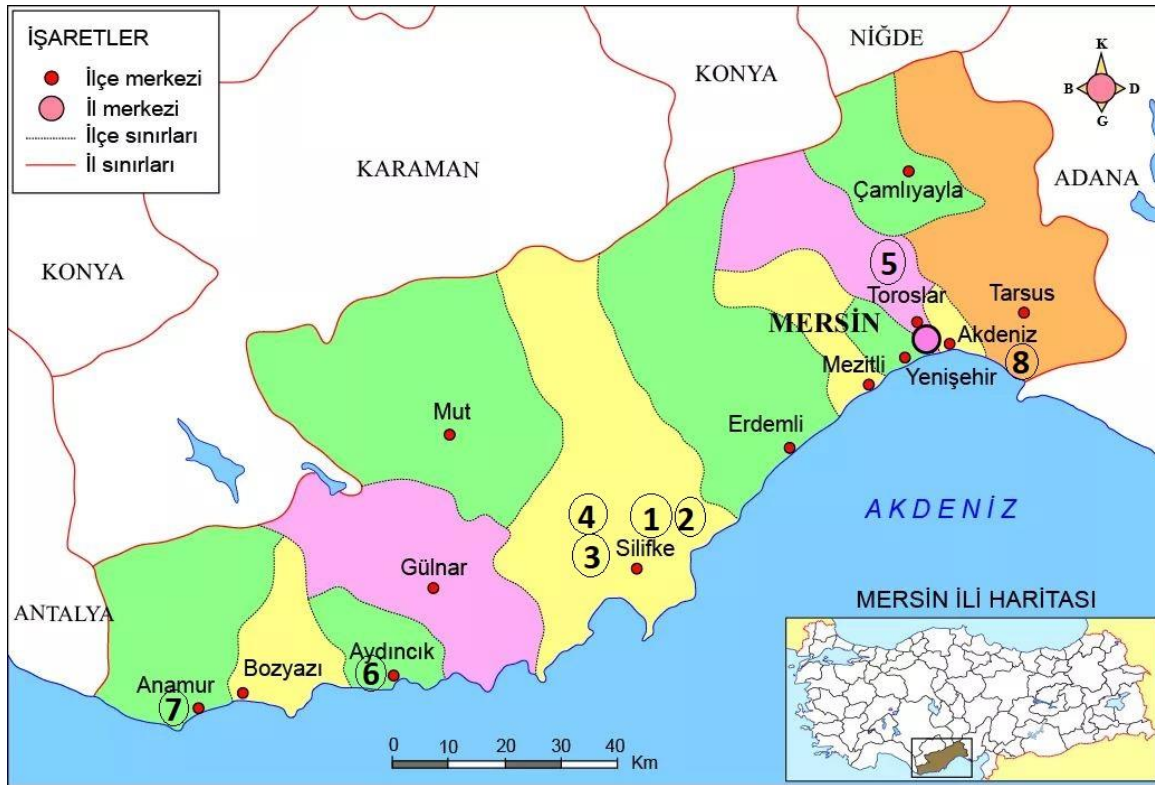
Bu araştırmanın materyali 2014-2016 yılları arasında araştırma alanlarında gözlemlenen ve toplanan bitki örnekleridir. Toplanan bitkiler kurutularak herbaryum materyali haline getirilmiş, alanda yapılan gözlemlerde teşhis edilemeyen bitkilerin teşhislerinde Türkiye ve Doğu Ege Adaları ve Resimli Türkiye Florası adlı eserler kullanılmıştır [2,3,4,5,6,7]. Teşhisinde zorluk yaşanan bazı bitkilerin teşhisleri Ahmet İlçim ve Ergün ÖZUSLU tarafından yapılmıştır. Toplanan bitki örnekleri Adıyaman Üniversitesi Herbaryumunda muhafaza edilmektedir. Bitkilerin listesi açık tohumlu ve kapalı tohumlu, monokotil ve dikotil bitkiler olarak alfabetik şekilde verilmiştir. Floristik liste verilirken familya adı, takson adı, Türkçe adı (bitki isminden sonra tırnak içerisinde), lokalite, bitkinin toplanma tarihi, fitocoğrafik bölgesi, endemizm durumu, toplayıcı numarası ve tehlike kategorileri sırasında verilmiştir. Lokalite bilgisi numara ile belirtilmiştir [8,29]. Bitki isimleri verilirken Uluslararası Bitki İsimleri İndeksi, The Plant List ve Bizim Bitkiler web sitelerine göre kabul edilenler kullanılmıştır [30,31,32]. Türkçe bitki isimleri Türkiye Bitkileri Listesi'ne göre verilmiştir [8]. Çalışma alanında tespit edilen bulgular yakın bölgelerde yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırılmış ve tartışılmıştır. Mersin il sınırları içerisinde bulunan çalışma alanları numaralandırılarak Şekil 1'de gösterilmiş ve Tablo 1'de koordinat ve genel özellikleri verilmiştir. Buna göre: (1) Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obruqları, (2) Aşağı Dünya Obruğu (Akhayat), (3) Kuruçay Mağarası, (4) Kepez Mağarası, (5) Zekerce Mağarası, (6) Gilindere Mağarası, (7) Köşekbükü Mağarası, (8) Taşkuyu Mağarası'dır. Tür listesindeki kısaltmalar şöyledir; İr.-Tur. Elm.: İran Turan Elementi; Akd. Elm.: Akdeniz Elementi; D. Akd. Elm.: Doğu Akdeniz Elementi; Av.-Sib. Elm.: Avrupa Sibiryaya Elementi; Ge. Yay.: Geniş Yayılışlı; End.: Endemik; EN: Tehlikede; LC: En az endişe verici; CR: Kritik; NT: Tehdit altında; VU: Zarar görebilir; DD: Veri yetersiz.

### 3. Bulgular

Doğu Akdeniz Bölgesi içerisinde yer alan çalışma alanı Mersin illinde bulunan doğal ve kültürel sit özelliği taşıyan Astım, Kuruçay, Kepez, Zekerce, Gilindere, Köşkbükü, Taşkuyu Mağaraları, Cennet-Cehennem ve Akhayat Obruکلarı olmak üzere sekiz lokaliteyi kapsamaktadır. Araştırma sahası, Türkiye florasındaki kareleme sistemine göre C4 ve C5 karesi içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanlarının listesi ve çalışma alanlarının genel özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışma alanlarının listesi ve genel özellikleri

No	Çalışma Alanı	Büyüklüğü (hektar)	Koordinatları
1	Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obruکلarı	10.4	36° 26' 57. 60" Kuzey 34° 06' 10. 78" Doğu ve 36° 27' 07. 16" Kuzey 34° 06' 21. 06" Doğu
2	Aşağı Dünya Obruğu (Akhayat)	22.1	36° 27' 23. 91" Kuzey 34° 04' 14. 14" Doğu
3	Kuruçay Mağarası	0.16	36° 26' 12. 71" Kuzey 34° 06' 01. 58" Doğu
4	Kepez Mağarası	0.56	36° 32' 09. 16" Kuzey 34° 02' 01. 92" Doğu
5	Zekerce Mağarası	1.09	37° 01' 20. 01" Kuzey 34° 17' 24. 85" Doğu
6	Gilindere Mağarası	560.27	36° 08' 38. 12" Kuzey 33° 19' 12. 11" Doğu
7	Köşkbükü Mağarası	0.24	36° 04' 05. 18" Kuzey 32° 51' 51. 19" Doğu
8	Taşkuyu Mağarası	0.816	36° 57' 01. 22" Kuzey 34° 47' 14. 63" Doğu



Şekil 1. Çalışma alanlarının yer gösterim haritası [33]

#### 3.1. Araştırma alanlarının özellikleri

##### 3.1.1. Astım mağarası ve cennet cehennem obruکلarı

Astım Mağarası ve Cennet Cehennem Obruکلarı Mersin ilinin Silifke ilçesinde bulunmaktadır. Alan, I. derece doğal ve III. derece arkeolojik korunan alan statüsündedir. Astım Mağarası yaklaşık 0.5 hektar büyüklüğe sahiptir. Alanda mevcut turizm faaliyetleri ve tesisleri alanın doğallığını bozmuştur. Alan, fundalık vasfı taşımaktadır. Cennet Cehennem Obruکلarı yaklaşık 9.9 hektar büyüklüğe sahiptir. Cennet obruğunun 200 m ilerisinde Cehennem çukuru bulunmakta ve yaklaşık 135 m derinliğindedir. Cehennem obruğu 110 m derinliğine sahip olup karstik yeraltı akarsuyunun açmış olduğu bir yeraltı mağara sistemi tavanını aşındırıp çökmesi sonucu oluşmuştur. Alanda toplam 37 flora taksonu belirlenmiştir. Çevresindeki bitki örtüsü Akdenizin tipik çalı formu olan *Quercus coccifera* L., *Pinus brutia* Ten., *Phillyrea lathifolia* L., *Jasminium fruticans* L., *Cistus salvifolius* L. gibi maki elemanlarından oluşmaktadır. Bunlara ilave olarak *Anchusa aegyptiaca* (L) DC.'nin ilk kayıdından [34] sonra ikinci defa bu çalışmada toplanılmıştır.

### 3.1.2. Aşağı dünya (Akhayat) obruğu

Bu obruk Mersin ilinin Silifke ilçesinde bulunmaktadır. Bu alan, I. derece doğal korunan alan olarak ilan edilmiştir. Yaklaşık 22.1 ha'lık büyüklüğe sahiptir. Bulunduğu konum ve jeolojik yapısından dolayı bozulmamış nadir alanlardandır. Alan tamamıyla fundalıktır. Doğal sit alanında toplam 34 flora taksonu belirlenmiştir. Obruk içerisinde mağaralar bulunmaktadır. Obruk içerisinde çalı-ağaç formunda *Ceratonia siliqua* L., *Laurus nobilis* L., *Phillyrea latifolia* L., *Quercus coccifera* L., *Styrax officinalis* L. türlerine rastlanırken obruk girişinde endemik *Stachys rupestris* Montbret & Aucher ex Bentham ve *Alkanna hispida* Hub.-Mor. türleri tespit edilmiştir.

### 3.1.3. Kuruçay mağarası

Kuruçay mağarası, Mersin ilinin Silifke ilçesinde bulunmaktadır. I. derece doğal korunan alandır. Alan yaklaşık 0.16 hektar büyüklüğe sahip olup fundalık özelliği göstermektedir. Kuruçay Mağarası yaklaşık 0-30 metre yükseltiye sahip karstik bir mağaradır. Alanda toplam 29 flora taksonu belirlenmiştir. Kritik tür olarak değerlendirilen takson yoktur. Mağara çevresinde maki elemanları gözlenmiştir. Alanda ağaç-çalı formunda *Ceratonia siliqua* L., *Coronilla emerus* L. subsp. *emeroides* (Boiss. & Sprun.) Uhrova, *Calicotome villosa* (Poiret) Link, *Arbutus unedo* L., *Paliurus spina-christi* Miller, *Olea europaea* L. var. *sylvestris* (Miller) Lehr türleri gözlenmiştir.

### 3.1.4. Kepez mağarası

Kepez mağarası, Mersin ilinin Silifke ilçesinde bulunmaktadır. Alan I. derece doğal korunan alan olarak ilan edilmiştir. Alanın çevresi tarımsal alan olarak kullanılmaktadır. Kepez Mağarası 0.56 hektar alan kaplamakta olup, fundalık alan vasfı taşımaktadır. Çalışma alanı yaklaşık 790 metre yükseltiye sahiptir. Doğal sit alanında toplam 13 flora taksonu belirlenmiştir. Kritik tür olarak değerlendirilen takson tespit edilmemiştir. Mağara çevresi kalker kayalıklardan oluşmuş olup, habitat genel olarak kaya habitatu ve arasındaki boşluklardan oluşmaktadır. Alanda çalı formunda *Phillyrea latifolia* L., *Laurus nobilis* L., *Cistus creticus* L., *Arbutus unedo* L., *Quercus coccifera* L., *Coronilla emerus* L. subsp. *emeroides* (Boiss. & Sprun.) Uhrova, *Calicotome villosa* (Poiret) Link gibi bitkiler gözlenmiştir.

### 3.1.5. Zekerce mağarası

Zekerce Mağarası Mersin ilinin Toroslar ilçesinde bulunmaktadır. Alan I. derece doğal korunan alan olarak tespit edilmiştir. Alan korunaklı olup, çalı vejetasyonu ile çevrilidir. Dağın eteklerinde kiraz ve şeftali bahçeleri bulunmaktadır. Alanda *Juniperus drupacea* Lab., *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, *Cedrus libani* A. Rich., *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, *Quercus coccifera* L., *Onobrychis cornuta* (L.) Desv., *Rosa canina* L., *Asphodeline taurica* (Pallas) Kunth türleri bulunmaktadır. Zekerce Mağarası toplam olarak 1.09 hektar alan kaplamaktadır. Alanın tamamı orman vasfındadır. Zekerce mağarası sarkıt-dikitleri içermeyen karstik yapılı kireçtaşlarından meydana gelmiş yaklaşık 1600-1650 metre yükseltiye sahip yayla üzerinde yer alan bir topoğrafya sergilemektedir. Alanda toplam 18 flora taksonu belirlenmiştir.

### 3.1.6. Gilindere mağarası

Gilindere Mağarası Mersin ilinin Aydıncık ilçesinde bulunmaktadır. Alan, I. derece doğal sit alanıdır. Aynı zamanda "Gilindere Mağarası Tabiat Anıtı" olarak ilan edilmiştir. Alan, yaklaşık 560.27 hektar büyüklüğe sahiptir. Alanın bulunduğu kıyı şeridinde orman ve çalı formasyonu göze çarpmaktadır. *Pinus brutia* Ten. formasyonu hakimdir. I. Derece sit alanı olan alan, yaklaşık 12 km'lik bir kıyı şeridinde sahiptir. Deniz ve kıyı çizgisinin girintili çıkıntılı olduğu alanda irili ufaklı burunlar ve koylar yer almaktadır. Dik eğime ve sarp bir arazi yapısına sahiptir. Kalker kayalıklardan oluşan alanda ağaç-çalı formunda *Teucrium creticum* L., *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach, *Calicotome villosa* (Poiret) Link, *Genista acanthoclada* DC, *Olea europaea* L. var. *sylvestris* (Miller) Lehr, *Pinus brutia* Ten. ve otsu *Asphodelus aestivus* Brot, *Anthyllis vulneraria* L. subsp. *boissieri* (Sag) Bornm., *Papaver rhoeas* L., *Senecio vernalis* Waldst. & Kit. ve endemik *Alkanna hispida* Hub.-Mor. taksonları göze çarpar. Alanda toplam 28 flora taksonu belirlenmiştir. Doğal sit alanında tespit edilen 28 taksondan "kritik tür" olarak *Alkanna hispida* Hub.-Mor. (Kıllı havacıva) bulunmaktadır.

### 3.1.7. Köşebükü mağarası

Köşebükü Mağarası Mersin ilinin Anamur ilçesinde bulunmaktadır. Alan I. derece doğal sit olarak ilan edilmiştir. Alan 0.24 hektar alan kaplamakta olup orman vasfı taşımaktadır. Alanda *Pinus brutia* Ten., *Nerium oleander* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner subsp. *antitaurica* Yalt., *Cistus creticus* L., *Cercis sliquastrum* L. subsp. *hebecarpa* (Bornm.) Yalt., *Ceratonia siliqua* L., *Quercus coccifera* L., *Quercus cerris* L. var. *cerris*, *Ficus carica* L. *rupestris* (Hauskn.) Browicz, *Olea europaea* L., *Styrax officinalis* L., gibi maki elemanları genel vejetasyon yapısını oluşturmaktadır. Alan ve çevresi yaklaşık 150 metre yükseltiye sahiptir. Doğal sit alanında toplam 32 flora taksonu belirlenmiştir.

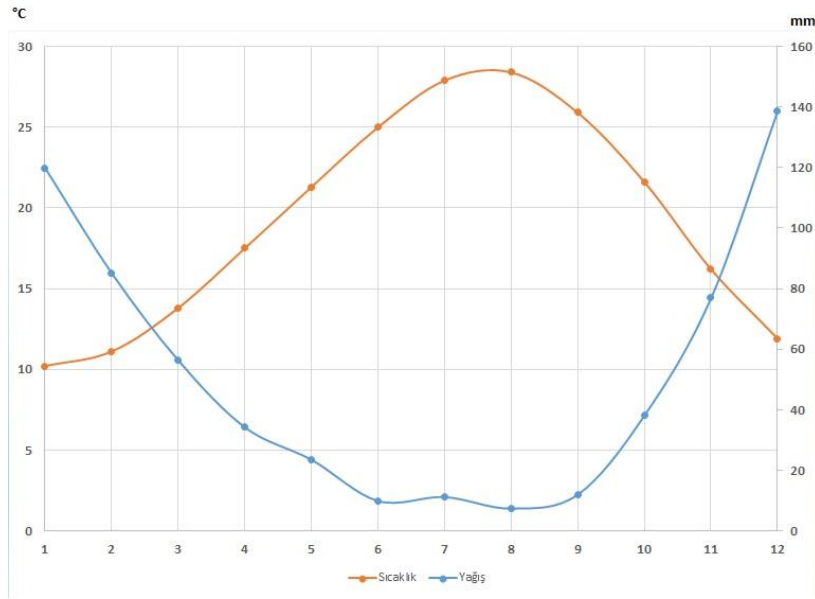
### 3.1.8. Taşkuyu Mağarası



Taşkuyu mağarası Mersin ilinin Tarsus ilçesinde bulunmaktadır. Alan, I. derece doğal sit olarak ilan edilmiştir. Taşkuyu mağarası toplam olarak 0.816 hektar alan kaplamaktadır. Çalışma alanı yoğun sarkıt dicit ve sütun bloklardan oluşan bir jeomorfolojiye sahip tipik bir mağaradır. Alan fundalıktır. Alanda toplam 5 flora taksonu belirlenmiştir. Bunlar; *Anagyris foetida* L., *Calicotome villosa* (Poiret) Link, *Quercus coccifera* L., *Drimia maritima* (L.) Stearn, *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach türleridir. Alanda ruderal bir vejetasyon gözlenmiştir.

### 3.2. İklim özellikleri

Çalışma alanlarının bulunduğu Mersinde sıcaklık ortalaması 19.2 °C, yıllık yağış ortalaması 965 mm'dir. Alanda maksimum yıllık sıcaklık 33.5 °C, minimum sıcaklık ortalamasının ise 5.8 °C olduğu görülmüştür. Ortalama en yüksek sıcaklığın en fazla olduğu ay Ağustos'tur. Sıcaklık değeri 44.2 °C'dir. En düşük ortalama maksimum sıcaklık ocak ayında olup 22.5 °C'dir [35]. İklim diyagramına göre alanda kurak dönemin Şubat ayı sonu Kasım ayı başı arasında olduğu görülmektedir. Şekil 2'de Mersin ilinin iklim diyagramı verilmiştir.



Şekil 2. Mersin ili iklim diyagramı

Araştırma alanlarında 46 familya, 102 cinse ait toplam 115 takson tespit edilmiştir (Ek 1). Bu taksonların çalışma alanlarına göre dağılımı; Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obrukları 37, Aşağı Dünya Obruğu (Akhayat) 34, Kuruçay Mağarası 29, Kepez Mağarası 13, Zekerce Mağarası 18, Gilindere Mağarası 27, Köşekbükü Mağarası 32, Taşkuyu Mağarasında 5 takson şeklindedir. Belirlenen bitkilerin fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı ise İran-Turan 7 takson (%6.08), Avrupa-Sibirya 2 takson (%1.73), Geniş Yayılışlı 12 takson (%10.43), bilinmeyen 38 (%33.04) ve Akdeniz (Doğu Akdeniz dahil) 56 takson (%48.69) şeklindedir (Tablo 2).

Tablo 2. Taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı

Fitocoğrafik Bölge	Takson Sayısı	Oran (%)
Akdeniz	56	48.69
Avrupa - Sibirya	2	1.73
İran - Turan	7	6.08
Geniş Yayılışlı	12	10.43
Bilinmeyen	38	33.04

Yapılan araştırmada çalışma alanlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obruklarında 23 familya 37 cinse ait toplam 37 takson belirlenmiştir (Tablo 3). Fitocoğrafik bölgelere göre taksonların dağılımına bakıldığında 20 takson Akdeniz, 2 takson İran-Turan, 1 takson Avrupa- Sibirya, 2 takson Geniş Yayılışlı ve 12 takson bilinmeyen şeklindedir. Alanın içerdiği takson sayısına göre en büyük familyalar sırasıyla Fabaceae 8, Oleaceae 3, Liliaceae 2'dir (Tablo 4). Çalışma alanında endemik bitki tespit edilmemiştir. Aşağı Dünya Obruğunda (Akhayat) 24 familya 33 cinse ait toplam 34 takson belirlenmiştir (Tablo 3). Fitocoğrafik bölgelere göre takson dağılımı 19 takson Akdeniz, 1 takson İran-Turan, 1 takson Avrupa- Sibirya, 1 takson Geniş Yayılışlı ve 12

takson bilinmeyen şeklindedir. İçerdikleri takson sayısına göre ilk sıradaki familyalar Lamiaceae 4, Liliaceae 4, Fabaceae 2 şeklindedir (Tablo 4). Alanda bir adet endemik bitki tespit edilmiştir. Bu takson *Stachys rupestris* Montbret & Aucher ex Bentham türüdür. Tehlike kategorisi “En az endişe verici” (LC)’dir. Kuruçay Mağarasında 19 familya 29 cinse ait 29 bitki taksonu belirlenmiştir. Bunların fitocoğrafik bölge dağılımları 16 takson Akdeniz, 1 takson İran-Turan, 1 takson Avrupa- Sibiryaya, 1 Geniş Yayılışlı ve 10 bilinmeyenler şeklindedir. Çalışma alanında takson sayısına göre büyük familyalar Fabaceae 5, Lamiaceae 3, Oleaceae 2 şeklindedir. Çalışma alanında en fazla cins bulunan ilk üç familya Tablo 4’te verilmiştir. Çalışma alanında endemik bitki tespit edilmemiştir. Kepez Mağarasında 10 familya 13 cinse ait toplam 13 takson belirlenmiştir (Tablo 3). Fitocoğrafik bölgelere göre takson dağılımları 9 takson Akdeniz, 1 takson Geniş Yayılışlı ve 3 takson bilinmeyen şeklindedir. Araştırmada belirlenen tür ve türaltı takson sayısına göre en büyük familyaların Fabaceae 3, Lamiaceae 2, Oleaceae 1 şeklinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Çalışma alanında endemik bitki tespit edilmemiştir.

Tablo 3. Çalışma alanlarında tespit edilen familya, takson, endemik takson sayıları ve endemizm oranı

Çalışma Alanı	Familiya Sayısı	Takson Sayısı	Endemik Takson	Endemizm Oranı (%)
1 Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obrukları	23	37	-	0
2 Aşağı Dünya Obruğu (Akhayat)	24	34	1	2.80
3 Kuruçay Mağarası	19	29	-	0
4 Kepez Mağarası	10	13	-	0
5 Zekerce Mağarası	14	18	-	0
6 Gilindere Mağarası	14	27	1	3.70
7 Köşebükü Mağarası	22	32	1	3.00
8 Taşkuyu Mağarası	4	5	-	0

Zekerce Mağarasında 14 familya 17 cinse ait toplam 18 takson belirlenmiştir. Fitocoğrafik bölgelere göre taksonların dağılımı 5 takson Akdeniz, 3 takson İran-Turan, 1 takson Avrupa- Sibiryaya, 3 takson Geniş Yayılışlı ve 6 takson bilinmeyen şeklindedir (Tablo 4). Buna göre çalışma alanında en çok takson Akdeniz grubunda olup tüm taksonlardan fazla olduğu görülmektedir. Çalışma alanındaki takson sayısına göre en büyük familyalar; Cupressaceae 3, Fabaceae 2, Pinaceae 2 şeklindedir. Çalışma alanında endemik bitki tespit edilmemiştir. Gilindere Mağarasında 14 familya 27 cinse ait toplam 27 takson belirlenmiştir. Taksonların fitocoğrafik bölgelere dağılımının 18 takson Akdeniz, 3 takson Geniş Yayılışlı, 1 takson İran-Turan ve 5 takson bilinmeyen şeklinde olduğu belirlenmiştir. Alanda takson sayısına göre en büyük familyalar ise Fabaceae 5, Asteraceae 4, Liliaceae 4 şeklindedir. Çalışma alanımızda bir adet endemik bitki tespit edilmiştir. Bu takson, *Alkanna hispida* Hub.-Mor. olup tehlike kategorisi “Tehlikede” (EN)’dir. Köşebükü Mağarasında 22 familya 31 cinse ait toplam 32 takson belirlenmiştir. Taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı 19 takson Akdeniz, 2 takson Geniş Yayılışlı ve 11 takson bilinmeyen şeklindedir. Buna göre çalışma alanında en çok takson Akdeniz grubunda olup tüm taksonlardan fazla olduğu görülmektedir. Tür ve türaltı takson sayısına göre üç familya; Oleaceae 4, Lamiaceae 3, Fabaceae 3 olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanında bir adet endemik bitki tespit edilmiştir. Bu takson, *Phlomis leucophracta* P.H.Davis & Hub. Mor. olup tehlike kategorisi “Tehdit altında” (NT)’dir. Taşkuyu Mağarasında 4 familya 5 cinse ait toplam 5 takson belirlenmiştir. Taksonların tamamı Akdeniz fitocoğrafik bölge elementidir. Bu durumun fitocoğrafya açısından uygun bir sonuç olduğu söylenebilir. Çalışma alanında içerdikleri takson sayısına göre en büyük familyalar; Oleaceae 2, Lamiaceae 1, Fabaceae 1 şeklindedir (Tablo 4). Çalışma alanında endemik bitki tespit edilmemiştir.

Bu araştırmada üç adet endemik takson tespit edilmiştir. Endemik türlerin Türkiye Bitkileri Kırmızı Listesi kriterlerine göre, "nesli tehlike altında" şeklinde değerlendirilen taksonlar: *Alkanna hispida* Hub.-Mor., “Tehlikede” (EN), *Phlomis leucophracta* Hub.-Mor. “Tehdit altında” (NT), *Stachys rupestris* Montbret & Aucher ex Bentham “En az endişe verici” (LC) kategorisinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 4. Çalışma alanlarının kendi aralarında en çok takson içeren familyaları

Araştırma Alanları		En Çok Takson İçeren Familyalar		
		Familya	Takson	Oran (%)
1	Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obruqları	Fabaceae	8	22.22
		Oleaceae	3	8.33
		Liliaceae	2	5.55
		Diğerleri	23	63.88
2	Aşağı Dünya Obruğu (Akhayat)	Lamiaceae	4	11.42
		Liliaceae	4	11.42
		Fabaceae	2	5.71
		Diğerleri	25	71.42
3	Kuruçay Mağarası	Fabaceae	5	17.24
		Lamiaceae	3	10.34
		Oleaceae	2	6.89
		Diğerleri	19	65.51
4	Kepez Mağarası	Fabaceae	3	17.24
		Lamiaceae	2	13.79
		Oleaceae	1	7.69
		Diğerleri	7	53.84
5	Zekerce Mağarası	Cupressaceae	3	16.66
		Fabaceae	2	11.11
		Pinaceae	2	11.11
		Diğerleri	11	61.11
6	Gilindere Mağarası	Fabaceae	5	18.51
		Asteraceae	4	14.81
		Liliaceae	4	14.81
		Diğerleri	14	51.85
7	Köşekbükü Mağarası	Oleaceae	4	12.12
		Lamiaceae	3	9.09
		Fabaceae	3	9.09
		Diğerleri	23	69.69
8	Taşkuyu Mağarası	Fabaceae	2	40
		Liliaceae	1	20
		Fagaceae	1	20
		Diğerleri	1	20

Tablo 5. Araştırma alanında bulunan endemik bitkiler ve tehlike kategorileri

Familya	Bitkinin Bilimsel Adı	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi	Toplandığı Alan
Boraginaceae	<i>Alkanna hispida</i> Hub.-Mor.	D. Akd. Elm.	EN	1
Lamiaceae	<i>Phlomis leucophracta</i> P.H. Davis & Hub.-Mor.	D. Akd. Elm.	NT	7
Lamiaceae	<i>Stachys rupestris</i> Montbret & Aucher ex Bentham	D. Akd. Elm.	LC	2

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

Bu araştırmanın sonuçlarına göre araştırma alanlarında 46 familya, 102 cinse ait toplam 115 takson tespit edilmiştir (Ek 1). Bu taksonların çalışma alanlarına göre dağılımının Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obruqlarında 37, Aşağı Dünya Obruğunda (Akhayat) 34, Kuruçay Mağarasında 29, Kepez Mağarasında 13, Zekerce Mağarasında 18, Gilindere Mağarasında 27, Köşekbükü Mağarasında 32 ve Taşkuyu Mağarasında 5 takson şeklinde olduğu belirlenmiştir. Araştırma alanında toplam üç endemik bitki taksonu tespit edilmiştir. Araştırma alanlarında

endemizm oranı %2.60'dır. Tespit edilen endemik taksonların Doğu Akdeniz fitocoğrafik bölge elementi oldukları belirlenmiştir. Bitkilerin fitocoğrafik bölgelerinin incelenmesi sonucunda 2 taksonun Avrupa-Sibirya (%1.73), 7 taksonun İran-Turan (%6.08), 12 taksonun Geniş Yayılışlı (%10.43), 38 taksonun fitocoğrafik bölgesi bilinmeyen (%33.04) ve 56 taksonun Akdeniz (Doğu Akdeniz dahil) (%48.69) elementi olduğu belirlenmiştir. Akdeniz fitocoğrafik bölge elementi sayısının yüksek olması, araştırma alanlarının Akdeniz bölgesinde bulunmasının doğal bir sonucudur.

Araştırma sonuçları ayrı ayrı değerlendirildiğinde Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obruklarında 23 familya 37 cinse ait toplam 37 takson, Aşağı Dünya Obruğunda (Akhayat); 24 familya 33 cinse ait toplam 34 takson, Kuruçay Mağarasında 19 familya 29 cinse ait 29 takson, Kepez Mağarasında 10 familya 13 cinse ait toplam 13 takson, Zekerce Mağarasında 14 familya 17 cinse ait toplam 18 takson, Gilindere Mağarasında 14 familya 27 cinse ait toplam 27 takson, Köşebükü Mağarasında 22 familya 31 cinse ait toplam 32 takson ve Taşkuyu Mağarasında 4 familya 5 cinse ait toplam 5 takson belirlenmiştir.

Çalışma alanlarında tespit edilen taksonların fitocoğrafik bölge dağılımlarına bakıldığında Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obruklarında 20 taksonun Akdeniz, 2 taksonun İran-Turan, 1 taksonun Avrupa- Sibirya, 2 taksonun Geniş Yayılışlı ve 12 taksonun bilinmeyen şeklinde olduğu, Aşağı Dünya Obruğunda (Akhayat) 19 taksonun Akdeniz, 1 taksonun İran-Turan, 1 taksonun Avrupa- Sibirya, 1 taksonun Geniş Yayılışlı ve 12 taksonun bilinmeyen şeklinde olduğu, Kuruçay Mağarasında 16 takson Akdeniz, 1 takson İran-Turan, 1 takson Avrupa- Sibirya, 1 Geniş Yayılışlı ve 10 bilinmeyenler şeklinde olduğu, Kepez Mağarasında 9 takson Akdeniz, 1 takson Geniş Yayılışlı ve 3 takson bilinmeyen şeklinde olduğu, Zekerce Mağarasında 9 taksonun Akdeniz, 1 taksonun Geniş Yayılışlı ve 3 taksonun bilinmeyen şeklinde olduğu, Gilindere Mağarasında 18 taksonun Akdeniz, 1 taksonun İran-Turan, 3 taksonun Geniş Yayılışlı ve 5 taksonun bilinmeyen şeklinde olduğu, Köşebükü Mağarasında 19 taksonun Akdeniz, 2 taksonun Geniş Yayılışlı ve 11 taksonun bilinmeyen şeklinde olduğu, Taşkuyu Mağarasında taksonların tamamının Akdeniz bitki coğrafyası elementi olduğu belirlenmiştir. Bu oluşum çalışma alanının Akdeniz bölgesinde bulunması nedeniyle beklenen bir sonuçtur.

Çalışma alanlarında içerdikleri takson sayısına göre en büyük familyanın Astım Mağarası ve Cennet-Cehennem Obrukları, Kuruçay Mağarası, Kepez Mağarası ve Gilindere Mağarasında Fabaceae olduğu, Köşebükü Mağarası ve Taşkuyu Mağarasında Oleaceae familyası olduğu, Aşağı Dünya Obruğu (Akhayat)'nda Lamiaceae, Zekerce Mağarasında ise Cupressaceae familyası olduğu belirlenmiştir. Türkiye florasının en fazla cinse sahip familyası Poaceae olmasına rağmen, çalışma alanında en fazla takson içeren familyaların Fabaceae ve Lamiaceae familyası olduğu görülmüştür. Bu oluşum çalışma alanının Akdeniz bölgesinde bulunması nedeniyle beklenen bir sonuçtur.

Çalışma alanında üç adet endemik takson tespit edilmiştir. Endemik türlerin Türkiye Bitkileri Kırmızı Listesi kriterlerine göre, "nesli tehlike altında" şeklinde değerlendirilen taksonlar: *Alkanna hispida* Hub.-Mor., "Tehlikede" (EN), *Phlomis leucophracta* Hub.-Mor. "Tehdit altında" (NT), *Stachys rupestris* Montbret & Aucher ex Bentham "En az endişe verici" (LC) kategorisinde olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanı ile yakın çevresinde yapılmış olan floristik çalışmalar fitocoğrafik bölge elemanları ve endemizm oranları bakımından karşılaştırıldığında, en yüksek endemizm oranının %18.80 ile Gülek Boğazı (Mersin-Adana) Florasında, en düşüğün ise %1.30 ile Adana İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Üzerine Floristik Bir Çalışmada tespit edilmiştir [20,34]. Gülek Boğazı'nın Florası isimli çalışmada endemizm oranının yüksek olması bölgenin farklı mikroklima özelliği, yükselti ve habitat çeşitliliğine sahip olmasıyla, Adana İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Üzerine Floristik Bir Çalışmada endemizm oranının %1.30 ile en düşük oranda çıkması alanın sulak alan habitatları bulunması ile açıklanabilir. Çalışma alanı ile yakın bölgelerdeki floristik çalışmalarda belirlenen taksonlar bitki coğrafyası bölgelerine göre karşılaştırıldığında Gazihan Dede Mesire Alanı ve Gülek Boğazı'nın (Mersin-Adana) Florası isimli çalışmalar hariç alanların tamamında Akdeniz fitocoğrafik bölge elementinin yüksek olduğu görülmüştür [18,19,20,24,25,26,27,28]. Bu sonuç alanların Akdeniz bölgesinde bulunmasıyla açıklanabilir (Tablo 6).

Çalışma alanları ile yakın çevresinde yapılan araştırmalar en çok takson içeren familyalar bakımından karşılaştırıldığında Anamur Yaylalarının Florası, Gülek Boğazı'nın (Mersin-Adana) Florası, Anamur Antik Kenti ve Çevresinin Florası, Kahramanmaraş İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Florası, Adana İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Üzerine Floristik Bir Çalışma ve Gazihan Dede Mesire Alanı (Adıyaman) Florası adlı çalışmalarda Asteraceae familyasının birinci sırada, diğer çalışmalarda tamamında ise Fabaceae familyasının birinci sırada olduğu görülmüştür [18,19,20,24,25,26,27,28]. İlk iki sırada çıkan Asteraceae ve Fabaceae familyaları Türkiye florasında da takson sayıları bakımından yine ilk sıralarda yer alması ve tohum yayma kabiliyetinin yüksek olması şeklinde açıklanabilir (Tablo 7).



Tablo 6. Araştırma alanı ve çevresinde belirlenen taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılım oranları (%)

Araştırma Alanları	Akdeniz Elementi	Avrupa-Sibirya Elementi	İran-Turan Elementi	Geniş Yayılışlı ve Bilinmeyen	Endemizm Oranı
Çalışma Alanı	48.69	1.73	0	6.08	4.34
Anamur Yaylalarının Florası	51.21	3.60	6.21	54.17	13.25
Gülek Boğazı'nın (Mersin-Adana) Florası [20]	19.60	5.60	24.90	49.90	18.80
Anamur Antik Kenti ve Çevresinin Florası [18]	35.10	4.90	3.10	56.90	3.70
Kaş Yaylası ve çevresinin Florası [19]	33.60	4.30	10.20	51.90	13.20
Hatay İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Florası Üzerine Bir Çalışma [24]	36.80	3.90	4.50	54.80	4.50
Kahramanmaraş İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Florası Üzerine Bir Çalışma [25]	23.20	6.90	10.50	59.30	18.60
Karatepe-Aslantaş Milli Parkı ve Bazı Doğal/Kültürel Koruma Alanları Üzerine Floristik Bir Araştırma [26]	38.40	6.10	4.30	51.20	9.10
Adana İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Üzerine Floristik Bir Çalışma [27]	34.60	4.50	5.00	55.90	1.30
Gazihan Dede Mesire Alanı (Adıyaman) Florası [28]	14.50	6.10	29.60	49.80	4.04

Tablo 7. Araştırma alanı ve yakın bölgelerinde yapılan çalışmalarda en çok takson içeren familyalar

Araştırma Alanları	Fabaceae	Lamiaceae	Asteraceae
Çalışma Alanı	17	12	5
Anamur Yaylalarının Florası	42	47	54
Gülek Boğazı'nın (Mersin-Adana) Florası [20]	88	61	89
Anamur Antik Kenti ve Çevresinin Florası [18]	35	15	40
Kaş Yaylası ve çevresinin Florası [19]	59	31	58
Hatay ilinin bazı doğal ve kültürel sit alanları florası üzerine bir çalışma [24]	22	15	13
Kahramanmaraş İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Florası Üzerine Bir Çalışma [25]	5	4	13
Karatepe-Aslantaş Milli Parkı ve Bazı Doğal/Kültürel Koruma Alanları Üzerine Floristik Bir Araştırma [26]	26	13	13
Adana (Türkiye) İlinin Bazı Doğal ve Kültürel Sit Alanları Üzerine Floristik Bir Çalışma [27]	15	10	33
Gazihan Dede Mesire Alanı (Adıyaman) Florası [28]	27	27	43

### Teşekkür

Bu çalışmanın bir bölümü Adıyaman Üniversitesi FEFYL-2016-0010 nolu BAP projesi, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2014/151078 nolu Ekolojik Temelli Bilimsel Araştırma Projesi ile ikinci yazar İshak ORTAÇ'ın yüksek lisans tezinden alınmıştır. Maddi destek sağlayan iki kuruma ayrı ayrı teşekkür ederiz. Ayrıca bazı bitki taksonlarının teşhisinde yardımına başvurduğumuz sayın Prof. Dr. Ahmet İLÇİM'e teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- [1] Baytop, A. (2010). Plant collectors in Anatolia (Turkey). *Phytologia Balcanica*, 16(2), 187–213.
- [2] Davis, P. H. (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean islands volumes 1-9*. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.
- [3] Davis, P. H., Mill, R. R., & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean islands volume 10*. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.
- [4] Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., & Başer, K. H. C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean islands volume 11*. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.
- [5] Güner, A. & Ekim, T. (edlr.) (2014). *Resimli Türkiye florası cilt 1*. İstanbul: Flora Araştırmaları Derneği ve Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

- [6] Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., ... Çimen, A. O. (2018). Resimli Türkiye florası cilt 2. İstanbul: ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.
- [7] Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Çimen, A. Ö., ... Şen, F. (2022). Resimli Türkiye florası cilt 3a. İstanbul: ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.
- [8] Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (2012). Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler). İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayınları.
- [9] Özhatay, N., Kültür, Ş., & Gürdal, B. (2013). Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey vi. İstanbul Eczacılık Fakültesi Dergisi, 43(1), 33-82.
- [10] Özhatay, N., Kültür, Ş., & Gürdal, B. (2015). Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey vii. İstanbul Eczacılık Fakültesi Dergisi, 45(1), 61-86.
- [11] Özhatay, N., Kültür, Ş., & Gürdal, B. (2017). Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey viii. İstanbul Eczacılık Fakültesi Dergisi 47(1), 31-46. <https://doi: 10.5152/IstanbulJPharm.2017.006>
- [12] Özhatay, N., Kültür, Ş., & Gürdal, B. (2019). Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey ix. İstanbul Eczacılık Fakültesi Dergisi 49(2), 105-120. <https://doi: 10.26650/IstanbulJPharm.2019.19037>
- [13] Avcı, M. (1993). Türkiye'nin flora bölgeleri ve Anadolu diagonaline coğrafi bir yaklaşım. Türk Coğrafya Dergisi, 28, 225-248.
- [14] Zeren, O., & İspirgil, Y. (2001). Mersin üniversitesi kampüs alanı florasının tespiti. Ekoloji Çevre Dergisi, 10(40), 12-16.
- [15] Everest A., & Rauss, T. (2004). Investigations flora in Mersin: Kozlar highplateau south Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(5), 802-811.
- [16] Dinç, M. (2008). The flora of Cocakdere valley (Aslanköy- Mersin). Ot Sistemik Botanik Dergisi, 15(2), 87-114.
- [17] Yıldızbakan, A., Gündoğdu, E., Fakir, H., Akgün, C., & Ulusoy, H. (2010). Cehennemdere yaban hayatı geliştirme sahasında yaban keçisi *Capra aegagrus* Erxleben 1777'nin yayılışı ve habitat kullanımı. Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını.
- [18] Yıldıztugay, E., & Küçüködük, M. (2010). The flora of Anamur antique city and its surroundings (Mersin/Turkey). Biological Diversity and Conservation, 3(3), 46-63.
- [19] Yıldıztugay, E., & Küçüködük, M. (2010). Kaş yaylası ve çevresinin (Anamur - Mersin) florası. Biological Diversity and Conservation, 3(2), 170-184.
- [20] Savran, A., & Paksoy, M. Y. (2016). Gülek boğazı'nın (Mersin-Adana) florası. Biological Diversity and Conservation, 9(2), 131-146.
- [21] Hamzaoğlu, E., & Koç, M. (2019). Dianthus L. (Caryophyllaceae) cinsi için yeni sinonimler. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 7(2), 1-12. <https://doi: 10.35163/bagbahce.685544>
- [22] Üzgör Ün, A., Everest, A., & Demirkuş, N. (2021, Ekim 26). Mersin üniversitesi herbaryumunda teşhis edilmeyen Asteraceae, Fabaceae ve Lamiaceae familyalarına ait taksonların teşhisi üzerine bir çalışma. 13th. International Congress on Mathematics, Engineering, Natural and Medical Sciences, Cappadocia, Turkey.
- [23] Topal, A., Palabaş Uzun, S., & Uzun, A. (2022). Mersin ili geofit bitki zenginliği. Turkish Journal of Forest Science 6(1), 229-254.
- [24] Tel, A. Z., Ortaç, İ., & İlçim, A. (2021). Hatay (Türkiye) ilinin bazı doğal ve kültürel sit alanları florası üzerine bir çalışma. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 22(1), 9-18. <https://doi: 10.17474/artvinofd.757027>
- [25] Tel, A. Z., Ortaç, İ., & İlçim, A. (2018). Kahramanmaraş ilinin (Türkiye) bazı doğal ve kültürel sit alanları florası üzerine bir çalışma. *Commagene Journal of Biology* 2(2), 43-47. <https://doi: 10.31594/commagene.489406>
- [26] Tel, A. Z., Ortaç, İ., & İlçim, A. (2019). Karatepe-Aslantaş Milli Parkı ve bazı doğal/kültürel koruma alanları üzerine floristik bir araştırma (Osmaniye, Türkiye). *Commagene Journal of Biology* 3(2), 103-109. <https://doi: 10.31594/commagene.641668>
- [27] Tel, A. Z., Ortaç, İ., & Özuslu, E. (2022). Adana (Türkiye) ilinin bazı doğal ve kültürel sit alanları üzerine floristik bir çalışma. *Anatolian Journal of Botany* 6(2), 92-103. <https://doi: 10.30616/ajb.1152708>
- [28] Ortaç, Z., & Tel, A. Z. (2021). Gazihan Dede mesire alanı (Adıyaman, Türkiye) florası. *Türler ve Habitatlar*, 2(1), 33– 53.
- [29] Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., & Adıgüzel, N. (2000). Türkiye bitkileri kırmızı kitabı. Ankara: Türkiye Tabiatını Koruma Derneği Yayını.

- [30] Uluslararası Bitki İsimleri İndeksi. <https://www.ipni.org>. Erişim tarihi: 13.11.2022.
- [31] Geçerli Bitki İsimleri ve Türkçe Adları. <https://www.bizimbitkiler.org.tr>. Erişim tarihi: 13.11.2022.
- [32] The Plant List. <https://www.theplantlist.org>. Erişim tarihi: 13.11.2022.
- [33] Mersin il haritası (2022). <https://www.cografyaharita.com>. Erişim tarihi: 28.10.2022.
- [34] Yıldırım, H., & Gemici, Y. (2010). Türkiye florası için yeni bir kayıt: *Anchusa aegyptiaca* (L) DC. (Boraginaceae) investigations flora in Mersin: Kozlar highplateau south Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, 3(2), 68-71.
- [35] Mersin ili iklim verileri. (2022). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MERSIN>. Erişim tarihi: 13.11.2022.

#### Ek-1. Çalışma alanından toplanan bitkilerin listesi.

##### Division: SPERMATOPHYTA

##### Subdivision: GYMNOSPERMAE

##### 1. CUPRESSACEAE

1. *Cupressus sempervirens* L., “Servi”, 5, 03.04.2016, Ortaç 1004.
2. *Juniperus drupacea* Lab., “Andız”, 5, 03.04.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1005.
3. *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, “Katranağacı”, 5, 03.04.2016, Ge. Yay., Ortaç 1007.

##### 2. EPHEDRACEAE

4. *Ephedra foeminea* Forssk., “Borotu”, 1, 03.04.2016, Ortaç 1008.
5. *Ephedra major* Host, “Hum”, 2, 04.04.2016, Ortaç 1009.

##### 3. PINACEAE

6. *Cedrus libani* A. Rich., “Katranağacı”, 5, 07.05.2016, Akd. Elm., Ortaç 1010.
7. *Pinus brutia* Ten., “Kızılçam” 5,6,7, 07.04.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1011.

##### Subdivision: ANGIOSPERMAE

##### Classis: DICOTYLEDONES

##### 4. ANACARDIACEAE

8. *Pistacia palaestina* Boiss., “Çöğre”, 1,2,3,4,6,7, 07.04.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1017.

##### 5. APOCYNACEAE

9. *Nerium oleander* L., “Zakkum”, 1,7, 08.05.2016, Akd. Elm., Ortaç 1026.

##### 6. ARALIACEAE

10. *Hedera helix* L., “Duvarsarmaşığı”, 2, 03.04.2016, Ortaç 1028.

##### 7. ARISTOLOCHIACEAE

11. *Aristolochia billardieri* Jaub. & Spach, “Kargakavunu”, 2, 04.04.2016, Akd. Elm., Ortaç 1029.

##### 8. ASTERACEAE

12. *Inula viscosa* (L.) Aiton, “Sümenit” 6,7, 07.04.2016, Akd. Elm., Ortaç 1058.
13. *Cichorium intybus* L., “Hindiba” 6, 03.04.2016, Ge. Yay., Ortaç 1046.
14. *Notobasis syriaca* (L.) Cass, “Yavankenger”, 7, 07.05.2016, Akd. Elm., Ortaç 1063.
15. *Phagnalon graecum* Boiss., “Bozçalı”, 1,3,6, 22.07.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1066.
16. *Senecio vernalis* Waldst & Kit, “Kanaryaotu”, 4,6, 07.04.2016, Ge. Yay., Ortaç 1070.

##### 9. BETULACEAE

17. *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner subsp. *antitaurica* Yalt., “Toroskızılağacı”, 7, 07.05.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1083.

##### 10. BORAGINACEAE

18. *Alkanna hispida* Hub. - Mor., “Kılıhavaciva”, 6, 22.07.2016, **End.** D. Akd. Elm., Ortaç 1084. **EN.**
19. *Anchusa aegyptiaca* (L) A. DC., “Obrukballığı”, 1, 04.04.2016, Ortaç 1086.
20. *Echium angustifolium* Miller, “Agres”, 3, 07.04.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1092.
21. *Heliotropium europaeum* L., “Akrepotu”, 6, 08.05.2016, İr.-Tur. Elm., Ortaç 1094.
22. *Onosma rascheyana* Boiss., “Vanemceği”, 5, 03.04.2016, İr.-Tur. Elm., Ortaç 1097.

##### 11. CAMPANULACEAE

23. *Campanula strigosa* Banks & Sol., “Kıraçanı”, 7, 04.05.2016, Ortaç 1125.

##### 12. CAPPARACEAE

24. *Capparis spinosa* L., “Kebere”, 1,3,6, 08.05.2016, Ortaç 1129.

##### 13. CARYOPHYLLACEAE

25. *Dianthus polycladus* Boiss., “Belenkaranfili”, 2,3,6, 08.05.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1132.
26. *Dianthus zonatus* Fenzl var. *zonatus*, “Kayakaranfili”, 2, 04.04.2016, Ortaç 1133.
27. *Silene colorata* Poiret, “Kumnakılı”, 1, 08.05.2016, Ortaç 1138.

##### 14. CISTACEAE

28. *Cistus creticus* L., “Laden”, 4,6,7, 08.05.2016, Akd. Elm., Ortaç 1152.

##### 15. CRASSULACEAE

29. *Sedum album* L., “Çobankavurgası” 3, 03.04.2016, Ge. Yay., Ortaç 1164.
30. *Umbilicus luteus* (Huds.) Webb & Berthel., “Sarıgöbekotu”, 1,3,7, 03.04.2016, Ortaç 1165.

**16. CUCURBITACEAE**

31. *Bryonia cretica* L., “Karahaylin”, 7, 08.05.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1166.

**17. ERICACEAE**

32. *Arbutus andrachne* L., “Sandalağacı”, 2, 22.07.2016, Ortaç 1171.

33. *Arbutus unedo* L., “Kocayemiş”, 3,4, 22.03.2016, Ortaç 1172.

**18. EUPHORBIACEAE**

34. *Euphorbia helioscopia* L., “Feribanotu”, 5, 08.05.2016, Ge. Yay., Ortaç 1175.

35. *Mercurialis ovata* Sternb. & Hoppe, “Ağcaotu”, 1,3, 22.07.2016, Av.-Sib. Elm., Ortaç 1179.

**19. FABACEAE**

36. *Anagyris foetida* L., “Zivircik”, 4,8, 04.05.2016, Akd. Elm., Ortaç 1183.

37. *Anthyllis vulneraria* L. subsp. *boissieri* (Sag.) Bornm., “Çobangülü”, 6, 22.07.2016, Ge. Yay., Ortaç 1184.

38. *Astragalus hamosus* L., “Koçboynuzu”, 5, 04.05.2016, Ortaç 1187.

39. *Calicotome villosa* (Poir.) Link, “Keçiboğan”, 2,3,4,1,6,8, 22.07.2016, Akd. Elm., Ortaç 1189.

40. *Ceratonia siliqua* L., “Keçiboynuzu”, 1,2,3,6,7, 04.05.2016, Akd. Elm., Ortaç 1190.

41. *Cercis siliquastrum* L. subsp. *hebecarpa* (Bornm.) Yalt., “Zazalak”, 1,7, 22.07.2016, Ortaç 1191.

42. *Hippocrepis emerus* L. subsp. *emeroides* (Boiss. & Sprun.) Lassen, “Telgevrecik”, 4,3, 03.04.2016, Ortaç 1195.

43. *Genista acanthoclada* DC., “Kertikefen”, 6, 25.10.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1200.

44. *Lathyrus annuus* L., “Dağdırılcası”, 1, 04.04.2016, Akd. Elm., Ortaç 1207.

45. *Medicago marina* L., “Sahilyoncasi”, 6, 08.05.2016, Ortaç 1217.

46. *Onobrychis cornuta* (L.) Desv., “Kuşkaçiran”, 5, 07.04.2016, İr.-Tur. Elm., Ortaç 1223.

47. *Pisum sativum* L. subsp. *elatius* (Bieb.) Aschers. & Graebn var. *elatius*, “Boylu bezelye”, 1,3, 04.04.2016, Akd. Elm., Ortaç 1227.

48. *Trifolium campestre* Schreb., “Üçgül”, 7, 22.07.2016, Ge. Yay., Ortaç 1232.

49. *Trifolium purpureum* var. *purpureum* Lois., “Morüçgül”, 1, 08.05.2016, Ge. Yay., Ortaç 1233.

50. *Trigonella spicata* Sibth. & Sm., “Başakboyotu”, 1, 22.07.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1237.

51. *Vicia hybrida* L., “Melezbakla”, 3, 04.05.2016, Ortaç 1241.

52. *Vicia sativa* subsp. *sativa* L., “Fiğ”, 1, 22.07.2016, Ortaç 1242.

**20. FAGACEAE**

53. *Quercus cerris* L., “Saçlımeşe”, 7, 04.04.2016, Akd. Elm., Ortaç 1245.

54. *Quercus coccifera* L., “Kermesmeşesi”, 1,2,4,5,6,7,8, 22.07.2016, Akd. Elm., Ortaç 1246.

**21. GERANIACEAE**

55. *Erodium cicutarium* (L.) L'Herit subsp. *cicutarium*, “İğnelik”, 5, 07.04.2016, Ge. Yay., Ortaç 1249.

56. *E. gruinum* L., “Kargıdıdağı”, 1, 08.05.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1250.

57. *E. malacoides* (L.) L'Herit, “Dönbaba”, 3, 08.05.2016, Akd. Elm., Ortaç 1251.

58. *Geranium molle* L. subsp. *molle*, “Yumukaşır”, 2, 22.07.2016, Ortaç 1256.

59. *G. purpureum* Vill., “Ebedön”, 7, 22.07.2016, Ortaç 1257.

**22. HYPERICACEAE**

60. *Hypericum perforatum* L., “Binbirdelikotu”, 7, 06.04.2016, Akd. Elm., Ortaç 1260.

**23. LAMIACEAE**

61. *Ajuga chamaepitys* (L.) Schreber subsp. *chia* (Schreber) Arcangeli var. *chia*, “Acıgıcı”, 4, 22.03.2016, Ortaç 1264.

62. *Ballota saxatilis* subsp. *saxatilis* Sieber ex C. Presl, “Nemnemotu”, 2,1,3, 23.07.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1267.

63. *Lamium garganicum* subsp. *striatum* var. *striatum* (Sm.) Hayek, “Telbalıcak”, 1,4, 27.10.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1269.

64. *Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. *typhoides* (Briq.) Harley, “Derenanesi”, 1, 22.07.2016, Ge. Yay., Ortaç 1276.

65. *Micromeria myrtifolia* Boiss. & Hohen., “Boğumluçay”, 6,7, 22.07.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1277.

66. *Nepeta nuda* L. subsp. *albiflora* (Boiss.) Gams, “Karaküncü”, 2, 23.07.2016, Ortaç 1279.

67. *Phlomis armeniaca* Willd., “Bozşavlak”, 2, 23.07.2016, İr.-Tur. Elm., Ortaç 1283.

68. *Phlomis leucophracta* P.H.Davis & Hub.-Mor., “Çalba”, 7, 07.05.2016, **End.** D. Akd. Elm., Ortaç 1284. **NT.**

69. *Phlomis viscosa* Poir., “Yağlıçalba”, 3,7, 04.05.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1286.

70. *Salvia viridis* L., “Zarifşalba”, 3, 07.04.2016, Akd. Elm., Ortaç 1297.

71. *Stachys rupestris* Montbret & Aucher ex Benth., “Bodurdeliçay”, 2, 27.10.2016, **End.** D. Akd. Elm., Ortaç 1307. **LC.**

72. *Teucrium creticum* L., “Akpüren”, 6, 22.03.2016, Akd. Elm., Ortaç 1309.

**24. LAURACEAE**

73. *Laurus nobilis* L., “Defne”, 1,2,4, 23.10.2016, Akd. Elm., Ortaç 1312.

**25. MALVACEAE**

74. *Alcea digitata* (Boiss.) Alef., “Boyluhatmi”, 1,3, 23.07.2016, İr.-Tur. Elm., Ortaç 1315.

75. *Malva sylvestris* L., “Ebegümeçi”, 2,3, 22.07.2016, Ortaç 1316.

**26. MORACEAE**

76. *Ficus carica* L. subsp. *rupestris* (Hauskn.) Browicz, “İtinciri”, 1,7, 23.10.2016, İr.-Tur. Elm., Ortaç 1318.

**27. OLEACEAE**

77. *Fontanesia phillyreoides* Labill., “Cılbırtı”, 7, 23.07.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1325.

78. *Jasminum fruticans* L., “Boruk”, 1, 27.10.2016, Akd. Elm., Ortaç 1327.

79. *Olea europaea* L., “Zeytin”, 1,2,3,6,7, 23.10.2016, Akd. Elm., Ortaç 1329.

80. *Phillyrea latifolia* L., “Akçakesme”, 2,1,3,4,7, 22.07.2016, Akd. Elm., Ortaç 1330.

**28. PAPAVERACEAE**

81. *Fumaria asepala* Boiss., “Akşahtere”, 1, 04.05.2016, İr.-Tur. Elm., Ortaç 1333.  
 82. *Papaver rhoeas* L., “Gelincik”, 6, 26.10.2016, Ortaç 1336.
- 29. PLANTAGINACEAE**  
 83. *Plantago lanceolata* L., “Damarlıca”, 1,3, 23.07.2016, Ortaç 1340.
- 30. POLYGONACEAE**  
 84. *Rumex crispus* L., “Labada”, 7, 22.07.2016, Ortaç 1348.
- 31. PRIMULACEAE**  
 85. *Androsace maxima* L., “Tavukkursağı”, 5, 07.05.2016, Ortaç 1352.
- 32. RANUNCULACEAE**  
 86. *Anemone blanda* Schott & Kotschy, “Dağlalesi”, 5, 07.05.2016, Ortaç 1358.  
 87. *Clematis cirrhosa* L., “Baharsarmaşığı”, 2, 26.10.2016, Akd. Elm., Ortaç 1361.
- 33. RHAMNACEAE**  
 88. *Paliurus spina-christi* Miller, “Karaçalı”, 1,2,3,6,7, 22.07.2016, Ortaç 1369.  
 89. *Rhamnus lycioides* subsp. *oleoides* (L.) Jahandiez & Maire, “Topcehri”, 2, 08.05.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1371.
- 34. ROSACEAE**  
 90. *Cotoneaster nummularius* Fisch. & C.A. Mey., “Dağmuşmulası”, 1, 27.10.2016, Ortaç 1373.  
 91. *Rosa canina* L., “Kuşburnu”, 2,5, 24.10.2016, Ortaç 1380.  
 92. *Rubus sanctus* Schreber, “*Rubus sanctus*” 7, 08.05.2016, Ge. Yay., Ortaç 1381.  
 93. *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach, “Abdestbozan”, 6,8, 22.07.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1383.
- 35. RUBIACEAE**  
 94. *Cruciata taurica* (Pallas ex Willd) Ehrend., “Kırımğüzeli”, 5, 07.05.2016, İr.-Tur. Elm., Ortaç 1385.
- 36. RUTACEAE**  
 95. *Ruta chalepensis* L., “Kokarsedefotu”, 3, 24.10.2016, Ortaç 1386.
- 37. SCROPHULARIACEAE**  
 96. *Verbascum sinuatum* L. subsp. *sinuatum* var. *sinuatum*, “Bodanotu”, 3, 22.07.2016, Akd. Elm., Ortaç 1399.  
 97. *Veronica cymbalaria* Bodard, “Venüşiçeği”, 1, 2, 27.10.2016, Akd. Elm., Ortaç 1401.
- 38. SOLANACEAE**  
 98. *Hyoscyamus aureus* L., “Saribanotu”, 2, 26.10.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1404.
- 39. STYRACACEAE**  
 99. *Styrax officinalis* L., “Ayıfındığı”, 1,2,7, 27.10.2016, Ortaç 1406.
- 40. THYMELAEACEAE**  
 100. *Daphne oleoides* Schreber subsp. *oleoides*, “Gövçek”, 2, 24.10.2016, Ortaç 1409.  
 101. *Daphne sericea* Vahl, “Tavukbüzüğü”, 4, 22.07.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1410.
- 41. URTICACEAE**  
 102. *Parietaria judaica* L., “Duarfesleşeni”, 2, 22.07.2016, Ge. Yay., Ortaç 1414.  
 103. *Urtica dioica* L., “İsrgan”, 2,5, 23.10.2016, Av.-Sib. Elm., Ortaç 1415.
- 42. VERBENACEAE**  
 104. *Vitex agnus-castus* L., “Hayıt”, 7, 08.05.2016, Akd. Elm., Ortaç 1419.
- Classis: MONOCOTYLEDONES**
- 43. ARACEAE**  
 105. *Arum dioscoridis* var. *dioscoridis* Sm., “Tirşikpancarı”, 3,2, 03.04.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1425.
- 44. ASPARAGACEAE**  
 106. *Asparagus acutifolius* L., “Tilkişen”, 6, 24.10.2016, Akd. Elm., Ortaç 1441.  
 107. *Drimia maritima* (L.) Stearn, “Kumörümcekotu”, 1,2,3,6,8, 23.10.2016, Akd. Elm., Ortaç 1456.  
 108. *Muscari neglectum* Guss. ex Ten., “Arapüzümü”, 5, 27.10.2016, Ortaç 1450.  
 109. *Prospero autumnale* (L.) Speta, “Güzsümbülü”, 2, 22.07.2016, Akd. Elm., Ortaç 1453.
- 45. COLCHICACEAE**  
 110. *Colchicum cilicicum* (Boiss.) Dammer, “Ayıçıldemi”, 2, 26.10.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1444.
- 46. XANTHORRHOACEAE**  
 111. *Asphodeline taurica* (Pallas) Kunth, “Kılçiriş”, 5, 27.10.2016, D. Akd. Elm., Ortaç 1442.  
 112. *Asphodelus aestivus* Brot, “Kirgiçkökü”, 1,6, 22.07.2016, Akd. Elm., Ortaç 1443.
- 47. POACEAE**  
 113. *Avena sterilis* L. subsp. *ludoviciana* (Durieu) Gillet et Magne, “Horazotu”, 7, 23.07.2016, Ortaç 1463.  
 114. *Briza maxima* L., “Tavşanküpesi”, 7, 25.10.2016, Ortaç 1464.
- 48. SMILACACEAE**  
 115. *Smilax aspera* L., “Gıcirdikeni”, 1,2,3,6,7, 22.07.2016, Ortaç 1454.





## Population Density of *Potamon potamios* (Olivier 1804) in Gölbaşı (Fish) Lake (Gölbaşı Village/Kırıkhan/Hatay)

Tuğrul ÖNTÜRK \*<sup>1</sup>  
ORCID: 0000-0002-6358-6112

<sup>1</sup> Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Sciences, Department of Biology, 26480 Eskisehir, Türkiye

### Abstract

To determine the population density of the *Potamon potamios* (Olivier, 1804) species in Gölbaşı (Fish) Lake (Gölbaşı Village - Kırıkhan - Hatay), samples were collected in July 2020 and 2021. Once a week during the period of 3 weeks, a total of 6 times. Wire cages with one-sided doors that could open inwards were used to capture the fish samples. Fish remains as bait was placed in the cages. To avoid recounting the same individuals, individuals were marked after each count with a water-resistant pen that can be seen in purple light. Collected samples were examined live at the sampling point. During the examination of the samples, male and female individuals were counted and recorded. Enumerated individuals were released back into their habitats after marking. At the end of the census, it was observed that there was a decrease in the population in 2021 with the effect of low rainfall and drought. While the total number of samples detected in 2020 was 196, 84 individuals were detected in 2021. It is thought that the reason for the sudden decrease in the number of individuals is the decrease in the groundwater level due to low precipitation and the withdrawal in the lake level.

**Keywords:** Potamonidae, *P.potamios*, Gölbaşı, Kırıkhan, Hata

----- \* -----

## Gölbaşı (Balık) Gölü (Gölbaşı Köyü / Kırıkhan / Hatay) *Potamon potamios* (Olivier 1804) popülasyon yoğunluğu

### Özet

*Potamon potamios* (Olivier, 1804) türünün Gölbaşı (Balık) Gölü'ndeki (Gölbaşı Köyü - Kırıkhan - Hatay) popülasyon yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla Temmuz 2020 ve 2021'de belirlenen örnekleme noktalarından örnekler toplanmıştır. Örnekleme 3 hafta boyunca haftada bir olmak üzere toplam 6 kez yapılmıştır. Numuneleri yakalamak için tek taraflı kapıları içeriye doğru açılabilen tel kafesler kullanılmıştır. Kafeslerin içine yem olarak balık kalıntıları konmuştur. Aynı bireylerin tekrar sayılmasını engellemek için, her sayımdan sonra bireyler suya dayanıklı ve mor ışıkta görülebilen kalemle işaretlenmiştir. Örneklerin incelenmesi sırasında, dişi ve erkek bireylerin sayımları yapılmış ve kaydedilmiştir. Sayılan bireyler, işaretlemenin ardından habitatlarına geri bırakılmıştır. Nüfus sayımı sonunda düşük yağış ve kuraklığın da etkisiyle 2021 yılında nüfusta azalma olduğu gözlemlendi. 2020 yılında tespit edilen toplam örnek sayısı 196 iken, 2021 yılında 84 örnek tespit edilmiştir. Birey sayısındaki ani düşüşün nedeninin, yağışların az olması nedeniyle yeraltı su seviyesinin düşmesi ve göl seviyesinin çekilmesi olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Potamonidae, *P.potamios*, Gölbaşı, Kırıkhan, Hatay

### 1. Introduction

Crabs can easily live in environments such as sea, brackish water, and freshwater [1]. It has been reported that only 9 species of crabs belonging to the genus *Potamon*, which are represented by approximately 4500 species in the world, are in the inland waters of our country [2].

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905053200112; Fax.: +905053200112; E-mail: ulonturk@gmail.com

For the first time in our country, a taxonomic study was conducted on freshwater crabs by Geldiay and Kocataş in 1977 [3].

In the study conducted by Brandis et al. in 2000, the distribution areas of the genus *Potamon* were reported as the southern coasts of Turkey and Cyprus and the Greek Islands [4].

Females of this species generally prefer rocky and shallow areas during the breeding season. They spend time hiding in these areas during the day. At night, they come ashore from the water to hunt. Male individuals, on the other hand, spend most of their time in the water and come ashore in a very small part of the night [1].

Gölbaşı (Balık) Lake is located 4 km from the Syrian border. Gölbaşı Lake, at the foot of the Kurt Mountains, northeast of the Amik Lake, is 29 km from Reyhanlı and 11 km from Kırıkhan.

Gölbaşı Lake, the only natural lake of Hatay, is located within the borders of Kırıkhan, between Gölbaşı Village and Kamberlikaya Village. There is a natural island in Gölbaşı Lake. The lake, which was registered as a "Wetland of National Importance" on 19.04.2017 by the Turkish General Directorate of Nature Conservation and National Parks of the Ministry of Agriculture and Forestry, was opened to tourism after the environmental arrangements [5]. The basin of the lake, fed by spring waters, is approximately 792 hectares. It is planned to increase this area to 1000 hectares with the work to be done. The lake is mostly fed by groundwater. However, it affects precipitation, albeit in small amounts.

Catfish and eel fishing are also done in Gölbaşı Lake. It is home to 193 different bird species. Many species of waterfowl incubate here and hatch their young. A total of 73 bird species from water and shore birds that can survive on wetlands currently use the area. Bird species such as the Flamingo, which has an important place in Anatolian culture and is also locally called the Alli Crane, the Izmir Kingfisher, the Pied Kingfisher, and the Boz alamecek and Little Sparrow, whose normal distribution is in the Southeast Anatolian provinces, can be found around Gölbaşı Lake [6]. The topographic structure of Gölbaşı Lake, which has an important place in terms of biodiversity, is also important. Thanks to its suitable topographic structure, it is a stopover and accommodation point for migrating birds and other creatures. For this reason, it is useful to emphasize the topographic structure (Figure.1).

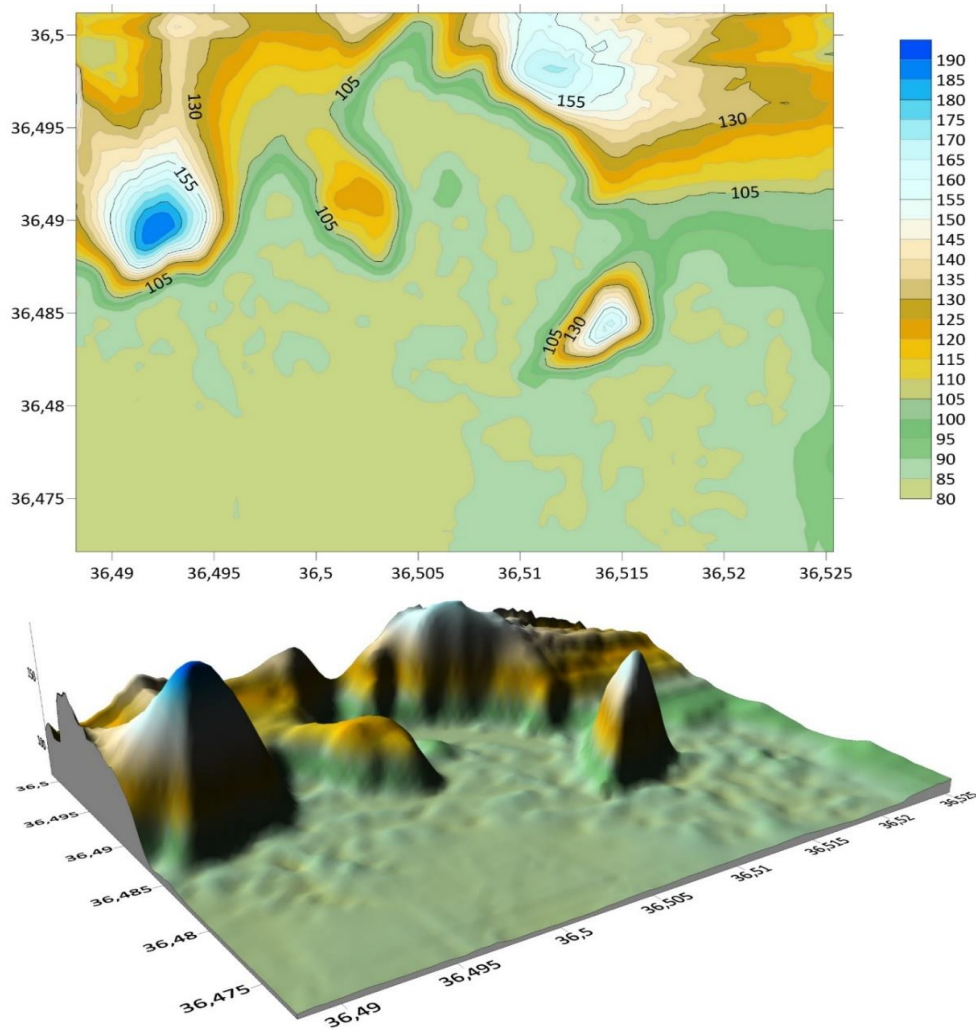


Figure 1. 2 and 3-dimensional topographic views of Gölbaşı Lake, above sea level

The Precambrian strata, the oldest unit around Lake Amik, are seen in the northwest of Amik Lake. The Precambrian formations extend in the northeast-southwest direction between Hassa and Kırıkhan on the eastern foothills of the Amanos Mountains [7].

Cretaceous strata belonging to Mesozoic in the vicinity of Amik Lake are encountered in the Amanos Mountains in the north of Kırıkhan, in the east of Gölbaşı Lake, and around Kızılkaya. The Cretaceous layers consist of limestone and are partly conglomerate. The Mesozoic Jurassic layers are located to the east of Gölbaşı Village and consist of limestone layers [7].

Basalt lavas are located in the east of Gölbaşı on the Syrian border. Mediterranean soils are generally poor in humus and rich in iron sesquioxide. This compound gives the soil its red color [4]. These soils are found on limestones on the Kuseyr Plateau, around Reyhanlı and east of Gölbaşı Lake [8].

The main plants found around the lake; are common reed (*Phragmites communis*), false spear (*Erianthus strictus*), arrowroot (*Imperata cylindrical*), sedge (*Typha*) species, and reed (*Pragmites*) (Table 1) [9]. The existing fauna and flora of Gölbaşı Lake give an idea about the fauna and flora of old Amik Lake (Figure 2).

Table 1. Hydrophyte plant species that grow near Gölbaşı Lake and form communities (from Güzelmansur, A., & Yücel, M. 2013)

Turkish name	Latin name
Common reed	<i>Phragmites communis</i>
Oklu grass	<i>Imperata cylindrical</i>
Reeds	<i>Typha sp.</i>
Lying spear	<i>Erianthus strictus</i>
Lotus	<i>Nuphar lutea, Nymphaea alba</i>



Figure 2. Gölbaşı Lake, northeast of Amik Lake

Amik Lake and Gölbaşı Lake are located on one of the most important migration routes for birds migrating from Asia and Europe to Africa. Since it is on the migration route, it is a wetland that is a resting, sheltering, and feeding area for birds.

However, with the drying of Amik Lake, which is on the migration route of birds migrating from Europe to Africa, an important bird area disappeared and all the density was concentrated in Gölbaşı Lake. Due to adequate protection and limited wetlands, the snakehead (*Anhinga rufa*) bird, which is one of the rare birds of Africa and Asia, living only in Lake Amik in our country, and the rare species of black cormorant have also completely disappeared. This situation negatively affected other living species as well [8].

*Potamon potamios* is a semi-terrestrial crab species that live around the eastern Mediterranean, including many Mediterranean islands, and to the south and west of the Sinai Peninsula [10, 11].

Some examples of recent studies on *Potamon potamios*; are Özbek, M. Ustaoglu, M. R. (2006); (Cumberlidge, N. 2008-2009); Cumberlidge, N., & Ng, P. K. L. (2009); Cumberlidge, N., et al. (2009); Harhoğlu M.M., Farhadi A., Harhoğlu A.G. (2018); Öntürk, T., (2018-a, b, c); Öntürk, T., (2019) İpek, M. and Özbek, M. (2022) [10, 11, 2, 12, 13, 14, 1, 15, 16, 17, 18].



## 2. Material and Method

Our study area is Gölbaşı Lake in the Kırıkhan district of Hatay province (Figure 3). Sampling processes were carried out from the points determined on the lake (Figure 4), 6 times in total during the period of 3 weeks in July 2020 and July 2021. Wire cages were used for the capture of *Potamon potamios* specimens. Fish pieces were placed in the cages as bait. The captured samples were counted by making male and female distinctions. Afterward, all samples were released back into their living environments. To prevent recurrence in weekly counts, captured individuals were marked with a water-resistant pen that was detectable with ultraviolet light. Samples were collected and counted before sunrise in the morning. Coordinates of the sampling locations Table 2 are given in Table 2.

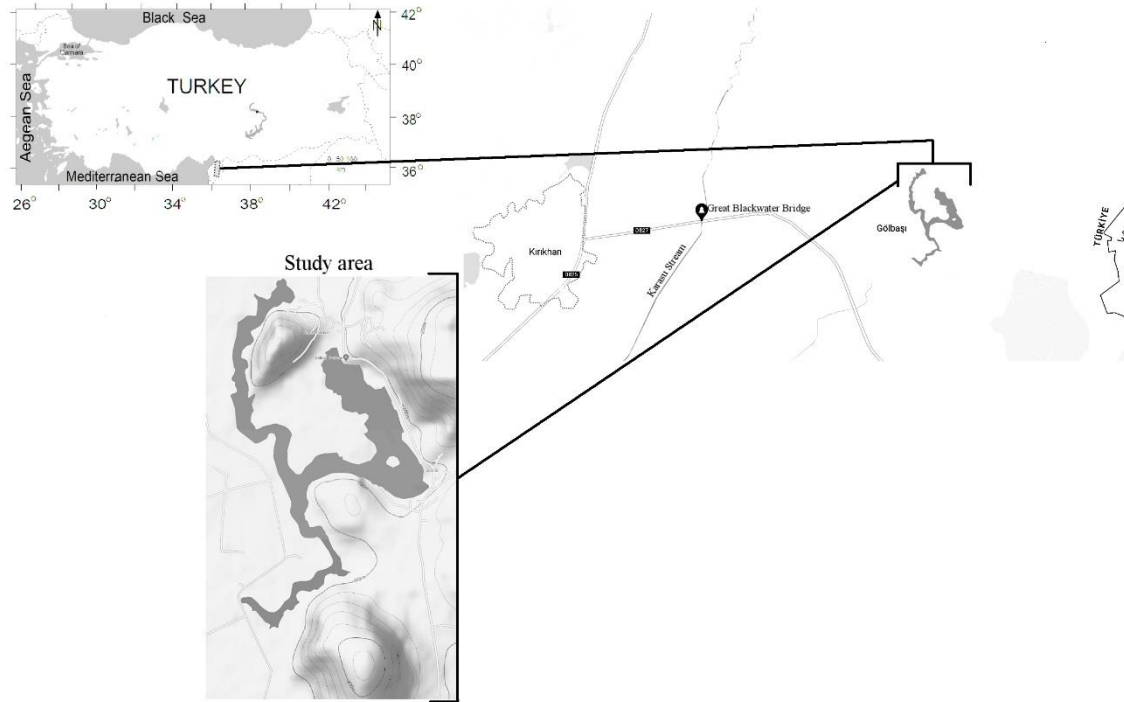


Figure 3. Study area

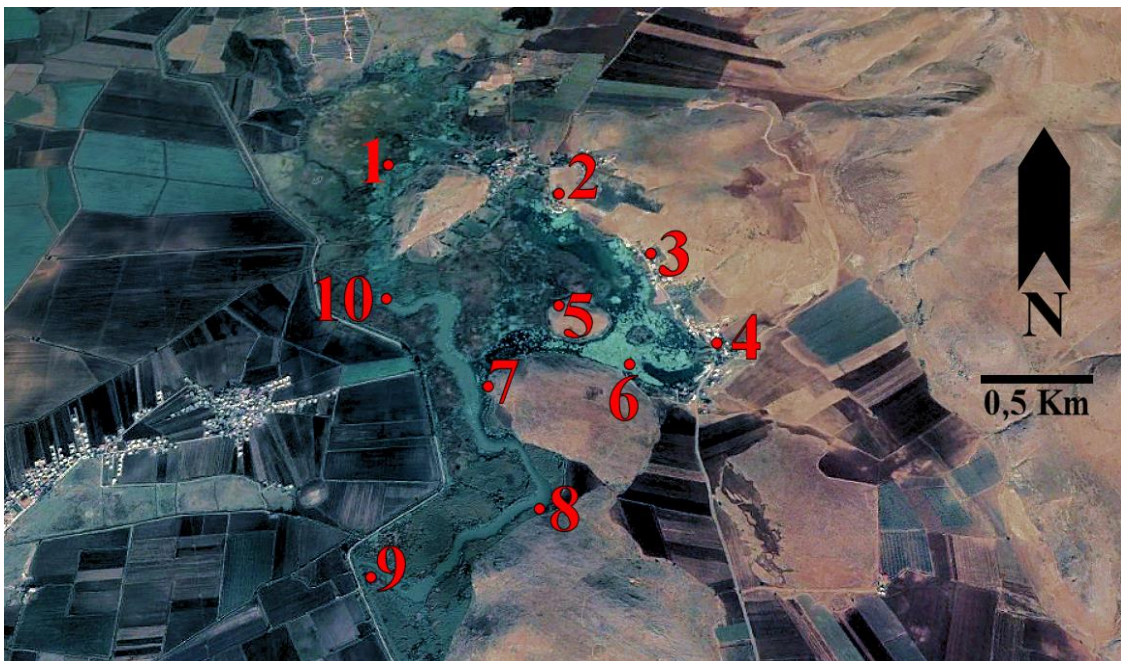


Figure 4. Sampling stations

Table 2. Coordinates of stations

Station number	Coordinates
1. Station	36°30'56.19"N 36°28'51.97"E
2. Station	36°30'45.29"N 36°29'25.88"E
3. Station	36°30'32.96"N 36°29'42.40"E
4. Station	36°30'14.92"N 36°29'53.78"E
5. Station	36°30'26.18"N 36°29'27.00"E
6. Station	36°30'12.82"N 36°29'38.77"E
7. Station	36°30'9.19"N 36°29'11.42"E
8. Station	36°29'49.29"N 36°29'22.15"E
9. Station	36°30'30.78"N 36°29'32.52"E
10. Station	36°30'27.33"N 36°28'53.00"E

### 3. Results

As a result of the sampling studies, a total of 196 individuals were counted in 2020. Of these, 117 were identified as male and 79 as female. In 2021, a total of 84 individuals were counted. 61 of them were male and 23 of them were female Table 3. The distribution of male and female individuals according to the stations are shown in Figure 5 and Figure 6.

The annual comparative distribution of male and female individuals by stations is shown in Figure 7.

The highest number of individuals was determined at station 5 in both 2020 and 2021. The least number of individuals was detected at station 10 in 2020, and station 9 in 2021.

In 2021, the water level decreased by about 70 cm compared to 2020.

Table 3. Distribution of male and female individuals by years.

St. no	2020			2021		
	Total individual	Female individual	Male individual	Total individual	Female individual	Male individual
1. St.	19	7	12	7	2	5
2. St.	21	9	12	9	2	7
3. St.	19	8	11	8	1	7
4. St.	23	9	14	12	4	8
5. St.	28	16	12	19	9	10
6. St.	21	7	14	7	1	6
7. St.	23	7	16	7	1	6
8. St.	14	5	9	6	1	5
9. St.	15	5	10	4	1	3
10. St.	13	5	8	5	1	4
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>79</b>	<b>117</b>	<b>84</b>	<b>23</b>	<b>61</b>

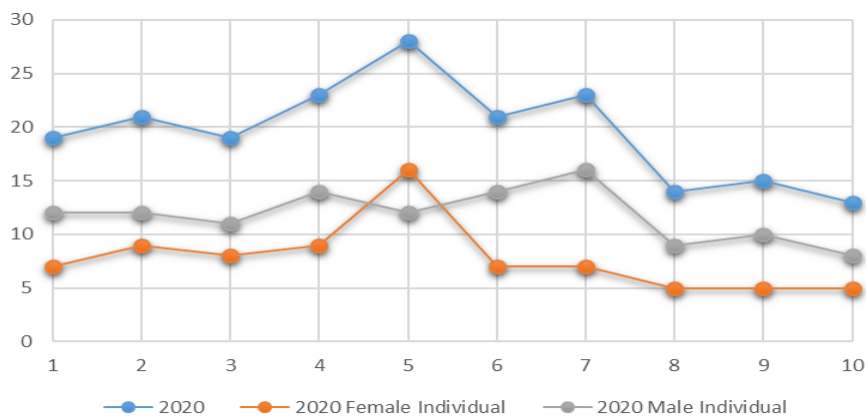


Figure 5. Distribution of 2020 female and male individuals by stations



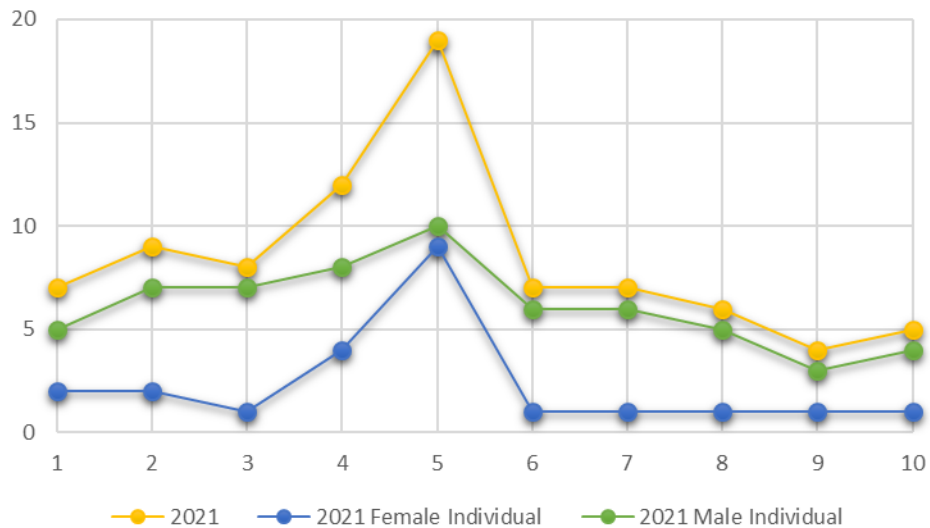


Figure 6. Distribution of 2021 female and male individuals by stations

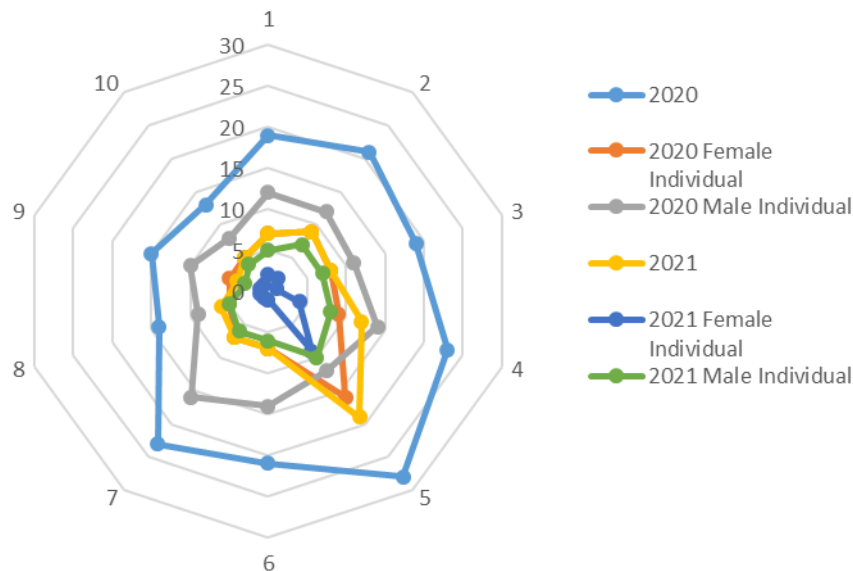


Figure 7. Comparison of the yearly distribution of male and female individuals by stations

#### 4. Conclusion and Discussion

The reason why the highest number of individuals is seen at station 5 in both years is thought to be related to the fact that it is far from the coast and is the region with the least human transportation.

However, the fact that it is a suitable environment in terms of shelter and nutrition brings station 5 to the fore. When we look at the general structure of the station, it is seen that fish prefer these regions to spawn. Due to this situation, it is possible to feed *Potamon potamios* species with fish eggs.

In 2021, a significant decrease in lake level was observed due to the decrease in precipitation and the accompanying drought. With this decline, the living environment in the lake was also affected. The living conditions of both the *Potamon potamios* species and other living things have become difficult. As the water needs of the agricultural areas increased with the drought, the water was drawn from the lake by pumps above normal. However, the increase in the evaporation rate with the increasing effect of temperature caused a significant decrease in the water level. In addition, the impact of the wild irrigation systems and numerous boreholes in the surrounding area is also great.

According to Kumerloev (1988), the area is the spawning ground of about 48 bird species. In the study; swamp bunting (*Emberiza schoeniclus*), willow sparrow (*Passer hispaniolensis*), common primrose (*Remiz pendulinus*), great reed spruce (*Acrocephalus arundinaceus*), common reed viper (*Acrocephalus scirpaceus*), great egret (*Egretta albarus* (Botarus), balaban The existence of cranes (*Grus grus*), lapwing (*Vanellus vanellus chettusia*), reed nightingale (*Cettia cetti*), henna partridge (*Alectoris chukar*), collared bustard (*Houbara bustard*), green bee-eater (*Merops superciliosus*) around Lake Amik is described [19].

One of the aquatic creatures in the food chain of these bird species that make nests and lay eggs in the lake surroundings and among the plants in the lake is the crustacean species. Therefore, it is thought to have an effect on the *P. potamios* population.

In addition, it is thought that the feeding habits of *Pelophylax bedriagae*, *Bufo variabilis*, *Ophisops elegans*, *Apathya cappadocica*, *Natrix natrix*, and *Natrix tessellata* species distributed in the region are also effective on the population [20].

While Hassa and Kırıkhan sections are irrigated by the waters of the Karasu River, irrigation around Gölbaşı Lake is done with water drawn from boreholes and canals. However, this also increases irrigation costs. However, high water demand and consumption caused the groundwater level to decrease.

For this reason, the lake floor and its surroundings have a structure suitable for water loss from the base. It is thought that there is water loss from the lake floor due to the deep wells drilled in the surrounding area.

The water losses experienced adversely affect biological diversity. If this situation is not prevented, some species will go extinct.

Primary freshwater crabs (Pseudothelphusidae, Potamidae, Potamonautidae, Gecarcinucidae, and Trichodactylidae) are a group of purely freshwater families [21, 22]. In the first global conservation assessment of primary freshwater crabs, Cumberlidge et al. (2009) found that a significant portion (one in six) of the world's 1300 species is threatened with extinction, and a larger portion (about half) does not even have sufficient data to be evaluated in the first place; They identified the various threats facing this group of animals and called for strategies to be developed to protect the world's threatened freshwater crabs [23].

As a result, failure to develop the necessary protection methods and to combat drought effectively will cause a significant decrease in the *Potamon potamios* specimens and even the extinction of the species. In addition, preventing wild irrigation and the unconscious use of groundwater will protect both the lake and the biodiversity in the lake..

## References

- [1]. Öntürk, T., (2018)., Examination of Population and Reproductive Characteristics of FreshWater Crab(Potamon potamios (Olivier 1804 ) in Sakarbaşı ( Çifteler ). Biyolojik Bilimler Araştırma Dergisi, 11(1), 5-7
- [2]. Özbek. M. Ustaoglu. M. R. 2006. Check-list of Malacostraca (Crustacea) Species of Turkish Inland Waters. E.U. Journal of Fisheries Aquatic Sciences, (23), 229–234.
- [3]. Geldiay, R., Kocataş, A., (1977). An Investigation on the local Population of the freshwater crabs (Potamon saving 1816) in Turkey and a revision of its taxonomy. Ege Üniv. Fen Fak. Seri B C:1 S: 2. 195-213.
- [4]. Brandis, D., Storch, V., Türkay, M., (2000). Taxonomy and zoogeography of the freshwater crabs of Europe. North Africa and the Middle East. Senckenbergiana Biologica. 80. 5-56.
- [5]. Doğa Koruma Milli Parklar Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/Korunan%20Alanlar%20Listesi/SA-WEB.pdf>
- [6]. Hatay İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü; <https://hatay.ktb.gov.tr/TR-284178/ekoturizm.html>
- [7]. ATAN, O., (1969) Egribucak-Karacaören (Hassa), Ceyhanlı-Dazevleri (Kırıkhan) Arasındaki Amanos Dağlarının Jeolojisi, M.T.A. Yayınları, No:139
- [8]. ATALAY, İ., (2006) Toprak Oluşumu, Sınıflandırması ve Coğrafyası, Kişisel Yayınlar.
- [9]. Güzelmansur, A., & Yücel, M. (2013). “Amik Ovası ve çevresinin sürdürülebilir alan kullanım planlaması”. Ç.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, (29), 70-79.
- [10]. Cumberlidge, N. (2008). "Potamon potamios". *IUCN Red List of Threatened Species*, 2008: e.T135117A4061032. doi:10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T135117A4061032.en.
- [11]. Cumberlidge, N. (2009). "Freshwater Crabs and Shrimps (Crustacea: Decapoda) of the Nile Basin". In Henri J. Dumont (ed.). The Nile: Origin, Environments, Limnology and Human Use. *Monographiae Biologicae*, Vol. 89, 546–562. doi:10.1007/978-1-4020-9726-3\_27. ISBN 978-1-4020-9725-6.
- [12]. Cumberlidge, N., & Ng, P. K. L. (2009). Systematics, evolution, and biogeography of the freshwater crabs. In J. W. Martin, K. A. Crandall, & D. L. Felder (Eds.), *Crustacean issues: decapod crustacean phylogenetics* (pp. 491–504). Leiden: CRC.
- [13]. Cumberlidge, N., Ng, P. K. L., Yeo, D. C. J., Magalhães, C., Campos, M. R., Alvarez, F., et al. (2009). Freshwater crabs and the biodiversity crisis: importance, threats, status, and conservation challenges. *Biological Conservation*, 142, 1665–1673.
- [14]. Harlıoğlu M.M., Farhadi A., Harlıoğlu A.G. (2018). A review of the freshwater crabs of Turkey (Brachyura, Potamidae). *Fish. Aquat. Life*, (26), 151-158.
- [15]. Öntürk, T., (2018); The Effect of Water Pollution on Potamonidae Species Populations. *Research Journal of Biology Sciences*, 11(2), 18-20

- [16]. Öntürk, T., (2018); Investigations on Decapoda Fauna in Eskisehir and Kutahya Environment. *International Journal of Environmental Research and Technology*, 1(1), 21-24
- [17]. Öntürk, T., (2019). Distribution of Aquatic Ecosystems and Around in Eskisehir. *International Journal of Applied Biology and Environmental Science*, 1(1), 3-4.
- [18]. İpek, M., and Özbek, M., (2022) An updated and annotated checklist of the Malacostraca (Crustacea) species inhabited Turkish inland waters. *Turkish Journal of Zoology*, 46(1), 14-66.  
<https://doi.org/10.3906/zoo-2109-12>
- [19]. Kumerloeve, H. (1988). “Amik Gölü (The Lake Of Antioch Proposal For Its Revival As Wildlife National Park İn SE Turkey)”. *İ. Ü. Fen Fakültesi Biyoloji Dergisi*, 53:17-18.
- [20]. Yıldız, M. Z. , Sarıkaya, B. & Bozkurt, M. A. (2019). Hatay İlinin Herpetofaunası (Doğu Akdeniz Bölgesi, Türkiye). *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 12 (2), 197-205. DOI: 10.5505/biodicon.2019.93685
- [21]. Yeo, D. C. J., Cumberlidge, N., & Klaus, S. (2014). Preface—freshwater decapod biology in the 21st century. In D. C. J. Yeo, N. Cumberlidge, & S. Klaus (Eds.), *Advances in freshwater decapod systematics and biology* (pp. 1–6), *Crustaceana monographs 19* Netherlands: Brill Publishers.
- [22]. Yeo, D. C. J., Ng, P. K. L., Cumberlidge, N., Magalhães, C., Daniels, S. R., & Campos, M. R. (2008). Global diversity of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in freshwater. In E. V. Balian, C. Lévêque, H. Segers, & K. Martens (Eds.), *Freshwater animal diversity assessment* (pp. 275–286)., *Hydrobiologia 575* Berlin: Springer Press.
- [23]. Darren C.J. Yeo, Sonja Luz, Yixiong Cai, Neil Cumberlidge, Philip J.K. McGowan, Daniel J.J. Ng, Roopali Raghavan, and Geoffrey W.H. Davison (2016). Conservation First: Strategic Planning to Save the Critically Endangered Singapore Freshwater Crab, *Johora singaporensis*. A Global Overview of the Conservation of Freshwater Decapod Crustaceans p. 359-372. Springer Press.

(**Note:** This study was presented at the 5th International Congress on Zoology and Technology in 2021. It was published as a summary in the proceedings book.)



## The relationship between protein yield, yield components and nutrient contents of Wild Rocket

Nur KOÇ KOYUN<sup>\*1</sup>, Ayşegül KORKMAZ<sup>2</sup>, Ramazan ACAR<sup>1</sup>  
ORCID: 0000-0002-3053-6127; 0000-0002-6745-5742; 0000-0002-3347-6537

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 42250, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 42250, Konya, Türkiye

### Abstract

The wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC), which has adapted to changing climate conditions, uses vegetables, oil, medicinal, and forage crops. Furthermore, the species is one of the plants that are benefited from soil and water conservation by rapidly developing vegetation in areas with water erosion having botanical properties. Therefore, it is necessary to determine the characteristics related to the yield to the practical plant breeding in plants providing sustainable agriculture in a rapidly changing climate. For this reason, in this research, the wild rocket was grown for use as a fodder crop at three-row spacing according to Randomized Complete Block Design with three replication during 2015-2016 in Konya conditions. Our study aimed to investigate the relationship between crude protein, yield, protein yield, botanical properties, and nutrient content of plants grown in different row spacing in 2016. 30 cm and 40 cm row spacing, 1.82 g, and 1.96 g, respectively, had the maximum protein yield per plant; these values were statistically in the same group. In research, we obtained the highest protein yield from 30 cm row spacing with 404.42 kg ha<sup>-1</sup>. Moreover, the protein yield per plant of wild rocket grown at different row spacing individually explained 37% of the protein yield's variation as the result of the path model clarifying the relationship between traits investigated in the search. Also, the plant fodder yield per plant, plant height, and crude protein explained 97.6% of the protein yield's variation. Consequently, 30 cm and 40 cm row spacing are suggested in farming for obtaining roughage with high protein yield. However, we can state that the plant fodder yield per plant, plant height, canopy diameter and crude protein should be considered as selection criteria for the selection of types for developed forage crops.

**Key words:** *Diplotaxis tenuifolia*, path analysis, protein, yield, wild rocket

----- \* -----

## Yabani Rokanın protein verimi ve verim unsurları ile besin element içerikleri arasındaki ilişkiler

### Özet

Günümüzde değişen iklim şartlarına adapte olabilecek potansiyele sahip olan yabani rokanın (*D. tenuifolia* (L.) DC), sebze, tıbbi bitki, yağ bitkisi, yem bitkisi olarak kullanımı söz konusudur. Ayrıca sahip olduğu bitkisel özellikleri ile su erozyonu olan bölgelerde hızlı bitki örtüsü geliştirerek toprak ve su korumasında faydalanabileceğimiz bitki türlerindedir. Hızla değişen iklim şartlarında, sürdürülebilir bir tarımı sağlayabilecek bitkilerin ıslahının daha kısa sürede yapılabilmesi için verim ile arasında ilişki bulunan özelliklerin tespit edilmesi gerekir. Bu sebeple, bu çalışmada 2015-2016 yıllarında Konya şartlarında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak üç farklı sıra aralığında yabani roka yem bitkisi olarak kullanım amacıyla yetiştirilmiştir. Araştırmamızda, farklı sıra aralığında yetiştirilen bitkilerin 2016 yılındaki ham protein oranı, verimi ve protein verimi ile bitkisel özellikler ve besin elementleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada bitki başına en yüksek protein verimi, 30 ve 40 cm sıra aralığından sırasıyla 1.82 g ve 1.96 g olup istatistik olarak bu değerler aynı grupta yer almaktadır. Araştırmada en yüksek protein verimi 30 cm sıra aralığında 404.42 kg ha<sup>-1</sup> elde edilmiştir. Ayrıca, çalışmada incelenen özellikler arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla yapılan path model sonucuna göre, farklı sıra aralığında yetiştirilen yabani rokanın bitki başına protein verimi, protein verimi varyasyonunun % 37'si tek başına açıklamaktadır. Dahası, bitki başına yem verimi, bitki boyu

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +903322232990; Fax.: +903322410108; E-mail: nurkoc@selcuk.edu.tr

ve ham protein oranı birlikte bitki başına protein verimi varyasyonun % 97.6'sını açıklamaktadır. Sonuç olarak, yüksek protein verimine sahip kaba yem elde etmek amacıyla yapılacak yetiştiriciliklerde 30 cm ve 40 cm sıra aralığı tavsiye edilebilir. Bununla birlikte, yem bitkisi amacı ile geliştirilecek tiplerin seçiminde ise kriter olarak bitki başına yem verimi, bitki boyu, kanopi çapı ve ham protein oranı özellikleri üzerinde durulması gerektiğini ifade edebiliriz.

**Anahtar kelimeler:** *Diplotaxis tenuifolia*, path analizi, protein, verim, yabancı roka

## 1. Giriş

*Diplotaxis* cinsi *Brassicaceae* familyasına ait olup, Türkiye Florasında *D. acris*, *D. eruroides*, *D. muralis*, *D. viminea* ve *D. tenuifolia* olmak üzere 5 tür ile temsil edilmektedir. Yabancı roka (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC) bu türler içerisinde çok yıllık olan tek türdür [1]. Türkiye’de yaygın olarak “yabancı roka” olarak adlandırılan *D. tenuifolia* türü, Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler) adlı eserde “Türpenk” olarak adlandırılmaktadır [2]. *D. tenuifolia* Kuzey Afrika, Batı Asya ve Avrupa’nın yerel türü olarak tanımlanmaktadır. Rekabetçi yönünün güçlü olması nedeniyle Avustralya, Arjantin ve Kuzey Amerika’da istilacı tür olarak kabul edilirken Türkiye’de biyoçeşitliliğin yüksek olması nedeniyle istilacı tür olarak değerlendirilmemektedir [1, 3].

Yabancı rokanın kök, gövde, yaprak, polen ve tohumunun anatomik yapısı detaylı incelenmiş ve sahip olduğu bu bitkisel özellikleri ile potansiyel kullanım alanları çok geniş olduğu ifade edilebilir [4, 5].

Yabancı roka derin kök sistemi ile kuraklığa karşı toleranslı olup yazın kuru yem periyodunda özellikle koyunlar için kaba yem kaynağı olarak kullanılabilir [4, 6]. [7]’ya göre koyunların bu bitkiyi otlama konusunda isteksiz olduğunu belirtse de, [6]’e göre koyun rasyonlarında yonca kuru otuna % 5, %15 ve % 30 yabancı rokanın konulmasının hayvanların otladığı ve hayvan sağlığına zarar vermediği ifade edilmiştir.

Ormanlar ve meralar biyoçeşitlilik oranı en yüksek yerler olup özellikle yazın kurak dönemlerinde meydana gelen yangınlar biyoçeşitliliğe zarar vermektedir. Yabancı roka bu dönemlerinde oluşturduğu gövde ve yaprak yapısı ile yangın önleme şeritleri olarak kullanımı mümkündür. Ayrıca biyosistem için vazgeçilmez olan ve bitkilerin tozlanmasında önemli bir rolü olan arılar için, yabancı roka çiçekleri 6 ay gibi (Nisan- Ekim) uzun bir dönem polen kaynağı sağlamaktadırlar [8, 9]. Bunlara ek olarak, adaptasyon kabiliyeti yüksek oluşu, hızlı gelişim göstermesi, tohumlarını hızlıca yayması ve çok yıllık bir tür olması ile su erozyonu olan bölgelerde hızlı bitki örtüsü geliştirerek toprak ve su korumada faydalanabileceğimiz bitki türlerindedir [1].

Ekosistemin korunması amacı dışında, tohumlarındaki % 35 yağ oranı ile yağ bitkisi olarak [10], yapraklarındaki kersetin, kaempferol, izorhamnetin gibi flavonoidler içerdiği için tıbbi bitki olarak kullanım imkânı bulunmaktadır [11, 12]. Ayrıca, yabancı roka yaprakları İtalya ve İspanya’da sebze olarak tüketilmektedir [1, 13, 14, 15]. Türkiye’de doğal olarak yetişmesine rağmen ülkemizde ticareti ve yetiştiriciliği yapılmamaktadır.

Yabancı roka tarımı ile ilgili yapılan çalışmalarda sebze amacı ile yapılan üretimde sıra aralığı 20 cm olarak tavsiye edilmektedir [12]. Benzer bir şekilde, Konya şartlarında yem bitkisi olarak yetiştiriciliği ile ilgili yapılan çalışmada yüksek tohum ve yem verimi için sıra aralığı olarak 20 ve 30 cm sıra aralığında önerilmiştir [4]. Ayrıca *D. tenuifolia*’nın gübrelenmesi [16] ve yapraklarının depolanması [17] ile ilgili araştırmalar mevcuttur.

Günümüzde değişen iklim şartlarına adapte olabilecek potansiyele sahip olan *D. tenuifolia* gibi kullanım alanlarının çokluğu nedeniyle değişen bu şartlarda insan ve hayvan beslenmesinde sürdürülebilir tarıma yardımcı olabilecek bitkilerinden olduğu ifade edilebilir. Böyle bitkilerin ıslahının daha kısa sürede gerçekleştirilebilmesi için verim ile arasında ilişki bulunan özelliklerin tespit edilmesi çok önemlidir. Path analizi, çeşitli tane verim unsurlarının arasındaki ilişkiyi ölçmeye imkan sağlayan güvenilir bir istatistikî metottur. Bu metot, değişkenler arasındaki korelasyonu incelemeye yardımcı olduğu gibi aynı zamanda da bitki ıslahında seleksiyon stratejisi belirlemede kullanılabilir [18]. Bu sebeple, bu çalışmada ham protein oranı ve verimi incelenmiştir. Ayrıca çalışmada path ve korelasyon analizlerinden faydalanarak protein verimi, bitkisel özellikler ve besin elementleri arasındaki ilişkileri açıklamak amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Denemenin kurulması

Çalışma, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Deneme alanında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak 6 Mayıs 2015 tarihinde kurulmuştur. Araştırma 2015-2016 yıllarında yürütülmüştür. S.Ü. kampüs alanında doğal olarak yetişen yabancı rokanın tohumları Ekim 2014’te toplanmış ve bu tohumlar materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada bitkiler 20, 30 ve 40 cm olmak üzere üç farklı sıra aralığında yetiştirilmiştir. Ekim sırasında veya sonrasında gübreleme yapılmamıştır. Bitkilere 2016 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında bitkilerin su ihtiyacı olduğu dönemlerde yağmurlama sulama ile 200 mm su verilmiştir.

Deneme arazisinin iklim özellikleri: Uzun yıllar ortalamalarına göre (1980-2014) ortalama sıcaklıklar 12.60 °C, ekim yılı olan 2015’te 12.60 °C ve hasat yılında (2016) 12.54 °C olarak kaydedilmiştir. Yıllık toplam yağış uzun yıllar (1980-2014) ortalamasında 348.23 mm olarak kaydedilmiştir. Yıllık toplam yağış denemenin kurulduğu yıl (2015)



ortalamaların üzerinde (375.60 mm) olmasına rağmen hasat yılında (2016) ortalamaların altında (293.50 mm) bir yağış gerçekleşmiştir.

Deneme arazisinin toprak özellikleri: Toprak killi-tınlı bir bünyeye sahip olup, kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) içeriği (% 35.6) bakımından yüksektir. Toprak % 2.40 ile orta düzeyde organik maddeye sahip olup alkali reaksiyon (pH 8.12) göstermektedir. Toprakta tuzluluk problemi ( $0.88 \text{ dS m}^{-1}\text{EC}$ ) yoktur. Toprağın bitkiye elverişli K miktarı (% 0.03) fazla olup Mg (% 0.03) ve B ( $3.08 \text{ mg kg}^{-1}$ ) miktarları yeterli, Zn miktarı ( $0.91 \text{ mg kg}^{-1}$ ) orta, P ( $3.20 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve Fe ( $1.19 \text{ mg kg}^{-1}$ ) miktarları yetersiz düzeydedir.

## 2.2. Verilerin elde edilmesi

Araştırmada incelenen özellikler ve gözlemler 2016 yılı Ekim ayının ilk haftasında bitkiler tohum olgunluğuna geldiği dönemde alınmıştır. Bu dönemde her parselden seçilen 5 bitki üzerinde 10 adet morfolojik özellik (bitki boyu, kanopi çapı, ana dal sayısı, daldaki meyve sayısı, bitkideki meyve sayısı, bitki başına yem verimi, bitki başına tohum verimi, bin tane ağırlığı, yem verimi, tohum verimi) incelenmiştir. Ayrıca bu dönemdeki besin maddeleri içeriği (B, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Zn) belirlenmiştir [4]. Ancak incelediğimiz bu özellikler sadece protein verimi ile ilişkinin belirlenmesi amacıyla yaptığımız istatistik analizlerde kullanılmış olup bu özelliklerden bir kısmı ile anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sebeple anlamlı sonuç elde edilen özelliklerin ölçüm metodları verilmiştir.

Çalışmada bitki boyu (BB) ve kanopi çapı (KÇ) milimetrik cetvel yardımıyla ölçülmüş cm cinsinden kaydedilmiştir. Bitki başına yem verimi (BBYV), hassas terazi ile tartılarak g cinsinden belirlenmiştir [4].

Araştırmada verimi belirlemek amacıyla yapılan biçimler 10 cm biçim yüksekliğinde elle yapılmıştır. Biçilen bitki örnekleri hava sirkülasyonlu kurutma dolabında  $70^\circ\text{C}$ 'de kurutulmuş ve bitki örnekleri öğütülüp kimyasal analizlere hazırlanmıştır. Besin maddeleri içerikleri (Ca, P, S, B ve Cu) ve ham protein oranı aşağıdaki metodlarla belirlenmiştir.

**Element analizi metodu:** 0.2 g öğütülmüş bitki örneği tartılmış ve 5 ml konsantre  $\text{HNO}_3$  ve 2 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  (% 30 w/v) ile mikro dalga cihazında (Cem MARSXpress)  $210^\circ\text{C}$  ısı ve 200 PSI basınç altında çözündürülmüştür. Analizin güvenilirliğini sağlamak için 40 hücrelik mikrodalga seti içerisine bir adet şahit ve bir adet sertifikalı referans materyal ilave edilmiştir. Çözündürülen numunelerin hacimleri deiyonize su ile 20 ml'ye tamamlanmıştır. Mavi bantlı filtre kağıdında süzülen her örnek ICP-AES (Varian-Vista Model, axial) cihazında analize tabi tutulmuştur [4, 19].

**Protein analizi metodu:** Öğütülmüş bitki örneklerinden 0.2 g tartılarak kalay kaplara konulmuş ve  $950^\circ\text{C}$ 'de ısıtılan helyum, oksijen ve kuru hava ile çalışan LECO C/N analizatöründe (LECO/ TRUESEC MICRO) AACC metod 46-30'da verilen Dumas Combustion Metoduna göre azot miktarı tayin edilmiştir [20]. Elde edilen değer, 6.25 katsayısı ile çarpımı sonucunda ham protein oranı (HP) belirlenmiştir. Ayrıca çalışmamızda ham protein oranı ve bitki başına yem verimi değerleri kullanılarak bitki başına protein verimi (BBPV) ve protein verimi (PV) hesaplanmıştır.

## 2.3. İstatistik analizler

Ham protein ile ilgili özelliklere ait değerlerin istatistik analizleri tesadüf blokları deneme desenine göre MSTAT-C paket programında varyans analizi yapılmıştır. İstatistik olarak önemli çıkan özellikler ayrıca LSD (Asgari önem fark) testine tabi tutulmuştur [21].

Özellikler arasındaki ilişkililerin belirlenmesi için SPSS 15 paket programında çoklu regresyon analizi (Forward MRA) yapılmıştır [22]. Çoklu regresyon analizinde, morfolojik özellikler ve besin elementleri bağımsız değişken olarak, ham protein oranı, bitki başına kuru ot verimi, bitki başına ham protein verimi ve protein verimi ise bağımlı değişken olarak seçilmiştir.

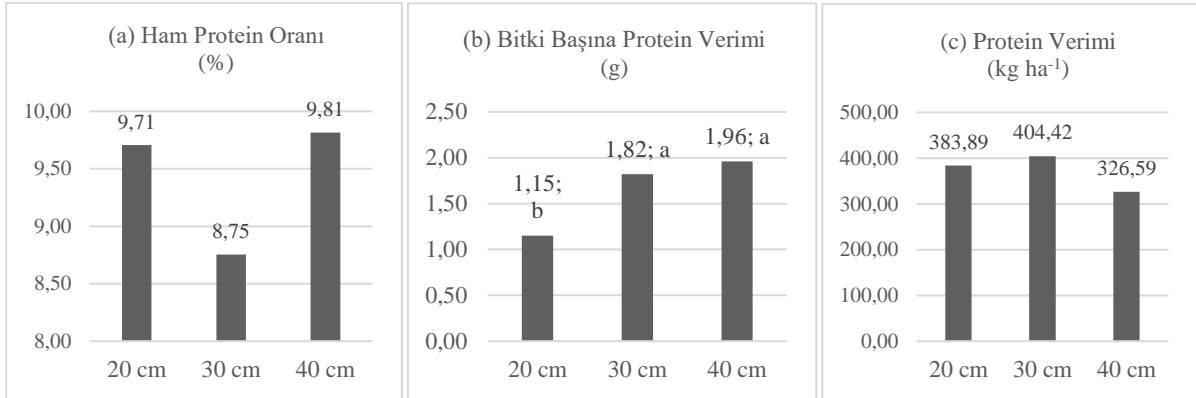
Çoklu regresyon analizi (Forward MRA) sonucunda özellikler arasındaki ilişkinin daha iyi açıklanabilmesi için basitçe özellikler arasında path modeli oluşturulmuştur. Modelde çoklu regresyon analizinden elde edilen standardize beta katsayısı ( $\beta$ ), path katsayısı diğer bir ifade ile direkt etki olarak kullanılmıştır [23]. Çalışmada ayrıca path modelinde kullanılan özelliklerin kendi aralarındaki korelasyon, pearson korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

## 3. Bulgular

### 3.1. Varyans analizine ait bulgular

Farklı sıra aralığında yetiştirilen yabancı rokanın protein verimi ile ilgili özelliklere ait ortalama değerler ve gruplandırılmalar Şekil 1'de verilmiştir. Varyans analizi sonucunda, varyasyon katsayıları ham protein oranı için % 13.62, bitki başına protein verimi için % 14.81 ve protein verimi için ise % 18.14 olarak tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda bitki başına protein verimi % 5 seviyesinde istatistik olarak önemli iken diğer iki özellik istatistik olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada 40 cm sıra aralığından en yüksek protein oranı (% 9.81) ve en yüksek bitki başına protein verimi ( $1.96 \text{ g}$ ) elde edilirken, aynı sıra aralığından en düşük protein verimi ( $326.59 \text{ kg ha}^{-1}$ ) elde edilmiştir. Çalışmada en yüksek protein verimi 30 cm sıra aralığından  $404.42 \text{ kg ha}^{-1}$  elde edilmiştir (Şekil 1a, b, c). Bu durum, 40 cm sıra aralığında metrekaresindeki bitki sayısının 30 cm sıra aralığından daha az olması ile açıklanabilir.



Şekil 1. Farklı sıra aralığında yetiştirilen yabani rokanın ham protein oranı (a), bitki başına protein verimi (b) ve protein verimi (c) ortalama değerleri ile bitki başına protein veriminin gruplandırması (LSD<sub>0,05</sub>: 0,552).

### 3.2. Path ve korelasyon analizine ait bulgular

Çoklu regresyon analizi (Forward MRA) kullanılarak yapılan analiz sonucunda çalışmada incelenen özellikler arasındaki ilişki Tablo 1’de verilmiştir. Ayrıca özellikler arasındaki pearson korelasyon Tablo 2’te verilmiştir. İki analiz sonuçları birleştirilerek path modele dönüştürülmüş ve bu model Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Yabani rokanın protein verimi, unsurları ve besin maddelerin çoklu regresyon analizi (Forward MRA)

Bağımlı değişken	Bağımsız değişken	Katsayılar			Bağlanım (Collinearity) İstatistiği		Model Özeti	
		Standardize Beta Katsayısı (β) (Direct Etki)	t	P	Tolerans	VIF	R	R <sup>2</sup>
PV	BBPV	1,127	16,625	0,000	0,619	1,615	,608(a)	0,370
	Cu	1,058	12,272	0,000	0,383	2,613	,874(b)	0,765
	S	0,102	1,314	0,203	0,471	2,122	,922(c)	0,850
	P	0,511	5,638	0,000	0,346	2,889	,940(d)	0,883
	Ca	-0,507	-4,494	0,000	0,223	4,483	,970(e)	0,940
BBPV	BBYV	1,031	30,613	0,000	0,528	1,893	,886(a)	0,785
	HP	0,675	15,144	0,000	0,301	3,322	,983(b)	0,966
	BB	0,127	2,928	0,008	0,321	3,119	,988(c)	0,976
	P	-0,211	-4,271	0,000	0,246	4,069	,992(d)	0,983
	B	0,104	2,593	0,017	0,370	2,706	,994(e)	0,987
BBYV	KÇ	0,620	3,955	0,001	1,000	1,000	,620(a)	0,385

R sütünü için açıklamalar;

PV;

- a. Bağımsız değişken: (Sabit), BBPV  
 b. Bağımsız değişken: (Sabit), BBPV, Cu  
 c. Bağımsız değişken: (Sabit), BBPV, Cu, S  
 d. Bağımsız değişken: (Sabit), BBPV, Cu, S, P  
 e. Bağımsız değişken: (Sabit), BBPV, Cu, S, P, Ca

BBPV;

- a. Bağımsız değişken: (Sabit), BBYV  
 b. Bağımsız değişken: (Sabit), BBYV, HP  
 c. Bağımsız değişken: (Sabit), BBYV, HP, BB  
 d. Bağımsız değişken: (Sabit), BBYV, HP, BB, P  
 e. Bağımsız değişken: (Sabit), BBYV, HP, BB, P, B

BBYV;

- a. Bağımsız değişken: (Sabit), KÇ

Kısaltmaların açıklaması materyal ve yöntem bölümünde verilmiştir.

Tablo 1’te verilen ilişkiler incelendiğinde, protein verimi bağımlı değişkeni ile S bağımsız değişkeni arasındaki ilişki istatistiki olarak önemsizdir. Ancak bağımlı değişken olarak bitki başına protein verimini seçtiğimizde, B bağımsız değişkeni ile arasındaki ilişki % 5 seviyesinde önemli iken diğer bağımsız değişkenlerle olan ilişkiler % 1 düzeyinde

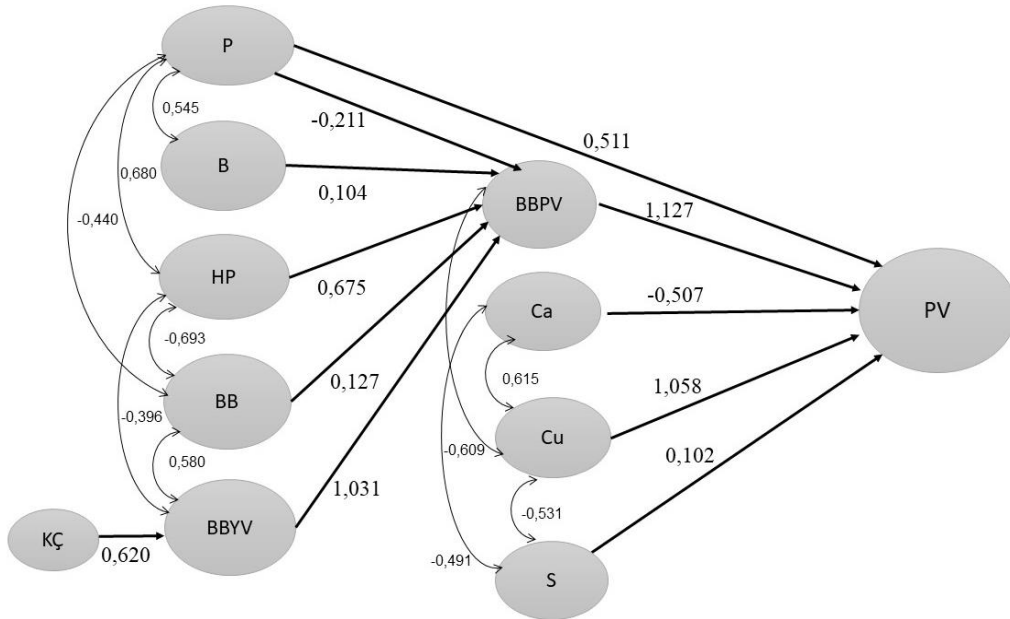
istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bağımlı değişken olarak bitki başına yem verimi alındığında kanopi çapı ile arasındaki ilişki istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Yabani rokanın protein verimi, unsurları ve besin maddelerine ait pearson korelasyon analizi

	B	Ca	Cu	P	S	BB	KÇ	BBYV	HP	BBPV
Ca	0,890**									
Cu	0,473*	0,615**								
P	0,545**	0,674**	0,240							
S	-0,388*	-0,491**	-0,531**	0,051						
BB	0,149	-0,215	-0,081	-0,440*	0,015					
KÇ	-0,342	-0,595**	-0,395*	-0,450*	0,308	0,613**				
BBYV	-0,240	-0,416*	-0,468*	-0,354	0,181	0,580**	0,620**			
HP	0,031	0,294	-0,174	0,680**	0,227	-0,693**	-0,367	-0,396*		
BBPV	-0,218	-0,304	-0,609**	-0,116	0,297	0,364	0,546**	0,886**	0,039	
PV	0,026	0,095	0,128	0,298	0,150	0,166	0,348	0,528**	0,125	0,608**

\*:p<0.05; \*\*:p<0.01; Kısaltmalar materyal ve yöntem bölümünde verilmiştir.

Yapılan korelasyon analizi sonucuna göre borun kalsiyum ve fosfor ile olan ilişkisi % 1 seviyesinde önemli iken, bakır ve kükürt ile olan ilişkisi % 5 seviyesinde önemlidir (Tablo 2). Kalsiyumun bakır, fosfor, kükürt ve bitki çapı ile olan ilişkisi % 1 seviyesinde önemli iken bitki başına yem verimi ile ilişkisi % 5 seviyesinde öneme sahip olduğu ifade edilebilir. Bakırın kükürt ve bitki başına protein verimi ile olan ilişkisi negatif yönlü ve % 1 seviyesinde, bitki çapı ve bitki başına yem verimi yine negatif yönlü ve % 5 seviyesinde anlamlıdır. Bitki boyu ile bitki çapı ve bitki başına yem verimi pozitif yönlü ve % 1 seviyesinde önemli iken, ham protein ile negatif yönlü % 1 seviyesinde önemli bir ilişkisi bulunmaktadır. Ham protein, bitki başına yem verimi ve bitki başına protein verimi ile % 1 seviyesinde pozitif yönlü bir ilişkisi mevcuttur. Bitki başına yem verimi, bitki başına protein verimi ve protein verimi ile pozitif yönlü % 1 seviyesinde, bitki çapı ile % 5 seviyesinde negatif yönlü anlamlı bir ilişkisi vardır. Protein verimi ise bitki başına protein verimi ile pozitif yönlü ve % 1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bir ilişkisi söz konusudur.



Şekil 2. Path Model; Kısaltmalar materyal ve yöntem bölümünde verilmiştir.

Şekil 2’de verilen path modelde, protein verimi (PV) üzerine etki eden verim unsurları ve besin elementlerin direk etkileri ( $\beta$ ) tek yönlü oklar ile, özellikler arasındaki korelasyon ise çift yönlü oklar ile gösterilmiştir. Protein verimi ile Ca arasındaki ilişki negatif yönlü ( $\beta = -0,507$ ) olup diğer özelliklerle ilişkisi pozitif yönlüdür. Protein verimi üzerine bitki başına protein verimini direk etkisi (1.127) yüksek olduğu ve tek başına varyasyonun % 37’ini ( $R^2=0,370$ ) açıklamaktadır (Tablo 1). Bitki başına protein verimi ile P arasındaki ilişki negatif yönlü ( $\beta = -0,211$ ) olup diğer özelliklerle (BBYV, HP, BB, B) olan ilişkisi pozitif yönlüdür. Bitki başına yem verimi, bitki başına protein verimi üzerine direk etkisi (1.031) olup bitki başına protein verimini varyasyonunun % 78.5’ini ( $R^2=0,785$ ) açıklamaktadır (Tablo 1).

Bitki başına yem verimi üzerine sadece bitki çapı etkili olmuş olup direk etkisi 0.620'dir. Ayrıca bitki çapı tek başına bitki başına yem verimi varyasyonunun % 38.5'lik ( $R^2=0.385$ ) kısmını açıklamaktadır (Tablo 1).

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

Yabani roka hayvancılıkta kaba yem kaynağı olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olması sebebiyle yapmış olduğumuz çalışmada farklı sıra aralığında yetiştirilen bitkilerin istatistiki olarak önem arz eden bitki başına protein verimi açısından en yüksek değer 30 cm ve 40 cm sıra aralığında elde edilmiştir. Yapılan kaynak taraması sonucunda yabani rokanın bitki başına protein verimi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığı için protein oranı ve verimi ile ilgili sonuçlar tartışılmıştır.

2005 ve 2006 yıllarında İtalya ve Türkiye orijinli 6 haftalık yabani rokaların taze yapraklarının 2.6 ile 6.1 mg  $g^{-1}$  ham protein ihtiva ettiği belirlenmiştir [24]. Benzer şekilde yapılan bir çalışmada [25], Nijerya'nın Oyo şehrinde (Erelu Baraji) yetiştirilen, yine taze yabani roka yapraklarının protein oranı % 34.56 olarak tespit etmişlerdir.

Konya'da yetişen yabani rokanın kaba yem değerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada [6], çiçeklenmeden önceki dönemde tüm bitkinin % 21 oranında ham protein oranına sahip olduğu bildirilmiştir.

Güney İtalya'da 2019- 2020 yılları boyunca sera şartlarında 3 farklı biostimulant uygulanarak yetiştirilen yabani rokadan en düşük verim sonbahar-kış döneminde ( $9.3 t ha^{-1}$ ) alınmışken, en yüksek verim kış sezonunda ( $19.1 t ha^{-1}$ ) alınmıştır [26]. Yetiştirme sezonunda bitkilerden % 5 total N (31% HP) elde edilmiştir. Bu çalışmada verilmemiş olmasına rağmen hesaplama ile protein verimini belirlersek, en düşük protein verimi  $2.79 t ha^{-1}$  en yüksek ise  $5.73 t ha^{-1}$  olarak elde edilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar diğer araştırmacıların bulgularından farklılıklar göstermektedir. Bunun nedeni, çalışmamızda kullandığımız materyal sonbahar döneminde hasat edilmiş olup bitkinin yaprak, gövde, meyve ve tohum aksamalarını içerirken, diğer araştırmacılar çalışmalarında genellikle taze yaprak örneği üzerinde çalışmışlardır. Ayrıca farklılıkların bir diğer sebebi, yetiştirme şartlarındaki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Path analizi, bitki ıslahında verim ve unsurları arasındaki doğal ilişkinin belirlenmesi ve önemli etkisi olan verim unsurlarının seleksiyon kriteri olarak seçiminde sıklıkla başvurulan bir yöntemdir [27]. 1999 yılında Hindistan'da New Delhi (Muson dönemi) ve Haydarabat (Kuru Kış dönemi)'ta geliştirilen 90 adet mısır genotipinin tane verimin artırılması amacıyla yapılan seleksiyon ıslahında indikatör olarak kullanılacak özelliğin belirlenmesi amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir [27]. Çalışmada Sequential Path Model için yapılan Stepwise Multiple Regresyon analizine göre, koçandaki toplam tohum ağırlığı üzerine muson ve kuru kış döneminde 0.43 değeri ile en yüksek direkt etki ve 175.24 VIF değeri toplam tane sayısı olarak saptamışlardır.

Hindistan'ın Talengane eyaletinde 42 adet hibrit çeltik geliştirmiş ve bu genotipler 15 kantitatif özelliğin birbiri ile ilişkisi incelenmiştir [28]. Çalışmada, bitki başına tohum verimi ile salkım uzunluğu arasındaki korelasyon pozitif ve % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli iken yapılan path analizi sonucunda salkım uzunluğunun salkımdaki tane sayısı üzerine pozitif ve 0.9688 değer ile direkt etkisi olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmada, Stepwise Multiple Regresyon analizine göre salkım uzunluğu, salkımdaki tane sayısı ve bitki başına verimli kardeş sayısı özelliklerinin çok önemli olduğu ve bu özelliklerin tohum verimi varyasyonunun % 42.31'ini oluşturduğu belirtilmiştir.

Ankara'da yapmış oldukları bir çalışmada 50 nohut hattının tek bitki verimi ve unsurlarını içeren 12 adet özellik arasındaki ilişkileri incelenmiştir [29]. Çalışmada tek bitki verimi varyasyonu üzerine % 50.30 bitkide bakla sayısı, % 34.55 baklada tane sayısının etkili olduğu ifade edilmiştir.

Path analizinde çoklu bağlanım (multicollinearity) seviyesini tolerans ve VIF (Varyans Büyütme Faktörü) değeri göstermektedir. Tolerans değeri, seçilen bağımsız değişkenin (tarımsal özellikler) diğer bağımsız değişkenler tarafından açıklanmayan değişkenlik miktarı olup  $R^2$  bağımlı özellikler tarafından tahmin edilen tohum verimi için belirleme katsayısıdır. VIF değeri ise, seçilen bağımsız değişkenin varyansı üzerindeki diğer bağımsız değişkenlerin (özellikler) etkilerinin kapsamını göstermektedir. Bu nedenle yüksek VIF değerleri (> 10) veya küçük tolerans değerleri (0,1'den çok daha düşük) yüksek oranda doğrusallık gösterdiğini ifade etmektedir [18]. Buğday üzerinde yapılan bir çalışmada tohum verimi üzerine salkım sayısı 0.431 direkt etkisi (Tolerans değeri:0.954, VIF: 1.048) ve bin tane ağırlığını 0.341 direkt etkisi (Tolerans değeri:0.954, VIF: 1.048) olduğunu belirtilmiştir [18]. Ayrıca aynı çalışmada tolerans ve VIF değerlerine göre değişkenlik gösteren bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Bizim çalışmamızda da elde ettiğimiz tolerans ve VIF değerleri göre özellikler arasında değişkenlik gösteren bir ilişki söz konusu olup verimin tek genle kontrol edilmeyen bir özellik olmasından kaynaklanabilir.

Yem verimi poligenik olan kantitatif bir özellik olup, bitki boyu ve kanopi çapı gibi özelliklerden etkilenmektedir [30, 31]. Elde ettiğimiz path model sonucunda da görüldüğü üzere, farklı sıra aralığında yetiştirilen yabani rokaların bitki başına yem verimi üzerine bitki çapının pozitif yönlü bir etkisi söz konusudur. Ayrıca, bitki başına yem verimi, bitki boyu ve ham protein oranı ile birlikte bitki başına protein verimi varyasyonunun % 97.6'sını açıklamaktadır. Bunlara ek olarak, protein verimi ile Cu, S, P pozitif yönde direk bir etkisi söz konusu iken protein verimi ile Ca arasında negatif yönlü bir ilişkiye sahiptir.

Araştırmamızda yapmış olduğumuz kaynak taramaları neticesinde, bitki ıslahında seleksiyon açısından indikatör özellik olarak kullanılan path analizi, ekonomide önemli yeri olan mısır, çeltik, buğday ve nohut gibi bitkilerde daha çok kullanılmıştır. Ancak unutulmamalıdır ki, günümüzde değişen iklim şartları ve bunun neden olduğu gıda krizleri

dikkate alındığında adaptasyon kabiliyeti ve çeşitliliği yüksek bitki grupları ön plana çıkmaktadır. Bu sebeple, çalışmamıza konu aldığımız sebze olarak kullanımının dışında yağ bitkisi, tıbbi bitki ve yem bitkisi olarak tarımda geniş bir kullanım potansiyeli olan yabancı rokanın Türkiye'deki çeşitliliğini korumanın en iyi yolu bu bitkiden faydalanma alanlarının artırılması ile gerçekleştirilebileceği kanaatindeyiz. Yabancı roka, yüksek protein verimine sahip kaba yem elde etmek amacıyla yapılacak yetiştiriciliklerde 30 cm ve 40 cm sıra aralığı tavsiye edilebilir. Ayrıca yem bitkisi amacı ile geliştirilecek tiplerin seçiminde bitki başına yem verimi, bitki boyu, kanopi çapı ve ham protein oranı özellikleri üzerinde durulması gerektiğini ifade edebiliriz.

## Kaynaklar

- [1] Erik, S. (2012). Çok yönlü ruderal bir tur: *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(1), 27–36.
- [2] Güner, A. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları Flora Dizisi 1, Nemaş Matbaası.
- [3] Levine, J. M., Adler, P. B., & Yelenik, S. G. (2004). A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. *Ecology Letters*, 7(10), 975–989.
- [4] Acar, R., Koç, N., & Sumiahadi, A. (2019). Investigation of yield, yield components and nutrient contents of wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.). *Arabian Journal of Geosciences*, 12(23), 1-6.
- [5] Yıldırım, B., Dural, H., & Çıtak, B. Y. (2021). Morphological, anatomical, palynological, and micromorphological study on *Diplotaxis tenuifolia* (Brassicaceae). *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 14(3), 365-371.
- [6] Koç, N., & Acar, R. (2017). Yabancı roka (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) Dc.) ile ilgili Konya şartlarında yapılan çalışmalar. 12. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, 12-15 Eylül 2017, Kahramanmaraş, Türkiye, s: 184-188.
- [7] Catanese, F., Fernández, P., Villalba, J. J., & Distel, R. A. (2016). The physiological consequences of ingesting a toxic plant (*Diplotaxis tenuifolia*) influence subsequent foraging decisions by sheep (*Ovis aries*). *Physiology & Behavior*, 167, 238-247.
- [8] Tomas-Barberan, F., Allende, A., Truchado, P., Bortolotti, L., Sabatini, A., Simuth, J. & Bilikova, K. (2009). Phytochemicals as markers of the floral origin of honey. 41<sup>st</sup> Congress of Apimondia, September 15-20, Montpellier, France.
- [9] Acar, R., Coşkun, B., Özcan, M.M., Özcan, C., Özköse, A. & Koç, N. (2015). The importance and agricultural usage of wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC). In: Proceeding of International Conference on Sustainable Agriculture and Environment (2<sup>nd</sup> ICSAE), September 30 - October 3. Konya, Turkey, p: 829–833.
- [10] Acar, R., Geçgel, Ü., Hamurcu, M., Coşkun, B., Koç, N. & Özcan, M.M. (2016). Some chemical properties, fatty acid composition and mineral contents of *Diplotaxis tenuifolia* seed and oil. *Am. J. Essent. Oil. Nat. Prod.*, 4(2), 23–26.
- [11] Nicoletti, R., Raimo, F. & Miccio, G. (2007). *Diplotaxis tenuifolia*: biology, production and properties. *Eur J Plant Sci Biotech*, 1(1), 36–43.
- [12] Caruso, G., Parrella, G., Giorgini, M. & Nicoletti, R. (2018). Crop systems, quality and protection of *Diplotaxis tenuifolia*. *Agriculture*, 8(55), 1–19.
- [13] Hall, M., Jobling, J., Rogers, G. (2012). Some perspectives on the rocket as a vegetable crop: a review. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 76(1), 21–41.
- [14] Durazzo, A., Azzini, E., Lazzè, M.C., Raguzzini, A., Pizzala, R. & Maiani, G. (2013). Italian wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.): influence of agricultural practices on antioxidant molecules and on cytotoxicity and antiproliferative effects. *Agriculture*, 3(2), 285–29.
- [15] Kenigsbuch, D., Ovidia, A., Shahar-Ivanova, Y., Chalupowicz, D. & Maurer, D. (2014). “Rock-Ad”, a new wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia*) mutant with late flowering and delayed post harvest senescence. *Sci Horti*, 174, 17–23.
- [16] Darlison, J., Mogren, L., Rosberg, A. K., Grudén, M., Minet, A., Liné, C., ... & Alsanius, B. W. (2019). Leaf mineral content govern microbial community structure in the phyllosphere of spinach (*Spinacia oleracea*) and rocket (*Diplotaxis tenuifolia*). *Science of the total environment*, 675, 501-512.
- [17] Spadafora, N. D., Amaro, A. L., Pereira, M. J., Müller, C. T., Pintado, M., & Rogers, H. J. (2016). Multi-trait analysis of post-harvest storage in rocket salad (*Diplotaxis tenuifolia*) links sensorial, volatile and nutritional data. *Food Chemistry*, 211, 114-123.



- [18] Janmohammadi, M., Sabaghnia, N., & Nouraein, M. (2014). Path analysis of grain yield and yield components and some agronomic traits in bread wheat. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 62(5), 945-952.
- [19] USDA 2004, Soil survey laboratory methods manual, Soil survey investigations report, 42. [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcseprd1026807.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcseprd1026807.pdf) (06.10.2022).
- [20] AACCC, 2004, *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (10<sup>th</sup> edn.)*. St. Paul, MN, USA.
- [21] Freed, R., Einensmith, S.P., Guets, S., Reicosky, D., Smail, V.W. & Wolberg, P. (1989). *User's guide to MSTAT-C analysis of agronomic research experiments*. Michigan State University, USA.
- [22] Ho, R. (2013). *Handbook of univariate and multivariate data analysis with IBM SPSS*. CRC press.
- [23] Example of very simple path analysis via regression (with correlation matrix input). (2021). <https://psych.unl.edu/psycrs/971/pathanalysis/path1ex.pdf> (26.10.2021).
- [24] Bozokalfa, M.K., Yagmur, B., Ilbi, H., Esiyok, D. & Kavak, S. (2009). Genetic variability for the mineral concentration of *Eruca sativa* L. and *Diplotaxis tenuifolia* L. accessions. *Crop Breed Appl Biotechnol*, 9(4), 372–38.
- [25] Adeagbo, A. I., Bolaji, K. A., & Odoje, O. F. (2013). Nutritive potentials of *Allium cepa* and *Diplotaxis tenuifolia* vegetable leaf protein concentrates. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 3, 211-214.
- [26] Caruso, G., El-Nakhel, C., Roupheal, Y., Comite, E., Lombardi, N., Cuciniello, A., & Woo, S. L. (2020). *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. yield and quality as influenced by cropping season, protein hydrolysates, and Trichoderma applications. *Plants*, 9(6), 697.
- [27] Mohammadi S. A., Prasanna, B. M. & Singh, N. N. (2003). Sequential path model for determining interrelationships among grain yield and related characters in maize. *Crop Sci.* 43, 1690–169
- [28] Begum, S., Srinivas, B., Reddy, V.R. & Kumari, C.A. (2021), Multiple regression, correlation and path analysis of gall midge incidence, yield and yield components in rice (*Oryza sativa* L.) Hybrids. *Current Journal of Applied Science and Technology* 40(2): 33-45.
- [29] Gürbüz, A., Türkan, A. D., Soydaş, S., & Aydın, N. (2004). Nohutta korelasyon ve path analizi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 10(1-2),1-8.
- [30] Chahal, G. & Gosal, S. (2002). *Principles and procedures of plant breeding: Biotechnological and conventional approaches*. Alpha Science Int'l Ltd.
- [31] Semagn, K., Bjørnstad, Å. & Xu, Y. (2010). The genetic dissection of quantitative traits in crops. *Electronic Journal of Biotechnology*, 13(5), 16-7.



## Calculation of biodiversity parameters of epigeal Hexapoda species in different anise (*Pimpinella anisum* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) agro-ecosystems in Burdur Province

Şükrü Erden ERGENE<sup>1</sup>, Gökhan AYDIN<sup>\*2</sup>  
ORCID: 0000-0002-1606-344X; 0000-0003-2301-5195

<sup>1</sup> Afyonkarahisar Food Control Laboratory Management, Afyon, Turkey

<sup>2</sup> Isparta University of Applied Sciences, Atabey Vocational School, 32670 Atabey-Isparta, Turkey

### Abstract

This study was carried out to compare the biodiversity parameters of epigeal insect species in three different regions with different geographical conditions. Tefenni Plain, Beyköy (Abdölmelik) Plain and Çaylı Mountain Village, which are located at 3 different altitudes, were chosen as the study area. Pitfall traps were placed in agro-ecosystems of anise and fennel in each region and epigeal insect species sampled with pitfall traps were checked weekly. A total of 2086 individuals belonging to 117 epigeal insect species, mostly from the carabid (Coleoptera) family, were sampled. The highest number of individuals were sampled in fennel planted field in Tefenni Plain (*Tf*) and anise planted field in Tefenni Plain (*Ta*) with 841 and 440, respectively. The results of Shannon-Wiener diversity were found to be the highest in *Ta* with 2.7893 while the lowest was found in anise planted field in Çaylı Mountain Village (*Ca*) with 2.1775. Simpson diversity results were calculated as highest in *Ta* with 0.9196 and lowest in *Ca* with 0.7813. Simpson's dominance results determined that *Ca* was the highest dominant agro-ecosystem with 0.2187. According to both Shannon and Simpson Evenness; the population densities of epigeal species living in fennel planted field in Beyköy (Abdölmelik) Plain (*Bf*) and anise planted field in Beyköy (Abdölmelik) Plain (*Ba*) were found to be more balanced than in other agro-ecosystems. The percentage similarity analysis shows that the regions selected in different altitudes were more similar to each other than the plants of the same species. Contrary to expectations, it was observed that epigeal insect species did not show distribution according to plant pattern and were not directly related to plants. It is thought that the epigeal insect species sampled are affected by the altitude difference.

**Key words:** Shannon-Wiener, Simpson diversity, similarity, dominance, vertical distribution

----- \* -----

### Burdur İli farklı anason (*Pimpinella anisum* L.) ve rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) agro- ekosistemlerinde epigeal Hexapoda türlerinin biyolojik çeşitlilik parametrelerinin hesaplanması

#### Özet

Bu çalışma farklı coğrafik koşullarda bulunan üç farklı bölgede epigeal böcek türlerinin biyolojik çeşitlilik parametrelerinin karşılaştırılması amacıyla 2022 yılında yapılmıştır. Çalışma alanı olarak 3 farklı rakımda yer alan Tefenni Ovası, Beyköy (Abdölmelik) Ovası and Çaylı Dağ Köyü seçilmiştir. Her bölgede anason ve rezenenin olduğu agro-ekosistemlere çukur tuzaklar yerleştirilmiş ve çukur tuzaklarla örneklenen epigeal böcek türleri haftalık olarak kontrol edilmiştir. Çoğu Carabidae (Coleoptera) familyasından olmak üzere toplam 117 epigeal böcek türüne ait 2086 birey örneklendirilmiştir. En yüksek sayıda birey sırasıyla 841 ve 440 ile Tefenni Ovası'nda rezene ekili tarla (*Tf*) ve yine Tefenni Ovası'nda anason ekili tarla (*Ta*)'da örneklendirilmiştir. Shannon-Wiener çeşitliliğinin sonuçları 2,7893 ile en yüksek *Ta*'da, en düşük ise 2,1775 ile Çaylı Dağ Köyü'nde anason ekili tarla (*Ca*)'da bulunmuştur. Simpson çeşitlilik sonuçları da 0.9196 ile en yüksek *Ta*'da ve 0.7813 ile en düşük *Ca*'da hesaplanmıştır. Simpson'ın dominantlık sonuçları, *Ca*'nın 0.2187 ile en yüksek dominantlığa sahip agro-ekosistem olduğunu belirlemiştir. Hem Shannon'a hem de Simpson Evenness'e göre; Beyköy Ovası'nda rezene ekili tarla (*Bf*) ve yine Beyköy Ovası'nda anason ekili tarla (*Ba*)'da yaşayan epigeal türlerinin popülasyon yoğunluklarının diğer tarımsal ekosistemlere göre daha dengeli olduğu görülmüştür. Yüzde benzerlik analizi farklı coğrafi koşullarda seçilen bölgelerin birbirlerine aynı tür bitkilerin birbirine benzemelerinden daha çok benzediklerini göstermektedir. Beklenenin aksine epigeal böcek türlerinin bitki desenine göre dağılım göstermedikleri ve bitkilerle doğrudan ilişkili olmadıkları görülmüştür. Örneklenen epigeal böcek türlerinin rakım farkından etkilendikleri düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Shannon-Wiener, Simpson çeşitlilik, benzerlik, dominantlık, dikey dağılım

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905076725309; Fax.: +902462713036; E-mail: gokhanaydin@isparta.edu.tr

© Copyright 2022 by Biological Diversity and Conservation

Geliş tarihi: 02.11.2022; Yayın tarihi: 15.12.2022

BioDiCon. 1064-021122

## 1. Introduction

Biological diversity or briefly “biodiversity” refers to the variety of life on Earth at all its levels, from genes to ecosystems. Genetic Diversity is defined as genetic variability present within species while Species Diversity is defined as the number of different species present in an ecosystem and relative abundance of each of those species. Ecosystem diversity contains the entirety of interacting organisms as an ecological unit and their physical environment.

Increasing urbanization due to human population growth has brought along many problems such as global climate change, environmental pollution, habitat destruction, intensive use of pesticides and synthetic fertilizers in agricultural areas to obtain more products from unit area, infertility of agricultural lands, etc. Thus, human activities threaten the biodiversity on our planet and species richness is gradually decreasing [1-6]. As a result of transformation of the agro-ecosystems into urban areas, simulations until 2035 have showed a continuous decline of farmers in all scenarios [7]. Many scientific studies have been conducted on the negative effects of human activities on biodiversity [8-16].

Agricultural biodiversity supports the basic structure, functions, protection of the food chain, food production and food security of the agro-ecosystem [5, 17]. Organic farming practices in agricultural lands are of great importance for the protection and sustainability of the biological diversity in agro-ecosystems. Pesticides and synthetic fertilizers, which are used unnecessarily and intensively in conventional farming, in underdeveloped countries and even in some developing countries, have a negative impact on the environment, human and animal health [3, 6, 18-20]. Unfortunately, such countries cannot achieve the transition from conventional agriculture to organic agriculture (if they do not export organic agricultural products). This has two reasons: The first is that the public is unconscious of the healthy products obtained as a result of organic agriculture and/or good agricultural practices. The second and even more tragic reason is the lack of financial means for the most of the producers to grow organic products and for the most of the citizens to buy them.

Some epigeal species of Carabidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae families have been frequently used to measure biodiversity, as bio-indicator species for habitat description and habitat destruction for the improvement of an agro-ecosystem and/or for sustainability of protected areas [1, 2, 21, 22].

The study was carried out to evaluate the biodiversity parameters of epigeal species living in organically grown Anise (*Pimpinella anisum* L.) and Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) agro-ecosystems at three different altitudes in Burdur Province.

## 2. Material and Methods

### 2.1. Study areas

The study areas were selected in Tefenni Plain, Beyköy (Abdülmelik) Plain and Çaylı Mountain Village which were located at different altitudes in the Tefenni District of Burdur Province. One anise (*Pimpinella anisum* L.) and one fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) agro-ecosystems were selected in each region (six habitats in total) in order to measure the effects of vertical distribution on epigeal insect biodiversity. Altitude of anise planted field in Tefenni Plain (*Ta*) (N37°32'89.82 E29°78'17.91) was 1150 m., fennel planted field in Tefenni Plain (*Tf*) (N37°19'41.58 E29°46'57.98) was 1147 m., anise planted field in Beyköy (Abdülmelik) Plain (*Ba*) (N37°14'9.21 E29°43'10.72) was 1216 m., fennel planted field in Beyköy (Abdülmelik) Plain (*Bf*) (N37°23'79.05, 29°72'01.80) was 1225 m., anise planted field in Çaylı Mountain Village (*Ca*) (N37°12'35.09 E29°48'19.56) was 1532 m., and fennel planted field in Çaylı Mountain Village (*Cf*) (N37°21'03.79 E29°81'23.21) was 1513 m. The main data of the study were obtained from the presence-absence status and population densities of epigeal insect species which refers to an organism's activity above the soil surface. Field studies were carried out between June and September of 2022.

### 2.2. Sampling of epigeal insect species

The epigeal species were sampled by pitfall traps. Totally 60 pitfall traps (10 traps for each agro-ecosystems) were placed in Tefenni Plain, Beyköy (Abdülmelik) Plain and Çaylı Mountain Village which were different altitudes. In this method, 10 plastic containers with a diameter of 15 cm and a depth of 20 cm were placed at intervals of 5 meters each in habitats at different altitudes, keeping the open parts at the same level as the soil level [23]. Data obtained from pitfall traps were used to measurement of biological diversity parameters. Pitfall traps were checked weekly and the numbers of insects caught were recorded in the charts. Insects placed in plastic containers specially prepared for each agro-ecosystem were brought to the laboratory for pinning, labeling, counting and diagnosis. The sampled insects were separated at the morphospecies level by considering at their morphological features and each was given a number.

### 2.3. Statistical analysis: Measurement of biological diversity parameters

Biodiversity parameters of plots were calculated using the EvenDiv 1.1 program [24], the parameters used and their calculation methods are given below:

for species diversity;

- Shannon-Wiener diversity index (H')

$$H' = -\sum pi \ln(pi)$$

pi: the importance value of a species as a proportion of all species

ln: the natural logarithm

- Simpson diversity index (S)

$$S = 1 - \sum ni(ni - 1)/N(N - 1)$$

i: number of species

ni: the importance value of a species as a proportion of all species

N: s the sum of the number of individuals

for species dominance;

- Simpson dominance index (Sd)

$$Sd = \sum ni(ni - 1)/N(N - 1)$$

i: number of species

ni: the importance value of a species as a proportion of all species

N: the sum of the number of individuals

for species evenness;

- Shannon Evenness index (EH')

$$EH' = H'/\ln(N)$$

H': Shannon-Wiener diversity

ln: the natural logarithm

N: the sum of the number of individuals

- Simpson Evenness index (ESm)

$$ESm = S/N$$

S: Simpson diversity

N: the sum of the number of individuals [25, 26].

MVSP (Multi Variate Statistical Package) 3.11c program was used to classify selected plots [27].

for similarity;

- Percentage similarity index (%S)

$$\%S = \sum \min(a, b, \dots, x)$$

$\sum \min$ : the sum of the smallest values whose percentages are calculated in the habitat with the smallest values in the other habitat whose similarity is calculated [28].

### 3. Results

In the study, a total of 2086 individuals belonging to 117 epigean insect species, mostly from the carabid family, were sampled between June and September, 2022 (Table 1). Based on the data obtained from the pitfall traps; the highest species richness was found in *Tf* with 39 epigean insect species while the lowest species richness was found in *Cf* with 23 species. The highest number of individuals were sampled in *Tf* and *Ta* with 841 and 440, respectively (Table 1). The results of Shannon-Wiener diversity were found to be the highest in *Ta* with 2.7893 while the lowest was found in *Ca* with 2.1775. Similar to Shannon-Wiener diversity results, Simpson diversity results were calculated as highest in *Ta* with 0.9196 and lowest in *Ca* with 0.7813. Simpson's dominance results determined that *Ca* was the highest dominant agro-ecosystem with 0.2187. The second and third most dominant agro-ecosystems were found to be *Tf* and *Cf* with 0.1847, 0.1635, respectively. According to both Shannon and Simpson Evenness; the population densities of epigean species living in *Bf* and *Ba* were found to be more balanced than in other agro-ecosystems (Table 1).

Table 1. Biological diversity parameter results obtained from pitfall trap in the study areas.

	<i>Tf</i> *	<i>Ta</i>	<i>Bf</i>	<i>Ba</i>	<i>Cf</i>	<i>Ca</i>
Species richness	39	34	26	24	23	29
No of Individuals	841	440	106	175	197	324
<b>Diversity indices</b>						
Shannon-Wiener[H]	2.3257	<b>2.7893</b>	2.7575	2.4618	2.2393	<b>2.1775</b>
Simpson Index[D]	0.1847	<b>0.0804</b>	0.0872	0.1269	0.1635	<b>0.2187</b>
Simpson Diversity[1-D]	0.8153	<b>0.9196</b>	0.9128	0.8731	0.8365	<b>0.7813</b>
<b>Evenness indices</b>						
Shannon-Evenness[EH']	0.6348	<b>0.7910</b>	<b>0.8464</b>	0.7746	0.7142	0.6467
Simpson-Evenness [ESm]	0.1388	<b>0.3658</b>	<b>0.4411</b>	0.3283	0.2659	0.1577

\* *Tf*: Fennel in Tefenni Plain; *Ta*: Anise in Tefenni Plain; *Bf*: Fennel in Beyköy (Abdülmelik) Plain; *Ba*: Anise in Beyköy (Abdülmelik) Plain; *Cf*: Fennel in Çaylı Mountain Village; *Ca*: Anise in Çaylı Mountain Village

Shannon-Wiener diversity result showed high and a balanced curve in *Ta* and *Bf* if compared to others (upper left of Figure 1). It is seen that this rate is shown with the lowest curve in *Cf* and *Ca* agro-ecosystems where altitudes were the highest. Similar to Shannon-Wiener, Simpson diversity results also showed that the curve was found to be highest and stable in the *Ta* and *Bf* ranges (upper right of Figure 1). The dominance, which is inversely proportional to the diversity, was shown by the lowest curve in the *Ta* and *Bf* agro-ecosystems in contrast to the diversity. According to Simpson dominance, the highest dominance curve was seen in *Ca* (lower left of Figure 1). Shannon-evenness, which determine whether the number of individuals belonging to the species in the habitats is evenly distributed, showed that the most stable curve was between *Ta* and *Bf* as in the diversity results. It was determined that the habitat with the lowest evenness value was the *Tf* (Lower right of Figure 1).

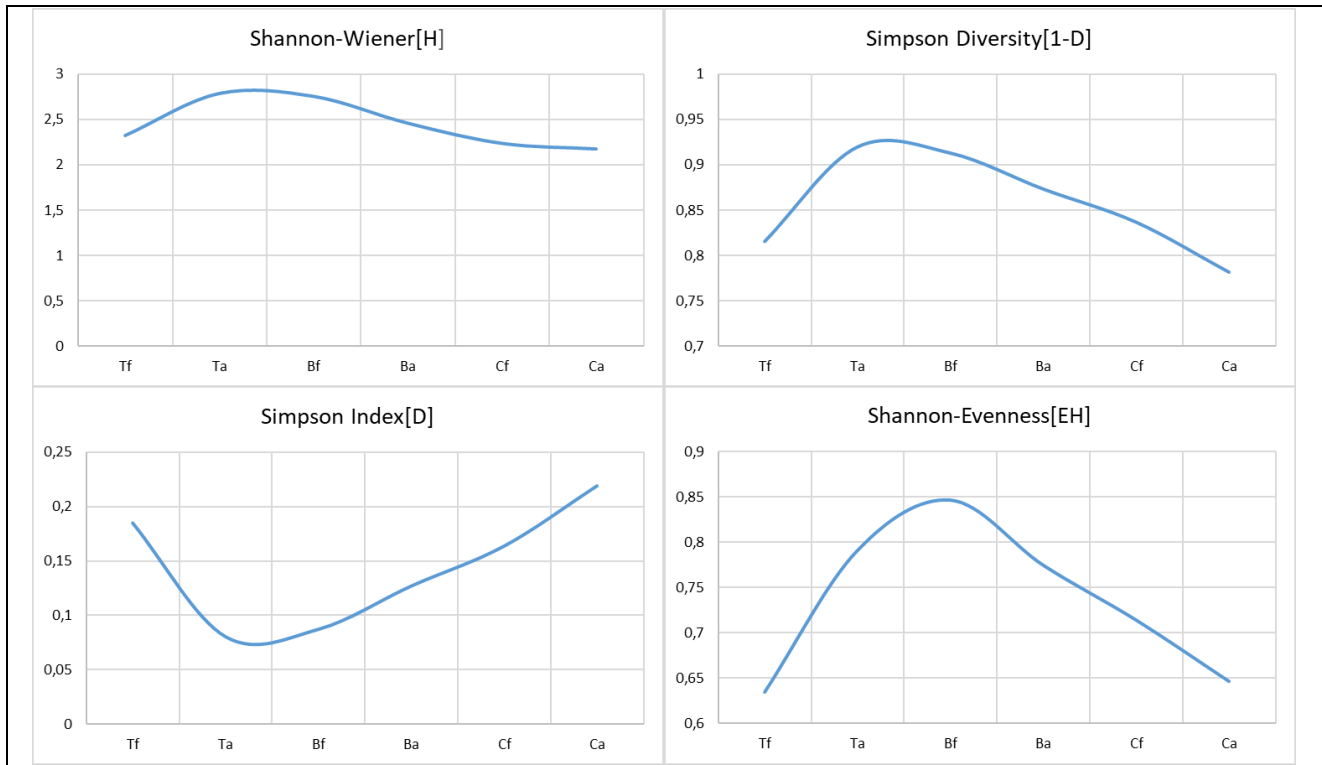


Figure 1. Results of biological diversity parameter Shannon-Wiener (upper left), Simpson diversity (upper right), Simpson dominance (lower left), and Shannon-Evenness (lower right) with the data obtained from the pitfall traps in *Tf*, *Ta*, *Bf*, *Ba*, *Cf*, and *Ca*.

According to percent similarity the most similar agro-ecosystems were found to be *Tf-Ta* and *Ba-Bf* with 56.52% and 43.42%, respectively. *Ca* was found 29.44% similar to the group formed by *Tf* and *Ta*. Besides *Cf* was found 28.26% similar to the group formed by *Ca*, *Tf* and *Ta*. The node of *Ba-Bf* was found to be 21.09% similar to the node of *Cf-Ca-Ta-Tf*. Despite having the same vegetation, fennel, *Tf* and *Bf* were calculated as the most dissimilar areas with 12.67%. *Ba* and *Tf* were found to be also one of the dissimilar agro-ecosystems with 14.37% (Figure 2).

#### 4. Conclusions and Discussion

Species richness was highest at the lowest altitude (~1150 m) in *Tf* and *Ta*. The highest biodiversity values obtained in present study were 2.79 and 2.76 in *Ta* and *Bf*, respectively. The dominance value, which increased or decreased inversely with the diversity, was recorded as 0.22 in the highest *Ca*. Both species richness and biodiversity results measured in low altitude were found to be higher than those measured in high altitude. Our study showed that insect species and therefore diversity results were affected by altitude differences than plant canopy. The low altitude positively affected insect species richness and diversity of epigeal species, while high altitude negatively affected these values. This result showed that the insect assemblages sampled during the study were composed of epigeal species that were not indicator for habitat and/or plant.

There are many factors affecting species richness and biodiversity. The apple orchards with pesticide application have been found less similar than the apple orchards with organic farming [3]. The present study showed that the altitude differences of the regions were similarly grouped among themselves in terms of percent similarity index. Moreover in present study, the distribution of epigeal insects was made according to altitude not plant pattern. Insect biodiversity has been lower at higher altitude than at lower altitude [29] and it changes according to plant pattern [30].



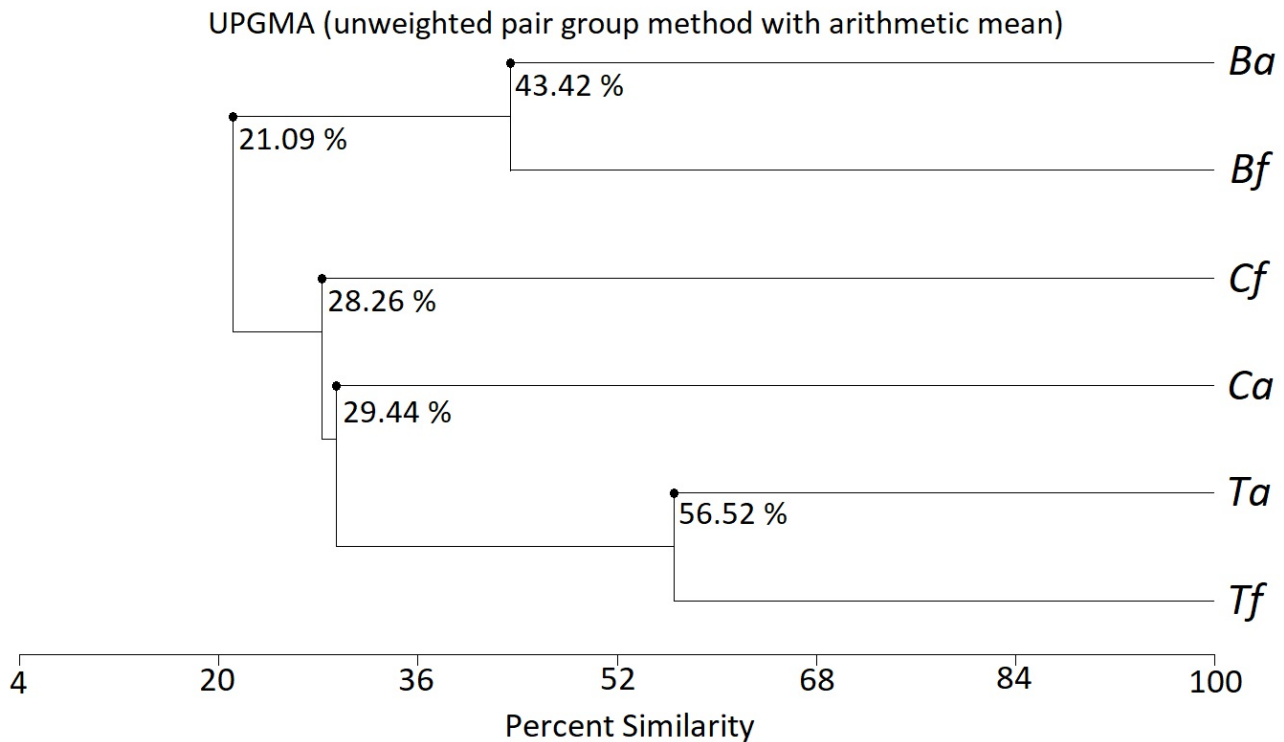


Figure 2. Percent Similarity analysis calculated considering the epigeal species sampled in *Tf*, *Ta*, *Bf*, *Ba*, *Cf*, and *Ca*.

In one of the numerous studies on biodiversity has been reported that the species richness is higher in the undergrowth layer than in the forest canopy for common species [31]. Insect species richness, evenness, and diversity of the ecosystems can be affected by anthropogenic effect such as tourism, pesticide application, plant destruction, presence of roads, and many abiotic and biotic factors such as plant pattern, soil structure, climate, food, and different altitudes [1, 4, 6, 19, 21, 32, 33]. Many scientific studies show that the measured biodiversity values in natural areas are higher than in un-natural or destructed areas [2-6, 9, 11, 12, 14, 16, 20, 22]. However, there was no habitat destruction in all three regions with different geographical conditions, almost the only difference was the altitude difference.

Similarity analysis results showed that regions with different geographical conditions do not resemble each other even if they have the same plant pattern.

In the present study, it was determined that epigeal insects were distributed according to different altitudes rather than plant pattern. The results from this study clearly show that the insect species sampled from different habitats are not directly related to the plant pattern. When the different regions where the plant pattern is the same are compared with each other in terms of similarity, it is seen that the similarity rates of the habitats with the same plant pattern are quite low. According to percent similarity results *Ca* was found dissimilar to *Ea* and *Ba* with 63.09% and 73.95%, respectively. Similarity analysis results obtain from the sampled epigeal insect species, *Ba* was found to be 71.39% dissimilar to *Ea*. Similar results were seen in fields planted with fennel: *Cf* was found dissimilar to *Ef* and *Bf* with 77.84% and 72.28, respectively. It was seen that the most dissimilar habitats were *Bf* and *Ef*, which were also planted with fennel, and the result of dissimilarity was found 87.33%.

As mentioned above, many factors may affect insect diversity. In our study, it was observed that the vertical distribution of epigeal insects was affected by altitude hence insect biological diversity decreased at high altitudes.

### Acknowledgement

This work was supported by Research Fund of the Isparta University of Applied Sciences. Project Number: 2021 YL1-0147.

### References

- [1] Arndt E., Aydın N., Aydın G. (2005). Tourism impairs tiger beetle Cicindeldae populations a case study in a Mediterranean beach habitat. *Journal of Insect Conservation*, 9(3), 201-206., Doi: 10.1007/S10841-005-6609-9
- [2] Aydın G. & Kazak C. (2007). Evaluation of insect as bio-indicators for human activities in biotopes of Çukurova Delta (Adana). *Turkish Journal of Entomology*, 31(2), 111-128.

- [3] Aydın G. & Karaca İ. (2018). The Effects of pesticide application on biological diversity of ground beetle (Ceoloptera: Carabidae). *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(12), 9112-9118
- [4] Demir, Ü. & Aydın, G. (2020). Investigation of Antropogenic Effect on Insect Biological Diversity in Antalya Kuruşunlu Waterfall Natural Park. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4), 349-354.
- [5] Aydın, G. (2021). Comparison of Insect Biological Diversity Parameters in Natural and Degraded Habitats in Gölcük Nature Park Forest (Isparta, Turkey). *Turkish Journal of Forestry*, 22(4), 362-365
- [6] Aydın, G. (2022). An Alternative Agriculture Method Versus Conventional Agriculture that have Negative Effects on Protected Areas: Organic Agriculture. E. Arabacı (Ed.), Science and Engineering Studies: Multidisciplinary Evaluations (p. 1-8). Klaipeda: SRA Academic Publishing
- [7] Beckers V., Poelmans L., Van Rompaey A. & Dendoncker N. (2020). The impact of urbanization on agricultural dynamics: a case study in Belgium. *Journal of Land Use Science*, 15:5, 626-643. DOI:10.1080/1747423X.2020.1769211
- [8] Abudulai, M., Nboyine, J. A., Quandahor, P., Seidu, A., & Traore, F. (2022). Agricultural Intensification Causes Decline in Insect Biodiversity. In (Ed.), Global Decline of Insects. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101360>
- [9] Ballal, C.R., Sreedevi, K., Salini, S., Gupta, A., Amala, U., Varshney, R. (2022). Biodiversity of Agriculturally Important Insects: Status, Issues, and Challenges. In: Kaur, S., Batish, D., Singh, H., Kohli, R. (eds) Biodiversity in India: Status, Issues and Challenges. Springer, Singapore, [https://doi.org/10.1007/978-981-16-9777-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-981-16-9777-7_12)
- [10] Markl, G., Hinneberg, H. and Tarmann, G. (2022). Drastic decline of extensive grassland species in Central Europe since 1950: Forester moths of the genus *Jordanita* (Lepidoptera, Zygaenidae) as a type example. *Ecology and Evolution*, 12(9), e9291. <https://doi.org/10.1002/ece3.9291>
- [11] Marschalek, D.A & Deutschman, D.H. (2022). Differing insect communities and reduced decomposition rates suggest compromised ecosystem functioning in urban preserves of southern California. *Global Ecology and Conservation*, 33, e01996, ISSN 2351-9894, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01996>.
- [12] Outhwaite, C.L., McCann, P. & Newbold, T. (2022). Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nature*, 605, 97-102, <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04644-x>
- [13] Ríos-Touma, B., Villamarín, C., Jijón, G., Checa, J., Granda-Albuja, G., Bonifaz, E. & Guerrero-Latorre, L. (2022). Aquatic biodiversity loss in Andean urban streams. *Urban Ecosyst*, <https://doi.org/10.1007/s11252-022-01248-1>
- [14] Blowes, S.A., Daskalova, G.N., Dornelas, M., Engel, T., Gotelli, N.J., Magurran, A.E., Martins, I.S., McGill B., McGlenn, D.J., Sagouis A., Shimadzu, H., Supp, S.R., Chase, J.M. (2022). Local biodiversity change reflects interactions among changing abundance, evenness, and richness, *Ecology*, 10.1002/ecy.3820.
- [15] Soler, R., Benítez, J., Sola, F., Lencinas, M.V. (2022). Biodiversity Islands at the World's Southernmost City: Plant, Bird and Insect Conservation in Urban Forests and Peatlands of Ushuaia, Argentina. In: Montagnini, F. (eds) Biodiversity Islands: Strategies for Conservation in Human-Dominated Environments. Topics in Biodiversity and Conservation, 20, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-92234-4\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92234-4_16).
- [16] Storch, D., Šimová, I., Smyčka, J., Bohdalková, E., Toszogyova, A., Okie, J.G. (2022). Biodiversity dynamics in the anthropocene: how human activities change equilibria of species richness. *Ecography*, 4, pp. 1-19.
- [17] Aydın G. (2021). What's Difference Between Faunistic and Biodiversity Studies? *Journal of Biosystems Engineering*, 2(2), 110-118
- [18] Ortaç, Ö. D., Yaşar B. & Aydın G. (2015). Organik ve Konvansiyonel Yağ Gülü *Rosa damascena* Miller Rosales Rosaceae Yetiştirilen Alanlarda Böcek Biyolojik Çeşitlilik Değerlerinin Karşılaştırılması Isparta Örneği. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 161-173
- [19] Oğuz G., Aydın G. & Ulusoy M.R. (2021). Balcalı (Adana)'Da Farklı Ekosistemlerde Yaşamını Toprak Yüzeyinde Sürdüren Epigeal Hexapoda Türlerinin Biyolojik Çeşitlik Parametrelerinin Karşılaştırılması. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 3(2), 69-76.
- [20] Silay S., Aydın G., Karaca İ. (2021). Isparta İli Elma Bahçelerinde Çukur Tuzak Örnekleme Yöntemi İle Yakalanan Carabidae Familyasına Ait Biyoçeşitlilik Parametrelerinin Hesaplanması. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 3(1), 50-56.
- [21] Aydın G., Şekeroğlu E. & Arndt E. (2005). Tiger beetles as bioindicators of habitat degradation in the Çukurova Delta Southern Turkey. *Zoology in the Middle East*, 36(1), 51-58., Doi: 10.1080/09397140.2005.10638127
- [22] Aydın G. & Kazak C. (2010). Selecting Indicator Species Habitat Description and Sustainable Land Utilization: A Case Study in a Mediterranean Delta. *International Journal of Agriculture Biology*, 12(6), 931-934
- [23] New, T.R., (1998), Invertebrate Surveys for Conservation. Oxford University Press. 240 p.
- [24] Heimann, D. (2004). EvenDiv 1.1. Based on a DBase Program Code Supplied by Jörg Perner and Martin Schnitter. Institute of Ecology, University of Jena.
- [25] Magurran, A. E. (1988), Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press., 179 p.
- [26] Magurran, A. E. (2004), Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd., 256 p.
- [27] Kovach, W. L. (1999), A Multi variate Statistical Package. United Kingdom: Kovach Computing Services.
- [28] Krebs, C. J. (1999), Ecological Methodology. An Imprint of Addison Wesley Longman, Inc., 620 p.

- [29] Ruchin, A.B. & Egorov, L.V. (2022). Vertical Stratification and Seasonal Dynamics of Coleoptera in Open Biotopes of Forest Ecosystems (Centre of European Russia). *Forest*, 13(7), 1014. <https://doi.org/10.3390/f13071014>
- [30] Karmakar, P., Mishra, A., Borah, C., Deka, A. (2022). Diversity and spatial distribution of butterflies in different macrohabitat of North East India. *Int J Trop Insect Sci.*, <https://doi.org/10.1007/s42690-022-00885-5>
- [31] Ruchin A.B, Egorov L.V, Khapugin A.A. (2022) Vertical Distribution of Beetles (Coleoptera) in Pine Forests in Central European Russia. *Diversity*, 14(8), 622. <https://doi.org/10.3390/d14080622>
- [32] Aydın G. (2011). Plant-Insect Interaction in Biological Diversity: Agro-ecosystems, Natural and Semi-Natural Habitats. Süleyman Demirel University *Journal of Natural and Applied Sciences*, 15 (3), 178-185.
- [33] Aydın G. & Şen İ. (2020). Determination of arthropod biodiversity and some ecological parameters of Erdal Şekeroğlu (Isparta, Turkey) and Kadiini (Antalya, Turkey) cave ecosystems with evaluation of usability of insects in cave mapping. *Turkish Journal of Entomology*, 44(4), 539-557.

Contents / İçindekiler

Page No. Order No.

01. 273 Butterfly fauna (Lepidoptera: Rhopalocera) in and around Hirpora Wildlife Sanctuary, Shopian Kashmir, J&K UT, India
02. 280 A faunistic study of aquatic beetles (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae) in Beyşehir lake basin (Konya), Türkiye
03. 285 Anatomical investigations on eleven *Hypericum L.* taxa
04. 294 Physiological responses of epiphytic lichens to air quality of Nilüfer district in Bursa City
05. 303 *Rhizopogon pumilionum* (Ade) Bataille; a new false truffle (Basidiomycota) record for Turkish mycota
06. 308 Fig (*Ficus carica L.*) field gene banks and studies
07. 320 Two first records (*Pristina (Pristina) synclites* Stephenson, 1925 and *Bratislavia palmeni* (Munsterhjelm, 1905) for the freshwater Oligochaeta fauna of Türkiye
08. 325 Evaluation of the effects of exercise on mitotic index and activities of daily living in elderly patients with alzheimer's disease
09. 332 Some color variations of *Cercopis distincta* (Melichar, 1896) and a recent contribution to the asset of Hatay Cercopids: *Triecphorella geniculata* (Horváth, 1881)
10. 339 Preliminary research on macrozoobenthic fauna and Gastropoda species in some fresh waters of The Black Sea Region, Türkiye of
11. 348 Evaluation of antiproliferative effect of cisplatin and thymoquinone combination on MCF-7 cells
12. 356 A research on the flora and general vegetation structures of some caves and potholes (Mersin/Türkiye)
13. 369 Population Density of *Potamon potamios* (Olivier 1804) in Gölbaşı (Fish) Lake (Gölbaşı Village/Kırıkhan/Hatay)
14. 377 The relationship between protein yield, yield components and nutrient contents of Wild Rocket
15. 385 Calculation of biodiversity parameters of epigeal Hexapoda species in different anise (*Pimpinella anisum L.*) and fennel (*Foeniculum vulgare Mill.*) agro-ecosystems in Burdur Province

**Abstracted-Indexed in / Dergiyi tarayan veri tabanları:** Web of Science {Zoological Records Indexed} Clavariate Analytic, CiteFactor, Turkey Citation Index, JournalSeek Database, arastirmax, Medical Reads (RRS), CrossRef;10.46309/biodicon.

**Libraries / Kütüphaneler:** 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; GAZI 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.

Web of Science-Clarivate Analytics, Zoological Records Indexed

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

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

"BIOLOGICAL DIVERSITY AND CONSERVATION" has been added to the journal list of the Medical Reads (RRS) program together with the "Biology and Medical Journals".

Dergide yayınlanan makalelere" [http:// www.biodicon.com](http://www.biodicon.com)" adresinden ulaşabilir.

This journal is available online at <http://www.biodicon.com>

Copyright 2022 ©ERSİN YÜCEL All rights reserved/Tüm hakları saklıdır.

ISSN 1308-5301 Print / ISSN 1308-8084 Online

ISSN 1308-5301



## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

“BIOLOGICAL DIVERSITY 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. ‘BIOLOGICAL DIVERSITY AND CONSERVATION’ has been added to the journal list of the Medical Reads (RRS) program together with the “Biology and Medical Journals”. 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 requests.



### 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(2), 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](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](mailto: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 Subscription 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.....( )  
 Vol 14/1. ....( ), Vol. 14/2.....( ), Vol .14/3.....( )  
 Vol 15/1. ....( ), Vol. 15/2.....( ), Vol .15/3.....( )

Abone olmak istiyorum / I would like to have an annual subscription;

..... ( ) 2022.....( ) 20

Dergi aboneliğiniz ile ilgili ücreti

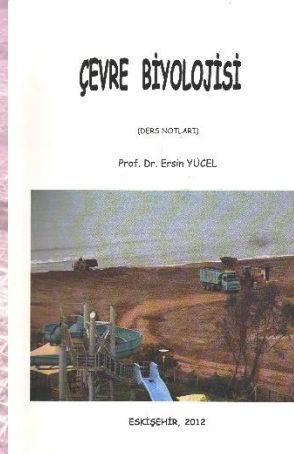
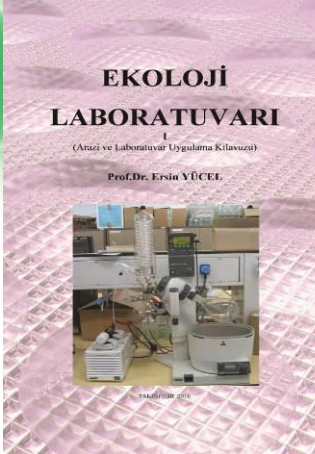
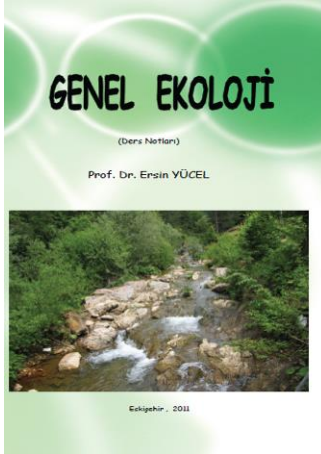
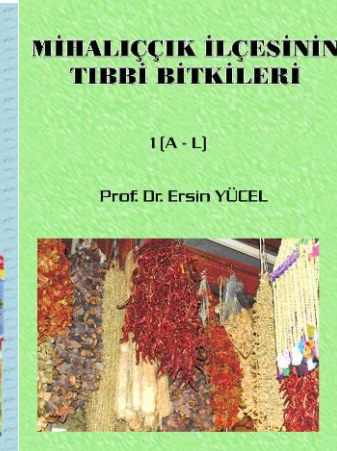
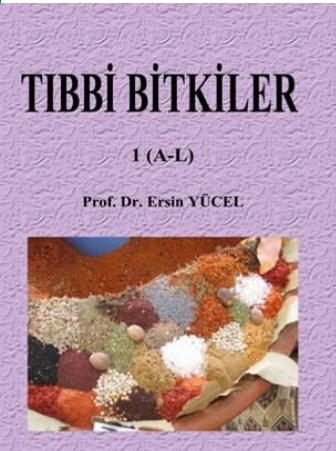
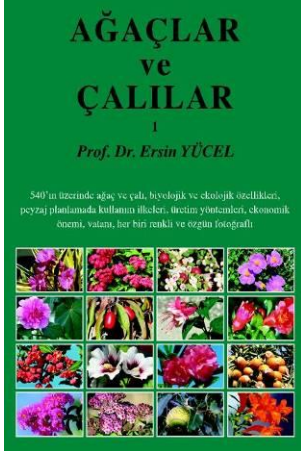
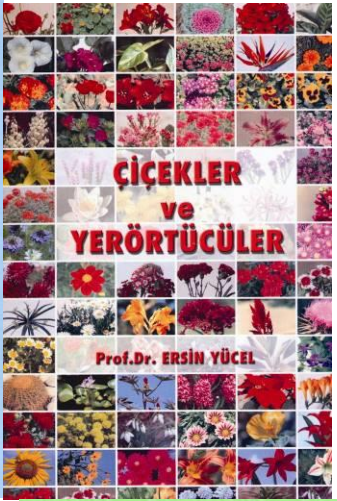
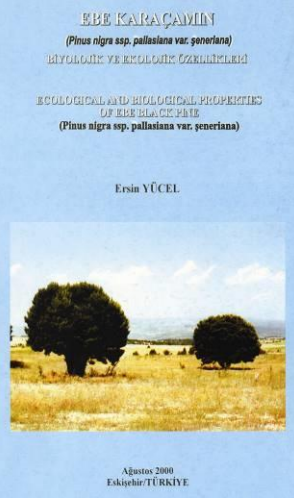
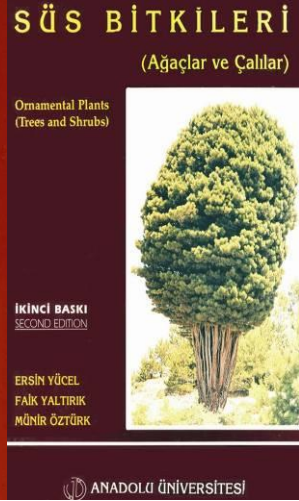
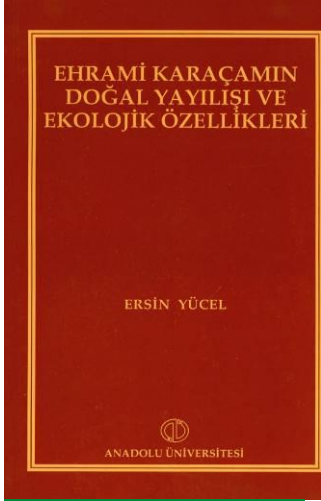
“**AKBANK, Ersin Yücel, IBAN: TR24 0004 6011 0088 8000 0256 06**” numaralı hesaba yatırdıktan sonra bu formu “**biodicon@gmail.com**” adresine ulaştırınız. Dergi adresinize posta ile adresinize gönderilecektir.

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: ...../...../20

İmza / Signature:

(Abone formunu Word belgesi olarak gönderiniz/Please send subscription form as a Word document)



İletişim Adresi: [ebitki@gmail.com](mailto:ebitki@gmail.com)  
<http://www.bitkilerim.com>



Contents / İçindekiler

Page No. Order No.

01. 273 Butterfly fauna (Lepidoptera: Rhopalocera) in and around Hirpora Wildlife Sanctuary, Shopian Kashmir, J&K UT, India
02. 280 A faunistic study of aquatic beetles (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae) in Beyşehir lake basin (Konya), Türkiye
03. 285 Anatomical investigations on eleven *Hypericum L.* taxa
04. 294 Physiological responses of epiphytic lichens to air quality of Nilüfer district in Bursa City
05. 303 *Rhizopogon pumilionum* (Ade) Bataille; a new false truffle (Basidiomycota) record for Turkish mycota
06. 308 Fig (*Ficus carica L.*) field gene banks and studies
07. 320 Two first records (*Pristina (Pristina) synclites* Stephenson, 1925 and *Bratislavia palmeni* (Munsterhjelm, 1905) for the freshwater Oligochaeta fauna of Türkiye
08. 325 Evaluation of the effects of exercise on mitotic index and activities of daily living in elderly patients with alzheimer's disease
09. 332 Some color variations of *Cercopis distincta* (Melichar, 1896) and a recent contribution to the asset of Hatay Cercopids: *Triecphorella geniculata* (Horváth, 1881)
10. 339 Preliminary research on macrozoobenthic fauna and Gastropoda species in some fresh waters of The Black Sea Region, Türkiye of
11. 348 Evaluation of antiproliferative effect of cisplatin and thymoquinone combination on MCF-7 cells
12. 356 A research on the flora and general vegetation structures of some caves and potholes (Mersin/Türkiye)
13. 369 Population Density of *Potamon potamios* (Olivier 1804) in Gölbaşı (Fish) Lake (Gölbaşı Village/Kırıkhan/Hatay)
14. 377 The relationship between protein yield, yield components and nutrient contents of Wild Rocket
15. 385 Calculation of biodiversity parameters of epigeal Hexapoda species in different anise (*Pimpinella anisum L.*) and fennel (*Foeniculum vulgare Mill.*) agro-ecosystems in Burdur Province

**Abstracted-Indexed in / Dergiyi tarayan veri tabanları:** Web of Science {Zoological Records Indexed} Clavariate Analytic, CiteFactor, Turkey Citation Index, JournalSeek Database, arastirmax, Medical Reads (RRS), CrossRef;10.46309/biodicon.

**Libraries / Kütüphaneler:** 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; GAZI 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.

Web of Science-Clarivate Analytics, Zoological Records Indexed

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

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

"BIOLOGICAL DIVERSITY AND CONSERVATION" has been added to the journal list of the Medical Reads (RRS) program together with the "Biology and Medical Journals".

Dergide yayınlanan makalelere" [http:// www.biodicon.com](http://www.biodicon.com)" adresinden ulaşabilir.

This journal is available online at <http://www.biodicon.com>

Copyright 2022 ©ERSİN YÜCEL All rights reserved/Tüm hakları saklıdır.

ISSN 1308-5301 Print / ISSN 1308-8084 Online

ISSN 1308-5301



9 771308 530001



**BIOLOGICAL DIVERSITY AND CONSERVATION**

**Volume / Cilt / 15 Issue / Sayı / 3 December /Aralık / 2022**

**The referees of this issue of the journal**

-----  
Abdullah KAYA  
Alptekin KARAGÖZ  
Belgin ÇAMUR ELİPEK  
Bülent YORULMAZ  
Cüneyt Nadir SOLAK  
Derviş ÖZTÜRK  
Didem TURGUT COŞAN  
Ersen Aydın YAĞMUR  
Ersin YÜCEL  
Fatih KAR  
Ferhat ALTUNSOY  
Hakan ALLI  
Hakan ÇALIŞKAN  
Hızır UZUNER  
Koray ÖZRENK  
Matem TUNÇDEMİR  
Mehmet KARATAŞ  
Mehmet Cengiz ÜSTÜNER  
Murad Aydın ŞANDA  
Murat ÖZBEK  
Recep Sulhi ÖZKÜTÜK  
Rüstem HAYAT  
Süphan KARAYTUĞ  
Tahir ATICI  
Yusuf UZUN  
Çiğdem YAMANER  
Özge TUFAN ÇETİN  
İbrahim TÜRKEKUL  
İrem AYRAN  
İsmail DÖKER  
-----