

COMMAGENE JOURNAL OF BIOLOGY

JUNE 2022 Volume VI Number 1



ABADER

Volume (Cilt): 6 • Number (Sayı): 1 • 2022 • Adıyaman, Turkey (Türkiye)

An open access, peer reviewed, international journal of biology.
Adıyaman Bilimsel Araştırmalar Derneği (ABADER), Adıyaman, Türkiye.

Supervisor Editor (Danışman Editör):	Dr. Ahmet Zafer TEL
Editor-in-chief (Baş Editör):	Dr. Mehmet Zülfü YILDIZ
Managing Editor (Yönetici Editör):	Dr. Bahadır AKMAN
Language Editors (Dil Editörleri):	
English (İngilizce):	Dr. Nazmiye GÜREL CENNETKUŞU
Turkish (Türkçe):	Dr. Süleyman AYDENİZ
Turkish (Türkçe):	Dr. Mehmet Malik BANKIR
Statistics Editor (İstatistik Editörü):	Dr. İsmail YILDIZ
Editors (Editörler):	Dr. Ahmad ALİ
	Dr. Ahmet KARATAŞ
	Dr. Ali ALAŞ
	Dr. Ali SATAR
	Dr. Ergin HAMZAOĞLU
	Dr. Hakan KARAARDIÇ
	Dr. Konrad MEBERT
	Dr. Mehdi YOUNESSİ HAMZEKHALLU
	Dr. Mehmet BOĞA
	Dr. Muhammad Fiaz KHAN
	Dr. Naşit İÇCİ
	Dr. Nihal DOĞRUÖZ GÜNGÖR
	Dr. S. Cevher ÖZEREN
	Dr. Tarkan YORULMAZ
Technical Editor (Teknik Editör):	Dr. Bahadır AKMAN
Secretariat (Sekretery):	Dr. Ertan YOLOĞLU
	PhD. Fatma ÜÇEŞ

Advisory Board (Bilim Kurulu):

Dr. Ahmet İLÇİM (Mustafa Kemal Un., Hatay, Türkiye)	Dr. İlhami GÜLÇİN (Atatürk Un., Erzurum, Türkiye)
Dr. Ahmet KAHRAMAN (Uşak Un., Uşak, Türkiye)	Dr. İsa GÖKLER (Dokuz Eylül Un., İzmir, Türkiye)
Dr. Ahmet ÖZKAYA (Adıyaman Un., Adıyaman, Türkiye)	Drs. John MULDER (Natural History Museum Rotterdam, Rotterdam, Netherlands)
Dr. Ali KAYGISIZ (Kahramanmaraş Sütçü İmam Un., Kahramanmaraş, Türkiye)	Dr. Katerina FLIEGEROVA (Academy of Sciences of Czech Republic, Prag, Czech Republic)
Dr. Asghar HUSSAIN (Un. of Veterinary & Animal Sci., Lahore, Pakistan)	Dr. Kerim ÇİÇEK (Ege Un., İzmir, Türkiye)
Dr. Asriyana (Halu Oleo Üni., Sulawesi, Endonezya)	Dr. Mahmut DOĞAN (Harran Un., Şanlıurfa, Türkiye)
Dr. Ayşe ŞAHABOĞLU (Institute for Ophthalmic Reserach Tubingen, Germany)	Dr. Moez SHAIK (Carthage Un., Carthage, Tunisia)
Dr. Can BİLGİN (Middle East Technical Un., Ankara, Türkiye)	Dr. Mohammad Moradi GHARAKHLOO (Zanjan Un., Zanjan, Iran)
Dr. Deniz ERGÜDEN (İskenderun Technical Un., Hatay, Türkiye)	Dr. Murat Aydın ŞANDA (Muş Alparslan Un., Muş, Türkiye)
Dr. Ersen Aydın YAĞMUR (Celal Bayar Un., Manisa, Türkiye)	Dr. Mustafa AKKUŞ (Van Yüzüncü Yıl Un., Van, Türkiye)
Dr. Esra Eroğlu ÖZKAN (İstanbul Un., İstanbul, Türkiye)	Dr. Natalia B. ANANJEVA (Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia)
Dr. Évva-Hajnalka SAS-KOVÁCS (Un. Oradea, Oradea, Romania)	Dr. Nazım ŞEKEROĞLU (Kilis 7 Aralık Un., Kilis, Türkiye)
Dr. Eyüp BAŞKALE (Pamukkale Un., Denizli, Türkiye)	Dr. Ömer VAROL (Muğla Sıtkı Koçman Un., Muğla, Türkiye)
Dr. Fatih SATIL (Balıkesir Un., Balıkesir, Türkiye)	Dr. Osman SEYYAR (Niğde Ömer Halisdemir Un., Niğde, Türkiye)
Dr. Görkem DENİZ SÖNMEZ (Adıyaman Un., Adıyaman, Türkiye)	Dr. Özdemir ADIZEL (Yüzüncü Yıl Un., Van, Türkiye)
Dr. Gözde GÜRELLİ (Kastamonu Un., Kastamonu, Türkiye)	Dr. Ridzwan A. HALIM (Un. of Putra Malaysia, Selangor, Malezya)
Dr. Hasan ÖZÇELİK (Süleyman Demirel Un., Isparta, Türkiye)	Dr. Selim KARAHAN (Dicle University, Diyarbakır, Turkey)
Dr. Hikmet Sami YILDIRIMHAN (Uludağ Un., Bursa, Türkiye)	Dr. Servet ULUTÜRK (Batman Un., Batman, Türkiye)
Dr. Hisham K. El-Hennawy (Retired Professor, Cairo, Egypt)	Dr. Sibel ALAGÖZ ERGÜDEN (Çukurova Un., Adana, Türkiye)
Dr. Hossein LOTFALIZADEH (East-Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Tabriz, Iran)	Dr. Suha Kenan ARSERİM (Manisa Celal Bayar Un., Manisa, Türkiye)
Dr. İbrokhim Y ABDURAKHMONOV (Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan)	Dr. Suhaila Omar HASHIM (Pwani Un., Kilifi, Kenya)
	Dr. Yehudah WERNER (Retired Professor, Jerusalem, Israel)

Cover (Kapak): Zafer Yıldızı, *Hesperis zaferi* Hamzaoğlu & Koç, 2022 Photograph (Fotoğraf): Dr. Ergin HAMZAOĞLU

Graphics and Design (Grafik ve Tasarım): Dr. Serdar SÖNMEZ



The articles published in this journal are licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Bu dergide yayınlanan eserler Creative Commons Atf-GayriTicari-AynıLisanslaPaylaş 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

Table of Contents (İçindekiler) Volume (Cilt): 6 Number (Sayı): 1 • June (Haziran) 2022

Research Articles (Araştırma Makaleleri)

Dye Removing with Dry and Wet Forms of Pure Bacterial Cellulose Produced by <i>Gluconacetobacter xylinus</i> <i>Gluconacetobacter xylinus</i> Tarafından Üretilen Saf Bakteriyel Selülozun Kuru ve Yaş Formları ile Boya Uzaklaştırılması Filiz BORAN	1-5
A Research on Mammalian Fauna of Manisa Manisa Memeli Faunası Üzerine Bir Araştırma Yasin İLEMİN	6-10
New Floristic Records for B8 Square from Perisuyu Valley (Yedisu-Karhova / Bingöl) Perisuyu Vadisi'nden (Yedisu-Karhova / Bingöl) B8 Karesi İçin Yeni Floristik Kayıtlar Hikmet Cengiz, Lütfi BEHÇET	11-19
Assessment of Lead, Cadmium, Chrome, Iron, Zinc and Copper Levels in Tissues of <i>Cyprinus carpio</i> from Atatürk Dam Lake (Adıyaman) Atatürk Baraj Gölü'nde (Adıyaman) Yakalanan <i>Cyprinus carpio</i> 'nun Dokularındaki Kurşun, Kadmiyum, Krom, Demir, Çinko ve Bakır Düzeylerinin Değerlendirilmesi Özgür FIRAT, Ümmü KILINÇ	20-25
Optimization of Antioxidant Activity and Phytochemical Properties of Dried Pepper Samples (<i>Capsicum annuum</i> L.) by Using Response Surface Methodology Yanıt Yüzey Metodolojisi Kullanılarak Kurutulmuş Biber Örneklerinin (<i>Capsicum annuum</i> L.) Antioksidan Aktivite ve Fitokimyasal Özelliklerinin Optimizasyonu Hatice Aysun MERCİMEK TAKCI, Filiz UÇAN TÜRKMEN, Pemra BAKIRHAN, Mehmet Fatih EREN	26-32
The Threat Analysis and Conservation Needs of Wild Mammals Distributing Around Van Province, Eastern Anatolian of Turkey Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi Van İli Civarında Yayılış Gösteren Yaban Memelilerine Ait Tehdit Analizleri ve Koruma İhtiyaçları Servet ULUTÜRK, Gökhan YÜRÜMEZ	33-38
The Flora of Koz Mountain (Genç/Bingöl) and its Surroundings Koz Dağı (Genç / Bingöl) ve Çevresinin Florası Abdurrahim ÇETİN, Lütfi BEHÇET	39-61
Evaluation of Teratogenic and Developmental Toxicity of Everzol Red LFB and Everzol Yellow CGL on Zebrafish (<i>Danio rerio</i>) Embryos Everzol Red LFB ve Everzol Yellow CGL'nin Zebra Balığı (<i>Danio rerio</i>) Embriyoları Üzerinde Teratojenik ve Gelişimsel Toksikitesinin Değerlendirilmesi Duygu ÖZHAN TURHAN	62-67
Comparative Bioinformatics Analyses of SARS-CoV-2 Spike Glycoproteins in Different Countries SARS-CoV-2 Spike Glikoproteinlerinin Farklı Ülkelerde Karşılaştırmalı Biyoinformatik Analizleri Barış KURT	68-74
A New Subspecies of <i>Dianthus pseudarmeria</i> (Caryophyllaceae) from Turkey <i>Dianthus pseudarmeria</i> (Caryophyllaceae) Türünün Türkiye'den Yeni Bir Alttürü Murat KOÇ, Ergin HAMZAOĞLU	75-79
Age and Body Size of the Mediterranean Chameleon, <i>Chamaeleo chamaeleon</i> (Linnaeus, 1758) (Lacertilia: Chamaeleonidae) Specimens Collected from Adana, Turkey Adana (Türkiye)'dan Toplanan <i>Chamaeleo chamaeleon</i> (Linnaeus, 1758) (Lacertilia: Chamaeleonidae) Örneklerinin Yaş ve Vücut Büyüklüğü Elif YILDIRIM, Nurettin BEŞER, Can YILMAZ, Kamil CANDAN, Yusuf KUMLUTAŞ, Çetin ILGAZ, Elnaz NAJAFİ MAJD	80-84
Determination of Weeds Flora in Apple Orchards of Iğdır Province and Approaches of Farmers to Solve the Problems Iğdır İli Elma Bahçelerinde Görülen Yabancı Ot Florasının Belirlenmesi ve Bölge Çiftçisinin Sorunları Çözmedeki Yaklaşımları Elmas PARİN, Ramazan GÜRBÜZ	85-93
Chemical Composition, <i>In Vitro</i> Antimicrobial and Antioxidant Activities of Marine Macroalgae <i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot Deniz Makroalgisi <i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot 'in Kimyasal Bileşimi, <i>In-Vitro</i> Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitelerinin Analizi Hatice Banu KESKINKAYA, Ebru DEVECI, Erdoğan GÜNEŞ, Emine Şükran OKUDAN, Cengiz AKKÖZ, Numan Emre GÜMÜŞ, Serdar KARAKURT	94-104
Antibiotic Resistance Profile of <i>Escherichia coli</i> Bacteria Isolated from Atatürk Dam Lake, Adıyaman Atatürk Baraj Gölünden (Adıyaman) İzole Edilen <i>Escherichia coli</i> Bakterilerinde Antibiyotik Dirençlilik Profili Fikret BÜYÜKKAYA KAYIŞ	105-109
Gillnet selectivity for pikeperch (<i>Sander lucioperca</i> Linnaeus, 1758) in Suğla Lake (Konya-Türkiye) Suğla Gölü (Konya-Türkiye) Sudak Balığı (<i>Sander lucioperca</i> Linnaeus, 1758) Avcılığında Sade Uzatma Ağı Seçiciliği Mehmet CILBİZ, Abdulkadir YAĞCI, Osman YENER, Bayram KORKMAZ	110-115

Note (Not)	
An Anomaly of Pecten in <i>Mesobuthus turcicus</i> Kovařík et al., 2022 (Scorpiones: Buthidae) <i>Mesobuthus turcicus</i> Kovařík et al., 2022'ta bir pektin anomalisi (Scorpiones: Buthidae) Ersen Aydın YAĞMUR, Özgün SIPAHIOĞLU, Ömer YILMAZ, Mehmet Sait KILIÇ	116-118
First Observation of Tail Bifurcation in the Clark's Lizard, <i>Darevskia clarkorum</i> (Darevsky & Vedmederja, 1977) and the Spiny-Tailed Lizard, <i>Darevskia rudis</i> (Bedriaga, 1886) (Squamata: Lacertidae) Klark Kertenkelesi, <i>Darevskia clarkorum</i> (Darevsky & Vedmederja, 1977) ve Trabzon Kertenkelesi, <i>Darevskia rudis</i> (Bedriaga, 1886) (Squamata: Lacertidae)'te İlk Kuyruk Çatallanması Gözlemi Ufuk BÜLBÜL, Sema SARIKURT	119-121
Review (Derleme)	
The Parasites that can be Found in the <i>Mus musculus</i> House Mice Ev Fareleri <i>Mus musculus</i> 'ta Bulunabilen Parazitler Dilara KARAMAN, Ahmet Onur GİRİŞGİN	122-129

Dye Removing with Dry and Wet Forms of Pure Bacterial Cellulose Produced by *Gluconacetobacter xylinus*

Filiz BORAN

Inonu University, Art and Science Faculty, Department of Biology, 44280, Malatya, Turkey
ORCID ID: Filiz BORAN: <https://orcid.org/0000-0002-8801-7987>

Received: 16.12.2021

Accepted: 17.02.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: Bacterial cellulose is used in different areas. One of these areas is using this material as bioadsorbent for decolorization of different dyes. In the study, *Gluconacetobacter xylinus* was used for obtaining bacterial cellulose (BC). The wet and dry forms of the BC were utilized as bioadsorbent for removal of the Reactive Blue 171 (C.I Chrocion Blue HERD) (200 mg/L), Remazol Brilliant Blue R (150 mg/L) (C. I Reactive Blue 19), and Chrocion Green H-E4BD (100 mg/L) dyes. The highest decolorization rates were obtained with wet BC at the first use as 51%, 52% and 54% for CBHERD, RBBR, and CH GREEN dyes after 24 hours of incubation at 30°C, 150 rpm, respectively. These values were 11%, 21%, and 20% for dry forms of BC at the end of the first use. At the same time, the structure and morphology of bacterial cellulose were determined by SEM, XRD, and FTIR analysis.

Keywords: Bacteria, bioadsorbent, biologic material, bioremediation, textile dye.

Gluconacetobacter xylinus Tarafından Üretilen Saf Bakteriyele Selülozün Kuru ve Yaş Formları ile Boya Uzaklaştırılması

Öz: Bakteriyele selüloz farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu alanlardan biri, bu malzemeyi farklı boya renklerinin giderimi için biyoadsorban olarak kullanmaktır. Çalışmada, bakteriyele selüloz (BS) elde etmek için *Gluconacetobacter xylinus* kullanılmıştır. BS'nin yaş ve kuru formları, Reaktif Mavi 171 (CI Chrocion Mavi HERD) (200 mg/L), Remazol Parlak Mavi R'nin (150 mg/L) (C. I Reaktif Mavi 19) ve Chrocion Yeşil H-E4BD (100 mg/L) boya renklerinin uzaklaştırılması için biyoadsorban olarak kullanıldı. En yüksek renk giderme oranları, ilk kullanımda yaş BS ile 30°C, 150 rpm'de 24 saat inkübasyondan sonra CBHERD, RBBR ve CH Yeşil boya renkleri için sırasıyla %51, %52 ve %54 olarak elde edilmiştir. Bu değerler ilk kullanım sonunda BS'nin kuru formları için %11, %21 ve %20 idi. Aynı zamanda bakteriyele selülozün yapısı ve morfolojisi SEM, XRD ve FTIR analizleri ile belirlendi.

Anahtar kelimeler: Bakteri, biyoadsorban, biyolojik materyal, biyoremediasyon, tekstil boyası.

1. Introduction

Cellulose is the most abundant macromolecule in the world produced mainly by plants; however, it can also be produced by some bacteria (Kim et al., 2017). Some genera of bacteria such as *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Sarcina*, *Azotobacter*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Salmonella*, and *Escherichia* can synthesize cellulose but among them a gram negative bacterium *Gluconacetobacter xylinus* (*G. xylinus*) is the most preferred species. This species produces high amount of cellulose with high mechanical resistance (Gromet-Elhanan & Hestrin, 1963; Ross et al., 1991; Shoda & Sugano, 2005; Brown et al., 1996; Keshk et al., 2006; Karahan et al., 2011; Ullah et al., 2016). *G. xylinus* (formerly *Acetobacter xylinum*) is now known as *Komagataeibacter xylinus* after being reclassified depending on the 16s rRNA gene sequence (Yamada et al., 2012).

About 10-40% of the dyes used in the dyeing industries are released into the aquatic environment. This prevents sunlight from entering the water, thus reducing the photosynthetic activity and the amount of dissolved oxygen causing serious environmental problems and affecting the life of living things. Most importantly, some dyes are toxic (Georgouvelas et al., 2021; Rainert et al., 2021). There are several methods for removing of dyes

such as adsorption that is economic and effective for treatment of wastewater (Anbia et al., 2010).

Bacterial cellulose (BC) is a biopolymer and used in many applications. One of these applications is using BC as bioadsorbent for decolorization of dyes (Mohite & Patil, 2014). Cellulose-based materials show high affinity for specific contaminants such as dyes (Georgouvelas et al., 2021). Because of the chemical groups on its surface, BC helps the adsorption of the charged pollutants.

The aim of the study was to screen and compare the bioadsorption ability of wet and dry forms of pure BC having different piece sizes during the repeated use.

2. Material and Methods

2.1. Bacterial strain used

Gluconacetobacter xylinus B759 was used as the bacterial strain for BC production. This bacterium was provided by Dr. Aynur Gül Karahan Çakmakçı. It was grown statically on Hestrin-Schramm (HS) agar plates containing (g/L) glucose, 20; peptone, 5; yeast extract, 5; Na₂HPO₄, 2.7; citric acid, 1.15; agar, 15 g at 30°C for 10 days. Then, it was stored at 4°C and subcultivated every 1 month.

2.2. Preparing Inoculum Culture Medium and Production of BC

Solid culture of *Gluconacetobacter xylinus* was inoculated into 50 mL HS broth medium composed of (g/L) glucose, 20; peptone, 5; yeast extract, 5; Na₂HPO₄, 2.7; citric acid, 1.15 (Hestrin & Schramm, 1954) and the liquid culture was incubated statically at 30°C for 10 days. After incubation, 1 mL from this culture was inoculated into 50 mL HS medium in 100 mL flask and incubated statically at 30°C for 10 days. This culture was used as stock inoculum.

HS broth was used as the main production medium for BC production. One mL from stock inoculum culture of *Gluconacetobacter xylinus* was transferred into 100 mL flasks with 40 mL HS broth. These cultures were incubated statically at 30°C for 10 days. Then the BC pellicles formed were filtered and washed three times using distilled water. NaOH at the concentration of 0.1 N was added onto BC pellicles that were kept in the water bath at 75°C for 2 hours. After this process, the pure BC pellicles were washed for a few times in distilled water.

2.3. Obtaining Wet and Dry Pure BC Samples

Some of the pure BC pellicles were kept in distilled water in the refrigerator at 4°C and used as wet BC. The others were lyophilized for 16 hours after freezing at -20°C for obtaining dry BC pellicles.

2.4. Dyes

In the study, Reactive Blue 171 (C.I Chrocion Blue HERD), Remazol Brilliant Blue R (C. I Reactive Blue 19), and Chrocion Green H-E4BD dyes were used at 200, 150, and 100 mg/L concentrations, respectively.

2.5. Dye Decolorization by Wet and Dry Pure BC Samples

The CB HERD, Remazol Brilliant Blue R, and Chrocion Green H-E4BD (the dyes mentioned above) decolorization ability of BC pellicles was tested during repeated-batch studies. The dry and wet BC samples were cut in 0.5 and 1.0 cm sizes. Then, 10 mL from each dye solution was transferred onto 10 or 20 BC pieces. The BC pieces were used for 3 times with the residence time of 24 hours. In each cycle, the medium was replaced with 10 mL fresh dye solution and incubated with the same BC pieces. The incubation condition was 30°C and 150 rpm. Dye decolorization was detected spectrophotometrically (Shimadzu-UV-1601, UV/Visible) for each dye at their maximum wavelengths. All experiments were performed in three replicates and dye removal percentages were calculated with SPSS 15.0 package program.

2.6. Characterization of BC Samples

X-ray diffraction (XRD), Scanning electron microscope (SEM), and Fourier transform infrared spectrometer (FTIR) analysis of dry BC samples were performed at Inonu University Scientific and Technological Research Center Laboratories.

3. Results and Discussion

3.1. BC Production and Dye Removal by Wet and Dry Bacterial Cellulose

One of the bacterial cellulose applications is the use of cellulose as a bioadsorbent. For this aim, in the study, wet

and dry forms of pure BC pellicles obtained from *Gluconacetobacter xylinus*, an efficient BC producer, were used as bioadsorbents for testing their dye decolorization activity. Firstly, BC pellicles were obtained after incubation of *G. xylinus* in HS medium for 10 days (Fig. 1a), secondly the BC samples were filtered (Fig. 1b) and; then, they were washed for 2 times (Figs. 1c, d).

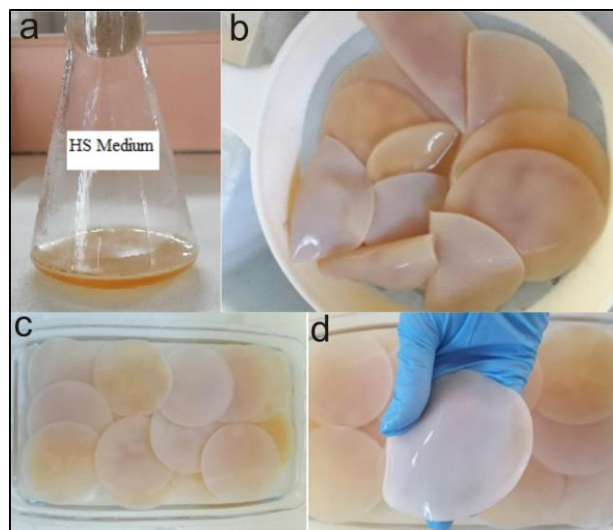


Figure 1. Production and obtaining of BC: a- Production in HS medium for 10 days, b- Filtering of the BC, c- BC after first wash with distilled water d- BC after second wash with distilled water.

For obtaining pure BC pellicles, they were placed in the containers containing 0.1 N NaOH and the samples were kept in a water bath at 75°C for 2 hours to remove bacteria (Fig. 2a). Then, they were filtered and washed. Figures 2b-e show the pure BC pellicles after filtration and washing for a few times for neutralization.

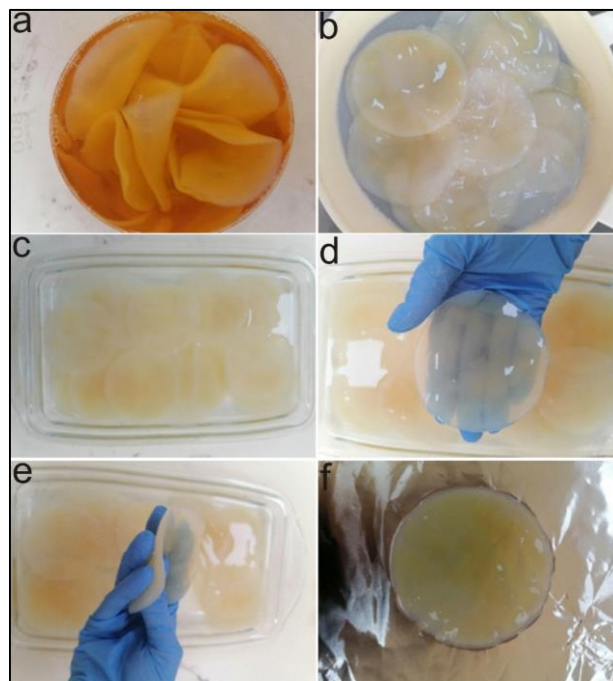


Figure 2. Obtaining pure bacterial cellulose a- Pure cellulose pellicles in 0.1 N NaOH, b- Straining of the pure cellulose pellicles, c- First wash with distilled water d- Second wash with distilled water e- Third wash with distilled water f- Pure and wet cellulose pellicles.

For obtaining the dry and pure BC pellicles, firstly they were frozen at -20°C and then these frozen pellicles were lyophilized. In addition, pure wet BC samples were kept in the refrigerator until used. The obtained dry and wet cellulose pellicles were cut in 0.5 and 1.0 cm sizes as shown in Figure 3a-d.

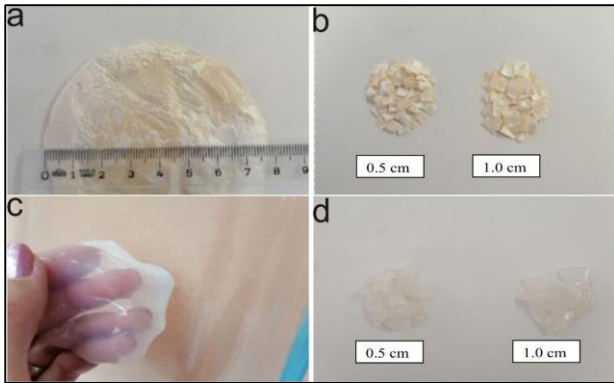


Figure 3. a- Dry and pure cellulose pellicle b- Dry and pure cellulose pellicles in 0.5 and 1.0 cm sizes c- Wet and pure cellulose pellicle d- Wet and pure cellulose pellicles in 0.5 and 1.0 cm sizes.

After obtaining the pure wet and dry BCs, they were used for biosorption of the textile dyes. Firstly, the Reactive Blue 171 dye biosorption ability of the two BC forms was tested. When 10 and 20 pieces of the 0.5 cm size wet and dry BCs were used, no color removal was observed during the first use. Similarly, 10 pieces of wet and dry BCs in 1.0 cm size showed no color removal. However, when 20 pieces of the 1.0 cm size wet or dry BCs used, dye removal was achieved during the first use and 10% and 51% dye decolorization rates were obtained with dry and wet BCs, respectively. While no color removal was observed with the dry BC during the second use, with wet BC samples 22% and 16% dye removals were determined, respectively (Fig. 4). The photographs and spectrophotometric scans of the Reactive Blue 171 dye solutions incubated with wet and dry BCs were given in in Figure 5.

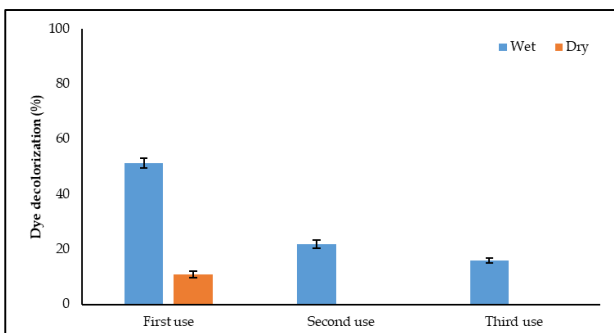


Figure 4. Reactive Blue 171 dye removal activity of the wet and dry BCs during the repeated use (Black line- control, Red line- dry BS, Blue line- wet BS).

RBBR and Chrocion Green dye removal activities of the 20 pieces of the 1.0 cm size wet and dry BCs were also tested. The wet BCs showed 52%, 35%, and 23% RBBR dye decolorization activity during the first, second, and third uses, respectively. On the other hand, these values were 21%, 18%, and 11% for dry BCs (Fig. 6). Vjayanthi and Suresh (2010) used palladized bacterial cellulose for decolorizing of Drimarene Red at 100 mg/L dye concentration in a rotating catalyst contact reactor (RCCR)

and it was stated that approximately 90% of the dye was discolored in 25 minutes at pH 2 in RCCR.

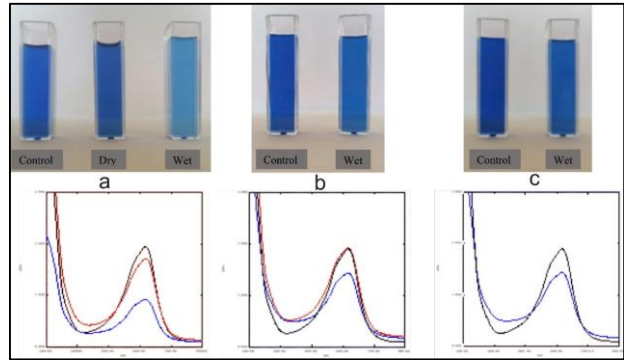


Figure 5. The photographs and spectrophotometric scans of the Reactive Blue 171 dye solutions incubated with wet and dry BCs: a- First use, b- Second use, c- Third use (Black line- control; Red line- dry BS; Blue line- wet BS).

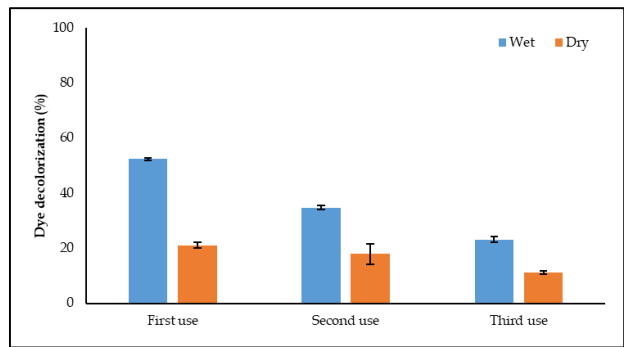


Figure 6. RBBR dye removal activity of the wet and dry BCs during the repeated use

The photographs and spectrophotometric scans of the RBBR dye solutions incubated with wet and dry BCs were given in in Figure 7.

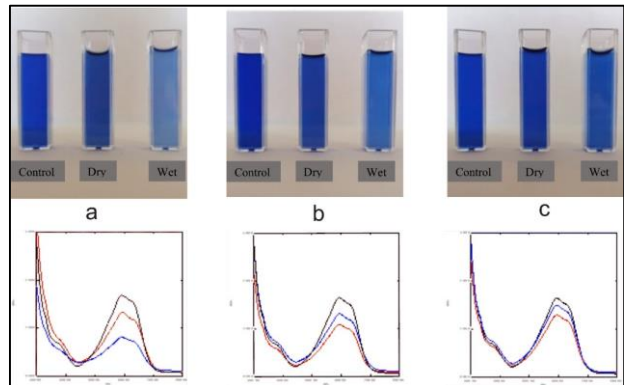


Figure 7. The photographs and spectrophotometric scans of the RBBR dye solutions incubated with wet and dry BCs a- First use, b- Second use, c- Third use (Black line- control; Red line- dry BS; Blue line- wet BS).

The wet BCs showed 54%, 34%, and 23% Chrocion Green dye decolorization during the first, second, and third uses. On the other hand, while 20% color removal was detected with dry BC during the first use, a little color removal was obtained during the second and third uses (Fig. 8). Figure 9 shows the photographs and spectrophotometric scans of the Chrocion Green dye solutions incubated with wet and dry BCs. Dye removal activity of microbial cellulose from *Komagataeibacter saccharivorans* LN886705, a cellulose producing bacterium,

was tested against various dyes (Malachite Green, Bromophenol Blue, Bismark Brown Y, Orange G, Reactive Blue 221, Acridine Orange, Tryphan Blue, Reactive Green 19, and Indigo Carmine). Obtained cellulose was added into the dye solution media at a ratio of 2% and incubated at 30°C and 150 rpm. The dye removal percentages were determined by taking samples from the dye solutions at the 4th, 24th, and 72nd hours. For indigo carmine dye (50 mg/L), only about 5% color removal was observed at the 24th hour and only about 13% at the 72nd hour. On the contrary, the best dye removal rates were seen in Tryphan Blue and Acridine Orange dyes. (Birben, 2019).

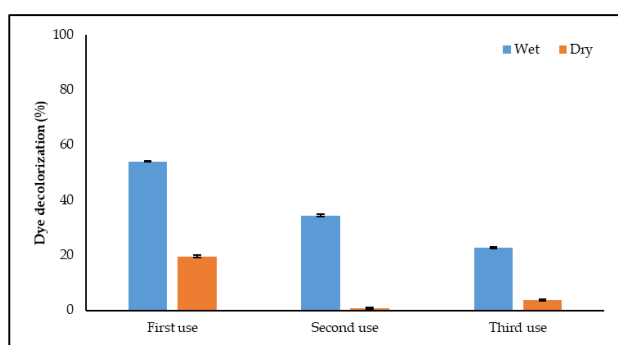


Figure 8. Chrocion Green dye removal activity of the wet and dry BCs during the repeated use

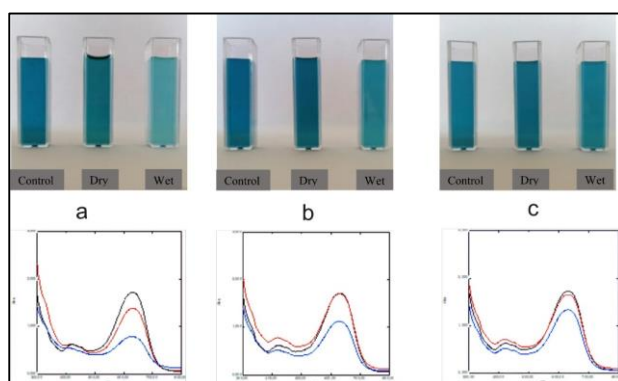


Figure 9. The photographs and spectrophotometric scans of the Chrocion Green dye solutions incubated with wet and dry BCs a- First use, b- Second use, c- Third use (Black line- control; Red line- dry BS; Blue line- wet BS).

3.2. Characterization of Bacterial Cellulose

The characteristics of BC were determined by SEM, FTIR, and XRD. Figure 10 shows the SEM image of BC. SEM image shows the fibrillar structure of bacterial cellulose. According to this image, the fibril widths of the sample was determined as 37.72 nm. Ruka et al. (2012) reported the fibril width as 40 nm for BC. XRD analysis (Fig. 11a) showed two peaks that refer to the presence of cellulose type 1 and 2 for BC as $22^\circ \leq 2\theta \leq 23^\circ$ and $13^\circ \leq 2\theta \leq 15^\circ$ (Leal et al., 2021). Figure 11b shows the FTIR spectrum of bacterial cellulose with characteristic peaks at around 3300, 2880, 1640, and 1057 cm^{-1} (Lin et al., 2013; Yim et al., 2017).

4. Conclusions

Dyes are used by many industrial fields such as the textile industry and approximately 10-20% of these dyes are discharged into wastewater. Textile wastewaters, which are released into the environment without being sufficiently treated, contain dyes with a high pollution load. The release of wastewater containing dyes into

aquatic environments is aesthetically undesirable. However, it is also very harmful for the aquatic ecosystem and human health. Degradation of dyes is very difficult with traditional methods. Therefore, it is very important to find effective and new methods for removing dyes. The results of this study show that bioadsorption of dyes by bacterial cellulose may be an effective and promising solution to solve this environmental pollution problem with such a cheap, easy, and environmental friendly application.

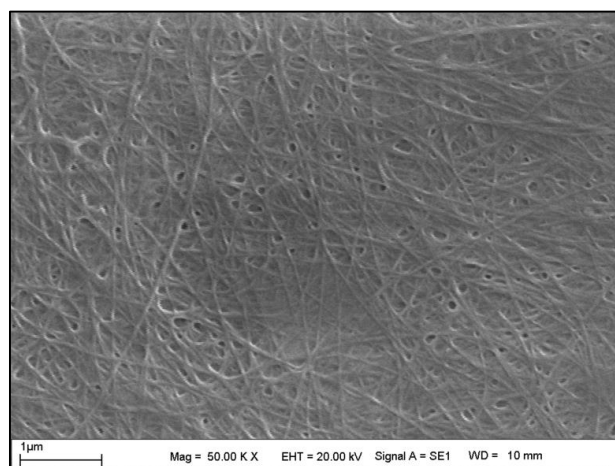


Figure 10. The SEM image of bacterial cellulose

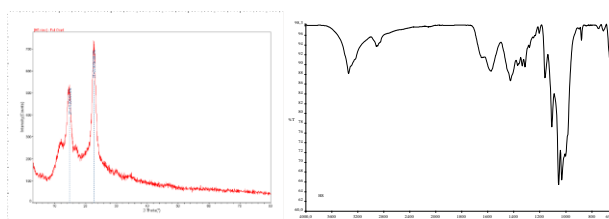


Figure 11. The physico-chemical characterization of bacterial cellulose by XRD (a) and FTIR (b) analyzes

Acknowledgements: This study was supported by Inonu University Scientific Research Projects Coordination Unit (Grant No: FBA-2019-1797).

Ethics committee approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.

References

- Anbia, M., Hariri, S.A., & Ashrafzadeh, S.N. (2010). Adsorptive removal of anionic dyes by modified nanoporous silica SBA-3. *Applied Surface Science*, 256(10), 3228-3233. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2009.12.010>
- Birben, M. (2019). Investigation on the use of microbial cellulose for dye decolorization. Master of Science, Department of Biology, Hacettepe University. Retrieved from: <http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11655/9389/10268015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Brown, R.M., Saxena, I.M., & Kudlicka, K. (1996). Cellulose biosynthesis in higher plants. *Trends in Plant Science*, 5(1), 149-156. [http://doi.org/10.1016/S1360-1385\(96\)80050-1](http://doi.org/10.1016/S1360-1385(96)80050-1)
- Georgouvelas, D., Abdelhamid, H.N., Li, J., Edlund, U., & Mathew, A.P. (2021). All-cellulose functional membranes for water treatment: Adsorption of metal ions and catalytic decolorization of dyes. *Carbohydrate Polymers*, 264, 1-10. <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118044>

- Gromet-Elhanan, Z., & Hestrin, S. (1963). Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum* VI. Growth on citric acid-cycle intermediates. *Journal of Bacteriology*, 85(2), 284-292. <http://doi.org/10.1128/jb.85.2.284-292.1963>
- Hestrin, S., & Schramm, M. (1954). Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum* 2. preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose. *Biochemical Journal*, 58(2), 345-352. <http://doi.org/10.1042/bj0580345>
- Karahan, A.G., Akoğlu, A., Çakır, İ., Kart, A., Çakmakçı, M.L., Uygun, A., & Göktepe, F. (2011). Some properties of bacterial cellulose produced by new native strain *Gluconacetobacter* sp. A06O2 obtained from turkish vinegar. *Journal of Applied Polymer Science*, 121(3), 1823-1831. <http://doi.org/10.1002/app.33818>
- Keshk, S.M.A.S., Razek, T.M.A., & Sameshima, K. (2006). Bacterial cellulose production from beet molasses. *African Journal of Biotechnology*, 5(17), 1519-1523.
- Kim, J.H., Park, S., Kim, H., Kim, H.J., Yang, Y.H., Kim, Y.H., ... & Lee, S.H. (2017). Alginate/bacterial cellulose nanocomposite beads prepared using *Gluconacetobacter xylinus* and their application in lipase immobilization. *Carbohydrate Polymers*, 157, 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.09.074>
- Leal, A.N.R., Lima, A.C.A., Azevedo, M.G.F.A., Santos, D.K.D.N., Zaidan, L.E.M.C., Lima, V.F., & Filho, I.J.C. (2021). Removal of Remazol Black B dye using bacterial cellulose as an adsorbent. *Scientia Plena*, 17, 3, 034201. <http://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.034201>
- Lin, W.C., Lien, C.C., Yeh, H.J., Yu, C.M., & Hsu, S.H. (2013). Bacterial cellulose and bacterial cellulose-chitosan membranes for wound dressing applications. *Carbohydrate Polymers*, 94, 603- 611. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.01.076>
- Mohite, B.V., & Patil, S.V. (2014). A novel biomaterial: bacterial cellulose and its new era applications. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 61(2), 101-110. <http://doi.org/10.1002/bab.1148>
- Rainert, K.T., Nunes, H.C.A., Gonçalves, M.J., Helm, C.V., & Tavares, L.B.B. (2021). Decolorization of the synthetic dye Remazol Brilliant Blue Reactive (RBBR) by *Ganoderma lucidum* on bio-adsorbent of the solid bleached sulfate paperboard coated with polyethylene terephthalate. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(2), 1-9. <http://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104990>
- Ross, P., Mayer, R., & Benziman, M. (1991). Cellulose biosynthesis and function in bacteria. *Microbiological Reviews*, 55(1), 35-58. <http://doi.org/10.1128/mr.55.1.35-58.1991>
- Ruka, D.R., Simon, G.P., & Dean, K.M. (2012). Altering the growth conditions of *Gluconacetobacter xylinus* to maximize the yield of bacterial cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 89, 613-622. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.03.059>
- Shoda, M., & Sugano, Y. (2005). Recent advances in bacterial cellulose production. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 10(1), 1-8. <http://doi.org/10.1007/BF02931175>
- Ullah, H., Santos, H.A., & Khan, T. (2016). Applications of bacterial cellulose in food, cosmetics and drug delivery. *Cellulose*, 23, 2291-2314. <http://doi.org/10.1007/s10570-016-0986-y>
- Vyjayanthi, J.P., & Suresh, S. (2010). Decolorization of drimarene red dye using palladized bacterial cellulose in a reactor. *Water Environment Research*, 82(7), 601-609. <http://doi.org/10.2175/106143009x12529484816114>
- Yamada, Y., Yukphan, P., Vu, H.T.L., Muramatsu, Y., Ochaikul, D., Tanasupawat, S., & Nakagawa, Y. (2012). Description of *Komagataeibacter* gen. nov., with proposals of new combinations (*Acetobacteraceae*). *The Journal of General and Applied Microbiology*, 58, 397-404. <http://doi.org/10.2323/jgam.58.397>
- Yim, S.M., Song, J.E., & Kim, H.R. (2017). Production and characterization of bacterial cellulose fabrics by nitrogen sources of tea and carbon sources of sugar. *Process Biochemistry*, 59, 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2016.07.001>

A Research on Mammalian Fauna of Manisa

Yasin İLEMİN

Muğla Sıtkı Koçman University, Fethiye A.S.M.K Vocational School, Department of Environmental Protection and Technologies, Muğla, Turkey
ORCID ID: Yasin İLEMİN: <https://orcid.org/0000-0002-8240-4484>

Received: 02.01.2022

Accepted: 11.03.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: This study aimed to identify the mammalian fauna in Manisa and the threats on these species. Field studies were carried out for a total of 45 days in 2018 and 2019. As a result of the survey, 36 different terrestrial and inland water mammal species were identified. Among the existing species, it was determined that especially large mammal and carnivorous species such as Golden jackal (*Canis aureus*), Wolf (*Canis lupus*), Brown bear (*Ursus arctos*), Caracal (*Caracal caracal*), Wild cat (*Felis silvestris*), Reed cat (*Felis chaus*), Striped Hyena (*Hyaena hyaena*), Roe Deer (*Capreolus capreolus*), and Indian crested porcupine (*Hystrix indica*) are under threat. Bat species belonging to the families Rhinolophidae and Vespertilionidae were also found to be under threat. The location and degree of these threats were given and suggestions were proposed to take necessary precautions.

Keywords: Mammals, fauna, distribution, Manisa, Türkiye.

Manisa Memeli Faunası Üzerine Bir Araştırma

Öz: Bu araştırma ile Manisa ilindeki memeli faunasının ve bu türler üzerindeki tehditlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Arazi çalışmaları 2018 ve 2019 yıllarında toplamda 45 gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sonucunda 36 farklı karasal ve iç su memeli türü tespit edilmiştir. Mevcut türler içinden özellikle büyük memeli ve etçil türler olan Çakal (*Canis aureus*), Kurt (*Canis lupus*), Bozayı (*Ursus arctos*), Karakulak (*Caracal caracal*), Yaban kedisi (*Felis silvestris*), Saz kedisi (*Felis chaus*), Çizgili sırtlan (*Hyaena hyaena*), Karaca (*Capreolus capreolus*) ile Oklu kirpi (*Hystrix indica*) ve yarasalardan Rhinolophidae ve Vespertilionidae familyalarına ait türlerin tehdit altında olduğu anlaşılmıştır. Bu tehditlerin yeri ve derecesi paylaşılmış, alınması gereken önlemlere yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Memeliler, fauna, yayılış, Manisa, Türkiye.

1. Giriş

Türkiye dünya üzerindeki 34 biyolojik çeşitlilik sıcak noktalarından 3'ünü (Kafkasya, İran-Anadolu, Akdeniz) üzerinde barındıran önemli bir coğrafyadır (Mittermeier et al., 2005). Bu kadar önemli habitatların ve biyoçeşitlilik merkezlerinin olduğu ülkemizde 173 (158 karasal ve 15 denizel) memeli türü bulunmaktadır (Seyfi et al., 2021; Karataş et al., 2021). Bununla birlikte, ülkemizin batısında bulunan ve habitat çeşitliliği barındıran Manisa ili karasal ve iç su ekosistemlerindeki memeli türleri üzerinde yapılan güncel araştırmalar kısıtlı sayıdadır. Manisa ilinin yarası türleri üzerine yapılan çalışmalarda *Myotis capaccinii* (Karataş et al., 2003) ve *Miniopterus schreibersii* (Karataş & Sözen, 2004) Manisa Uzunburun Köyü'nden kaydedilmiştir. Yarasaların üreme biyolojisine ilişkin bir çalışmada ise *Rhinolophus ferrumequinum* türü Manisa ilinden elde edilmiştir (Baydemir & Albayrak, 2006). *Nannospalax xanthodon* türünün Kula, Kırkağaç, Alaşehir (Ansoy, 2013); Gelenbe, Selendi ve Akhisar ilçelerinden (Sözen et al., 2013) kaydı verilmiştir. Bir parazitoloji çalışmasında da Manisa iline ait küçük memeli örnekleri temin edilmiştir (Açııcı et al., 2017). *Meriones tristrami blackleri* Cambazlı ve Turgutlu'dan kaydedilmiştir (Yiğit et al., 2018). *Martes foina*'nın baculum morfolojisinin çalışıldığı diğer bir çalışmada Manisa'dan örnek temini yapılmıştır (Özen, 2018). Manisa Spil Dağı Milli Parkı'na ait endemik yulduz atları ile ilin yalnızca yüksek kesimlerinde görülen karaca (*Capreolus capreolus*) Manisa

İli Çevre Durum Raporunda belirtilen önemli fauna elemanlarından (Anonim, 2018). Son olarak 2019 yılında İçik tarafından Soma'da yapılan detaylı çalışma ile 26 memeli türü tespit edilmiştir. Bu çalışmalar haricinde Manisa ili tür listesi oluşturulurken Türkiye genelini kapsayan memeli çalışmalarından da yararlanılmıştır (Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Karataş, 2006; Özkurt & Bulut, 2020).

Bu çalışma ile Manisa İli karasal ve iç su memeli faunası hakkında güncel bir literatür araştırması yapılarak arazi çalışmaları sonucunda elde edilen bulgular paylaşılmıştır. Böylece Manisa ilinde yaşayan türlerin güncel olarak saptanması ve bunlar üzerindeki tehditlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

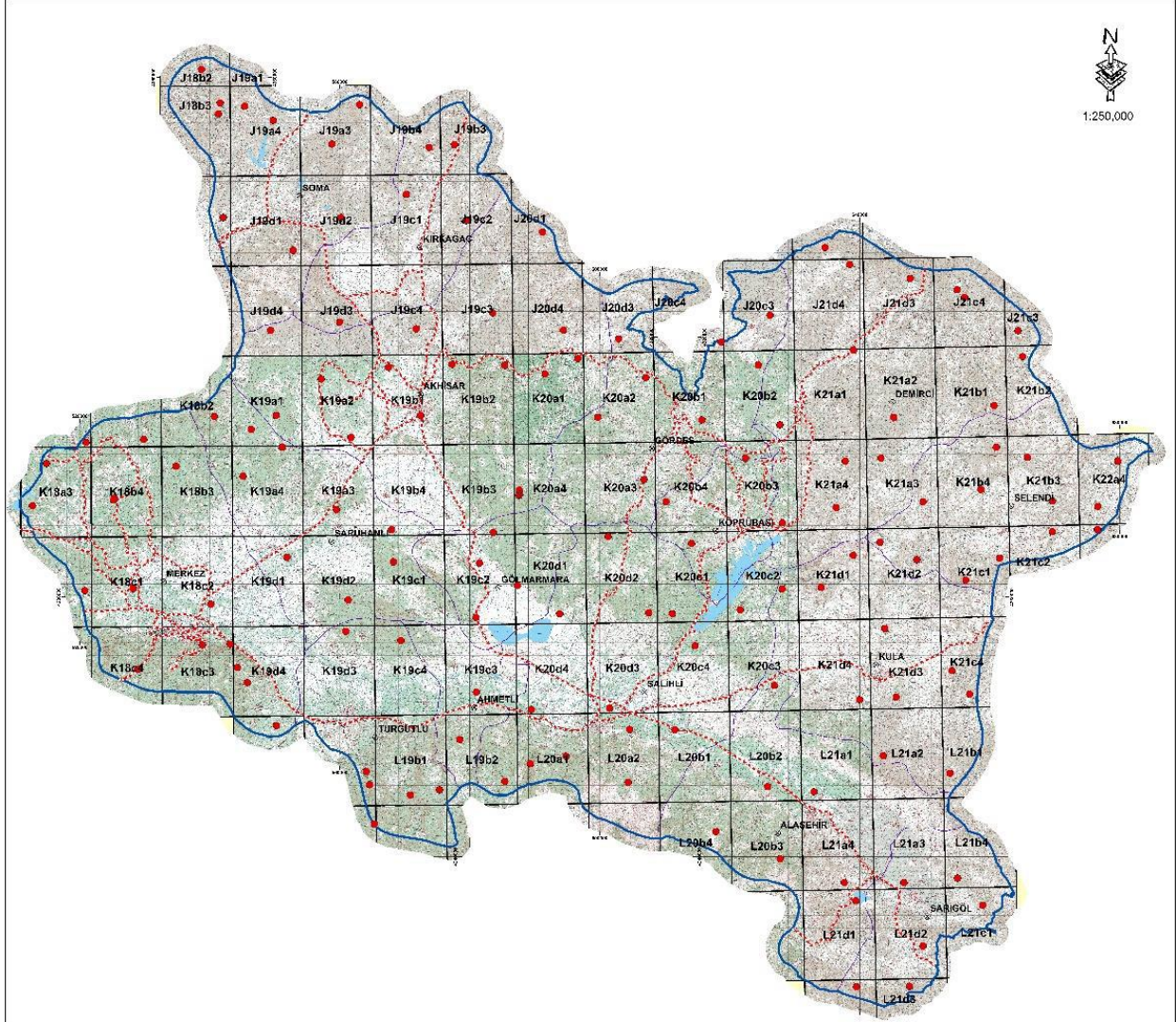
2. Materyal ve Metot

Manisa ilindeki bütün karasal ve içsu ekosistemlerinin tamamını kapsayacak şekilde 2018 ve 2019 yılları boyunca 45 gün arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar Manisa ilinin 1:25.000'lik paftalarının her birinin en az %10'luk kısmında arazi çalışmaları yürütülerek gerçekleştirilmiştir. Toplamda 122 paftada araştırmalar sürdürülmüştür (Şekil 1).

Büyük memelilerin gözlenmesi ve kaydedilmesinde dürbün, fotokapan ve fotoğraf makinesi gibi kullanılan türlere uygun malzemeler kullanılmıştır. Araç çarpması sonucu ölmüş memeli türleri kaydedilmiştir. Gözlem

yapılan alanların ve tespit edilen türlerin koordinatları Küresel Konum Belirleme Aracı (GPS) yardımıyla verilmiştir. Arazi gözlemleri sırasında memelilere ait ayak izi, dışkı, ses (yarasaların ultrasonik dedektör ile tespiti) ve emarelerden yararlanma esasına dayalı dolaylı gözlemler de yapılmıştır. Kemiriciler ve böcekçiller için canlı yakalama kapanları kullanılmıştır. Yarasa türlerine ait

tespitler ultrasonik dedektör (Pettersson D 500x) ile yapılmıştır. Ayrıca bölgedeki mağara, mazgal, eski bina ve kale gibi ortamlara girilerek tünelerinde türler ve dışkıları fotoğraflanmıştır. Ayrıca güncel tür listesinin oluşturulmasında günümüze kadar yapılmış çalışmalar literatürde taranmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanındaki örnekleme yapılan noktalar

Figure 1. Sampling localities in the study area

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan arazi ve literatür çalışmaları sonucunda Manisa ilinde yayılış gösteren toplam 36 memeli türü tespit edilmiş olup güncel memeli tür listesi Tablo 1'de verilmiştir. Arazi çalışmaları sonucunda tespit edilen türlere ait bazı kayıtlar aşağıda verilmektedir (Şekil 2).

Gördes İlçesi, Gülpınar Mahallesi yakınlarında Demirci-Gördes karayolunda araç çarpması sonucu ölmüş bir yaban kedisi (*Felis silvestris*) tespit edilmiştir.

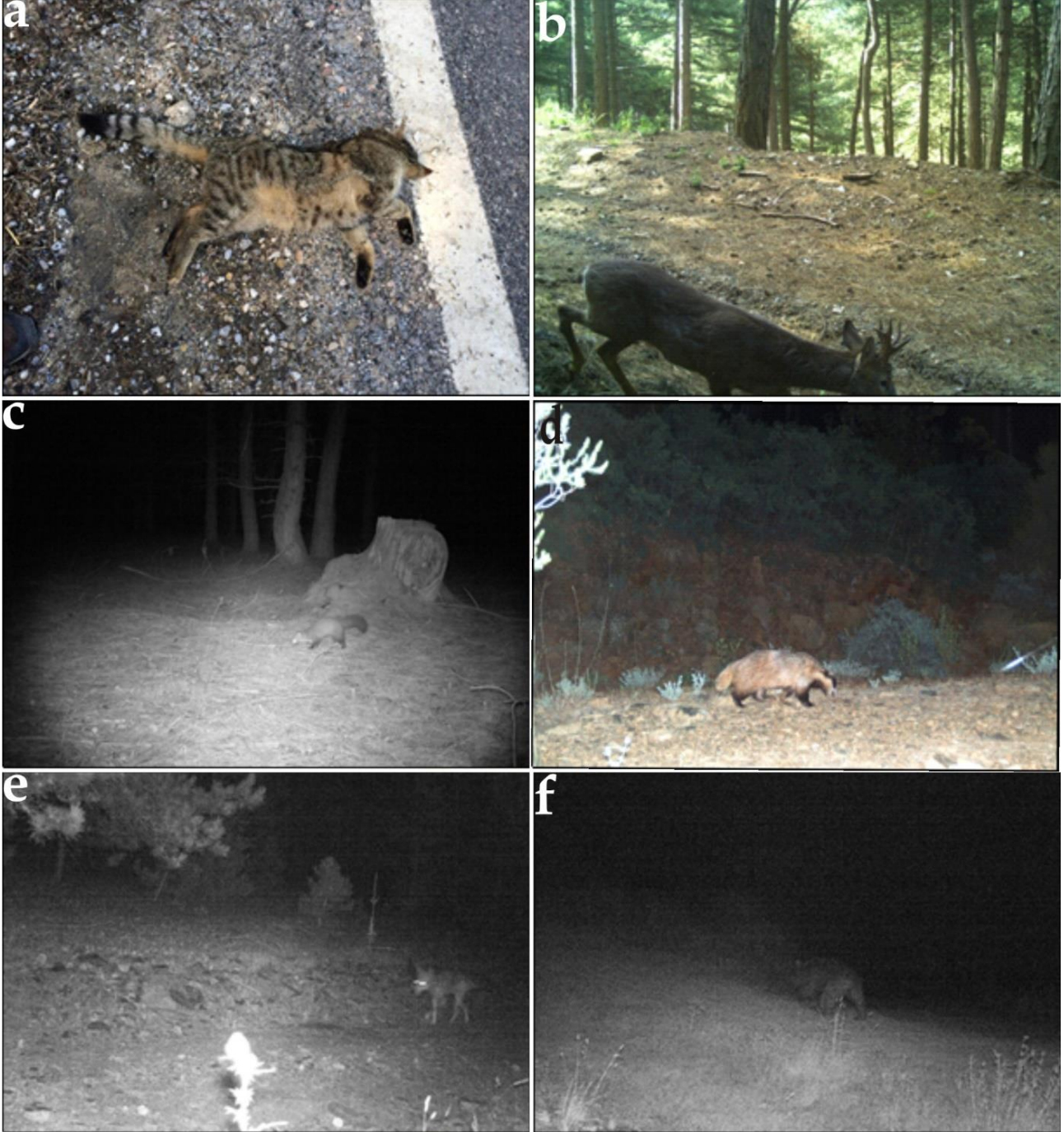
Tespit edilen türlerden 3 tanesi IUCN'e göre NT, 1 tanesi DD, 32 tanesi ise LC kategorisindedir.

Daha önceki çalışmalarda Manisa'dan kaydı verilen karakulak (*Caracal caracal*), saz kedisi (*Felis chaus*) ve çizgili sırtlan (*Hyaena hyaena*) bu çalışmada tespit edilememiştir.

Ancak Manisa'nın batısında ve Saruhanlı ilçesi sınırlarında daha detaylı çalışmalar yapıldığında Çizgili sırtlan ile ilgili kayıtlar alınabileceği değerlendirilmektedir. Yine Manisa'nın Güneybatısı ve Alaşehir ilçesi sınırlarında detaylı çalışmalar yapıldığında karakulak kayıtlarının alınabileceği değerlendirilmektedir. Kurt Demirci, Gördes ve Soma ilçeleri için önemli bir etçil tür olarak tespit edilmiştir. Yine bu bölgelerde tespit edilen yaban kedisi Manisa ili için önemli bir etçil türdür. Göl Marmara ve çevresindeki sulak habitatlar saz kedisi için önemli alanlar olarak değerlendirilmektedir. Bozayı'nın Demirci ormanlarında bulunması bu habitatların nispeten el değmemiş olduğunun bir göstergesidir. Karaca, Soma ve Turgutlu'da yayılış gösteren önemli bir toynaklı türdür. Tablo 2'de Manisa'da memeli türler üzerinde tespit edilen insan

kaynaklı tehditler ve nerede oldukları detaylı olarak verilmiştir. Buna göre bölgede kaçak avcılık ve doğaya zehirli et bırakılması yırtıcı türler için büyük bir tehdittir. Mağaralardan yarasalar gübrelerinin izinsiz ve kaçak olarak çıkarılması yarasalar üzerinde ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Marmara Gölü ve çevresindeki sazlık alanların tahribatı saz kedisi popülasyonu için ciddi bir tehdittir. Bal üretimine zarar vereceği düşüncesi ile

bozayılar zarar verme ve avlama girişimleri olmaktadır. Bu tehditlerin ortadan kaldırılması için Tarım ve Orman Bakanlığı, yerel yönetimler ve üniversiteler işbirliğinde planlamalar yapılmalıdır. Yaban hayvanlarının karayollarında telef olmalarının önüne geçmek amacıyla uygun noktalarda ekosistem köprüleri planlanmalıdır. Demirci-Gördes karayolu bu alanların başında gelmektedir.



Şekil 2. Tespit edilen türlere ait bazı kayıtlar (a: Yaban kedisi; b: Karaca (*Capreolus capreolus*), Turgutlu/Kayrak; c: Kaya sansarı (*Martes foina*), Turgutlu/Kayrak; d: Porsuk (*Meles meles*), Saruhanlı, Seyitoba; e: Kurt (*Canis lupus*), Demirci, Başalan Yaylası; f: Bozayı (*Ursus arctos*), Demirci, Akdere Mah.)

Figure 2. Some records of the detected species (a: Wild cat; b: Roe deer (*Capreolus capreolus*), Turgutlu/Kayrak; c: Beech marten (*Martes foina*), Turgutlu/Kayrak; d: Badger (*Meles meles*), Saruhanlı, Seyitoba; e: Wolf (*Canis lupus*), Demirci, Başalan Yaylası; f: Brown bear (*Ursus arctos*), Demirci, Akdere Mah.)

Tablo 1. Manisa İli memeli tür listesi

Table 1. Mammal species of Manisa Province

No	Familya	Tür	Türkçe Adı	BERN	CITES	IUCN	Kaynak
1	Canidae	<i>Canis aureus</i>	Çakal			LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
2	Canidae	<i>Canis lupus</i>	Kurt		EK-II	LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
3	Canidae	<i>Vulpes vulpes</i>	Kızıl tilki			LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
4	Cervidae	<i>Capreolus capreolus</i>	Karaca	EK-III		LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
5	Erinaceidae	<i>Erinaceus concolor</i>	Yaygın kirpi	EK-III		LC	Demirsoy, 1997.
6	Felidae	<i>Felis silvestris</i>	Yaban kedisi	EK-II	EK-II	LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
7	Felidae	<i>Felis chaus</i>	Saz kedisi		EK-II	LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
8	Felidae	<i>Caracal caracal</i>	Karakulak		EK-I	LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
9	Gliridae	<i>Dryomys nitedula</i>	Hasancık/Ağaç yediuyuru	EK-III		LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
10	Hyaenidae	<i>Hyaena hyaena</i>	Çizgili sırtlan			NT	Turan, 1984.
11	Hystricidae	<i>Hystrix indica</i>	Oklu kirpi			LC	Turan, 1984.
12	Leporidae	<i>Lepus europaeus</i>	Yaban tavşanı	EK-III		LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
13	Muridae	<i>Apodemus flavicollis</i>	Sarı boyunlu orman faresi			LC	Yiğit et al., 2006.
14	Muridae	<i>Apodemus mystacinus</i>	Kayalık orman faresi			LC	Yiğit et al., 2006
15	Muridae	<i>Mus domesticus</i>	Ev faresi			LC	Yiğit et al., 2006.
16	Muridae	<i>Mus macedonicus</i>	Makedon faresi			LC	Yiğit et al., 2006.
17	Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Çatı sıçanı			LC	Yiğit et al., 2006.
18	Mustelidae	<i>Martes foina</i>	Kaya sansarı	EK-III		LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
19	Mustelidae	<i>Meles meles</i>	Porsuk	EK-III		LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
20	Mustelidae	<i>Mustela nivalis</i>	Gelincik	EK-III		LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
21	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus euryale</i>	Akdeniz nalburunlu yarasa	EK-II		NT	Yorulmaz & Arslan, 2020.
22	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Büyük nalburunlu yarasa	EK-II		LC	Yorulmaz & Arslan, 2020.
23	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Küçük nalburunlu yarasa	EK-II		LC	Yorulmaz & Arslan, 2020.
24	Sciuridae	<i>Sciurus anomalus</i>	Anadolu sincabı	EK-II		LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
25	Soricidae	<i>Crocodyrus suaveolens</i>	Küçük beyazdışlı böcekçil	EK-III		LC	Yiğit et al., 2006.
26	Soricidae	<i>Crocodyrus leucodon</i>	Çiftrenkli beyazdışlı böcekçil	EK-III		LC	Yiğit et al., 2006.
27	Spalacidae	<i>Nannospalax xanthodon</i>	Anadolu kör faresi			DD	Yiğit et al., 2006.
28	Suidae	<i>Sus scrofa</i>	Yaban domuzu	EK-III		LC	Turan, 1984; Demirsoy, 1997; Özkurt & Bulut, 2020.
29	Ursidae	<i>Ursus arctos</i>	Bozayı		EK-II	LC	Turan, 1984.
30	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Cüce yarasa	EK-III		LC	Yorulmaz & Arslan, 2020.
31	Vespertilionidae	<i>Eptesicus serotinus</i>	Geniş kanatlı yarasa	EK-II		LC	Yorulmaz & Arslan, 2020.
32	Vespertilionidae	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Uzun kanatlı yarasa	EK-II		NT	Yorulmaz & Arslan, 2020.
33	Vespertilionidae	<i>Myotis blythii</i>	Farekulaklı küçük yarasa	EK-II		LC	Yorulmaz & Arslan, 2020.
34	Vespertilionidae	<i>Myotis emarginatus</i>	Kirpikli yarasa	EK-II		LC	Yorulmaz & Arslan, 2020.
35	Vespertilionidae	<i>Myotis myotis</i>	Büyük farekulaklı yarasa	EK-II		LC	Yorulmaz & Arslan, 2020.
36	Vespertilionidae	<i>Myotis mystacinus</i>	Bıyıklı siyah yarasa	EK-II		LC	Yorulmaz & Arslan, 2020.

Tablo 2. Manisa İlindeki Memeli Türleri Üzerindeki Tehditler

Table 2. Threats to mammal species in Manisa Province

Tür Adı	Türkçe Adı	Tehdit	Tehdit Yeri	Tehdit Derecesi
<i>Hystrix indica</i>	Oklu Kirpi	Tarım İlaçları, Kaçak av, habitat tahribatı	Manisa Geneli	Yüksek
<i>Canis aureus</i>	Çakal	Kaçak av, evcil sürülere zarar verdiği düşüncesi ile doğaya zehirli et bırakılması, habitat tahribatı	Manisa Geneli	Yüksek
<i>Canis lupus</i>	Kurt	Kaçak av, evcil sürülere zarar verdiği düşüncesi ile doğaya zehirli et bırakılması, habitat tahribatı	Demirci, Gördes, Soma	Yüksek
<i>Felis silvestris</i>	Yaban Kedisi	Evcil Kedi ile hibritleşme, doğaya evcil hayvan bırakılması, habitat tahribatı	Demirci, Gördes, Soma	Yüksek

Tablo 2. (Devamı)

Table 2. (Continued)

Tür Adı	Türkçe Adı	Tehdit	Tehdit Yeri	Tehdit Derecesi
<i>Caracal caracal</i>	Karakulak	Et üretim tesislerinden doğaya bertaraf edilmeden bırakılan ölü hayvan artıklarından yayılabilecek hastalık etmenleri, Kaçak av, evcil sürülere zarar verdiği düşüncesi ile doğaya zehirli et bırakılması, habitat tahribatı,	Alaşehir, Manisa'nın Güneybatısı	Yüksek
<i>Hyaena hyaena</i>	Çizgili Sırtlan	Tavukçuluk tesislerinden doğaya bertaraf edilmeden bırakılan ölü hayvan artıklarından yayılabilecek hastalık etmenleri, Kaçak av, evcil sürülere zarar verdiği düşüncesi ile doğaya zehirli et bırakılması, habitat tahribatı,	Saruhanlı ve Manisa'nın batısı	Yüksek
<i>Ursus arctos</i>	Bozayı	Bal üretimine zarar verdiği düşüncesiyle türü nadir de olsa avlama	Demirci	Yüksek
<i>Capreolus capreolus</i>	Karaca	Kaçak av	Soma ve Turgutlu (Ovacık YGHS sınırı)	Yüksek
Rhinolophidae ve Vespertilionidae türleri	Yarasalar	Mağaralardan yarasa gübrelерinin izinsiz ve kaçak olarak çıkarılması esnasında popülasyonların rahatsız edilmesi	Gölmarmara, Çömlekçi Mah. Çömlekçi Mağarası, Akhisar, Akçaalan Mah. Evkaya Mağarası	Yüksek

Teşekkür: Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Müdürlüğü, IV. Bölge Müdürlüğü, Manisa DKMP İl Şube Müdürlüğü'nün, Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi kapsamında, Likarba Mühendislik Şirketi tarafından yürütülmüştür.

Etik kurul onayı: Bu çalışma için etik kurul onayı alınmasına gerek yoktur.

Çıkar çatışması: Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Kaynaklar

- Açı, M., Demirtaş, S., Umur, Ş., Gürler, A.T., & Bölükbaş, C.S. (2017). Infestations of Flea Species on Small, Wild Mammals in the provinces of Aydın and Manisa in the Aegean Region, Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41, 449-452. <https://doi.org/10.3906/vet-1610-68>
- Anonim (2018). Manisa İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, T.C. Manisa Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Retrieved from: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/man-sa_2018_cdr_son-20191015130608.pdf
- Arısoy, A. (2013). Ege Bölgesindeki *Nannospalax xanthodon* (Mammalia: Rodentia)'nın Bazı Kromozomal Sitotiplerinin Gümüş Nitrat Bantlama Yöntemiyle Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi. Retrieved from: <http://acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5670/335325.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Baydemir, N., & Albayrak, İ. (2006). A Study on the Breeding Biology of Some Bat Species in Turkey (Mammalia: Chiroptera). *Turkish Journal of Zoology*, 30, 103-110.
- Demirsoy, A. (1997). Türkiye Omurgalıları, Memeliler. Ankara, Meteksan Yayınevi, 1-292 pp.
- İcik, P.Ç. (2019). Soma (Manisa) Rüzgar Enerji Santrali Bölgesinde Memeli Hayvan Faunasının Değerlendirilmesi. *Ecological Life Sciences*, 14(1), 1-11.
- Karataş, A. & Sözen, M., (2004). Contribution to Karyology, Distribution and Taxonomic Status of the Long-winged Bat, *Miniopterus schreibersii* (Chiroptera: Vespertilionidae), in Turkey. *Zoology in the Middle East*, 33, 51-64. <https://doi.org/10.1080/09397140.2004.10638063>
- Karataş, A. (2006). Türkiye'nin memelileri. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları, Ankara, Doğa Derneği, s. 50-51.
- Karataş, A., Benda, P., Toprak, F., & Karakaya, H., (2003). New and Significant Records of *Myotis capaccinii* (Chiroptera: Vespertilionidae) from Turkey, with Some data on its Biology. *Lynx (Praha)*, 34, 39-46.
- Karataş, A., Filiz, H., Erciyas-Yavuz, K., Özeren, S.C., & Tok, C.V. (2021). The Vertebrate Biodiversity of Turkey. Biodiversity, Conservation and Sustainability in Asia: Volume 1: Prospects and Challenges in West Asia and Caucasus, 175.
- Mittermeier, R.A., Gil, P.R., Hoffman, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, J.C., Lamoreux, J., & Gustavo, A.B. da Fonseca. (2005).

Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Amsterdam, Amsterdam University Press., 392 pp.

- Özen, A.H.S. (2018). Morphological Variability of the Baculum in *Martes foina* (Carnivora: Mustelidae) from Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 42, 666-672. <https://doi.org/10.3906/zoo-1802-39>
- Özkurt, Ş.Ö., & Bulut, Ş. (2020). Türkiye Memelileri. Ankara, Panama Yayıncılık., 456 pp.
- Seyfi, E., Bulut, Ş., & Karataş, A. (2021). Türkiye'nin Tehlike Altındaki Memeli Türleri. *Doğanın Sesi*, 7, 54-72.
- Sözen, M., Çolak, F., Sevindik, M., & Matur, F. (2013). Cytotypes of *Nannospalax xanthodon* (Satunin, 1898) (Rodentia: Spalacidae) from Western Anatolia. *Turkish Journal of Zoology*, 37, 462-469. <https://doi.org/10.3906/zoo-1108-25>
- Turan, N. (1984). Türkiye'nin Av ve Yaban Hayvanları, Memeliler. Ankara, Ongun Kardeşler Matbaacılık Sanayii, 1-177 pp.
- Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M., & Karataş, A. (2006). Rodents of Turkey (Türkiye Kemiricileri). Ankara, Meteksan A.Ş. 1-114 pp.
- Yiğit, N., Çolak, E., Çolak, R., Saygılı Yiğit, F., & Çetintürk, D. (2018). Biometric Analyses of the genus *Meriones* Illiger 1811 (Mammalia: Rodentia) species distributed in Turkey. *Acta Biologica Turcica*, 31(3), 122-132.
- Yorulmaz, T., & Arslan, N. (2020). Current Status of the Bats in Turkey with their Ecogeographic Distributions and Recommendations for National Conservation Status (Mammalia: Chiroptera). *Fresenius Environmental Bulletin*, 29, 6691-6706.

New Floristic Records for B8 Square from Perisuyu Valley (Yedisu-Karlıova / Bingöl)

Hikmet Cengiz^{1*}, Lütfi BEHÇET²

¹Bingöl University, Faculty of Science and Art, Institute of Science, Bingöl, TÜRKİYE

²Bingöl University, Faculty of Science and Art, Department of Molecular Biology and Genetics, Bingöl, TÜRKİYE

ORCID ID: Hikmet CENGİZ: <https://orcid.org/0000-0001-6788-0012>; Lütfi BEHÇET: <https://orcid.org/0000-0001-8334-7816>

Received: 04.03.2022

Accepted: 21.03.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: This study was carried out in Perisuyu Valley (Yedisu-Karlıova / Bingöl) between 2017 and 2021. 62 taxa (40 species, 17 subspecies, and 5 varieties) distributed in this region are new records for B8 square. 20 of the given taxa are endemic. Some evaluations were made about the distribution of the 11 taxa given in the new record list (locally endemic or narrowly distributed) in the B8 square. The distributions of the given plants as phytogeographic region elements are as follows: Iran-Turan 21, Euro-Siberia 7, Mediterranean 3, and phytogeographic region unknown or widely distributed 31.

Keywords: Bingöl, flora, B8 square, new record.

Perisuyu Vadisi'nden (Yedisu-Karlıova / Bingöl) B8 Karesi İçin Yeni Floristik Kayıtlar

Öz: Bu çalışma, 2017-2021 yılları arasında Perisuyu Vadisi (Yedisu-Karlıova / Bingöl)'nde gerçekleştirilmiştir. Bu bölgede belirlenen 62 taksonun (40 tür, 17 alttür ve 5 varyete) B8 karesindeki yayılışları ilk defa tespit edilmiştir. Verilen taksonlardan 20 tanesi endemiktir. Yeni kayıt listesinde yer alan lokal endemik veya dar yayılışlı 11 taksonun araştırma alanımızda da yayılışının belirlenmesi ile ilgili bazı değerlendirmeler verilmiştir. Çalışmada sunulan taksonların fitocoğrafik bölgelere dağılımları şu şekildedir: İran-Turan 21, Avrupa-Sibirya 7, Akdeniz 3 ve fitocoğrafik bölgesi bilinmeyen veya geniş yayılışlı 31.

Anahtar kelimeler: Bingöl, flora, B8 karesi, yeni kayıt.

1. Giriş

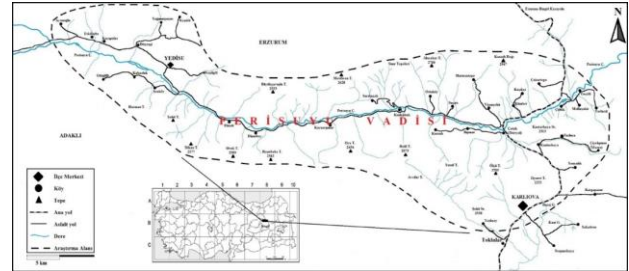
Sahip olduğu bitki potansiyeli fazla olmasına rağmen; Bingöl il florası yeterince araştırılmamıştır. Son yıllarda Bingöl'den yayınlanan yeni takson ve diğer floristik çalışmalar (Behçet et al., 2014; Sinan & Behçet, 2014; Duran et al., 2015; Doğan et al., 2015; Behçet & İlçim, 2015; Yapar & Behçet, 2018; Behçet & Yapar, 2019; 2021; 2020a; 2020b; Kılıç & Yıldırım, 2014; Kılıç et al., 2017) bu iddiayı desteklemektedir. Bir sahanın floristik zenginliğinde ekolojik özellikler temel etkili sebeptir. Bingöl çevresindeki illere kıyasla farklı iklim faktörlerinin etkisi altındadır. Kuzey ve güneyden gelen hava akımlarının kesişim noktasında yer almasıyla kuzeyden yağış getiren hava akımları ile güneyden sıcak getiren hava akımlarının etkisi altındadır (Kurt, 2014). Bu iklimsel özelliklerle birlikte; yükselti farkları, toprak yapısı ve topoğrafik özellikleri de Bingöl florası potansiyelinin yüksek olmasına katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada; Perisuyu Vadisi'nde (Yedisu-Karlıova/Bingöl) (Şekil 1) 30 familya ve 53 cinse ait, 62 bitkinin B8 karesindeki yayılışı ilk defa verilmiştir. Böylece bu araştırma yazılmakta olan Resimli Türkiye Florası'na veri sağlamakla birlikte; yapılacak diğer floristik çalışmalar (monograf ve revizyon çalışmaları gibi) için de katkı sağlayacaktır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada verilen taksonlar, 2017-2021 yılları arasında Bingöl'ün kısmen Karlıova, kısmen Yedisu ilçe sınırlarına

dâhil olan Perisuyu Vadisi'nden tarafımızca toplanmış ve B8 karesinde yayılışlarının olduğu ilk defa belirlenmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi haritası

Figure 1. Geographical map of the research area

Çalışma alanı deniz seviyesinden 1400-2947 m arasında değişen yükseltiye sahiptir.

Alandan toplanan bitkiler; Türkiye Florasının ilgili ciltleri (Davis, 1965-1985, Davis et al., 1988; Güner et al., 2000) ile Pimenov et al. (2011), Özhatay ve Kandemir (2014), Armağan (2016), Duran et al. (2003), Menemen, et al. (2001) çalışmalarından faydalanılarak teşhis edilmiştir. Yeni kayıt listesi; B8 karesi ile ilgili yayınlar (Behçet et al., 2014; Behçet & Yapar, 2020a; Sinan & Behçet, 2014; Kılıç & Yıldırım, 2014; Kılıç et al., 2017; Yapar & Behçet, 2018; 2021; Yıldırım, 1997a; 1997b; 1999; 2001a; 2001b; 2002a; 2002b; 2005; 2006; 2007; 2009a; 2009b; 2010; 2011; 2012; 2013; 2015; 2017) taranarak ortaya konmuştur.

Belirlenen bitkilerin geçerli güncel bilimsel isimleri,

*Corresponding author: cenghikmet@hotmail.com

yazar isimleri, Türkçe isimleri ve endemizm durumları, Türkiye Bitkileri Listesi-Damarlı Bitkiler (Güner et al., 2012) adlı eser temel alınarak verilmiştir. Endemik ve risk sınıftaki bitkilerin tehlike kategorileri ise Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Ekim et al., 2000), Kandemir et al. (2015) ve IUCN (2017) gibi kaynaklar referans alınarak yazılmıştır. Bitkilerin hayat formları Raunkiaer (1934) kriterine göre değerlendirilmiştir. Liste oluşturulurken; her bir takson için sırasıyla; taksonun latince adı, Türkçe adı ve lokalite bilgileri, endemizm durumu, belli ise dâhil olduğu fitocoğrafik bölge durumu ve hayat formu düzeninde sunulmuştur. Liste sunulurken kullanılan kısaltmalar ve bunların anlamları şu şekildedir: HC (Hikmet Cengiz), Ch. (Kamefit), Cr. (Kriptofit), Fh. (Fanerofit), Hc. (Hemikriptofit), Hd. (Hidrofit), subsp. (alttür), var. (varyete). Yeni kayıt listesinde yer alan lokal endemik veya dar yayılışlı bazı taksonların araştırma alanımızda da yayılışının belirlenmesi ile ilgili bazı değerlendirmeler; ilgili taksonun hayat formu bilgisinden sonra verilmiştir. Tartışma kısmı yerine burada verilmesinde; ilgili taksonun diğer bilgileri ile beraber okuyucuya daha sağlıklı fikir vermesini sağlayacağı düşünüldü. Yeni kayıt listesi APG IV (Haston et al., 2009) sistemine ve alfabetik sırasına göre verilmiştir.

Yeni kayıt listesindeki bitkilere ait örnekler herbaryum materyali haline getirilmiş olup; Bingöl Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü herbaryumunda (BIN) muhafaza edilmektedir.

3. Bulgular ve Tartışma

Perisuyu vadisinden toplanan 30 familya ve 53 cinse ait 62 bitkinin B8 karesi için yeni yayılış alanları verilmiştir. Taksonlardan 20 tanesi endemiktir. Endemik taksonların tehlike kategorileri şu şekildedir: 5'i EN (endangered=tehlikede), 4'ü VU (vulnerable=zarar görebilir), 7'si LC (least concern=az endişe verici), 1'i CR (critically endangered=kritik tehlikede), ve 3'ü NT (threatened=tehtide yakın) (Tablo 1).

Alanda belirlenen taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı ise; 21 bitki İran-Turan, 7 bitki Avrupa-Sibirya, 3 bitki Akdeniz, 35 takson fitocoğrafik bölgesi bilinmiyor veya geniş yayılışlı bitkiler.

3.1. B8 karesinden yayılışları belirlenen taksonların listesi

SUBDIVISION: MAGNOLIOPHYTINA / KAPALI TOHUMLULAR

CLASSIS: MAGNOLIOPSIDA / MANOLYA SINIFI

ALISMATACEAE / KURBAĞAKAŞIĞIGİLLER

Sagittaria L. / Suoku

1. *Sagittaria sagittifolia* L. / Suoku

Karlıova; Serpmekaya Gölü, su içi, 10.07.2020, 1828 m, 39°16'59.98"K, 41° 2'45.01"D, HC3065, Hd.

AMARANTHACEAE / HOROZİBİÇİĞİLLER

Noaea Moq. / Hölmezotu

2. *Noaea mucronata* (Forssk.) Asch. & Schweinf. subsp. *mucronata* / Hölmezotu

Yedisu; Dinarbey Köyü, step, 19.07.2018, 1720 m, 39°22'34.16"K, 40°39'8.48"D, HC2557, Hc.

Tablo 1. Araştırma alanında belirlenen Endemik bitkilerin risk sınıfları [Ekim et al. (2000); Duran et al. (2003); Kandemir et al. (2015); Armağan (2016) ve IUCN (2017)]

Table 1. Risk categories of endemic plants determined in the research area [Ekim et al. (2000); Duran et al. (2003); Kandemir et al. (2015); Armağan (2016) ve IUCN (2017)]

Endemik Taksonlar	Tehlike kategorisi
AMARYLLIDACEAE	
<i>Allium erzincanicum</i> N. Özhatay & Kandemir	VU
<i>Allium phaneranthum</i> subsp. <i>deciduum</i> Kollmann & Koyuncu	NT
APIACEAE	
<i>Eryngium ilex</i> P.H.Davis	EN
<i>Diplotaenia turcica</i> Pimenov & Kljuykov	NT
ASTERACEAE	
<i>Psephellus bornmuelleri</i> (Hauskn. ex Bornm.) Wagenitz	NT
BRASSICACEAE	
<i>Alyssum peltarioides</i> Boiss. subsp. <i>peltarioides</i>	LC
<i>Pseudosempervivum aucheri</i> (Boiss.)Pobed.	LC
<i>Erysimum sintenianum</i> Bornm.	LC
<i>Hesperis armena</i> Boiss.	CR
<i>Isatis aucheri</i> Boiss.	LC
CAMPANULACEAE	
<i>Campanula pulvinaris</i> Hauskn. & Bornm.	EN
CARYOPHYLLACEAE	
<i>Eremogone acutisejala</i> (Hauskn. ex F.Williams) Ikonn.	LC
<i>Gypsophila munzurensis</i> Armağan	EN
<i>Minuartia rimarum</i> (Boiss. & Balansa) Mattf.	VU
FABACEAE	
<i>Astragalus nezaketiae</i> A.Duran & Aytaç	VU
LAMIACEAE	
<i>Thymus convolutus</i> Klokov	EN
PAPAVERACEAE	
<i>Glaucium cappadocicum</i> Boiss.	VU
RHAMNACEAE	
<i>Frangula dodonei</i> Ard. subsp. <i>pontica</i> (Boiss.) Soldano	LC
SCROPHULARIACEAE	
<i>Scrophularia libanotica</i> Boiss. var. <i>cappadocica</i> R.R.Mill	LC
VIOLACEAE	
<i>Viola odontocalycina</i> Boiss.	EN

AMARYLLIDACEAE / NERGİSGİLLER

Allium L. / Soğan

3. *Allium phaneranthum* subsp. *deciduum* Kollmann & Koyuncu / Kel körmen

Karlıova; Kazanlı Köyü, kayalık alan, 05.07.2018, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC2374, Endemik, D. Akdeniz elementi, Cr.

Bugüne kadar Akdeniz Bölgesi'nden yayılışı bilinen (Yıldırım, 2015) bu takson; B8 karesinde de tespit edildi. Bu tespit ile Akdeniz fitocoğrafik bölge elementi olan bu alt türün; tolerans sınırının bilinenden daha geniş olduğu anlaşıldı. Karasal iklim etkisinin belirgin olduğu ve İran-Turan fitocoğrafik bölgesine dâhil olan araştırma

sahamızda Akdeniz fitocoğrafik bölge elementinin yayılışının belirlenmesi ilginçtir.

Diğer taraftan bu bitkinin Türkiye Florasında verilen tanımında bitki boyunun 100 cm olduğu belirtilmektedir. Tarafımızdan toplanan örneklerin boyu 125 cm'ye varmaktadır.

4. *Allium erzincanicum* N. Özhatay & Kandemir

Yedisu; Yağmurpınarı Köyü, step, 05.07.2020, 2433 m, 39°30'47.54"K, 40°32'1.79"D, HC2928, Endemik, Cr.

Bugüne kadar sadece Erzincan'dan (B7 karesi) yayılışı bilinen (Özhatay & Kandemir, 2014) bu lokal endemik türün alanımızda da yayılışının belirlenmesi ile yayılış alanının daha geniş olduğu ortaya konmuştur. Bu türün yayınlandığı çalışmada "yakın bölgelerdeki benzer habitatlarda bu türün yayılışının olabileceği" belirtilmektedir.

Bu türün alanımızdaki birey sayısı fazla olmadığı ve alanımız Erzincan iline yakın olduğu için yayılış alanı da fazla genişlemediği dikkate alındığında zarar görebilir (VU) risk sınıfında yer almaya devam etmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

APIACEAE / MAYDANOZGİLLER

Astrantia L. / Yıldızca

5. *Astrantia maxima* Pall. subsp. *maxima* / Yıldızca

Karlıova; Kaynarıpınar Köyü, Kayık mevki, step, 18.07.2018, 2083 m, 39°22'39.03"K, 40°48'11.80"D, HC2547, Avrupa-Sibirya elementi, Hc.

Anethum L. / Dereotu

6. *Anethum graveolens* L. / Dereotu

Yedisu; Merkez, yol kenarları, 09.08.2018, 1500 m, 39°25'40.86"K, 40°32'56.08"D, HC2645, Th.

Chamaesciadium C.A.Mey. / Hamotu

7. *Chamaesciadium acaule* (M.Bieb.) Boiss. / Hamotu

Yedisu; Yağmurpınarı Köyü, alpin çayır, 05.07.2020, 2433 m, 39°30'47.54"K, 40°32'1.79"D, HC2980, Avrupa-Sibirya elementi, Hc.

Diplotaenia Boiss. / Köseotu

8. *Diplotaenia turcica* Pimenov & Kljuykov / Türk köseotu (Şekil 2)

Karlıova; Kaynarıpınar Köyü, Kayık mevki, step, 18.07.2018, 2083 m, 39°22'39.03"K, 40°48'11.80"D, HC2551, Endemik, Hc.

Bugüne kadar B9 (Bitlis ve Van) karesinde yayılışı bilinen (Pimenov, Kljuykov & Degtjareva (2011); Demirkuş, Koyuncu & Gül (2018)) bu bitkinin yayılışının B8 karesinde de tespit edilmiş olması ile yayılış alanının daha geniş olduğu anlaşılmıştır.

Bu türün risk kategorisi yakın zamanda değerlendirilmiş olup (Demirkuş, Koyuncu & Gül, 2018) tehlide yakın (NT) risk sınıfında yer alması uygun görülmüştür. Bitkinin alanımızda da yayılışının olmasına rağmen halk tarafından tüketiliyor olması (Mükemre et al., 2020) ve düşük düzeyde risk altında olması dikkate alındığında tehlide yakın (NT) risk sınıfında kalması önerilmektedir.



Şekil 2. *Diplotaenia turcica*

Figure 2. *Diplotaenia turcica*

Eryngium L. / Boğadikeni

9. *Eryngium ilex* P.H.Davis / Öz boğadikeni (Şekil 3 C)

Karlıova; Kazanlı Köyü, step, 24.07.2017, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1770, Endemik, İran-Turan elementi, Hc.

Erzincan'dan (B7 karesi) yayılışı bilinen (Yıldırım, 1997b) bu lokal endemik türün alanımızda da yayılışının belirlenmesi ile yayılış alanının daha geniş olduğu ortaya konmuştur.

Bu türün alanımızda da yayılışının olması dikkate alındığında hem yayılış alanı hem de yaşam alanı (birey ve lokalite sayısı) genişlemiştir. Türün yayılış alanının 5000 km² den az ve lokalite sayısının 5'ten az olmasından dolayı daha önce (CR) olan tehlike kategorisinin (EN) [B1ab(i,ii)] olması uygun olacaktır.

Ferulago Koch / Şeytanteresi

10. *Ferulago cassia* Boiss. / Şeytan kişnişi

Karlıova; Kazanlı Köyü, kayalık alan, 24.07.2017, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1840, D. Akdeniz elementi, Hc.



Şekil 3. A. *Viola odontocalycina*; B, E. *Ranunculus lingua*; C. *Eryngium ilex*; D. *Dactylorhiza euxina* var. *markowitschii*

Figure 3. A. *Viola odontocalycina*; B, E. *Ranunculus lingua*; C. *Eryngium ilex*; D. *Dactylorhiza euxina* var. *markowitschii*

Oenanthe L. / Delimaydanoz

11. *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. / Deniz rezenesi (Şekil 4)

Karlıova; Serpmekaya Gölü, su içi, 10.07.2020, 1828 m, 39°16'59.98"K, 41° 2'45.01"D, HC3078, Hd.

Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinden yayılış bilinen (Yıldırım, 1997b) bu türün Türkiye'nin doğusundan yayılışının belirlenmesi ilginçtir. Fakat sucul-nemcil (akuatik bitkiler) bir takson olması itibarı ile diğer karasal bitkilere göre daha geniş yayılışlıdır. Dolayısı ile Türkiye'deki bitkilerin korolojilerinin bu güne kadar tam olarak ortaya konamamış olmasının etkisi düşünülebilir.



Şekil 4. *Oenanthe aquatica*

Figure 4. *Oenanthe aquatica*

Pastinaca L. / Kelemenkeşir

12. *Pastinaca sativa* L. subsp. *urens* (Req. Ex Gren. & Godr.) Çelak. / Şeker havucu

Yedisu; Güzgülü Köyü, nemli alan, 18.08.2020, 1518 m, 39°25'36.50"K, 40°29'15.98"D, HC3123, Hc.

ASPARAGACEAE / KUŞKONMAZGİLLER

Polygonatum Mill. / Mührüsüleyman

13. *Polygonatum orientale* Desf. / Boğumluca

Yedisu; Güzgülü Köyü, ormanlık alan, 22.07.2020, 1518 m, 39°25'36.50"K, 40°29'15.98"D, HC3110, Avrupa-Sibirya elementi, Cr.

ASTERACEAE / PAPATYAGİLLER

Inula L. / Andızotu

14. *Inula acaulis* Schott & Kotschy ex Boiss. var. *caulescens* Náb. / Bodur andızotu

Karlıova; Kaynarçınar Köyü, Kavak Mezrası, step, 06.07.2019, 2096 m, 39°21'17.36"K, 40°41'24.90"D, HC2804, Cr.

Pilosella Vail. / Tırnakotu

15. *Pilosella hoppeana* (Schult.) F.W.Schultz & Sch.Bip. subsp. *cilicica* (Nägeli & Peter) P.D.Sell & C.West / Toros tırnakotu

Karlıova; Kazanlı Köyü, Şip mevki, taşlık yamaçlar, 12.07.2017, 2560 m, 39°20'43.06"K, 40°54'3.21"D, HC1561, Hc.

Psephellus Cass. / Tülübaş

16. *Psephellus bornmuelleri* (Hausskn. ex Bornm.) Wagenitz / Kır tülübaş

(Syn: *Centaurea bornmuelleri* Hausskn. ex Bornm.)

Karlıova; Kazanlı Köyü, Zero tepesi, step, 15.07.2017, 2824 m, 39°21'27.36"K, 40°51'46.99"D, HC1628, Endemik, İran-Turan elementi, Hc.

BRASSICACEAE / TURPGİLLER

Alyssum L. / Kuduzotu

17. *Alyssum peltarioides* Boiss. subsp. *peltarioides* / Köse kuduzotu (Şekil 5)



Şekil 5. *Alyssum peltarioides* subsp. *peltarioides*

Figure 5. *Alyssum peltarioides* subsp. *peltarioides*

Karlıova; Kazanlı Köyü, step, 24.07.2017, 2265 m,

39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1812, Endemik, İran-Turan elementi, Ch.

Pseudosempervivum (Boiss.) Gross. / Kaşıkotu

18. *Pseudosempervivum aucheri* (Boiss) Pobed. / Has kaşıkotu

(Syn: *Cochlearia aucheri* Boiss.)

Karlıova; Kazanlı Köyü, Zero tepesi, step, 15.07.2017, 2824 m, 39°21'27.36"K, 40°51'46.99"D, HC1621, HC2927, Endemik, İran-Turan elementi, Hc.

Erysimum L. / Zarifeotu

19. *Erysimum sintenianum* Bornm. / Köşeli zarifeotu

(Syn: *Erysimum alpestre* Kotschy ex Boiss.)

Karlıova; Kazanlı Köyü, Şip mevkii, step, 12.07.2017, 2560 m, 39°20'43.06"K, 40°54'3.21"D, HC1573, Endemik, İran-Turan elementi, Hc.

20. *Erysimum uncinatifolium* Boiss. / Dadaş zarifeotu

Karlıova; Kazanlı Köyü, step, 23.04.2018, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1971, Avrupa-Sibirya elementi, Hc.

Isatis L. / Çivitotu

21. *Isatis aucheri* Boiss. / Pos çivitotu

Yedisu; Yağmurpınarı Köyü, step, 05.07.2020, 2433 m, 39°30'47.54"K, 40°32'1.79"D, HC2959, Endemik, İran-Turan elementi, Hc.

Noccaea Moench / Kuşbaşıotu

22. *Noccaea ochroleuca* (Boiss. & Heldr.) F.K.Mey. / Davraz dağarcığı

(Syn: *Thlaspi ochroleucum* Boiss. & Heldr.)

Karlıova; Kazanlı Köyü, nemli alan, 23.04.2018, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1970, Hc.

Conringia Heistt. ex Fabr. / Telkariotu

23. *Conringia persica* Boiss. / Acmelkari

Karlıova; Çatak Köyü, step, 23.06.2020, 2169 m, 39°22'30.32"K, 41° 2'2.35"D, HC2846b, Th.

Draba L. / Kayadolaması

24. *Draba huetii* Boiss. / Çayır dolaması

Karlıova; Kızılçubuk Köyü, step, 21.05.2018, 2082 m, 39°22'38.65"K, 40°52'58.13"D, HC2015, Th.

Hesperis L. / Akşam yıldızı

25. *Hesperis armena* Boiss. / Keşiş yıldızı

Yedisu; Eskibalta Köyü Gelinpertek Köyü arası, step, 25.06.2020, 1490 m, 39°27'30.27"K, 40°27'57.07"D, HC3220, Endemik, İran-Turan elementi, Hc.

Isatis L. / Çivitotu

26. *Isatis takhtajanii* V.E.Avet. / Kaçkar çivitotu

Karlıova; Kazanlı Köyü, step, 24.07.2017, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1751, İran-Turan elementi, Hc.

27. *Isatis tinctoria* L. subsp. *tomentella* (Boiss.) P.H.Davis / Kızılargöbeği

Karlıova; Kazanlı Köyü, step, 24.07.2017, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1849, Hc.

CAMPANULACEAE / ÇANÇİÇEĞİGİLLER

Campanula L. / Çançiçeği

28. *Campanula pulvinaris* Hausskn. & Bornm. / Kayrak çanı

Karlıova; Kazanlı Köyü, Zero tepesi, step, 15.07.2017, 2824 m, 39°21'27.36"K, 40°51'46.99"D, HC1609, Endemik, Hc.

CAPRIFOLIACEAE / HANİMELİGİLLER

Cephalaria Scrad. ex Roem. & Schult. / Pelemir

29. *Cephalaria microcephala* Boiss. / Bozkır pelemiri

Karlıova; Kazanlı Köyü, Zero tepesi, step, 15.07.2017, 2824 m, 39°21'27.36"K, 40°51'46.99"D, HC1667, İran-Turan elementi, Hc.

Scabiosa L. / Uyuzotu

30. *Scabiosa columbaria* L. subsp. *ochroleuca* (L.) Celak. var. *ochroleuca* / Sarı uyuzotu

Karlıova; Kazanlı Köyü, nemli alan, 24.07.2017, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1788, Hc.

CARYOPHYLLACEAE / KARANFİLGİLLER

Eremogone Fenzl / İğnekumotu

31. *Eremogone acutisepala* (Hausskn. ex F.Williams) Ikonn. / Eğin kumotu

(Syn: *Arenaria acutisepala* Hausskn. ex F.N.Williams)

Yedisu; Yağmurpınarı Köyü, step, 05.07.2020, 2433 m, 39°30'47.54"K, 40°32'1.79"D, HC2939, Endemik, İran-Turan Elementi, Hc.

Gypsophila L. / Çöven

32. *Gypsophila munzurensis* Armagan

Karlıova; Kaynarpınar Köyü, Kayık mevkii, step, 18.07.2018, 2083 m, 39°22'39.03"K, 40°48'11.80"D, HC2553, Endemik, Hc.

2016 yılında Tunceli'den (B7) bilim dünyası için yeni bir takson olarak yayınlanan (Armağan, 2016) bu türün; alanımızdan (B8) yayılışının tespit edilmiş olması beklenen bir durumdur. Zira Tunceli'ye komşu olan ve ekolojik olarak da bu ilin sahip olduğu ekolojiye benzerlik gösteren alanımızdan da bu türün yayılışının olması sürpriz değildir.

Bu türün alanımızda da yayılışının olması dikkate alındığında hem yayılış alanı hem de yaşam alanı (birey ve lokalite sayısı) genişlemiştir. Türün yayılış alanının 5000 km² den az ve lokalite sayısının 5'ten az olmasından dolayı daha önce kritik (CR) olan tehlike kategorisinin tehlikede (EN) [B1ab(i,ii)] olarak değerlendirilmesi daha doğru olacaktır.

Minuartia L. / Tıstıotu

33. *Minuartia rimarum* (Boiss. & Balansa) Mattf. / Yar tıstısı

Karlıova; Karlıova yaylası, zero tepesi, step, 25.06.2018, 2824 m, 39°21'27.36"K, 40°51'46.99"D, HC2235, Endemik,

İran-Turan Elementi, Hc.

Silene L. / Nakıl

34. *Silene caryophylloides* (Poir.) Oth subsp. *subulata* (Boiss.) Coode & Cullen / Çomak nakıl

Karlıova; Çatak Köyü, step, 09.07.2020, 2169 m, 39°22'30.32"K, 41° 2'2.35"D, HC3022, Hc.

Bu bitkinin yaprak boyunun Türkiye Florasında verilen tanımında 15-20 mm olduğu görülmektedir. Alanımızdan toplanan örneklerde ise yaprak boyunun 4 cm'yi geçtiği tespit edilmiştir.

CRASSULACEAE / DAMKORUĞUGİLLER

Sedum L. / Damkoruğu

35. *Sedum acre* L. subsp. *acre* / Acı damkoruğu

Yedisu; Yağmurpınarı Köyü, kayalık alan, 05.07.2020, 2433 m, 39°30'47.54"K, 40°32'1.79"D, HC2926, Hc.

CYPERACEAE / HASIROTUGİLLER

Carex L. / Ayakotu

36. *Carex pallescens* L. / Solukaparna

Karlıova; Kantarkaya yaylası, nemli alan, 02.07.2017, 2034 m, 39°20'0.73"K, 41° 1'9.97"D, HC1418, Avrupa-Sibirya elementi, Hc.

ELATINACEAE / SUSOLUCANOTUGİLLER

Elatine L. / Susolucanotu

37. *Elatine alsinastrum* L. / İnce solucanotu

Karlıova; Serpmekaya Gölü, su içi, 10.07.2020, 1828 m, 39°16'59.98"K, 41° 2'45.01"D, HC3056, Hd.

EUPHORBIACEAE / SÜTLEĞENGİLLER

Euphorbia L. / Sütleşen

38. *Euphorbia herniariifolia* Willd. var. *herniariifolia* / Boncuk sütleşeni

Karlıova; Kazanlı Köyü, Şip mevkii, step, 12.07.2017, 2560 m, 39°20'43.06"K, 40°54'3.21"D, HC1577, İran-Turan elementi, Hc.

39. *Euphorbia phymatosperma* Boiss. subsp. *phymatosperma* / Sahra sütleşeni

Karlıova; Kazanlı Köyü, step, 24.07.2017, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1716, Th.

FABACEAE / BAKLAGİLLER

Astragalus L. / Geven

40. *Astragalus nezaketiae* A.Duran & Aytaç / Nazik geven (Şekil 6)

Yedisu; Yağmurpınarı Köyü, kayalık alan, 05.07.2020, 2433 m, 39°30'47.54"K, 40°32'1.79"D, HC2997, Endemik, İran-Turan elementi, Hc.

Bu tür tanımlandığı yayında (Duran & Aytaç, 2005) tehlike kategorisi ile ilgili herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır. Daha sonra yapılan araştırmalarda Erzincan Keşiş Dağı, Erzurum İspir, Rize (www.turkiyebitkileri.com.tr) ve alanımızda (Bingöl ilinin Yedisu ve Karlıova ilçelerinden iki farklı lokalitede) yayılış

gösterdiği belirlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında popülasyon büyüklüğünü belirlemek mümkün olamamıştır. Türün yayılış alanının 20000 km² den az olması ve lokalite sayısının 10'dan az olmasından dolayı tehlike kategorisinin zarar görebilir (VU) [B1ab(i,ii)] olmasının daha doğru olacağından bu kategoriye dahil edilmesi önerilmiştir.



Şekil 6. *Astragalus nezaketiae*

Figure 6. *Astragalus nezaketiae*

Trifolium L. / Yonca

41. *Trifolium ambiguum* M.Bieb. / Pisikkulağı

Karlıova; Karlıova yaylası, nemli alan, 30.06.2017, 2012 m, 39°18'16.77"K, 40°59'47.42"D, HC1305, Hc.

HALORAGACEAE / SUCİVANPERÇEMİGİLLER

Myriophyllum L. / Sucivanperçemi

42. *Myriophyllum verticillatum* L. / Halkalı sucivanperçemi

Karlıova; Serpmekaya Gölü, su içi, 10.07.2020, 1828 m, 39°16'59.98"K, 41° 2'45.01"D, HC3075, Hd.

HYPERICACEAE / KANTARONGİLLER

Hypericum L. / Kantaron

43. *Hypericum confertum* Choisy subsp. *stenobotrys* (Boiss.) Holmboe / Kuzukıran

Karlıova; Karlıova yaylası, step, 30.06.2017, 2012 m, 39°18'16.77"K, 40°59'47.42"D, HC1301, D. Akdeniz (dağ) elementi, Hc.

LAMIACEAE / BALLIBABAGİLLER

Thymus L. / Kekik

44. *Thymus convolutus* Klokov / Eğin kekiği

Karlıova; Kazanlı Köyü, Zero tepesi, step, 15.07.2017, 2824 m, 39°21'27.36"K, 40°51'46.99"D, HC1642, Endemik, İran-Turan elementi, Ch.

Bugüne kadar sadece B7 karesinden (Erzincan) yayılış bilinen (Yıldırım, 2006) bu lokal endemik ve tehlikede olan (EN) taksonun B8 karesinde de yayılışının tespit edilmesi ile yayılış alanının daha geniş olduğu ortaya konmuştur.

Alanımızdaki birey sayısının fazla olmadığı gözlemlenen bu türün yayılış alanı da fazla genişlemediği dikkate alındığında; tehlikede olan (EN) kategorisinde yer almaya devam etmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

NYMPHACEAE / NİLÜFERGİLLER

Nymphaea L. / Nilüfer45. *Nymphaea alba* L. / Nilüfer

Karlova; Serpmekaya Gölü, su içi, 10.07.2020, 1828 m, 39°16'59.98"K, 41° 2'45.01"D, HC3090, Hd.

ORCHIDACEAE / SALEPGİLLER

Dactylorhiza Necker ex Nevski / Balkaymaksalebi46. *Dactylorhiza euxina* (Nevski) H.Baumann & Künkele var. *markowitschii* (Soó) Renz & Taubenheim / Laz salebi (Şekil 3 D)

Karlova; Kazanlı Köyü, çayır alan, 24.07.2017, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1756, Avrupa-Sibirya elementi, Cr.

PAPAVERACEAE / HAŞHAŞGİLLER

Glaucium Mill. / Çömlekçatlatan47. *Glaucium cappadocicum* Boiss. / Boynuzlu gelincik

Yedisu; Dinarbey Köyü, step, 04.07.2018, 1720 m, 39°22'34.16"K, 40°39'8.48"D, HC2337, Endemik, İran-Turan elementi, Hc.

PLANTAGINACEAE / SİNİROTUGİLLER

Veronica L. / Mavişot48. *Veronica poljensis* Murb. / Acem mavişi

Karlova; Serpmekaya Gölü, nemli alan, 20.08.2020, 1828 m, 39°16'59.98"K, 41° 2'45.01"D, HC3127, İran-Turan elementi, Hc.

POACEAE / BUĞDAYGİLLER

Agropyron Gaertn. / Otlakayrığı49. *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn. subsp. *incanum* (Nábelek) Melderis / Kop ayrığı

Karlova; Kazanlı Köyü, Şip mevkii, step, 12.07.2017, 2560 m, 39°20'43.06"K, 40°54'3.21"D, HC1546, İran-Turan elementi, Hc.

POLYGONACEAE / MADIMAKGİLLER

Rumex L. / Labada50. *Rumex angustifolius* Campd. subsp. *macranthus* (Boiss.) Rech. / Kertlice

Karlova; Kaynarınar Köyü, Kayık Deresi, step, 08.07.2018, 1729 m, 39°23'12.52"K, 40°47'30.74"D, HC2469, İran-Turan elementi, Hc.

RANUNCULACEAE / DÜĞÜNÇİÇEĞİGİLLER

Delphinium L. / Hezaren51. *Delphinium schmalhauseni* Albov / Hoş hezaren

Karlova; Tuzluca Köyü, step, 21.07.2020, 1983 m, 39°21'43.46"K, 41° 4'50.84"D, HC3101, Hc.

Ranunculus L. / Düğünçiçeği52. *Ranunculus lingua* L. / Dilli yağotu (Şekil 3 B, E)

Karlova; Serpmekaya Gölü, su içi, 10.07.2020, 1828 m, 39°16'59.98"K, 41° 2'45.01"D, HC3058, Hd.

Marmara Bölgesi'nde yayılışı bulunan ve C10 (Hakkâri) karesinde de kaydedilen (Yıldırım, 2010) bu takson B8 karesinde de tespit edildi. Sucul bitkilerin geniş yayılışa sahip oldukları kanaati bu taksonun alanımızdaki yayılışı ile teyit edilmiştir.

RHAMNACEAE / CEHRİGİLLER

Frangula Mill. / Barutağacı53. *Frangula dodonei* Ard. subsp. *pontica* (Boiss.) Soldano / Barutağacı(Syn: *Frangula alnus* subsp. *pontica* (Boiss.) P.H.Davis & Yalt.)

Yedisu; Dinarbey Köyü, çalılık alan, 19.07.2018, 1720 m, 39°22'34.16"K, 40°39'8.48"D, HC2568, Endemik, Fh.

ROSACEAE / GÜLGİLLER

Cotoneaster Medik. / Dağmuşmulası54. *Cotoneaster melanocarpus* Lodd / Kara muşmula

Karlova; Kazanlı Köyü, step, 24.07.2017, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1796, Fh.

Rubus L. / Böğürtlen55. *Rubus saxatilis* L. / Köşlek

Karlova; Kümbet Köyü, nemli alan, 09.08.2018, 2874 m, 39°26'56.01"K, 40°59'30.97"D, HC2678, Fh.

Sorbus L. / Üvez56. *Sorbus tamamschjanae* Gabr. / Boylu üvez

Karlova; Kazanlı Köyü, step, 24.07.2017, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1795 HC1880, Fh.

Potentilla L. / Beşparmakotu57. *Potentilla pannosa* Boiss. & Hausskn. ex Boiss. / Yün parmakotu

Karlova; Kaynak Köyü, step, 16.05.2021, 1972 m, 39°14'47.56"K, 40°53'38.74"D, HC3294, İran-Turan elementi, Hc.

SAPINDACEAE / AKÇAAĞAÇGİLLER

Acer L. / Akçaağaç58. *Acer negundo* L. / İsfendan

Karlova; Kaynarınar Köyü, Kayık Deresi, orman içi, 08.07.2018, 1729 m, 39°23'12.52"K, 40°47'30.74"D, HC2440, Fh.

59. *Acer heldreichii* Orph. ex Boiss. subsp. *trautvetteri* (Medw.) A.E.Murray / Balkan akçaağacı(Syn.: *Acer trautvetteri* Medw.)

Karlova; Kazanlı Köyü, ormanlık alan, 24.07.2017, 2265 m, 39°21'45.09"K, 40°53'21.56"D, HC1709, Fh.

SCROPHULARIACEAE / SIRACAOTUGİLLER

Verbascum L. / Sığırkuyruğu60. *Verbascum pyramidatum* M.Bieb. / Arsız sığırkuyruğu

Karlova; Çatak Köyü, step, 09.07.2020, 2169 m, 39°22'30.32"K, 41° 2'2.35"D, HC3020 HC3071, Avrupa-Sibirya elementi, Hc.

Scrophularia L. / Sircaotu

61. *Scrophularia libanotica* Boiss. var. *cappadocica* R.R.Mill / Denekutnu

Karlıova; Kaynarpmar Köyü, Kavak Mezrası, step, 17.05.2021, 2096 m, 39°21'17.36"K, 40°41'24.90"D, HC3297, Endemik, İran-Turan elementi, Hc.

VIOLACEAE / MENEKŞEGİLLER

Viola L. / Menekşe

62. *Viola odontocalycina* Boiss. / Keşiş menekşesi (Şekil 3 A)

Karlıova; Kümbet Köyü, step, 02.08.2018, 2874 m, 39°26'56.01"K, 40°59'30.97"D, HC2624, Endemik, İran-Turan elementi, Hc.

Şimdiye kadar sadece B7 karesinden (Erzincan) yayılışı bilinen (Yıldırım, 2013) ve tehlikede (EN) düzeyinde risk altında olan (Kandemir et al., 2015) endemik taksonun bu çalışma ile B8 karesinde yayılışının olduğu belirlendi. Alanımızdaki birey sayısı fazla olmayan bu türün yayılış alanı da fazla genişlemediği dikkate alındığında tehlikede (EN) risk sınıfında yer almaya devam etmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

4. Sonuç

Çalışma sonucunda 30 farklı familya ve 53 cinse ait toplam 62 taksonun yeni yayılış alanları belirlenmiş olup; hem yazılmakta olan Resimli Türkiye Florası'na hem de yapılan veya yapılacak olan monograf, revizyon ve flora çalışmalarına katkıda bulunacaktır. Kserofit ve mezofit bitkilere göre daha geniş yayılışlı oldukları bilinen sucul (akuatik) bitkilerin korolajileri hakkında Türkiye florası ile ilgili çalışmalarda sınırlı bilginin yer aldığı sonucuna varılabilir. Zira bu çalışmada 8 akuatik bitki taksonunun B8 karesindeki yayılışlarının ilk defa kaydedilmesi bu görüşü destekler görünmektedir. Ayrıca yeni kayıt listesinde yer alan lokal endemik veya dar yayılışlı 11 taksonunun araştırma alanımızda da yayılışının belirlenmesi ile ilgili bazı değerlendirmeler; yeni kayıt listesinde ilgili taksonun altında verilmiştir. Bu veriler ışığında belirtilen taksonlarla ilgili tehlike kategorileri yeniden değerlendirilmiştir.

Etik kurul onayı: Bu çalışma için etik kurul onayı alınmasına gerek yoktur.

Çıkar çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Yazar katkısı: Fikir/Kavram - H.C., L.B.; Tasarım - H.C., L.B.; Denetleme/Danışmanlık - H.C., L.B.; Kaynaklar/Fon Sağlama - H.C., L.B.; Materyaller - H.C., L.B.; - Veri Toplama veya İşleme - H.C., L.B.; Analiz Yorumlama - H.C., L.B.; Kaynak Taraması - H.C., L.B.; Makalenin Yazımı - H.C., L.B.; Eleştirel İnceleme - H.C., L.B.

Kaynaklar

Armağan, M. (2016). *Gypsophila munzurenensis* (Caryophyllaceae), a new species from Tunceli (Turkey). *Phytotaxa*, 275(2), 175-180. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.275.2.9>

Behçet, L., & İlçim, A. (2015). *Paracaryum bingolienum* (Boraginaceae), a new species from Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 39(2), 334-340. <https://doi.org/10.3906/bot-1309-58>

Behçet, L., & Yapar, Y. (2020a). Türkiye'den Bazı Kareler İçin Yeni Floristik Kayıtlar. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(4), 1482-1495. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.689348>

Behçet, L., & Yapar, Y. (2020b). *Lactuca anatolica* (Asteraceae: Lactucinae), a new species from eastern Anatolia (Turkey). *Phytotaxa*, 455(4), 287-294. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.455.4.6>

Behçet, L., Yapar, Y., & Sinan A. (2014). Contribution to the flora of Turkey from B8 square (Bingöl, Elazığ/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 7(3), 87-97.

Behçet, L., & Yapar, Y. (2019). Rediscovery of the lost endemic *Micromeria cymuligera* (Lamiaceae) in eastern Anatolia-Turkey. *Nordic Journal of Botany*, 37(10), e02482. <https://doi.org/10.1111/njb.02482>

Behçet, L., & Yapar, Y. (2021). Asteraceae, Fabaceae ve Lamiaceae Familyalarına Ait B8 Karesi İçin Yeni Floristik Kayıtlar. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(3), 1792-1802. <https://doi.org/10.21597/jist.876831>

Behçet, L., & Yapar, Y. (2021). Çapakçur Vadisi (Bingöl) Buğdaygil (Poaceae) Florası. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(3), 539-553. <https://doi.org/10.46810/tdfd.760389>

Davis, P.H. (ed.) (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 1-9. Edinburgh, Edinburgh University Press.

Davis, P.H., Mill, R.R., & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol.10. Edinburgh, Edinburgh University Press, 590 pp.

Demirkuş, N., Koyuncu, M., & Gül, M. (2018). Endemic Plants of Lake Van Basin. *Anatolian Journal of Botany*, 2(2), 70-83. <https://doi.org/10.30616/ajb.401062>

Doğan, M., Behçet, L., & Sinan, A. (2015). *Pseudophleum anatolicum*, a New Endemic Species of Pseudophleum (Poaceae) from East Anatolia. Turkey. *Systematic Botany*, 40(2), 454-460. <https://doi.org/10.1600/036364415X688349>

Duran, A., Behçet, L., & Öztürk, M. (2015). *Diplotaenia bingolensis* (Apiaceae), new species from east Anatolia, Turkey. *Plant Systematics and Evolution*, 301, 467-478. <https://doi.org/10.1007/s00606-014-1086-9>

Duran, A., & Aytac, Z. (2005). *Astragalus nezaketiae* (Fabaceae), a new species from Turkey. *Annales Botanici Fennici*, 42, 381-385.

Duran, A., Ünal, F., & Pınar, N.M. (2003). Türkiye *Hesperis* cinsinin revizyonu, TÜBİTAK TBAG proje, Proje No: 198T140.

Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytac Z & Adıgüzel N (2000). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi ve Tabiatı Koruma Derneği, Barışcan Ofset, Ankara.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M.T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). İstanbul, Türkiye, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, 1290 pp.

Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., & Başer, K.H.C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 11. Edinburgh, Edinburgh University Press, 680 pp.

Haston, E., Richardson, J.E., Stevens, P.F., Chase, M.W., & Harris, D.J. (2009). The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. *Botanical Journal of Linnean Society*, 161, 128-131. <https://turkiyebitkileri.com/tr/foto%C4%9Fraf-galerisi/fabaceae-baklagiller/stragalus-geven/stragalus-nezaketiae.html> (Erişim tarihi: 16.03.2022)

IUCN (2017) Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria: Version 13. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland & Cambridge, 108 pp.

Kandemir, A., Sevinç, C., Korkmaz, M. & Çelikoğlu, Ş. (2015). Erzincan Türkiye'a özgü endemik bitki taksonlarının IUCN tehdit kategorileri. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 2(1), 43-65.

Kılıç, Ö., & Yıldırım, Ş. (2014). Dikme (kür) yaylası (Bingöl merkez) ve çevresinin florası. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 21(1), 69-126.

Kılıç, Ö., Yıldırım, Ş., & Kıranşan, K. (2017). Yüzenadalar (Bingöl-Solhan) çevresinin florası. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 24(2), 131-172.

Komarov, V.L., (ed.). (1933-1964). *Flora of the USSR*. (English translation), Vol. 1-30, Moscow and Leningrad: Akademiya Nauk SSSR.

Kurt, L. (2014). Biyoiklim. A. Güner içinde, Resimli Türkiye Florası (Cilt 1, s. 117-137). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı.

Menemen, Y., & Jury, S.L. (2001). A taxonomic revision of the genus *Pastinaca* L. (Umbelliferae). *Israel Journal of Plant Sciences*, 49, 67-77.

Mükemre, M., Konczak, I., & Dalar, A. (2020). Traditional Uses of Ethnotoxic Plants in Van Province of Eastern Anatolia. In Trnava B.S. (Ed), *Anatolia: Past, Present and Future Perspectives*, Nova Science Publishers, pp 51 -162.

- Özhatay, N. & Kandemir, A. (2014). *Allium erzincanicum* sect. *Allium*: Doğu Anadolu Bölgesi'nden yeni bir Soğan *Allium* L. türü. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 1(2), 50-58.
- Pimenov, M., Kljuykov, E., & Degtareva, G. (2011). Survey of the genus *Diplotaenia* (Umbelliferae), with description of two new species from Turkey. *Willdenowia*, 41(1), 67-74.
- Raunkiaer, C. (1934) *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press, London
- Sinan, A., & Behçet, L. (2014). Altıkardeş Dağı ve çevresinin Genç, Bingöl florası. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 7(3), 98-116.
- Yapar, Y. & Behçet, L. (2018). Hiro Yaylası Adaklı-Bingöl/Türkiye ve çevresinin florası. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 11(3), 126-140.
- Yıldırım, Ş. (1997a). The chorology of the Turkish species of Acanthaceae, Aceraceae, Aizoaceae, Amaranthaceae and Anacardiaceae families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 4(1), 125-130.
- Yıldırım, Ş. (1997b). The chorology of the Turkish species of Apiaceae family. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 4(2), 105-128.
- Yıldırım, Ş. (1999). The chorology of the Turkish species of Asteraceae family. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 6(2), 75-123.
- Yıldırım, Ş. (2001a). The chorology of the Turkish species of Brassicaceae, Buddlejaceae and Buxaceae families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 8(1), 141-171.
- Yıldırım, Ş. (2001b). The chorology of the Turkish species of Cactaceae, Callitrichaceae, Calycanthaceae and Campanulaceae families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 8(2), 157-171.
- Yıldırım, Ş. (2002a). The chorology of the Turkish species of Cannabaceae, Capparaceae and Caprifoliaceae families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 9(1), 153-158.
- Yıldırım, Ş. (2002b). The chorology of the Turkish species of Caryophyllaceae, Casuarinaceae, Celestraceae, Ceratophyllaceae and Cercidiphyllaceae families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 9(2), 175-199.
- Yıldırım, Ş. (2005). The chorology of the Turkish species of Fabaceae family. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 12(1), 117-170.
- Yıldırım, Ş. (2006). The chorology of the Turkish species of Haloragidaceae, Hamamelidaceae, Hippocastanaceae, Hippuridaceae, Hydrangeaceae, Hydrophyllaceae, Hypericaceae, Illecebraceae and Juglandaceae families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 13(2), 199-212.
- Yıldırım, Ş. (2007). The chorology of the Turkish species of Lamiaceae family. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 14(1), 151-198.
- Yıldırım, Ş. (2009a). The chorology of the Turkish species of Paeoniaceae, Papaveraceae, Parnassiaceae, Passifloraceae, Pedaliaceae, Phytolaccaceae, Pittosporaceae, Plantaginaceae and Platanaceae families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 16(2), 171-186.
- Yıldırım, Ş. (2009b). The chorology of the Turkish species of Plumbaginaceae, Polemoniaceae, Poligalaceae, Polygonaceae, Portulacaceae, Primulaceae, Proteaceae and Punicaceae families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 16(2), 189-211.
- Yıldırım, Ş. (2010). The chorology of the Turkish species of Rafflesiaceae and Ranunculaceae families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 17(1), 199-223.
- Yıldırım, Ş. (2011). The chorology of the Turkish species of Rosaceae family. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 18(1), 191-235.
- Yıldırım, Ş. (2012). The chorology of the Turkish species of Scrophulariaceae family. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 19(1), 151-211.
- Yıldırım, Ş. (2013). The chorology of the Turkish species of Valerianaceae, Verbenaceae, Violaceae, Vitaceae and Zygophyllaceae families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 20(2), 123-139.
- Yıldırım, Ş. (2015). The chorology of the Turkish tepaloid Monocotyledones species of *Liliaceae* Juss. s.l. family. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 22(1-2), 67-119.
- Yıldırım, Ş. (2017). The chorology of the Turkish non tepaloid Monocotyledones species of *Cyperaceae* Juss., *Juncaceae* Juss. and *Poaceae* Barnhart (Gramineae) families. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 24(2), 173-235.

Assessment of Lead, Cadmium, Chrome, Iron, Zinc and Copper Levels in Tissues of *Cyprinus carpio* from Atatürk Dam Lake (Adıyaman)

Özgür FIRAT*, Ümmü KILINÇ

Adıyaman University, Science and Letters Faculty, Biology Department, Adıyaman, TÜRKİYE

ORCID ID: Özgür FIRAT: <https://orcid.org/0000-0002-9683-8945>; Ümmü KILINÇ: <https://orcid.org/0000-0001-9858-5358>

Received: 26.02.2022

Accepted: 30.03.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: Atatürk Dam Lake, which was established on the Euphrates River for agricultural irrigation and electricity production, is the largest dam lake in Turkey. Many fish species, which are the primary food source for humans, live in the dam lake. Therefore, possible pollution in this dam will adversely affect not only fish but also human health. For this purpose, in this study, lead, cadmium, chromium, iron, zinc, and copper levels were measured in the liver, gill, and muscle tissues of *Cyprinus carpio*, which was the food source of the local people, caught from two different regions (Sitilce and Samsat) of the dam lake in August and September in 2021. In our study, lead was not detected in any of the tissues and cadmium was not detected in gill and muscle tissues in fish from both regions. It was found that the levels of all metals found in the fish of the Sitilce region were not statistically different from the fish of the Samsat region (except the liver iron level). Our research results showed that the heavy metal levels in the muscle tissue of *C. carpio* were below the legally permissible limits in terms of nutritional safety and human consumption. In addition, when compared with previous studies, it was determined that there was a decrease in heavy metal levels in the tissues of fish after the wastewater treatment plants were established.

Keywords: Aquatic ecosystems, fish, heavy metal, pollution.

Atatürk Baraj Gölü'nde (Adıyaman) Yakalanan *Cyprinus carpio*'nun Dokularındaki Kurşun, Kadmiyum, Krom, Demir, Çinko ve Bakır Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Öz: Tarımsal sulama ve elektrik enerjisi üretimi için Fırat Nehri üzerine kurulan Atatürk Barajı Türkiye'deki en büyük barajdır. Baraj gölünde insanların birinci derecede besin kaynağı olan birçok balık türü yaşamaktadır. Bu nedenle bu barajdaki olası bir kirlilik sadece balıkları değil insan sağlığını da olumsuz etkileyecektir. Bu amaçla sunulan çalışmada baraj gölünün iki farklı bölgesinden (Sitilce ve Samsat) 2021 Ağustos ve Eylül aylarında yakalanan ve yöre halkının da besin kaynağını oluşturan *Cyprinus carpio*'nun solungaç, karaciğer ve kas dokusu; kurşun, kadmiyum, krom, demir, çinko ve bakır düzeyleri ölçülmüştür. Araştırmamızda her iki bölge balıklarında kurşun düzeyi tüm dokularda, kadmiyum ise solungaç ve kas dokusunda tespit edilememiştir. Sitilce bölgesi balıklarında tespit edilen tüm metallerin düzeylerinin Samsat bölgesi balıklarından istatistiksel olarak farklı olmadığı bulunmuştur (sadece karaciğer demir düzeyi hariç). Araştırma sonuçlarımız besin güvenliği ve insanların tüketimi açısından *C. carpio*'nun kas dokusundaki ağır metal düzeylerinin yasal olarak izin verilen limitlerin altında olduğunu göstermektedir. Ayrıca önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında faaliyete geçen atık su arıtma tesislerinden sonra balıkların dokularındaki ağır metal düzeylerinde azalmalar olduğu da belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sucul ekosistemler, balık, ağır metal, kirlilik.

1. Giriş

Günümüzde artan bir şekilde endüstriyel, kentsel ve tarımsal atıklar ile diğer kirlleticilerin sucul ortamlara girmesi, ciddi çevre kirliliğine ve önemli ekolojik problemlere neden olmaktadır. Nehir ve göl gibi tatlı su ekosistemlerindeki kirliliğin hem su kalitesini hem de içinde yaşayan sucul organizmaları olumsuz etkilediği bilinmektedir. Tatlı sular denizlere göre çok küçük hacimlere sahip oldukları için denizlerden daha fazla kirliticilere maruz kalabilmektedirler ki bu da tatlı suların deniz veya okyanuslardan daha hassas ekolojik ortamlar olmasına neden olmaktadır (Canlı, 2021). Su ekosistemine çeşitli doğal ve antropojenik kaynaklardan sürekli olarak farklı organik ve inorganik toksik maddeler salınmaktadır. Bunlar arasında ağır metaller, yalnızca toksik yapıları nedeniyle değil, aynı zamanda besin zincirinde biyobirikim potansiyeline sahip olmaları nedeniyle çevre kirliliğinde önemli bir rol oynamaktadır (Briffa et al., 2020). Sucul sistemler ağır metal kirliliğine karşı oldukça hassas olup su ortamlarında bu tür metallerin

seviyelerindeki kademeli artış günümüzde birincil endişe kaynağı haline gelmiştir (Ashraf et al., 2012).

Akuatik ekosistemlerin önemli bir ögesi olan balıklar, yüksek besin kalitesi nedeniyle insan diyetinin önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Bu canlılar; temel amino asitler, yağlar, makro ve eser elementler ve yağda çözünen vitaminler açısından zengin, kolayca sindirilebilir proteinin ana kaynaklarındandır. Balıklar, yine uzun zincirli çoklu doymamış omega-3 yağ asitleri açısından zengin bir besindir. Bu sucul organizmalar, tatlı su sistemlerinde eser metal kirliliği potansiyelinin tahmini için en belirleyici canlılardan biri olarak kabul edilir (Luczynska et al., 2022). Ayrıca insan tüketimine yönelik potansiyel riski tahmin etmek için de kullanılmaktadırlar. Balıkların toksik maddelere maruz kalmalarının kalite ve çeşitlilikleri ile protein gereksinimleri için onlara bağımlı olan insanların sağlığı üzerinde de bazı zararlı etkileri olmaktadır (Nyantakyi et al., 2019). Ağır metallerin izin verilen maksimum seviyelerin üzerinde birikmesi Parkinson ve Alzheimer hastalıklarına, kan bileşiminde

*Corresponding author: ofirat@adiyaman.edu.tr

değişikliklere, gelişme ve üremede bozukluklara, akciğer, karaciğer ve böbrek doku hasarları gibi önemli sağlık sorunlarına neden olduğu rapor edilmiştir (Korkmaz et al., 2017). Bu nedenle balıklarda biriken ve insan sağlığını da olumsuz etkileyen ağır metallerin izlenmesi ve kontrolü günümüzde oldukça önemli ve elzem görünmektedir (Tore et al., 2021).

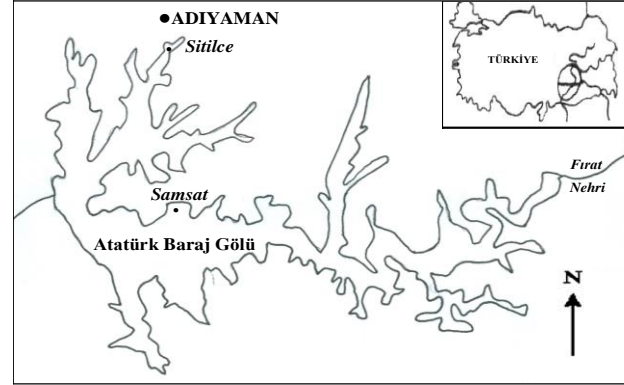
Sunulan bu çalışmada Türkiye'nin en önemli tatlı su kaynaklarından biri olan Fırat Nehri üzerinde kurulan Atatürk Baraj Gölü'ndeki geleneksel ve iyi bilinen kirleticiler olan ağır metallerin araştırma materyali olarak seçilen *Cyprinus carpio*'daki düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Atatürk Barajı Türkiye'nin en büyük barajı olup temel amacı elektrik üretimi ve tarımsal sulamadır. Ne yazık ki bu baraj gölü geniş tarımsal alanları olan ve yoğun bir nüfusa sahip Adıyaman şehrinden gelen evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklarla kontamine olmaktadır (Fırat & Alıcı, 2012). Barajın geniş ve çok çeşitli akuatik organizmalara sahip olması ve yöre halkının birinci dereceden besin kaynaklarını oluşturan balıkları içermesi bu barajdaki kirliliğin izlenmesinin önemini artırmaktadır. Fırat Nehri üzerindeki barajlarda ağır metal ve pestisit kirliliği ve bu kirliliklerin sucul organizmaların et kalitesi, biyokimyasal ve moleküler parametrelerine toksik etkileri üzerine birçok çalışma yürütülmüştür (Fırat & Alıcı, 2012; Karadağ et al., 2014; Alkan Uçkun, 2017; Çağlar et al., 2019).

Atatürk Baraj Gölü uzun yıllar Adıyaman ve sanayi atık sularının etkisinde kalmıştır. 2016 yılına kadar Adıyaman şehir atık suları arıtılmaksızın Sıtılce bölgesinden doğrudan baraj gölüne salınmaktaydı. Yine Adıyaman Organize Sanayi Bölgesi atıkları da 2017 yılına kadar herhangi bir arıtmaya tabi tutulmadan Eğriçay aracılığıyla Sıtılce'ye oldukça yakın olan Hosirge Köyü mevkiinde baraja boşalmaktaydı. Bu nedenle bu araştırma, bahsedilen tarihlerde faaliyete geçen atık su arıtma tesislerinden sonra barajın metal kirlilik yükü ile ilgili yapılan ilk çalışma olma özelliğindedir. Bu çalışma yine söz konusu atık su arıtma tesislerinden önce bu bölgede yapılan çalışmalarla (Fırat, 2016; Fırat et al., 2018) karşılaştırma yapma olanağı sunması bakımından da önemlidir. Bu çalışmada Atatürk Baraj Gölü'nün farklı bölgelerinden yakalanan *Cyprinus carpio*'nun dokularındaki kurşun, kadmiyum, krom demir, çinko ve bakır gibi metallerin düzeylerinin ölçülmesi ve balık kaslarındaki metal düzeylerinin insan tüketimi için izin verilen ulusal ve uluslararası yasal sınırlarla karşılaştırılarak insan sağlığı ve besin güvenilirliği açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada araştırma materyali olarak Türkiye'de barajları da içeren tatlı sularda oldukça yaygın olarak bulunan ve insanların önemli besin kaynaklarından biri olan *Cyprinus carpio* kullanılmıştır. Bu araştırma için gerekli Etik Kurul onayı Adıyaman Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan alınmıştır (Karar No:2, Tarih: 30/04/2020, Protokol No: 2020/014). Yine Atatürk Baraj Gölü'nde yapılacak alan çalışması için gerekli araştırma izni Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır (Sayı No: E-21264211-288.04-1756431, Tarih: 20.06.2021). Balıklar baraj gölünün farklı bölgelerinden seçilmiştir. Bu amaçla barajda iki farklı bölge tercih edilmiştir. Bu bölgelerin

belirlenmesinde daha önceki çalışmalar dikkate alınmıştır (Fırat & Alıcı, 2012; Fırat, 2016; Fırat et al., 2018). Barajda örnekleme alanları olarak Sıtılce ve Samsat bölgeleri çalışmaya dâhil edilmiştir. Sıtılce bölgesi 2016 ve 2017 yıllarında yapılan atık su arıtma tesisine kadar Adıyaman şehir ve sanayi atık sularının etkisi altında uzun yıllar kalmış bir bölgedir. Samsat bölgesi ise belirgin bir insan kaynaklı kirleticilerden etkilenmeyen ve göreceli olarak temiz bir bölgedir. *C. carpio* örnekleri barajın bu çalışma bölgelerinden Ağustos-Eylül 2021'de alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Atatürk Baraj Gölü'nde balıkların örneklediği Sıtılce ve Samsat çalışma bölgeleri (Fırat et al., 2018)

Figure 1. Sıtılce and Samsat study areas where fish were sampled from Atatürk Dam Lake (Fırat et al., 2018)

Barajın çalışma bölgelerinin her biri için 10 adet *Cyprinus carpio* alınmış ve araştırma toplamda 20 adet balıkla yürütülmüştür. Profesyonel balıkçı tarafından ağ atmak suretiyle yakalanan balıklar işlemler başlayana kadar kendi doğal ortamında canlı olarak bekletilmiştir. Bu balıklar gölden alındıktan hemen sonra 75 mg/L derişimindeki MS222 (3 amino benzoik asit etil ester) anestezi maddesi ile bayıltılmış ve servikal dislokasyon yapılmıştır. Bu işlem her balık için ayrı ayrı yapılmış ve bir balıkla ilgili işlemler bitmeden ikinci bir balık prosedüre alınmamıştır. Balıklar, içerisinde buz bulunan termoslara konmuş ve diseksiyon ve doku örneklerinin alınması için zaman kaybetmeksizin Adıyaman Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Zooloji Laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvarında balıkların boy (cm) ve ağırlıkları (g) alındıktan (Tablo 1) sonra steril aletlerle disekte edilerek solungaç, karaciğer ve kas dokuları alınmıştır.

Tablo 1. Atatürk Baraj Gölü'nün farklı bölgelerinden örneklenen *Cyprinus carpio*'nun boy ve ağırlıkları

Table 1. Size and weight of *Cyprinus carpio* sampled from different regions of Atatürk Dam Lake

Bölge	Total Boy (cm)*	Ağırlık (g)*
Sıtılce	42.70±2.63	1165±173
Samsat	42.30±2.75	1184±197

*: Aritmetik ortalama±standart sapma.

Doku ve organlardaki metal analizleri Adıyaman Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında mikrodalga yakma yöntemini takiben İndüktif olarak Birleştirilmiş Plazma Optik Kütle Spektrometre (ICP MS) cihazında yapılmıştır. Bu amaçla disekte edilen dokulardan yaklaşık 250 mg alınmış üzerine 5 ml nitrik asit (HNO₃, %65) eklenmiştir. Daplar çalkalanıp kapakları

kapatılmadan önce 15-20 dakika bekletilmiştir. Sonra mikrodalga yakma cihazında (Berghof marka) yakma prosedürü (Alkan Uçkun et al., 2017) uygulanmıştır (Tablo 2). Örnekler yakma işleminden sonra son hacimleri 10 ml'ye ayarlanmıştır. Bu örneklerden de 0.5 ml alınıp ultra saf su ile 10 ml ye seyreltilip ICP MS cihazında okutulmuştur (NexION 350X, Perkin Elmer). ICP MS cihazında yapılan analizler Alkan Uçkun et al. (2017)'a göre gerçekleştirilmiştir. Standart çözeltilerin kullanılması ile cihazın kalibrasyonu sağlanmıştır. Örneklerdeki her bir metal için üç kez ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınmıştır. Standart referans materyal olarak NBS DORM-2 (*Squalus acanthias* kas dokusu, National Research Council of Canada) kullanılmış (Fırat et al., 2018) ve böylelikle analitik prosedürlerin doğruluğu test edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 2. Doku örnekleri için mikrodalga çözünürleştirme koşulları

Table 2. Microwave solubilization conditions for tissue samples

Basamak	Sıcaklık (°C)	Basınç (bar)	Güç (%)	Zaman (dakika)
1	160	40	80	5
2	190	40	80	15
3	50	0	0	0

Tablo 3. Standart referans materyaldeki metal düzeyleri (µg/g)

Table 3. Metal levels (µg/g) in standard reference material

Metal	Referans Değerler*	Ölçülen Değerler*	Geri Kazanım (%)
Pb	0.065±0.007	0.068±0.007	105
Cd	0.043±0.008	0.044±0.008	102
Cr	34.7±5.5	35.6±5.7	103
Cu	2.34±0.16	2.29±0.19	98
Zn	26.6±2.3	27.4±2.15	103
Fe	142±10	136±12	96

*: Aritmetik ortalama±standart hata

Deneylerden elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 22.0 bilgisayar paket programı kullanılarak dokular arasındaki metal düzeylerinin karşılaştırılmasında Tek Yönlü Varyans Analizini takiben "Duncan testi" ve çalışma bölgeleri arasındaki karşılaştırmalar için ise "Independent-Sample t Testi" kullanılmıştır. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde ise önemli kabul edilmiştir.

3. Bulgular

Atatürk Baraj Gölü'nün iki farklı bölgesinde yakalanan *Cyprinus carpio*'nun karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki metal düzeyleri Tablo 4'te verilmiştir. Hem Sitalce hem de Samsat bölgesi balıklarının incelenen tüm dokularında Pb düzeyleri tespit edilememiştir. Baraj gölünün her iki bölgesindeki balıkların karaciğer dokusunda Cd birikimi belirlenmişken solungaç ve kas dokularında metalin düzeyleri tespit edilememiştir. Karaciğerde Cd Sitalce bölgesindeki balıklarda 0.085 µg/g, Samsat bölgesindekilerde ise 0.078 µg/g olarak bulunmuş olup metal düzeyi yönünden bölgeler arasında anlamlı bir istatistiksel ayırım saptanmamıştır ($P > 0.05$). Hem Sitalce hem de Samsat bölgelerinde Cr en fazla solungaç, sonra karaciğer ve kas dokularında birikim göstermiştir. Solungaç dokusundaki metal düzeyinin diğer iki dokuya göre istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) ve yaklaşık olarak

da iki kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Çalışılan bölgeler karşılaştırıldığında da incelenen her üç dokudaki Cr birikiminin Sitalce ve Samsat bölgeleri arasında anlamlı bir istatistiksel ayırım göstermediği belirlenmiştir ($P > 0.05$). Hem Sitalce hem de Samsat bölgelerinde Cu en fazla karaciğerde, sonra solungaç ve kas dokularında birikim göstermiştir. Karaciğer dokusundaki metal düzeyinin diğer iki dokuya oranla yaklaşık olarak 6-8 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Solungaç ve kas dokularındaki Cu birikimi istatistiksel olarak anlamlı bir ayırım göstermemiştir ($P > 0.05$). Çalışılan bölgeler karşılaştırıldığında da incelenen tüm dokulardaki Cu birikiminin Sitalce ve Samsat bölgeleri arasında önemli bir istatistiksel ayırım göstermediği belirlenmiştir ($P > 0.05$). Hem Sitalce hem de Samsat bölgelerindeki balıklarda Zn'nin dokulardaki birikimi solungaç > karaciğer > kas şeklinde olmuştur. Dokulardaki metal düzeyinin kas dokusuyla karşılaştırıldığında Sitalce ve Samsat bölgelerinde yaklaşık olarak solungaç dokusunda sırasıyla 14 ve 24 ve karaciğer dokusunda ise sırasıyla 10 ve 15 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Zn birikimi hem Sitalce hem de Samsat bölgelerindeki balıklarda dokular arasında istatistiksel olarak önemli bir ayırım göstermiştir ($P < 0.05$). Çalışılan bölgeler karşılaştırıldığında ise incelenen tüm dokulardaki Zn birikiminin her iki bölge arasında anlamlı bir istatistiksel ayırım göstermediği belirlenmiştir ($P > 0.05$). Fe, baraj gölünün her iki bölgesinde de solungaç ve karaciğerde, kas dokusuna göre daha fazla birikim göstermiştir ($P < 0.05$). Kas dokusuyla karşılaştırıldığından solungaç ve karaciğer dokularındaki metal düzeyinin yaklaşık olarak 5-7 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Çalışılan bölgeler karşılaştırıldığında da incelenen dokulardaki Fe birikiminin sadece karaciğerde Sitalce ve Samsat bölgeleri arasında önemli bir istatistiksel ayırım gösterdiği ve Sitalce bölgesi balıklarında daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Sitalce bölgesi balıklarının karaciğer dokusu demir düzeylerinin Samsat bölgesindekilere oranla yaklaşık 1.4 kat daha yüksek olduğu hesaplanmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Kentleşme ve sanayileşme gibi insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak, son yıllarda su ekosistemlerinde ağır metallerin birikmesinde bir artış meydana gelmekte ve bu durum da ciddi ekolojik hasarlara neden olabilmektedir (Dinç & Dörtbudak, 2020). Ağır metaller, sucul organizmalarda ve onlarla beslenen canlılardaki toksisiteleri, uzun süre kalcılıkları, biyolojik birikimleri nedeniyle ciddi bir tehdit oluşturmaktadırlar. Balıklar, sucul ortamların metal seviyelerini belirlemek için uzun süredir biyoindikatör türler olarak kullanılmaktadır (Köse et al., 2020). Barajlar ve rezervuarlar esas olarak tarımsal sulama, enerji üretimi, taşkın kontrolü ve su temini için inşa edilmektedir. Ne yazık ki bu alanlar da günümüzde hem ağır metal hem de pestisit kirliliğinden etkilenmektedir. Atatürk Baraj Gölü çok büyük bir su potansiyeline sahiptir. Son yıllarda yapılan bir çalışmada bu barajda 8 familyaya ait 25 tür tespit edilmiştir (Bayhan, 2021). Bu balıkların birçoğu yöre halkının besin kaynağını oluşturduğu gibi bazı türleri ise sadece Fırat Nehri'ne özgü olan endemik türlerdir. Bu nedenle barajın kirlilik durumunun belirlenmesi ve belirli aralıklarla takip edilmesi hem balıkların hem de insanların sağlığı açısından önemlidir.

Tablo 4. Atatürk Baraj Gölü'nde yakalanan *Cyprinus carpio*'nun dokularındaki metal düzeyleri ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)Table 4. Metal levels ($\mu\text{g/g}$ wet weight) in tissues of *Cyprinus carpio* caught in Atatürk Dam Lake

Dokular	Sitilce	Samsat
Pb		
Solungaç	TE	TE
Karaciğer	TE	TE
Kas	TE	TE
Cd		
Solungaç	TE	TE
Karaciğer	0.085±0.033 ^x	0.078±0.030 ^x
Kas	TE	TE
Cr		
Solungaç	0.176±0.059 ^{ax}	0.159±0.049 ^{ax}
Karaciğer	0.097±0.023 ^{bx}	0.080±0.009 ^{bx}
Kas	0.078±0.006 ^{bx}	0.068±0.007 ^{bx}
Cu		
Solungaç	0.691±0.091 ^{ax}	0.784±0.073 ^{ax}
Karaciğer	4.469±0.707 ^{bx}	4.977±0.838 ^{bx}
Kas	0.532±0.008 ^{ax}	0.664±0.007 ^{ax}
Zn		
Solungaç	228±7.43 ^{ax}	235±6.17 ^{ax}
Karaciğer	150±9.57 ^{bx}	152±5.49 ^{bx}
Kas	13.2±2.7 ^{cx}	9.42±0.89 ^{cx}
Fe		
Solungaç	96.59±10.1 ^{ax}	81.54±8.23 ^{ax}
Karaciğer	110.90±11.02 ^{ax}	77.47±6.82 ^{ay}
Kas	16.70±2.40 ^{bx}	13.04±1.91 ^{bx}

Veriler aritmetik ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir. "a, b ve c" harfleri dokular, "x ve y" harfleri ise istasyonlar arasındaki ayrımı göstermek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harfler $P < 0.05$ düzeyindeki istatistiksel ayrımı ifade etmektedir. TE: Tespit Edilememiştir.

Sunulan çalışmada Atatürk Baraj Gölü'nün Sitilce ve Samsat bölgelerinden örneklenen *Cyprinus Carpio*'nun solungaç, karaciğer ve kas dokularında Cu, Zn, Fe ve Cr'nin biriktiği tespit edilmiştir. Çalışmamızla benzer şekilde Mert et al. (2014) Damsa Baraj Gölü'nde (Nevşehir) *C. carpio*'nun dokularında Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, Se, Ga ve Te düzeylerini araştırdıkları çalışmalarında Fe, Cu ve Zn düzeylerini diğer metallerle göre daha yüksek bulmuşlardır. Araştırmamızda balık dokularında tespit edilen metallerin düzeyleri, kas dokusuyla karşılaştırıldığında solungaç ve karaciğer dokularında genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Her iki bölge balıklarında da Pb incelenen dokularda tespit edilememiş, Cd ise sadece karaciğerde tespit edilmiştir. Fırat (2016), Atatürk Baraj Gölü'nün Sitilce ve Samsat bölgelerinde örneklenen *C. carpio*, *Capoeta trutta*, and *Liza abu* türü balıkların solungaç, karaciğer ve kas dokularında Cu, Zn, Fe, Mn, Cd, Pb, Cr, Co ve Ni düzeylerini araştırdığı çalışmasında metallerin çalışmamızla paralel olarak kasa oranla solungaç ve karaciğer dokularında daha çok biriktiğini rapor etmiştir. Araştırmacı ayrıca *C. carpio* örneklerinde Cd'nin her iki çalışma bölgesi, Pb'nin ise

Samsat bölgesi balıkların solungaç ve karaciğer dokularında tespit edilemediğini belirtmiştir. Balıkların metabolik olarak daha aktif olan dokularında metallerin daha fazla birikim yaptığı bilinmektedir. Balıkların solungaç, karaciğer ve böbrek gibi dokuları metabolik yönden oldukça aktif dokulardır (Fırat et al., 2018). Bu nedenle sunulan çalışmada da metallerin daha yüksek düzeylerde bu dokularda birikmiş olması şaşırtıcı değildir. Yine Alhas et al., (2009) Atatürk Baraj Gölü'nde; Gümüş & Akküz (2021) ise Eber Gölü'nde yaptıkları çalışmalarda metallerin balıkların kas dokusuna oranla solungaç ve karaciğer dokularında daha fazla biriktiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda barajın Sitilce bölgesi balıklarında tespit edilen tüm metallerin düzeylerinin Samsat bölgesi balıklarından istatistiksel olarak farklı olmadığı bulunmuştur (sadece karaciğer demir düzeyi hariç). Daha önce bu bölgelerde yapılan araştırmalarda ise bunun tam tersi sonuçlar bulunmuştur. Bu araştırmalarda Atatürk Baraj Gölü'ndeki çalışma bölgelerinin kirlilikten etkilendiği gözlenmiştir. Örneğin 2009 yılının Ağustos ayında barajın Sitilce ve Samsat bölgelerinde yakalanan *Cyprinus carpio*'yu da içeren üç balık türünün dokularında tespit edilen ağır metallerin düzeylerinin göreceli olarak temiz bölge olan Samsat bölgesi ile karşılaştırıldığında Sitilce bölgesi balıklarında istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Fırat, 2016). Yine 2013 yılının Ağustos ayında barajın aynı çalışma bölgelerinden alınan 4 farklı balık türüne ait dokularda tespit edilen Cu, Zn, Fe, Pb, Cd ve Cr düzeylerinin Sitilce bölgesi örneklerinde Samsat bölgesi örneklerine göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Fırat et al., 2018). Bu iki çalışmada da araştırmacılar Sitilce bölgesinin Adıyaman'dan gelen ve herhangi bir arıtmaya tabi olmayan şehir ve sanayi atık sularından etkilendiğini ve bunun bir sonucu olarak bu bölgeden örneklenen balıklarda daha yüksek metal içeriklerinin tespit edildiğini vurgulamışlardır. Bizim çalışmamızda ise Sitilce ve Samsat bölgesi balıklarının ağır metal düzeyi yönünden farklı bulunmaması 2016 ve 2017 yıllarında faaliyete geçen Adıyaman şehir ve sanayi atık su arıtma tesislerine bağlı olarak barajın Sitilce bölgesindeki azalan kirletici yükünün bir sonucu olabilir.

Araştırmamızda balıkların dokularındaki en yüksek metal düzeyleri Cd için 0.085; Cr için 0.176; Cu için 4.977; Zn için 235 ve Fe için 110.9 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur. Bu değerler aynı bölgede yapılan Fırat (2016) ve Fırat et al. (2018) çalışmalarında sırasıyla Cd için 0.34 ve 0.46; Cr için 0.42 ve 0.41; Cu için 39.48 ve 14.12; Zn için 144.3 ve 241.8; Fe için 550.4 ve 498.4 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmalarla karşılaştırıldığında araştırma sonuçlarımız balıklardaki metal düzeylerinde genel olarak önemli düşüşlerin olduğunu ve atık su arıtma tesislerinden sonra barajdaki balıkların dokularındaki metal düzeylerinin azalış eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de kişi başına düşen ortalama balık tüketimi yıllık 6.31 kg (TÜİK, 2013) iken Adıyaman'da bu miktarın 3.01 kg olduğu ve bu tüketilen balıkların önemli bir kısmının da Atatürk Baraj'ından sağlandığı rapor edilmiştir (Olgunoğlu et al., 2014). İnsan sağlığı ve besin güvenliği açısından balıkların kas dokusundaki metallerin düzeylerini ölçmek ve belirli aralıklarla takip etmek önem arz etmektedir. Uluslararası kuruluşlarca

balık kas dokusunda metaller için izin verilen en yüksek düzeyler; Cr için 0.5 µg/g (USEPA, 2000), Cu ve Zn için 30 µg/g (FAO, 1983) ve Fe için 100 µg/g (WHO, 1999) olarak belirtilmiştir (Tablo 5). Sunulan çalışmada balıkların kas dokusundaki en yüksek metal düzeyleri Cr için 0.078; Cu için 0.664; Zn için 13.20 ve Fe için 16.70 µg/g olarak saptanmıştır (Tablo 5). Bu sonuçlar balıkların kas dokusundaki tespit edilen metal düzeylerinin yukarıda bahsedilen kuruluşlarca ve Türk Gıda Koteksine göre izin verilen maksimum metal düzeylerinin altında olduğunu göstermektedir. Eroğlu et al. (2017), çalışma sonuçlarımıza benzer olarak Karakaya Baraj Gölü'ndeki ağır metal kirlilik durumunu *Mastecembelus mastecembelus* kas dokuları ile su örneklerindeki ağır metal düzeylerini ölçerek değerlendirdikleri çalışmalarında balıkların kas dokularında Cu, Cr, Cd, Fe ve Zn birikimi gözlenmiş olmasına rağmen biriken değerlerin Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Türk Gıda Koteksi (TFC) tarafından izin verilen maksimum değerlerinin altında olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar balık örneklerindeki metal düzeylerinin insan sağlığı açısından risk oluşturmadığını ancak sürekli olarak izlenmesi ve analiz edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Alas et al. (2014) da Beyşehir Gölü'nde (Konya) yakalanan dört tatlı su balıklarındaki iz element düzeylerinin besin tüketimi açısından güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Kaya & Turkoğlu (2018) ise 2016 yılının Ocak- Şubat aylarında Keban Baraj Gölü'nün Pertek Bölgesinde yakalanan *Cyprinus carpio*, *C. gibelio* ve *Luciobarbus esocinus* balıklarının dokularındaki Hg, Ni, Pb, Cd, As, Mn, Cr ve Co düzeylerini ulusal ve uluslararası maksimum limitler ile karşılaştırarak insanların besin olarak tüketimi açısından risk oluşturup oluşturmadığını araştırmışlardır. Araştırmacılar balıkların kas dokusu Cr düzeylerinin FAO ve WHO ile Pb düzeylerinin ise TFC'ye göre yüksek olduğunu ve balık tüketiminin yöre halkı için risk oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 5. *Cyprinus carpio*'nun kas dokusundaki ve ulusal ve uluslararası kuruluşlarca balıklar için izin verilen maksimum metal düzeyleri (µg/g)

Table 5. Maximum metal levels (µg/g) in muscle tissue of *Cyprinus carpio* and allowed for fish by national and international organizations

	Cr	Cu	Zn	Fe
<i>C. carpio</i>	0.078	0.664	13.20	16.70
FAO (1983)		30	30	
WHO (1999)		30	100	100
TFC (2011)		20	50	50
USEPA (2000)	0.50			

Sonuç olarak, çalışmamız şehir ve sanayi atık su arıtma tesislerinin faaliyete geçmesinden sonra, yoğun bir nüfus ve çeşitli endüstriyel kuruluşlarına sahip olan Adıyaman şehrinin Atatürk Baraj Gölü'nde meydana getirdiği ağır metal kirliliğinde önemli azalışların olduğunu ve daha önceki çalışmalarda da ispatlandığı üzere bu kirlilikten en fazla etkilenen baraj bölgesi olan Sitalce'deki balıkların dokularındaki ağır metal düzeylerinin göreceli olarak temiz bölge olan Samsat'a genel olarak yaklaşma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Araştırma sonuçlarımız ayrıca besin

güvenirliği ve insanların tüketimi açısından *Cyprinus carpio*'nun kas dokusundaki ağır metal düzeylerinin yasal olarak izin verilen limitlerin altında olduğunu da göstermektedir. Buna ilaveten diğer balık türleri ve barajın farklı bölgelerinden yapılacak çalışmalar ile Türkiye'nin önemli bir su ve besin kaynağı olan bu barajın kirlilik yükünün belirli aralıklarla izlenmesinin hem bu su kütlesinin geleceği hem de sucul canlılar ve yöre halkının sağlığı açısından önemli olacağı öngörülmektedir.

Teşekkür: Sunulan çalışma Adıyaman Üniversitesi (ADYÜ) Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında yürütülen Yüksek Lisans Tez çalışmasından üretilmiştir. Bu araştırma FEFYL/2020-0005 nolu ADYÜ Bilimsel Araştırma Projesi ile yürütülmüş olup ADYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Biriminin değerli yöneticilerine ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

Etik kurul onayı: Bu çalışma, hayvan deneylerinin etik standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Çalışma için yasal araştırma etik kurul onay izinleri Adıyaman Üniversitesi Deney Hayvanları Etik Kurulu'ndan alınmıştır (Karar No:2, Tarih: 30/04/2020, Protokol No: 2020/014).

Çıkar çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Yazar katkısı: Fikir/Kavram - ÖF; Tasarım - Ü.K.; Denetleme/Danışmanlık - Ö.F.; Kaynaklar/Fon Sağlama - Ö.F.; Materyaller - Ü.K.; - Veri Toplama veya İşleme - Ü.K.; Analiz Yorumlama - Ö.F., Ü.K.; Kaynak Taraması - Ü.K.; Makalenin Yazımı - Ö.F., Ü.K.; Eleştirel İnceleme - Ö.F., Ü.K.

Kaynaklar

- Alaş, A., Özcan, M.M. & Harmankaya, M. (2014). Mineral contents of the head, caudal, central fleshy part, and spinal columns of some fishes. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 889-894. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3429-3>
- Alhas, E., Oymak, S.A., & Karadede-Akin, H. (2009). Heavy metal concentrations in two barb, *Barbus xanthopterus* and *Barbus rajanorum* mystaceus from Atatürk Dam Lake, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 148, 11-18. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-0134-0>
- Alkan Uçkun, A. (2017). Ecotoxicological evaluation of pesticide pollution in Atatürk Dam Lake (Euphrates River), Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17, 313-321. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v17_2_10
- Alkan Uçkun, A., Yoloğlu, E., & Uçkun, M. (2017). Seasonal Monitoring of Metals in Water, Sediment and Mussel (*Unio mancus*) from Atatürk Dam Lake (Euphrates River). *Van Veterinary Journal*, 28(2), 75-83.
- Ashraf, M.A., Maah, M.J., & Yusoff, I. (2012). Bioaccumulation of heavy metals in fish species collected from former tin mining catchment. *International Journal of Environmental Research*, 6(1), 209-218. <https://doi.org/10.22059/IJER.2011.487>
- Bayhan, Y.K. (2021). The fish fauna of the Atatürk Dam Lake (Adıyaman/Turkey). *Natural and Engineering Sciences*, 6, 237-255 <https://doi.org/10.28978/nesciences.1036854>
- Briffa, J., Sinagra, E., & Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9), e04691. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>
- Cağlar, M., Canpolat, O., & Selamoğlu, Z. (2019). Determination of some heavy metal levels in three freshwater fish in Keban Dam Lake (Turkey) for public consumption. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18, 188-198. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2018.117890>
- Canlı, E.G. (2021). Alterations on the activities of ion ATPases in the gill and muscle of freshwater mussel (*Unio tigris*) exposed to copper. *Commagene Journal of Biology*, 5(2), 150-155. <https://doi.org/10.31594/commagene.1020323>
- Diñç, H., & Dörtbudak, M.Y. (2020). Investigation of toxic effects of heavy metal level in Atatürk Dam. *Experimental and Applied Medical Science*, 1, 23-28. <https://doi.org/10.46871/eams.2020.3>
- Eroğlu, M., Düşükcan, M., Canpolat, Ö., Çalta, M., & Şen, D. (2017). Determination of some heavy metals in *Mastecembelus mastecembelus*

- (Banks & Solander, 1794) in terms of public health. *Cellular and Molecular Biology*, 63, 1-6. <https://doi.org/10.14715/cmb/2017.63.5.1>
- FAO (1983). Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. *FAO Fisheries Circular*, 464, 5-100.
- Fırat, Ö. (2016). Evaluation of metal concentrations in fish species from Atatürk Dam Lake (Adıyaman, Turkey) in relation to human health. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25, 3629-3634.
- Fırat Ö., & Alici, M.F. (2012). Assessment of pollution in Ataturk Dam Lake (Adıyaman, Turkey) using several biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 89, 474-478. <https://doi.org/10.1007/s00128-012-0728-2>
- Fırat, Ö., Fırat, Ö., Çoğun, H.Y., Aytakin, T., Firidin, G., Temiz, Ö., Sağ, H., & Kargın, F. (2018). Atatürk Baraj Gölü'nün kirli ve temiz bölgelerinden yakalanan balıkların (*Silurus triostegus* Heckel, 1843, *Chalcalburnus tarichi* Pallas, 1811, *Chondrostoma regium* Heckel, 1843, *Carassius carassius* Linnaeus, 1758) dokularındaki ağır metal düzeylerinin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14(3), 173-183.
- Gümüş, N.E., & Akköz, C. (2021). Bioaccumulation of heavy metals in the water, sediment and the tissues of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Eber Lake. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(4), 507-514. <https://doi.org/10.12714/egejfas.38.4.12>
- Karadag, H., Fırat, Ö., & Fırat, Ö. (2014). Use of oxidative stress biomarkers in *Cyprinus carpio* L. for the evaluation of water pollution in Ataturk Dam Lake (Adıyaman, Turkey). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 92, 289-293. <https://doi.org/10.1007/s00128-013-1187-0>
- Kaya, G., & Turkoglu, S. (2018). Toxic and essential metals in *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, and *Luciobarbus esocinus* tissues from Keban Dam Lake, Pertek, Turkey. *Food Additives & Contaminants*, 11, 1-8. <https://doi.org/10.1080/19393210.2017.1350208>
- Korkmaz, C., Ay, O., Çolakfakioglu, C., Cıcık, B., & Erdem, C. (2017). Heavy metal levels in muscle tissues of *Solea solea*, *Mullus barbatus* and *Sardina pilchardus* marketed for consumption in Mersin, Turkey. *Water, Air, and Soil Pollution*, 228, 315. <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3503-5>
- Köse, E., Emiroglu, O., Çiçek, A., Aksu, S., Baskurt, S., Tokatli, C., Sahin, M. & Ugurluoğlu, A. (2020). Assessment of ecologic quality in terms of heavy metal concentrations in sediment and fish on Sakarya River and dam lakes, Turkey. *Soil And Sediment Contamination*, 29, 292-303. <https://doi.org/10.1080/15320383.2019.1705755>
- Luczynska, J., Pietrzak-Fiecko, R., Purkiewicz, A., & Luczynski, M.J. (2022). Assessment of fish quality based on the content of heavy metals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 2307. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042307>
- Mert, R., Alas, A., Bulut, S., & Özcan, M.M. (2014). Determination of heavy metal contents in some freshwater fishes. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 8017-8022. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3984>
- Nyantakyi, A.J., Akoto, O., & Fei-Baffoe, B. (2019). Seasonal variations in heavy metals in water and sediment samples from River Tano in the Bono, Bono east, and Ahafo regions, Ghana. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 570. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7744-1>
- Olgunoğlu, İ.A., Bayhan, Y.K., Olgunoğlu, M.P., Artar, E., & Ukav, İ., (2014). Adıyaman ilinde balık eti tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9, 21-25.
- Tore, Y., Ustaoglu, F., Tepe Y., & Kalipci E. (2021). Levels of toxic metals in edible fish species of the Tigris River (Turkey); Threat to public health. *Ecological Indicators*, 123, 107361. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107361>
- TÜİK (2013). Su ürünleri istatistikleri. Ankara, Türkiye, 75 pp.
- Turkish Food Codex (2011). Official Gazette No. 5996, 29.12.2011-28157.
- USEPA (2000). Guidance for assessing chemical contaminant, data for use in fish advisories, vol.1. Fish sampling and Analysis. 3rd ed. EPA 823-R-95-007. Office of Water: Washington, DC.
- WHO (1999). Food safety issues associated with product from aquaculture. *WHO Technical Report Series*, 883.

Optimization of Antioxidant Activity and Phytochemical Properties of Dried Pepper Samples (*Capsicum annuum* L.) by Using Response Surface Methodology

Hatice Aysun MERCİMEK TAKCI*¹, Filiz UÇAN TÜRKMEN¹, Pemra BAKIRHAN², Mehmet Fatih EREN²

¹Kilis 7 Aralık University, Faculty of Arts and Sciences, Molecular Biology and Genetics Department, 79000 Kilis, TÜRKİYE

²Kilis 7 Aralık University, Institute of Science and Technology, 79000, Kilis, TÜRKİYE

ORCID ID: Hatice Aysun MERCİMEK TAKCI: <https://orcid.org/0000-0002-5394-4959>; Filiz UÇAN TÜRKMEN: <https://orcid.org/0000-0002-3653-9433>; Pemra BAKIRHAN: <https://orcid.org/0000-0003-4172-0648>; Mehmet Fatih EREN: <https://orcid.org/0000-0001-7721-1867>

Received: 28.02.2022

Accepted: 30.03.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: The optimization of methanol extraction was performed to maximize antioxidant activity and phytochemical properties of dried pepper (*Capsicum annuum* L.) samples by using the surface response method (RSM) in this study. Box Behnken design model was used to investigate the influences of three independent variables, extraction temperature (25-60°C), extraction time (30-60 min), and dried pepper concentration (500-1000 mg/20 mL). The effect of the dried pepper concentration variable on all the responses was statistically significant, except reducing capacity data. DPPH radical scavenging, reducing capacity, and metal chelating activity increased with rising extraction temperature and dried pepper concentration variables. Total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) yields were also observed to enhance with an increase in dried pepper concentration. TPC and TFC in samples ranged from 2.32 to 3.92 mg GAE/g and 0.063 to 0.210 mg RE/g. The highest antioxidant potential for all employed tests was recorded in 2 experimental runs (25°C, 45 min. and 1000 mg/20 mL). The coefficients of determination (R^2) for antioxidant analysis were determined as 0.9235-0.9238. These values for TPC and TFC were 0.9364-0.9925, respectively.

Keywords: Antioxidant, Box Behnken design, *Capsicum*, Phytochemical.

Yanıt Yüzey Metodolojisi Kullanılarak Kurutulmuş Biber Örneklerinin (*Capsicum annuum* L.) Antioksidan Aktivite ve Fitokimyasal Özelliklerinin Optimizasyonu

Öz: Bu çalışmada, kurutulmuş biber (*Capsicum annuum* L.) örneklerinin antioksidan aktivitelerini ve fitokimyasal özelliklerini arttırmak için yüzey yanıt metodu (YYM) kullanılarak metanol ekstraksiyonunun optimizasyon çalışmaları sürdürülmüştür. Üç bağımsız değişkenin (ekstraksiyon sıcaklığı (25-60°C); ekstraksiyon süresi (30-60 dakika) ve kurutulmuş biber konsantrasyonu (500-1000 mg/20 mL)) etkilerini araştırmak için Box Behnken tasarım modeli kullanılmıştır. Kurutulmuş biber konsantrasyonu değişkeninin tüm yanıtlar üzerindeki etkisi, indirgeme kapasitesi verileri hariç, istatistiksel olarak anlamlıdır. DPPH radikal giderme, indirgeme ve metal şelatlama aktivitesi, ekstraksiyon sıcaklığı ve kuru biber konsantrasyonu değişkenlerinin artması ile artmıştır. Kurutulmuş biber konsantrasyonunun artmasıyla total fenolik ve flavonoid içeriklerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Örneklerdeki total fenolik ve flavonoid içerik 2.32-3.92 mg GAE/g ve 0.063-0.210 mg RE/g aralığındadır. Kullanılan tüm tasarımlar için en yüksek antioksidan potansiyeli 2. deneysel çalışmada (25°C, 45 dak. ve 1000 mg/20 mL) kaydedilmiştir. Antioksidan analizi için R^2 katsayısı 0.9235-0.9238 olarak belirlenmiştir. Total fenolik ve flavonoid içerik için ise bu değerler sırasıyla 0.9364-0.9925'dir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan, Box Behnken tasarımı, *Capsicum*, Fitokimyasal.

1. Introduction

Capsicum genus belongs to the Solanaceae family and is native to Mexico but currently cultivated in Asia, Africa, and countries along the Mediterranean (Magied et al., 2014). This plant is consumed as a spice and seasoning for flavoring and coloring in Asian cuisines (Toontom et al., 2012). *Capsicum* genus consists of five main species *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum*, and *C. pubescens* (Pino et al., 2006). *Capsicum annuum* L. is produced in Turkey and especially in the Southeast Anatolia region (Oztekin & Yelmen, 2010).

It has various colors such as red, green, and yellow depending upon the ripening period (Magied et al., 2014). It is an important mineral source such as A, B, B1, C, E, K, and P vitamins and calcium, phosphorous, potassium, and iron, essential for developing cells (Keles, 2007; Darvishi et

al, 2013; Ikuomola & Eniola, 2015). In addition, *Capsicum* species include carotenoids, tocopherols, flavonoids, phenolics, and capsaicinoids components that have antioxidant, antiinflammatory, antiallergic, antimicrobial, and anticarcinogen properties (Lee et al., 2005). Thus, it was widely used as a natural drug to treat gastric ulcers, alopecia, rheumatism, toothache, and diabetes in traditional medicine (Baldemir et al., 2015).

It becomes perishable within a few days of harvesting depending on weather conditions. Therefore, the alimentary characteristics of this fruit are preserved by drying (Fadhel et al., 2014).

Traditionally, fresh pepper is dried under the sun without any special treatment. Conventional procedures employed for sun dehydration of pepper take about 7-15 days (Toontom et al., 2012; Magied et al., 2014). This

*Corresponding author: mersimek@hotmail.com

process is slow but conventional drying is a popular method for acquiring dry productions such as condiments, spice, and bell pepper in the southeast region of Turkey, especially in Gaziantep and Kilis. Moreover, the consumption of dried pepper productions in these regions is higher than the other cities in Turkey.

Therefore, pepper samples dried by conventional process from Gaziantep and Kilis local markets were purchased in the present study. Moreover, this study focuses on investigating the effects of temperature, time, and dried pepper concentration-independent variables on *in vitro* total phenolic, total flavonoid contents, and antioxidant activity by response surface method (RSM).

2. Material and Methods

2.1 Extraction process of dried pepper

Dried peppers were purchased from Gaziantep and Kilis local markets and then powdered by the grinder. Dried pepper powders were extracted by the Box-Behnken Experimental Design with two levels provided by the Response Surface Method (Box & Wilson, 1951). Extraction procedures were performed in a water bath by using different combinations of independent variables. Extraction conditions are shown in detail in Table 1. Extracts were obtained from 15 different experimental procedures and these were separately filtered by Wattman No. 4 filter paper. After centrifuging at 8500 rpm, the extracts were kept at 4°C for the following antioxidant and phytochemical analysis.

Table 1. The Box Behnken experimental design for antioxidant potential, total phenolic, and flavonoid contents of dried pepper extractions

Experimental no	Temperature (°C)	Time (min)	Dried pepper oncentration (mg/20 mL)
	X1	X2	X3
1	60.00	30.00	750.00
2	25.00	45.00	1000.00
3	60.00	60.00	750.00
4	42.50	30.00	1000.00
5	25.00	60.00	750.00
6	25.00	45.00	500.00
7	60.00	45.00	1000.00
8	42.50	45.00	750.00
9	25.00	30.00	750.00
10	42.50	45.00	750.00
11	42.50	30.00	500.00
12	42.50	60.00	500.00
13	60.00	45.00	500.00
14	42.50	45.00	750.00
15	42.50	60.00	1000.00

2.2 Antioxidant activities of dried pepper

2.2.1 DPPH radical scavenging capacity

Free radical scavenger method is based on turning colorless 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) reagent solution depending on the electron or proton-transfer ability of the samples (Blois, 1958). For this analysis, 100 µL of the extracts was added to 3.9 mL of DPPH reagent

solution prepared in methanol (0.1 mM). This mixture was incubated at room temperature in the dark for 120 min. The absorbance of the mixture was spectrophotometrically measured at 517 nm (Biochrom, Libra S60, B) against methanol blank. DPPH scavenging activity expressed as % inhibition was calculated by the following equation. Butylated hydroxytoluene (BHT) at 200-1000 µg/mL concentrations were used as a standard antioxidant substance.

$$\text{Inhibition (\%)} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

2.2.2 Metal chelating activity

Fe²⁺ chelating activity of dried pepper samples was performed according to the method described by Dinis et al. (1994). This method is based upon the competition of metal-binding compounds in the extracts with ferrozine, a strong iron-chelating agent. The compounds having high metal ions binding capacity avoid the red Fe²⁺/ferrozine complex formation. Briefly, 3.7 mL distilled water and 100 µL 2 mM FeCl₂ were added to 1 mL of the dried pepper extracts. After incubated at room temperature for 30 min, 200 µL of 5 mM ferrozine solution was added to the reaction and mixed for 10 min. The absorbance of the reaction mixture was read 562 nm (Dinis et al., 1994). The metal ions chelating capacity of the samples was evaluated by using EDTA (50-250 µg/mL) as a standard chelator agent. The chelating activity was expressed as % inhibition using the following equation:

$$\% \text{ chelating activity} = (1 - (A_{\text{sample}}/A_{\text{control}})) \times 100$$

2.2.3 Reducing Capacity Assay

In this assay, the reducing Fe³⁺ to Fe²⁺ capability of antioxidant substances in dried pepper extracts was tested (Oyaizu, 1986). The absorbance of the Prussian blue color formed by adding FeCl₃ in the reaction mixture was measured. A high absorbance value indicated a high reducing capacity of the samples. In brief, dried pepper extract (1 mL) was mixed with 2.5 mL of 0.2 M sodium phosphate buffer (pH 6.6) and 2.5 mL of 1% potassium K₃Fe(CN)₆. This reaction solution was incubated at 50°C for 20 min. To terminate the activity, 10% trichloroacetic acid (TCA) was added and the mixture was centrifuged at 2500 rpm for 10 min. The equal volume of distilled water and 0.5 ml FeCl₃ (0.1%) were added to 2.5 mL of supernatant. The absorbance of the reaction mixture was measured at 700 nm. A beta-hydroxy acid (BHA) was used as standard.

2.3 TPC and TFC of dried pepper

For the total phenolic content in all samples, Folin-Ciocalteu colorimetric method was performed. The total phenolic content was expressed as mg of gallic acid equivalents (mg GAE)/g of extract using a standard curve (Stankovic, 2011). The total flavonoid content of samples was determined using a method grounded by Sharm & Vig (2013). The results were calculated according to a standard curve prepared by using rutin and expressed as mg of rutin equivalent (mg RE)/g.

2.4 Box Behnken experiment design

The effects of the three independent variables: extraction temperature (X1: 25-60°C), extraction time (X2: 30-60 min.), and pepper concentration/20 mL (X3: 500-1000 mg/20

mL) on antioxidant activity and phytochemical properties were investigated by "Design Expert statistical software" (Design-Expert version 8.0.7). A two-level-three-factor Box-Behnken design (Box & Wilson, 1951) consisting of 15 randomized runs at 3 center points is shown in Table 1.

The compatibility of the design and the significant terms of each response were tested by using quadratic model variance analysis (ANOVA) at a 95% confidence level. Antioxidant activity (Y1), total phenolic (Y2), and flavonoid (Y3) content as the response was calculated by a second-order polynomial equation:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i \times X_i + \sum_{i=1}^N \beta_{ii} \times X_i^2 + \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \beta_{ij} \times X_{ij}$$

3. Results and Discussion

Optimization of extraction conditions was performed in 15 experimental runs to explain the effects of three independent variables on *in vitro* antioxidant activity and phytochemical properties of dried pepper samples. The adequacy of the model is determined by R² and the significance of the model (p-value). According to the results of the ANOVA, the coefficients of determination (R²) were 0.9283, 0.9235, and 0.9238 for DPPH scavenging, reducing capacity, and metal chelating activity analysis. It shows that the experimental values agreed with those predicted of the model employed for antioxidant activity

The small p-values (p<0.05) in evaluated response per analysis indicate the significance of the performed model. P values for antioxidant activity tests ranged from 0.0213 to 0.0248. The low p-values indicate that independent variables have a more significant effect on antioxidant activity of dried pepper samples. The experimental and predicted responses for antioxidant activity tests are shown in Table 2.

As observed in polynomial equations of responses (Table 3), the most important variable on DPPH yields was the interaction effect between dried pepper concentration and extraction time (X2X3), followed by interaction between extraction temperature and time (X1X2) and dried pepper concentration (X3). Dried pepper concentration (X3), the first-order linear effect, and the interaction effect (X1X2 and X2X3) were significant (p<0.05). DPPH scavenging activity ranged from 36 to 85%. The maximum activity was recorded during experiment 2 (25°C, 45 min, and 1000 mg/20 mL) but experiment 11 (42.5°C, 30 min, and 500 mg/20 mL) resulted in the lowest activity.

The increase from 500 mg to 1000 mg of dried pepper concentration solved in 20 mL at the constant temperature (42.5°C) and extraction time (45 min) increased the DPPH radical scavenging activity of extracts. For the constant pepper concentration (750 mg/20 mL), DPPH activity increased with the rise in temperature. It was observed that an increase (from 30 to 60 min) in extraction time had accompanied a decrease in DPPH removal activity (Fig. 1).

According to the regression equations, dried pepper concentration (X3) had the largest influence on metal chelating activity followed by the second order quadratic effects. The obtained responses for metal chelating activity were in the range of 4.47-26.01%. Three-dimensional (3D) response surface graphs are plotted for the metal chelating

activity test in Figure 2. The highest metal chelating activity was calculated in 2 experimental runs (25°C, 45 min, and 1000 mg/20 mL). Figure 2a reveals that the increase to 42.5°C of extraction temperature decreased activity at constant dried pepper concentration (750 mg/20 mL). On the other hand, the chelating activity of samples was observed to increase with increasing to 60°C of extraction temperature and to reach the maximum level at 26.01% (predicted 25.53%). Variance analysis results presented that all of the tested interactions had no statistically significant effect on metal chelating activity.

As can be seen in Table 3, the highest effect on reducing power activity is the interaction between temperature and time. This interaction effect and the second-order term of dried pepper concentration (X3²) had significant effects (p<0.05). However, the first-order linear, the other second-order quadratic and interaction effects were not found to be statistically significant (p>0.05). In the model, the other independent variables (X1 and X3), except extraction time (X2), showed a positive effect on the activity at a linear level for antioxidant activity analysis. It means that the antioxidant activity increases with the increasing extraction temperature and dried pepper concentration solved in methanol.

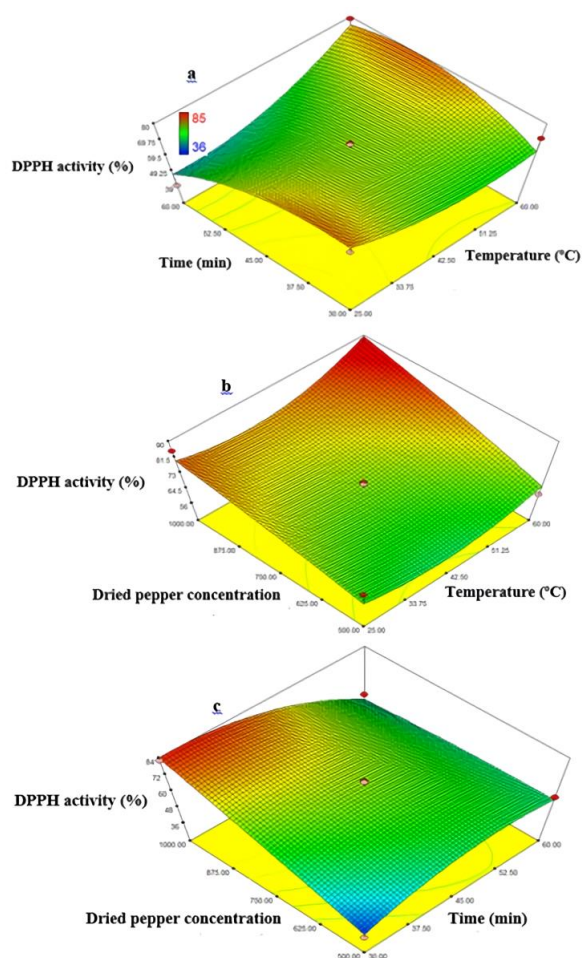


Figure 1. Response surface plots showing the effects of examined variables on the DPPH activity: (a) time/temperature interaction at constant dried pepper concentration (750 mg/20 mL) (b) dried pepper concentration/temperature interaction at constant time (45 min), (c) dried pepper concentration/time interaction at constant temperature (42.5°C)

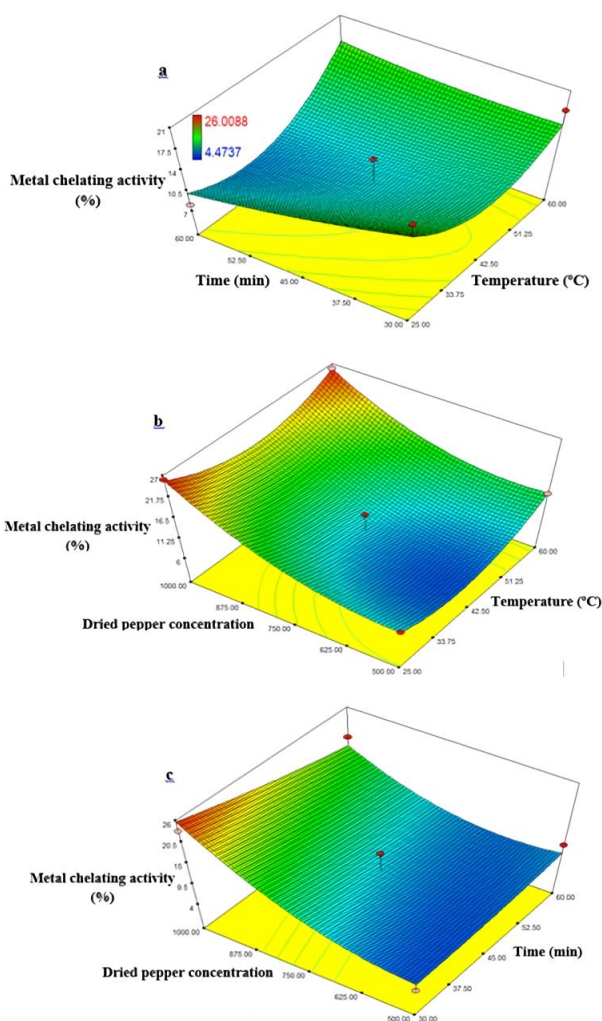


Figure 2. Response surface plots showing the effects of examined variables on the metal chelating activity: (a) time/temperature interaction at constant dried pepper concentration (750 mg/20 mL) (b) dried pepper concentration/temperature interaction at constant time (45 min), (c) dried pepper concentration/time interaction at constant temperature (42.5°C)

3D surface plots of the interactive influences of the independent variables on reducing power are shown in Figure 3. It can be seen that the increase in extraction temperature (from 25 to 60°C) did not affect reducing power at constant dried pepper concentration (750 mg/20 mL) and extraction time (45 min). Reducing capacity decreased when dried pepper concentration increased from 700 to 875 mg in 20 mL, reaching a maximum level by rising concentration (Fig. 3c).

The antioxidant activity increased with the rise of the temperature up to certain intervals and then decreased. It indicates that the high temperatures may increase the mobilization of active antioxidant compounds from the substrate up to a certain level. However, the possible loss of components can occur due to their decomposition at higher temperatures (Singh et al., 2012).

Wettasinghe & Shahidi (1999) state that high temperatures may mobilize certain antioxidants by promoting concurrent decomposition of antioxidants, already mobilized at a low temperature. It was also emphasized that the extraction rate of thermally stable antioxidants is higher than the rate of the decomposition of less soluble antioxidants. This proposition explains the

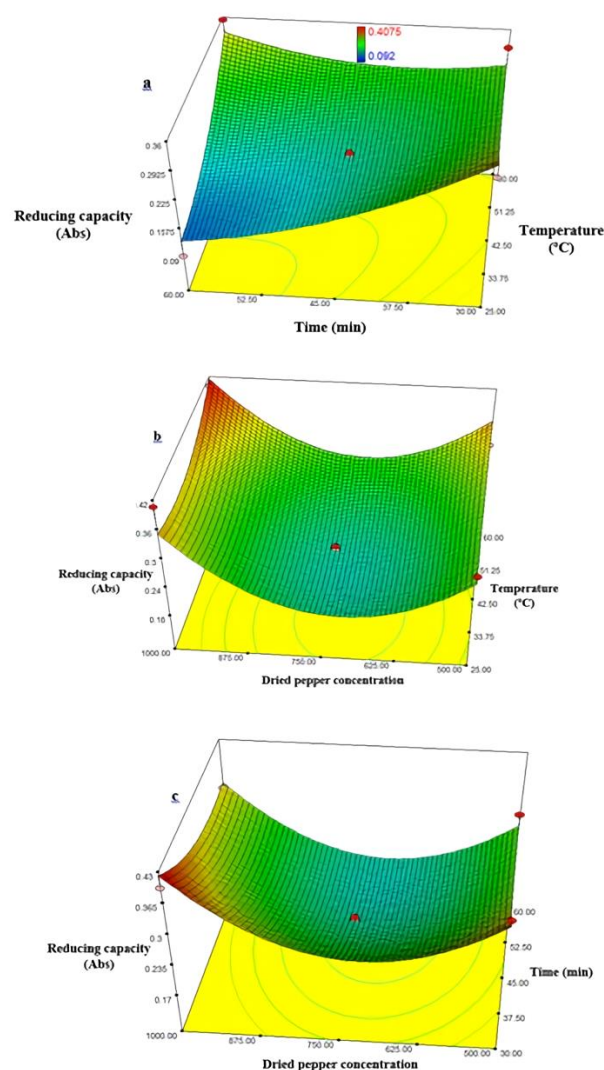


Figure 3. Response surface plots showing the effects of examined variables on the reducing capacity: (a) time/temperature interaction at constant dried pepper concentration (750 mg/20 mL), (b) dried pepper concentration/temperature interaction at the constant time (45 min), (c) dried pepper concentration/time interaction at constant temperature (42.5°C)

high antioxidant activity observed in extracts prepared at high temperatures.

Table 3 shows the positive linear effect of dried pepper concentration on TPC and TFC yields. The experimental and predicted responses for TPC and TFC are shown in Table 4. This suggests that variations in dried pepper concentration have a significant impact on TPC and TFC in the extracts. P values of TPC and TFC analysis were 0.0161 and 0.0001, respectively. The coefficient of determination (R^2) was 0.9364 and 0.9925 for TPC and TFC respectively. While the effects of extraction time (X2) and dried pepper concentration (X3) on TPC content were found to be statistically significant, only the effect of dried pepper concentration on TFC content was found to be significant. TPC and TFC of dried pepper extracts ranged from 2.322 to 3.919 mg GAE/g and 0.063 to 0.210 mg RE/g. The maximum TPC was acquired under 42.5°C, 60 min, and 1000 mg/20 mL experimental conditions while the minimum was 42.5°C, 30 min. and 500 mg/20 mL. For TFC in extracts, the maximum content was recorded at 25°C, 45 min, and 1000 mg/20 mL while the minimum was 42.5°C,

60 min. and 500 mg/20 mL (predicted 0.061). The yield of total phenolic content increased between 25 and 42.5°C, then it decreased with the increase of temperature reaching 60°C (Fig. 4a). It was emphasized that as the dried pepper concentration parameter increased, TFC increased at a constant extraction temperature (42.5°C). The TF

content in extracts was almost constant between 30 and 37 min, and then it decreased slightly with the increase of extraction time. Increasing the extraction temperature and dried pepper concentration enhanced the TFC yield (Fig. 5b).

Table 2. The experimental and predicted responses for antioxidant activity

Run	DPPH scavenging activity (%)		Reducing capacity (Abs)		Metal chelating activity (%)	
	Experimental	Predicted	Experimental	Predicted	Experimental	Predicted
1	71.00±0.004	64.13	0.29±0.003	0.26	17.98±0.001	15.28
2	85.00±0.005	80.00	0.40±0.011	0.35	26.01±0.007	25.53
3	79.00±0.007	76.13	0.35±0.026	0.33	15.13±0.013	17.09
4	82.00±0.001	84.13	0.40±0.006	0.42	23.42±0.037	25.86
5	40.00±0.006	46.88	0.09±0.016	0.12	6.05±0.051	8.75
6	64.00±0.003	59.25	0.30±0.008	0.29	9.87±0.019	9.61
7	83.00±0.005	87.75	0.40±0.002	0.41	25.83±0.008	26.09
8	67.00±0.003	67.67	0.20±0.015	0.19	8.11±0.077	9.65
9	75.00±0.004	77.88	0.32±0.005	0.34	20.34±0.043	18.38
10	68.00±0.002	67.67	0.19±0.009	0.19	7.89±0.013	9.65
11	36.00±0.001	37.88	0.37±0.001	0.36	4.47±0.053	6.70
12	56.00±0.001	53.88	0.30±0.008	0.28	10.53±0.024	8.09
13	62.00±0.006	67.00	0.30±0.003	0.35	13.82±0.005	14.29
14	68.00±0.002	67.67	0.19±0.001	0.19	12.94±0.012	9.65
15	51.00±0.003	49.13	0.33±0.013	0.34	18.88±0.001	16.65

Table 3. Second-order polynomial model equations for responses

Response	Second-order polynomial equations
DPPH removal activity	$Y = +67.67 + 3.87X_1 - 4.75X_2 + 10.38X_3 + 10.75X_1 * X_2 + 0.000X_1 * X_3 - 12.75X_2 * X_3 + 7.92X_1^2 - 9.33X_2^2 - 2.08X_3^2$
Reducing capacity	$Y = +0.19 + 0.030X_1 - 0.038X_2 + 0.032X_3 + 0.072X_1 * X_2 + 7.000 * 10^{-4} X_1 * X_3 + 0.000X_2 * X_3 + 0.036X_1^2 + 0.035X_2^2 + 0.12X_3^2$
Metal chelating activity	$Y = +9.65 + 1.06X_1 - 1.70X_2 + 6.93X_3 + 2.36X_1 * X_2 - 1.03X_1 * X_3 - 2.65X_2 * X_3 + 5.14X_1^2 + 0.59X_2^2 + 4.09X_3^2$
Total phenolic content	$Y = +2.77 - 0.022X_1 + 0.18X_2 + 0.47X_3 + 0.028X_1 * X_2 - 0.13X_1 * X_3 + 0.040X_2 * X_3 - 0.051X_1^2 + 0.22X_2^2 + 0.093X_3^2$
Total flavonoid content	$Y = +0.081 + 1.194 * 10^{-3} X_1 - 2.968 * 10^{-3} X_2 + 0.066X_3 + 3.725 * 10^{-4} X_1 * X_2 - 1.933 * 10^{-3} X_1 * X_3 - 3.282 * 10^{-3} X_2 * X_3 + 0.010X_1^2 - 2.124 * 10^{-3} X_2^2 + 0.047X_3^2$

Table 4. The experimental and predicted responses for TPC and TFC

Run	TPC (mg GAE/g)		TFC (mg RE/g)	
	Experimental	Predicted	Experimental	Predicted
1	2.84±0.033	2.71	0.090±0.060	0.093
2	3.42±0.023	3.43	0.210±0.020	0.210
3	3.13±0.042	3.12	0.090±0.050	0.088
4	3.36±0.025	3.33	0.200±0.043	0.200
5	2.97±0.007	3.11	0.089±0.010	0.085
6	2.40±0.017	2.24	0.064±0.080	0.070
7	2.97±0.006	3.13	0.210±0.050	0.200
8	2.88±0.029	2.77	0.077±0.010	0.081
9	2.80±0.050	2.81	0.090±0.060	0.092
10	2.73±0.079	2.77	0.088±0.140	0.081
11	2.32±0.028	2.47	0.068±0.029	0.060
12	2.72±0.031	2.75	0.063±0.030	0.061
13	2.47±0.061	2.45	0.072±0.070	0.076
14	2.70±0.022	2.77	0.078±0.035	0.081
15	3.92±0.079	3.77	0.180±0.015	0.190

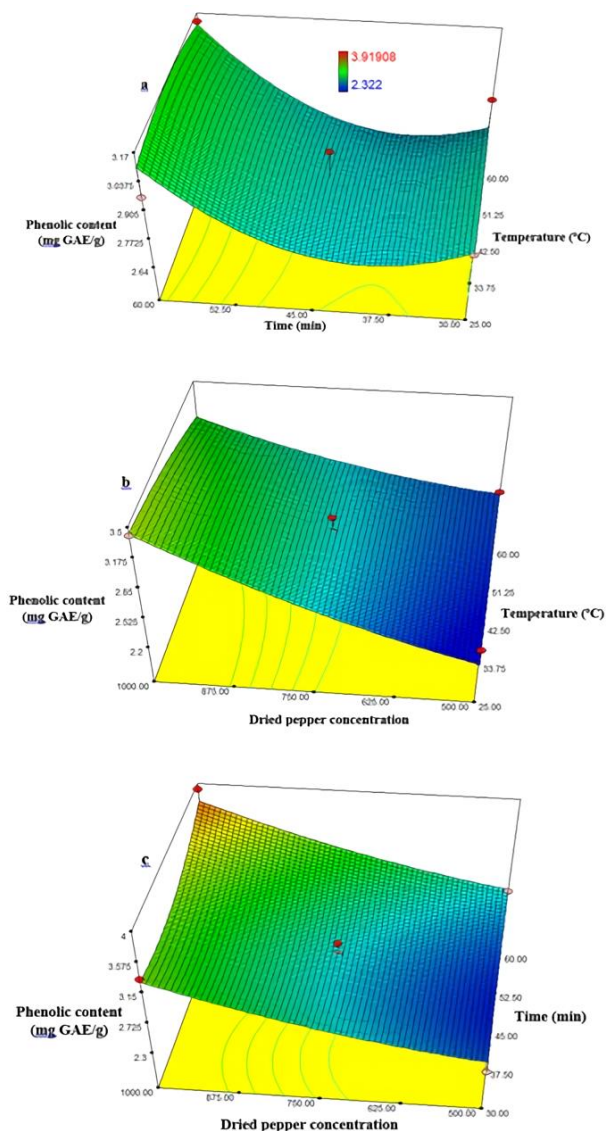


Figure 4. Response surface plots showing the effects of examined variables on the extraction yield of phenolic substances: (a) time/temperature interaction at constant dried pepper concentration (750 mg/20 mL), (b) dried pepper concentration/temperature interaction at the constant time (45 min), (c) dried pepper concentration/time interaction at constant temperature (42.5°C)

Optimization studies related to *in vitro* phenolic substance extraction and antioxidant activity researches of *Capsicum annuum* L. have not been encountered in the literature. Our findings were discussed in light of the optimization experiments conducted with various plants. Singh et al. (2012) reported that high temperature increases the diffusion of phenolic and flavonoid from cells to extraction agents by speeding up molecule movements depending on the solvent polarity. Kumar et al. (2008) detected gradually enhance flavonoid contents in the range of 55-85°C with a 10°C temperature increase. He et al. (2005) stated that the temperature parameter shows a dual effect on the extraction process. Carciochi et al. (2015) recorded that high temperature enhances the solubility by accelerating diffusion of phenolic components but some phenolic substances can denature depending on the chemical and enzymatic degradation above certain temperature intervals. In another study, high temperature

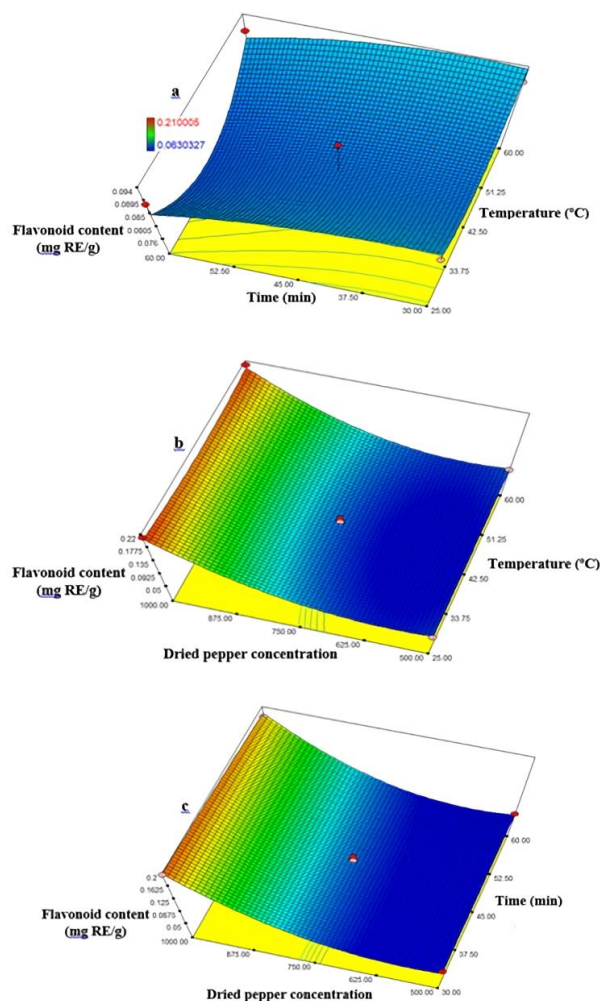


Figure 5. Response surface plots showing the effects of examined variables on the extraction yield of flavonoid substances: (a) time/temperature interaction at constant dried pepper concentration (750 mg/20 mL), (b) dried pepper concentration/temperature interaction at the constant time (45 min), (c) dried pepper concentration/time interaction at constant temperature (42.5°C)

can increase extraction efficiency by decreasing solvent viscosity and surface tension (Yagcioglu, 2015).

We revealed that phenolic content in methanol extract increased with a rise in the extraction time and the dried pepper concentration. Similar to our phenolic results, Bachir et al. (2014) notified that a long time of extraction under high temperature can result in the negative quadratic effect. This can be explained that mass transform increases with the increase of extraction time until maximum extraction efficiency is reached. It was also expressed that the increasing interaction time between matrix and solvent can cause a gradual dissolution from solid matrix to solvent.

An optimized procedure (response surface methodology) for the antioxidant activity and total phenolic and flavonoid contents of dried pepper extracts are described in this study. Our results showed that methanol extraction was effective in extracting total phenolic, flavonoid, and antioxidant components under various combinations of extraction conditions (temperature, duration, and dried pepper concentration).

The experimental responses agreed with predicted values for all responses. This proves the suitability of the model performed. The present paper is the first study that researches the optimization of methanol extraction of dried pepper (*Capsicum annuum* L.) samples by using the surface response method.

Ethics committee approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Author Contributions: Conception – H.A.M.T., M.F.E.; Design – H.A.M.T., F.U.T.; Supervision – H.A.M.T.; Fund – F.U.T., P.B.; Materials – M.F.E., P.B., H.A.M.T.; – Data Collection or Processing – H.A.M.T., P.B.; Analysis Interpretation – H.A.M.T.; Literature Review – F.U.T., M.F.E.; Writing – H.A.M.T.; Critical Review – H.A.M.T., F.U.T.

References

- Bachir, M., Meziant, L., Benchikh, Y., & Louaileche, H. (2014). Deployment of response surface methodology to optimize recovery of dark fresh fig (*Ficus carica* L. var. *azenjar*) total phenolic compounds and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 162, 277-282. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.054>
- Baldemir, A., Kongul, E., Ildiz, N., & Ilgun, S. (2015). Investigations on *Capsicum annuum* L. Samples Purchased from Kayseri Province of Turkey. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 12(3), 144-158.
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 26, 1199-1200.
- Box, G.E.P., & Wilson, K.B. (1951). On the experimental attainment of optimum conditions. *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, 13, 1-45. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1951.tb00067.x>
- Carciochi, R.A., Manrique, G.D., & Dimitrov, K. (2015). Optimization of antioxidant phenolic compounds extraction from quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds. *Journal of Food Science Technology*, 52(7), 4396-4404. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1514-4>
- Darvishi, H., Asl, A. R., Asghari, A., Azadbakht, M., Najafi, G., & Khodaei, J. (2013). Study of the drying kinetics of pepper. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 13(2), 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2013.03.002>
- Dinis, T.C.P., Madeira, V.M.C., & Almeida, L.M. (1994). Action of phenolic derivatives (acetoaminophen, salicylate and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 315, 161-169.
- Fadhel, A., Kooli, S., Farhat, A., & Belghith, A. (2014). Experimental study of the drying of hot red pepper in the open air, under greenhouse and in a solar drier. *International Journal of Renew Energy and Biofuels*, 2014(2014), 1-14. <https://doi.org/10.5171/2014.515285>
- He, G.Q., Xiong, H.P., Chen, Q.H., Ruan, H., Wang, Z.Y., & Traore, L. (2005). Optimization of conditions for supercritical fluid extraction of flavonoids from hops (*Humulus lupulus* L.). *Journal of Zhejiang University Science A*, 6(10), 999-1004.
- Ikuomola, D.S., & Eniola, K.I.T. (2015). Assessment of Chemical composition, Microbiological and Sensory qualities of traditional sun-dried pepper (*Capsicum annuum* L.) in selected markets in South-western, Nigeria. *Nigerian Journal of Microbiology*, 27(1), 2619-2629.
- Keles, D. (2007). Characterization of different pepper genotypes and low temperature tolerance. (212528). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kumar, S.T., Baskar, R., Shanmugam, S., Rajsekar, P., Sadasivam, S., & Manikandan, V. (2008). Optimization of flavonoids extraction from the leaves of *Tabernaemontana heyneana* Wall. using L₁₆ Orthogonal design. *Natural Science*, 6(3), 14-25.
- Lee, J.J., Crosby, K.M., Pike, L.M., Yoo, K.S., & Lescobar, D.I. (2005). Impact of genetic and environmental variation of development of flavonoids and carotenoids in pepper (*Capsicum* spp.). *Horticulture Science*, 106, 341-352.
- Magied, M.M.A., Salama, N.A.R., & Ali, M.R. (2014). Hypoglycemic and Hypocholesterolemia Effects of Intra-gastric Administration of Dried Red Chili Pepper (*Capsicum annuum*) in Alloxan-Induced Diabetic Male Albino Rats Fed with High-Fat-Diet. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(1), 850-856. <https://doi.org/10.12691/jfnr-2-11-15>
- Oyaizu, M. (1986). Studies on Product of Browning Reaction Prepared from Glucose amine. *Japan of Nutrition*, 44, 307-315.
- Oztekin, S., & Yelmen, B. (2010). Red Chili Pepper Drying by Farm Scale Hothouse. *Journal of Agricultural Machinery Science*, 6(1), 63-70.
- Pino, P., Sauri-Duch, E., & Mabot, R. (2006). Change in volatile compounds of Habanero chile pepper (*Capsicum Chinense* Jack. Cv. Habanero) at two ripening stages. *Journal of Food Chemistry*, 94, 394-396.
- Sharma, S., & Vig, P.A. (2013). Evaluation of in Vitro Antioxidant Properties of Methanol and Aqueous Extracts of *Parkinsonia aculeata* L. Leaves. *The Scientific World Journal*, 1-7. <http://doi.org/10.1155/2013/604865>
- Singh, B., Sharma, H.K., & Sarkar, B.C. (2012). Optimization of extraction of antioxidants from wheat bran (*Triticum* spp.) using response surface methodology. *Journal Food Science and Technology*, 49(3), 294-308. <http://doi.org/10.1007/s13197-011-0276-5>
- Stankovic, M.S. (2011). Total Phenolic Content, Flavonoid Concentration and Antioxidant Activity of *Marrubium peregrinum* L. Extracts. *Kragujevac Journal of Science*, 33, 63-72.
- Toontom, N., Meenune, M., Posri, W., & Lertsiri, S. (2012). Effect of drying method on physical and chemical quality, hotness and volatile flavour characteristics of dried chilli. *International Food Research Journal*, 19(3), 1023-1031.
- Wettasinghe, M., & Shahidi, F. (1999). Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 801-812.
- Yagcioglu, P. (2015) Farklı Ekstraksiyon Metotları İle Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Bitkisinden Antioksidan Ekstraksiyonunun Optimizasyonu (421022). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>

The Threat Analysis and Conservation Needs of Wild Mammals Distributing Around Van Province, Eastern Anatolian of Turkey

Servet ULUTÜRK*, Gökhan YÜRÜMEZ

Batman University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Batman, TÜRKİYE

ORCID ID: Servet ULUTÜRK: <https://orcid.org/0000-0001-6812-7583>; Gökhan YÜRÜMEZ: <https://orcid.org/0000-0001-5415-2278>

Received: 08.02.2022

Accepted: 01.04.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: During the field and monitoring studies carried out in 352 different localities between 2013 and 2014, a total of 25 species were recorded by direct and indirect observation techniques in Van province in the East Anatolian Turkey. Of these, following one species (*Oryctolagus cuniculus*) is endangered, two species (*Capra aegagrus* and *Ursus arctos*) are vulnerable, two species (*Spermophilus xanthoprimum* and *Lutra lutra*) are near threatened and others are least concern category according to IUCN. As a result of the findings, it was determined that rodents and carnivores have the highest rate of species in the study area and special efforts should be spent to protect important mammals in the priority areas, especially in Saray-Keçikayası, Çatak-Sak, Çatak-Dalbastı, and Gürpınar-Çepkenli villages. This dataset provides reliable records that contribute to increasing knowledge on the distribution of mammal species in Van.

Keywords: Mammalia, biodiversity, observation, contribution, IUCN.

Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi Van İli Civarında Yayılış Gösteren Yaban Memelilerine Ait Tehdit Analizleri ve Koruma İhtiyaçları

Öz: 2013-2014 yılları arasında üç yüz elli iki (352) farklı lokalitede gerçekleştirilen saha ve izleme çalışmaları ile Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Van ilinden doğrudan ve dolaylı gözlem teknikleri kullanılarak toplam yirmi beş (25) tür tespit edilmiştir. IUCN'nin kırmızı liste ölçütlerine göre bunlardan bir tür (*Oryctolagus cuniculus*) tehlikede, iki tür (*Capra aegagrus* ve *Ursus arctos*) duyarlı ve iki tür (*Spermophilus xanthoprimum* ve *Lutra lutra*) ise tehlide açık durumdayken diğerleri düşük risk kategorisindedir. Elde edilen bulgular sonucunda, kemirgen ve karnivorların çalışma alanında en yüksek tür oranına sahip oldukları görülmüş ve özellikle Saray-Keçikayası, Çatak-Sak, Çatak-Dalbastı ve Gürpınar-Çepkenli köyleri gibi öncelikli alanlarda önemli memelilerin korunmasına yönelik özel çaba gösterilmesi gereği görülmüştür. Bu veriler Van'da dağılım gösteren memeliler hakkında ki mevcut bilgilere önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Memeliler, biyoçeşitlilik, gözlem, katkı, IUCN.

1. Introduction

Turkey, due to its role as a bridge, provides a natural pathway for the spread of species between Asia and Europe. Being located on the transition point between the continents of Europe, Asia, and Africa; surrounded by different seas on three sides; and having different altitudes caused it to have three phytogeographical regions (Mediterranean, Irano-Turanian, and Euro-Siberian) and many different climatic conditions (Davis, 1971; Davis et al., 1988; Demirsoy, 1999; Çıplak, 2003). Turkey's climate diversity makes it one of the most important countries in its geographical area in terms of biodiversity. In fact, while Europe hosts around 200 mammal species, 170 mammal species are distributed in Turkey (Demirsoy, 1996; Wilson & Reeder, 2005; Eken et al., 2006; Yiğit et al., 2006a; Özkazanç, 2012). Three of the seven gates (Erzurum-Kars, Iğdır-Aralık, and Van-Hakkari plateaus) that animals spread to Anatolia are located in Eastern Anatolia (Demirsoy, 1996). Due to its location, the province of Van encompasses a great diversity of habitats and species that are ecologically, economically, and scientifically important as it is on the routes of these gates. Unfortunately, there is not enough information about the wild mammals in order to maintain the biodiversity and conservation of these

species and their habitats in Turkey. In the previous studies on mammals a total of 19 mammal species, *Spermophilus xanthoprimum*, *Mus musculus*, *Mesocricetus brandti*, *Cricetulus migratorius*, *Allactaga williamsi*, *Ellobius lutescens*, *Nannospalax xanthodon*, *Apodemus sylvaticus*, *Microtus schidlovskii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Meriones tristrami*, *Sciurus anomalus*, *Vulpes vulpes*, *Erinaceus concolor*, *Lepus europaeus*, *Felis silvestris*, *Martes foina*, *Meles meles*, and *Lutra lutra* were recorded from Van and its vicinity based on the exemplified species (Albayrak, 1987; Alp, 1999; Yiğit & Çolak, 1998a,b; Coşkun & Ulutürk, 2001, 2003; Yiğit et al., 2006a,b; Coşkun et al., 2012; Toyran et al., 2018). Apart from these, it is stated that some wild mammals may also be distributed in this region due to their distribution in the nearby regions. Many species face a high risk of extinction in the near future, parallel to habitat loss as a result of human activities. A key aim of this study is to provide a mammal inventory for the province of Van based on the data obtained from the field study and to determine the habitat selection and threat analysis of these species. Thus, further research of the mammalian species identified in the area and determining the priority regions will contribute to conserve the important habitats and biodiversity of the area before anthropogenic activity.

*Corresponding author: servetuluturk13@gmail.com

2. Material and Methods

The province of Van, with the largest lake of Turkey, is entirely within the Van Lake basin and located in the Eastern Anatolia (Fig. 1). The continental climate is prevailing in the region with long and harsh winters as almost half of the year (150 days) is below 0°C. Annual precipitation varies between 370 and 570 mm depending

on the districts. 33% of the total area of Van consists of plateaus and highlands. While the surroundings of Lake Van and the valleys in the province are covered with rich vegetation, the mountains are generally bare without trees. The lands of the province present a steppe landscape. 70% of the provincial lands are covered with meadows and pastures, 23% are cultivated and planted areas, and 2% are covered with forests and heaths.

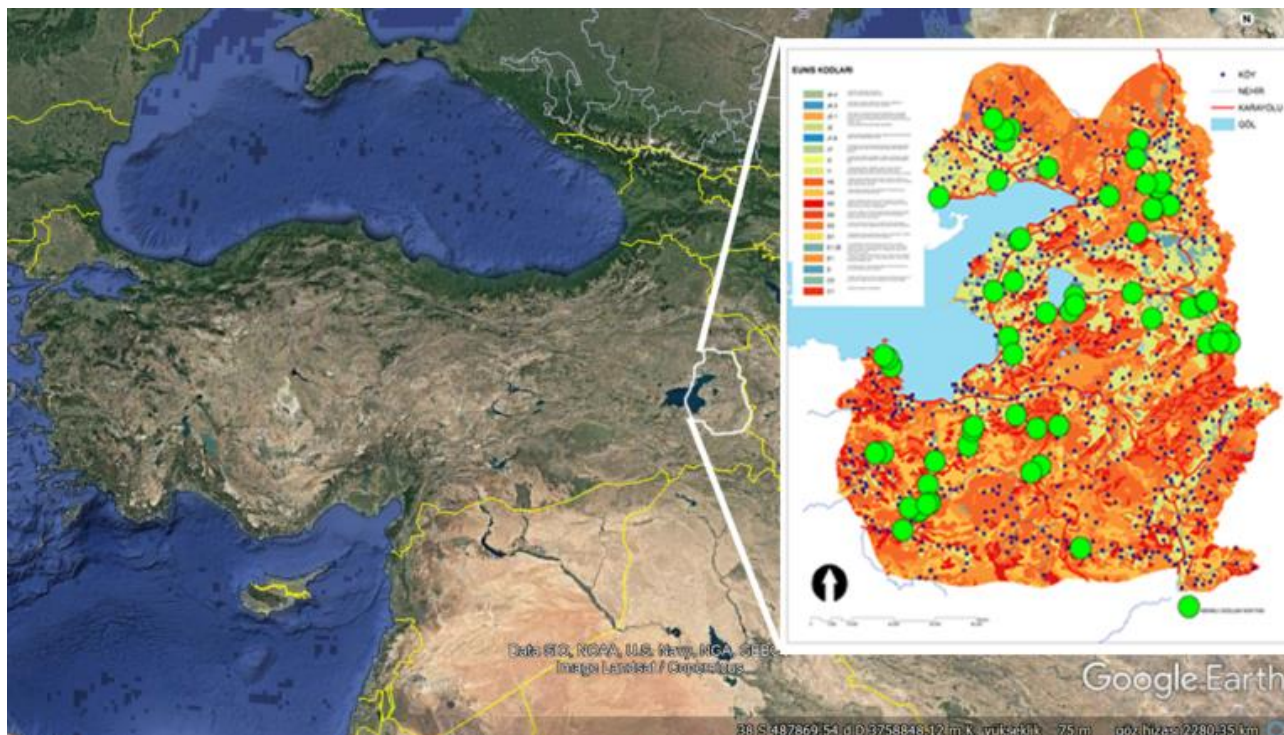


Figure 1. Ecosystem and distribution of the mammal observation points.

Comprehensive studies on mammals were carried out between 2013 and 2014 in the province of Van, Eastern Anatolian region of Turkey, focusing on the 352 different localities (Fig. 1). Mammalian species were observed by direct (binoculars, video cam, and DSLR camera) and indirect observation (footprints, feces, peeling of tree barks, food remains, scratching places, owl pellets, and etc.) methods. Checklists and reference books were used to identify species (Corbet, 1978; Niethammer & Krapp, 1978; Harrison & Bates, 1991; Kefelioğlu, 1995; Kryštufek & Vohralík, 2001; Wilson & Reeder, 2005). In order to monitor the wild mammals, observation localities and times were selected by determining the daily activities (roaming, overnight, feeding, and etc.) of species by preliminary field studies. In addition to the field studies, we compiled the previously published papers and evaluated the data from the interviews done with the local people, hunters, and Nature Conservation and National Parks (NCNP, Turkish abbreviation DKMP) personnel to take into account all kinds of factors that may affect the distribution of wild mammals because of direct or indirect observations.

3. Results

The field studies carried out in 352 different localities between 2013 and 2014 allowed us to identify 25 mammal species, by direct and indirect observation techniques, from Van belonging to 6 orders and 15 families (Table 1). The highest species rate in the study area was found to be

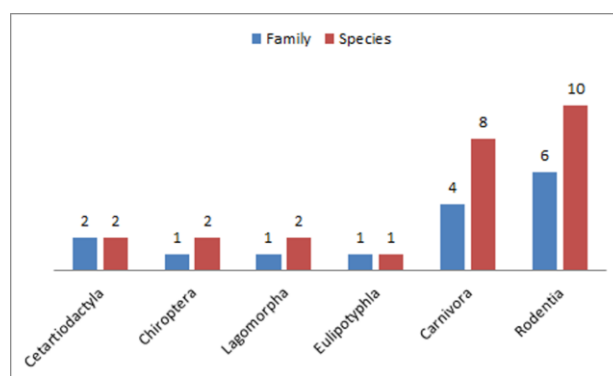


Figure 2. Family and species ratios of orders in the mammal fauna of Van

rodents with 10 species belonging to 6 families (Fig. 2). The majority of the species identified in the study area were directly observed and their presence in the area was supported by photographs (Fig. 3). While brown bear and wolf cannot be photographed, many footprints of these species were found in the study area (Fig. 4). Again, *Mus musculus* and *M. socialis* species, which are difficult to be observed in the area, were determined from the skeletal remains obtained from the pellets of owl species in the area (Fig. 4). Only 14 of these 25 species, *Nannospalax xanthodon*, *Ellobius lutescens*, *Cricetulus migratorius*, *Allactaga williamsi*, *Lepus europaeus*, *Sciurus anomalus*, *Spermophilus xanthoprimum*, *Vulpes vulpes*, *Felis silvestris*, *Erinaceus concolor*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Mus musculus*, *Meles meles*,

and *Lutra lutra*, were previously known to the study area based on the samples. The remaining 11 species, *Martes martes*, *Mustela nivalis*, *Canis lupus*, *Hystrix indica*, *Ursus arctos*, *Sus scrofa*, *Capra aegagrus*, *Oryctolagus cuniculus*, *Myotis myotis*, *Microtus socialis*, and *Meriones persicus*, were

identified as the first exemplified records for the study area. In addition, it has been stated by the citizens and authorities that Kuzu and Akdamar Islands are not the natural habitats of the *O. cuniculus* that is distributed here and that it was brought here by humans.



Figure 3. Wild mammals detected in Van province by direct observation (Photographed by Dr. Servet ULUTÜRK)

Table1. Wild mammals of Van and their conservation status (E, endangered; Vu, vulnerable; NT, near-threatened; Lc, least concern; DD, data deficient).

Order	Family	Common name	Scientific name	IUCN	CITES	BERN
Cetartiodactyla	Bovidae	Wild Goat	<i>Capra aegagrus</i> Erxleben, 1777	VU		II
	Suidae	Wild Boar	<i>Sus scrofa</i> Linnaeus 1758	LC		
Chiroptera	Vespertilionidae	Greater Mouse-eared Bat	<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen 1797)	LC	II	
		Common Pipistrelle	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber 1774)	LC	III	
Logomorpha	Leporidae	European Hare	<i>Lepus europaeus</i> Linnaeus 1758	LC		III
		European rabbit	<i>Oryctolagus cuniculus</i> (Linnaeus 1758)	EN		
Eulipotyphla	Erinaceidae	White-breasted Hedgehog	<i>Erinaceus concolor</i> Martin1837	LC		
Carnivora	Ursidae	Brown Bear	<i>Ursus arctos</i> Linnaeus 1758	VU		

Table1. (Continued)

Order	Family	Common name	Scientific name	IUCN	CITES	BERN
Carnivora	Felidae	Wild Cat	<i>Felis silvestris</i> Schreber 1777	LC		
	Canidae	Grey Wolf	<i>Canis lupus</i> Linnaeus 1758	LC	I	II
		Red Fox	<i>Vulpes vulpes</i> Linnaeus 1758	LC		
	Mustelidae	Common Otter	<i>Lutra lutra</i> Linnaeus 1758	NT	I/w	II
		Pine Marten	<i>Martes martes</i> Linnaeus 1758	LC	III	
		Eurasian Badger	<i>Meles meles</i> (Linnaeus 1758)	LC		
			Leasty Weasel	<i>Mustela nivalis</i> Linnaeus 1766	LC	III
Rodentia	Hystricidae	Indian Crested Porcupine	<i>Hystrix indica</i> (Kerr 1792)	LC		II
	Muridae	Persian Jird	<i>Meriones persicus</i> (Blanford 1875)	LC		
		House Mouse	<i>Mus musculus</i> Linnaeus 1758	LC		
	Sciuridae	Caucasian Squirrel	<i>Sciurus anomalus</i> Gmelin 1778	LC	II	
		Anatolian Ground Squirrel	<i>Spermophilus xanthopyrinus</i> Bennett 1835	NT		
	Spalacidae	Nehring's Blind Mole Rat	<i>Nannospalax xanthadon</i> (Satunin 1898)	DD		
	Cricetidae	Grey Dwarf Hamster	<i>Cricetulus migratorius</i> (Pallas 1773)	LC		
		Transcaucasian Mole Vole	<i>Ellobius lutescens</i> Thomas 1897	LC		
		Social Vole	<i>Microtus socialis</i> (Pallas, 1773)	LC		
	Dipodidae	William's Jerboa	<i>Allactaga williamsi</i> Thomas 1897	LC		



Microtus socialis skulls from owl pellets



Mus musculus skulls from owl pellets



Footprints of *Ursus arctos*



Footprints of *Canis lupus*

Figure 4. Wild mammals detected in Van province by indirect observation (Photographed by Dr. Servet ULUTÜRK)

4. Discussion

Detection of 11 more mammal species, different from what was previously defined, increased the number of the exemplified species in the area to 30. However, 5 species from the previously exemplified studies (*Mesocricetus brandti*, *Apodemus sylvaticus*, *Microtus schidlovskii*, *Meriones tristrami* and *Martes foina*) and 17 species included in the literature data (*Lynx lynx*, *Rattus rattus*, *R. norvegicus*, *Arvicola terrestris*, *Crocidura leucodon*, *Microtus arvalis*, *Mustela nivalis*, *Dryomys nitedula*, *Apodemus mystacinus*, *A. flavicollis*, *Mustela erminea*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *R. hipposideros*, *Myotis aurascens*, *M. blythii*, *M. nipalensis*, *Hypsugo savii*) were not encountered in this study. Most of these undetected species were given in previous studies, taking into account their close distribution areas (Demirsoy, 1996; Kryštufek & Vohralík, 2001; Kuru, 1994; Wilson & Reeder, 2005; Yiğit et al., 2006b). It was seen that rodents and carnivores had the highest number of species in Van province (Fig. 2). Of exemplified species, following one species (*Oryctolagus cuniculus*) which was found only on Kuzu and Akdamar islands is endangered, two species (*Capra aegagrus* and *Ursus arctos*) are vulnerable, two species (*Spermophilus xanthopyrmnus* and *Lutra lutra*) are near threatened, and others are least concern category according to International Union for Conservation of Nature (IUCN). However, although in the minimum concern category on a global scale, bat species *Myotis myotis* and *Pipistrellus pipistrellus* are under threat on a national scale along with *Hystrix indica* and *Canis lupus* species in the study area. Similarly, according to CITES, *C. lupus* and *L. lutra* are in Appx -1, *Sciurus anomalus* and *Myotis myotis* are in Appx -2, and *Vulpes vulpes*, *Martes martes* and *P. pipistrellus* are in Appx -3 list. The conservation status of the species in terms of IUCN, BERN, and CITES were given in Table 1. The *O. cuniculus* species, which is distributed only on Akdamar and Kuzu Islands in the area, is actually descended from a few pairs of domesticated individuals brought here by humans. These pets, which were left on the island by some local administrators with the idea of beautifying the island and increasing its biological richness, have become wild over the years, away from the pressure of the predators and the threats posed by human beings. Over a decade, these two islands have functioned as a wildlife reservation area and have provided an important habitat for this species, which is not found in almost anywhere in Anatolia. Due to the damage it has caused to the vegetation on the islands due to its highly increasing population, the individuals caught alive by the teams of NCNP provincial directorate are released into the nature outside of these islands. For such a species where we can see the 10th generation on average in a year, we can say that this geographical isolation may be a triggering factor in the evolution of this species. In this sense, detailed comparison studies of this island's population with its natural population will be of interest for the mammalian biologists. Human activities are the primary causes of biodiversity loss and emerge as the biggest threat. Moreover the climate change, which is also caused by the human factor, poses a threat to the acceleration of habitat and species losses. The primary goal in "Aichi Biodiversity Targets" plans to address these concerns is to protect 17% of the global land surface, focusing on the areas of particular importance for the

biodiversity and ecosystem services (Fernanda et al., 2017). Approximately 3% of the total surface area in Turkey is in the status of protected area (Thomas, 2006). However, this ratio should be increased by identifying priority areas based on the richness, endemism, and vulnerability of the species. Considering the distribution and densities of the species identified in this study, Saray-Keçikayası, Çatak-Sak, Çatak-Dalbastı, and Gürpınar-Çepkenli villages which are surrounded by high steep cliffs and forested areas can be determined as priority regions for the conservation of mammals. Unfortunately, in this region, as in the rest of the world, the human factor emerges as the biggest threat to biodiversity. Especially in winter, some mammals such as foxes, wolves, brown bears, and martens, which approach the settlements in order to find food, are killed by the local people. In the same way, while the fish farms established in the area interrupt the habitats of the otters, they are killed by the farm owners to protect the fish. The project area has a great diversity in terms of wild mammals. This richness is currently threatened, mostly by human activities including habitat loss and harvesting. We must protect this biodiversity by improving the population densities of species and we must be able to benefit from this natural resource in a sustainable way. Thus, the sustainable use of biodiversity can be protected. Also high priority areas, combined with areas of high priority for other taxonomic groups and with social, economic, and political considerations, provide a biological foundation for the future conservation planning efforts. In addition, determining and comparing the priority areas for the conservation of mammals on the basis of biological diversity will make an important contribution to the literature.

Acknowledgement: This study was supported by the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks. We would like to thank the employees of Provincial Directorate of NCNP of Van who did not spare their support during the field studies.

Ethics committee approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Author Contributions: Conception - S.U.; Design - S.U.; Supervision - S.U.; Fund - Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks. We would like to thank the employees of Provincial Directorate of NCNP of Van; Materials - S.U.; - Data Collection or Processing - S.U.; Analysis Interpretation - S.U.; Literature Review - S.U., G.Y.; Writing - S.U., G.Y.; Critical Review - S.U., G.Y.

References

- Albayrak, İ. (1987). A new record of *Pipistrellus pipistrellus aladdin* in Turkey. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology*, 5, 31-37. <https://doi.org/10.1501/Commuc.0000000119>
- Alp, Ş. (1999). Van ili Çatak bölgesinde bulunan su samurlarının habitatı ve karşılaştığı problemler. *Tabiat ve İnsan*, 34(1), 8-10.
- Çıplak, B. (2003). Distribution of Tettigoniinae (Orthoptera, Tettigoniidae) bush-crickets in Turkey: the importance of the Anatolian Taurus Mountains in biodiversity and implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 12, 47-64.
- Corbet, G.B. (1978). The mammals of the palaearctic region. A taxonomic review. British Museum (Natural History) and Cornell University Press, London and Ithaca (NY), England, pp. 1-314.

- Coşkun, Y., Kaya, A., Ulutürk, S., Yürümez, G., & Moradi, M. (2012). Karyotypes of the mole rats, genus *Nannospalax* (Palmer 1903) (Spalacidae: Rodentia) populations in Eastern Anatolia, Turkey. *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, Vol. 8, No.2, 201-208.
- Coşkun, Y., & Ulutürk, S. (2001). Türkiye *Ellobius* (Rodentia: Mammalia) cinsinin taksonomisi, dağılışı ve karyolojisi. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Proje No. TBAG-1751 (198T143).
- Coşkun, Y., & Ulutürk, S. (2003). Observations on the Mole Vole, *Ellobius lutescens* Thomas 1897, (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 27(2), 81-87.
- Davis, P.H. (1971). Distribution Patterns in Anatolia with Particular Reference to Endemism. In: Davis, P.H., Harper, P.C., Hedge, I.C. (ed). *Plant Life of South-West Asia*, Edinburgh: The Botanical Society of Edinburgh, 15-27.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K. (ed), (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 10. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Demirsoy, A. (1996). Türkiye Omurgalıları, Memeliler, Meteksan A.Ş. Maltepe-Ankara, 292 pp.
- Demirsoy, A. (1999). Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası "Hayvan Coğrafyası". Meteksan A.Ş. Maltepe-Ankara, 964 pp.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D.T., & Lise Y. (ed) (2006). Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları. *Doğa Derneği*, Ankara, 79 pp.
- Fernanda, T., Bruma, B., Catherine, H., Grahame, D., Gabriel, C., Costae, S., ...& Ana, D.D. (2017). Global priorities for conservation across multiple dimensions of mammalian diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(29), 7641-7646. <https://doi.org/10.1073/pnas.1706461114>
- Harrison, D.L., & Bates, P.J.J. (ed) (1991). *The Mammals of Arabia*. 2nd ed. Harrison Zoological Museum, Sevenoaks, Kent, England, 354 pp.
- IUCN (2021). <http://www.iucnredlist.org/> (accessed 02.12.2021).
- Kefelioğlu, H. (1995). Türkiye *Microtus* (Mammalia: Rodentia) cinsinin taksonomisi ve yayılışı. *Turkish Journal of Zoology*, 19(1), 35-63.
- Kryštufek, B. & Vohralík V. (2001). *Mammals of Turkey and Cyprus: Introduction Checklist of Insectivora*. Knjižnica Annales Majora, Koper, Republic of Slovenia, 140 + xvi.
- Kuru, M. (1994). *Omurgalıları*. Gazi Üniversitesi Yayını, Ankara, 841 pp.
- Niethammer, J., & Krapp, F. (1978). *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 1, Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 476 pp.
- Özkazanç, N.K. (2012). Sökü Yaban Hayatı Koruma Alanı'nda tespit edilen büyük memeli hayvanlar. *Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14(21), 92-99.
- Thomas, L. (2006). Türkiye Korunan Alan Yönetiminde IUCN Kategori Sistemi. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Biyolojik Çeşitlilik ve Doğal Kaynak Yönetimi Projesi. Nisan, 2006 Ankara.
- Toyran, K., Adızel, Ö., & Azizoğlu, E. (2018). Van Gölü havzasındaki Türkiye memeli türlerinin yol ölümleri. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 11(1), 40-44.
- Wilson, D.E., & Reeder, D.M. (2005). *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. 3rd Edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 2142 pp.
- Yiğit N., & Çolak, E. (1998a). A new Subspecies of *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Rodentia: Gerbillinae) from Kilis (South-eastern Turkey); *Meriones tristrami kilisensis* subsp. n. *Turkish Journal of Zoology*, 22, 99-103.
- Yiğit N., & Çolak, E. (1998b). Contribution to the geographic distribution of rodent species and ecological analyses of their habitats in Asiatic Turkey. *Turkish Journal of Biology* 22(4), 435-446.
- Yiğit N., Çolak, E., Sözen, M., & Karataş, A., & Demirsoy, A. (Ed) (2006a). *Rodents of Türkiye*. Ankara, Türkiye, Meteksan Yayınevi, 154 pp.
- Yiğit N., Gharkheloo, M.M., Çolak, E., Özkurt, Ş., Bulut, Ş., Kankılıç, T., & Çolak R. (2006b). The karyotypes of some rodent species (Mammalia: Rodentia) from Eastern Turkey and Northern Iran with a new record, *Microtus schidlovskii* Argyropulo, 1933, from Eastern Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 30(4), 459-464.

The Flora of Koz Mountain (Genç/Bingöl) and its Surroundings

Abdurrahim ÇETİN*, Lütfi BEHÇET

Bingöl University, Faculty of Science and Art, Department of Molecular Biology and Genetics, Bingöl, TÜRKİYE

ORCID ID: Abdurrahim ÇETİN: <https://orcid.org/0000-0003-2021-8472>; Lütfi BEHÇET: <https://orcid.org/0000-0001-8334-7816>

Received: 11.03.2022

Accepted: 12.04.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: The flora of Mount Koz (Genç-Bingöl) and its surroundings was studied between 2019-2021. As a result of the identification of 1506 specimens collected from the area, 625 taxa (415 species, 147 subspecies, and 63 varieties) belonging to 289 genera and 68 families were identified. Two taxa of the determined plants are members of Pteridophyta and 623 taxa are members of Spermatophyta. of the Spermatophyta members, 621 taxa belong to Angiospermae and two taxa to Gymnospermae subdivisions. of the Angiospermae members, 498 taxa are in the Dicotyledones and 123 taxa Monocotyledones classes. 49 taxa of the plants identified in the study are endemic and the endemism rate is 7.84%.

The phytogeographical region element distributions of the determined taxa are as follows: Irano-Turanian 192 (30.72%), Mediterranean 60 (9.60%), Euro-Siberian 49 (7.84%), and multi-regional or unknown phytogeographical region 324 (51.84%). The order of the first 10 families with the highest taxa number is as follows: Asteraceae (85), Poaceae (65), Fabaceae (52), Caryophyllaceae (38), Lamiaceae (38), Brassicaceae (34), Boraginaceae (29), Apiaceae (23), Rosaceae (20), and Plantaginaceae (13). The top 10 largest genera are respectively designated as *Trifolium* (14), *Astragalus* (13), *Centaurea* (11), *Allium* (10), *Vicia* (8), *Galium* (8), *Ranunculus* (8), *Bromus* (8), *Veronica* (8), and *Silene* (7).

Life form evaluation of the determined taxa is as follows: 285 (45.60%) are hemipterophytes, 178 (28.48%) therophytes, 83 (13.28%) cryptophytes, 37 (5.92%) chamaephytes, and 42 (6.72%) phanerophytes.

Keywords: Plant diversity, plant geography, taxonomy, Türkiye.

Koz Dağı (Genç / Bingöl) ve Çevresinin Florası

Öz: Koz Dağı (Genç-Bingöl) ve çevresinin florası 2019-2021 yılları arasında araştırılmış; alandan toplanan 1506 örneğin teşhis edilmesi sonucunda 289 cins ve 68 familyaya ait 625 takson (415 tür, 147 alttür ve 63 varyete) tespit edilmiştir. Belirlenen bitkilerin ikisi Pteridophyta, 623'ü Spermatophyta üyesidirler. Spermatophyta ait taksonların 621'i Angiospermae, ikisi Gymnospermae alt divizyonlarına aittir. Angiospermae üyelerinin 498'i Dicotyledones ve 123'ü Monocotyledones sınıflarında yer almaktadır. Çalışmada tespit edilen 49 takson endemik olup endemizin oranı %7.84'tür.

Belirlenen taksonların fitocoğrafik bölgelere dağılımları; İran-Turan 192 (%30.72), Akdeniz 60 (%9.60), Avrupa-Sibirya 49 (%7.84), çok bölgeli veya bilinmeyen fitocoğrafik bölge 324 (%51.84) şeklindedir. En fazla takson sayısına sahip ilk 10 familya sırasıyla şu şekildedir; Asteraceae (85), Poaceae (65), Fabaceae (52), Caryophyllaceae (38), Lamiaceae (38), Brassicaceae (34), Boraginaceae (29), Apiaceae (23), Rosaceae (20) ve Plantaginaceae (13). En fazla takson içeren ilk 10 cins sırasıyla; *Trifolium* (14), *Astragalus* (13), *Centaurea* (11), *Allium* (10), *Vicia* (8), *Galium* (8), *Ranunculus* (8), *Bromus* (8) *Veronica* (8) ve *Silene* (7) olarak belirlenmiştir.

Belirlenen taksonların hayat formlarına göre dağılımları; 285 (% 45.60)'i hemikriptofit, 178 (%28.48)'i terofit, 83 (%13.28)'ü kriptofit, 37 (%5.92)'si kamefit ve 42 (%6.72)'si fanerofittir.

Anahtar kelimeler: Bitki çeşitliliği, bitki coğrafyası, taksonomi, Türkiye.

1. Giriş

Türkiye'nin floristik açıdan zengin olması birçok faktöre bağlıdır. Günümüzdeki veriler ele alındığında dünya 37 floristik bölgeye ayrılmıştır ve ülkemiz üç floristik bölgenin kesişim noktasında bulunmaktadır. Bunlar güney ve batısında Akdeniz; Doğu, Orta ve Güneydoğu Anadolu'da; İran-Turan ve kuzeyinde de Avrupa Sibirya fitocoğrafik bölgeleridir (Akman, 1993). Türkiye bu bakımdan nadir coğrafi konuma sahip bir ülkedir.

Ayrıca ülkemiz konum olarak 36°-42° kuzey enlemleri ile 26°-45° doğu boylamları arasında kuzey yarım kürede yer almakta ve 780.576 km²'lik bir yüz ölçümüne sahiptir (Akman, 1995). Kapsadığı coğrafi alan, iklim özellikleri, farklı toprak ve jeomorfolojik yapılardan dolayı floristik bakımdan hatırı sayılır anlamda çeşitliliği

barındırmaktadır (Davis, 1965-1985).

Bilindiği üzere ülkemiz yedi coğrafi bölgeden oluşmaktadır. Araştırma alanımız B8 karesinde bulunup, Doğu Anadolu coğrafi bölgesi içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanımızın batısında Elazığ, doğusunda Muş, kuzeyinde Erzurum ve güneyinde Diyarbakır illeri bulunmaktadır. Günümüze dek yapılan çok sayıda flora odaklı çalışmalara rağmen; ülkemizin sahip olduğu bitki potansiyeli ve bu potansiyele dair belirlenen takson sayıları ülkemizde flora ile ilgili çalışmaların devam edeceğini göstermektedir. Özellikle de çalışma alanımızın içerisinde yer aldığı Doğu Anadolu Bölgesinin ülkemizdeki diğer bölgeler ile karşılaştırıldığında floristik çalışmalar bakımından yeterli kadar çalışılmadığı görülmektedir. Bu sebeple bölgenin floristik yönden daha birçok çalışmaya konu olacağı kaçınılmazdır.

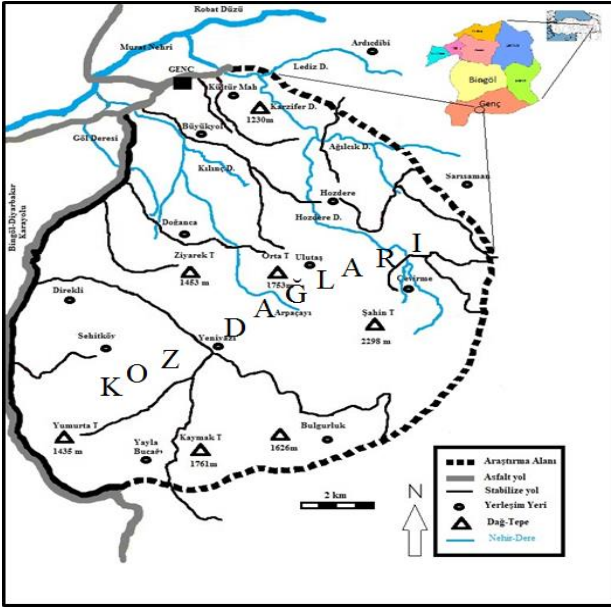
*Corresponding author: a.cetin@bingol.edu.tr

Bingöl ili sınırları içerisinde yapılan daha önceki floristik çalışmalar şunlardır: Altıkardeş Dağı ve çevresinin (Genç, Bingöl) Florası (Sinan & Behçet, 2014), Göynük Nahiyesi (Karlıova-Bingöl) ve Çevresinin Florası (Cengiz, 2016), Yüzenadalar (Bingöl-Solhan) çevresinin florası (Kılıç et al., 2017), Dikme (Kür) Yaylası (Merkez-Bingöl) ve Çevresinin Florası (Kılıç & Yıldırım, 2014), Hiro Yaylası ve Çevresinin (Adaklı-Bingöl) Florası (Yapar & Behçet, 2018).

Bu çalışma, daha önce floristik anlamda herhangi bir çalışmaya konu olmayan ülkemizin Doğu Anadolu Bölgesi Bingöl ili Genç ilçesinin güney kesiminde yer alan Koz Dağları ve çevresinin florasını araştırmak amacıyla yapılmıştır.

1.1. Araştırma Alanı Hakkında Genel Bilgiler

Araştırma alanımız; Doğu Anadolu Bölgesinde, Bingöl ili Genç ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Alanın güneyinde Bulgurluk ve Yaylabucağı köyleri, kuzeyinde Genç ilçe merkezi ile Ardıçdibi köyü, batısında Yayla köyü, Direkli köyü ve Şehitköy; doğusunda ise Çevirme ve Sarısaman köyleri bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi haritası

Figure 1. Geographical map of the research area

Araştırma alanının batı sınırını Bingöl-Diyarbakır karayolu oluşturmaktadır. Araştırma alanımızdaki yerleşim yerleri; Genç merkezinin Gülistan mahallesi, Çevirme, Şehitköy, Yenyazı, Bulgurluk, Direkli, Yaylabucağı, Yazıkonağı ve Doğanca köyleridir. Bu yerleşim alanlarından Çevirme, Doğanca, Yenyazı ve Yaylabucağı köylerine asfalt yol ile ulaşım sağlanırken diğer köylere ulaşım stabilize yol ile sağlanmaktadır. Ziyarek (1453 m), Şahin (2298 m) ve Orta tepeleri (1763 m) alandaki başlıca yükseltilerdir (Şekil 1).

Araştırma alanında Murat Nehri başta olmak üzere Lediz, Korzifer, Kılınç, Hozdere dereleri ve Arpa Çayı başlıca akarsulardır. Araştırma alanımızda Murat Nehri en büyük akarsudur. Murat Nehri'ne Lediz, Göl, Kılıç ve Korzifer dereleri katılmaktadır (Şekil 1).

Araştırma alanının büyük toprak gruplarını kolüvyal topraklar, kireçsiz kahverengi topraklar, kireçsiz

kahverengi orman topraklar ve alüvyal topraklar oluşturmaktadır (Anonim, 1984).

Araştırma alanı, İran-Turan fitocoğrafik bölgesi içinde bulunmaktadır. Araştırma alanında orman formasyonları ile birlikte çalı-yarıçalı, step ve sucul formasyonlar bulunmakla beraber; orman ve step formasyonları alanda daha yaygındır. Çalışma alanında orman formasyonu 1030 m'den başlayarak yaklaşık 2050 m yüksekliklere kadar çıkmaktadır. Alanımızın en doğu sınırı ve Çevirme köyü ile Genç ilçe merkezi arasında bulunan Yadinmezarlığı ve çevresi, Gülistan mezrasına giden yol ile Doğanca köyü güneyindeki alanlarda yoğun örtüyü *Quercus infectoria* subsp. *veneris* (A.Kern.) Meikle taksonu oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra alanda yer yer *Q. brantii* Lindl. türü *Q. infectoria* taksonuna eşlik etmektedir. Araştırma sahasında ormanın antropojenik etkilerle yok edildiği veya çeşitli sebeplerle gelişmediği alanlarda kserofit yapılı step formasyonu gelişme göstermiştir. Step formasyonunu daha çok yastık formu türler oluşturmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı Koz Dağı ve çevresinin bitki çeşitliliğinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda bölge ve Türkiye florasına katkıda bulunulmuş olacaktır.

2. Materyal ve Metot

Araştırmamızın materyalini 2019-2021 yılları vejetasyon mevsimlerinde araştırma alanından toplanan vasküler bitki örnekleri oluşturmaktadır.

Arazi çalışmaları esnasında bitki örneklerinin toplandığı lokalite bilgileri kaydedilmiş ve çalışmamızın bulgular kısmında numaralandırılarak listelenmiştir. Lokalite bilgileri (Bitki toplanan istasyonlar) yazılırken alanın tamamı B8 karesi, Bingöl ili ve Genç ilçesi sınırları içerisinde yer aldığından dolayı tekrardan kaçınmak için B8; Bingöl ve Genç ilçesi yazılmamıştır. Bu bilgiler verilirken; köy veya mevki adı, habitatu, yüksekliği, toplama tarihi, GPS değerleri sırası düzeni takip edilmiştir. Bitki örneklerin teşhisinde başta "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000) çalışmalar olmak üzere; Flora Iranica (Rechinger, 1965-1977), Flora Europaea (Tutin et al., 1964-1981), Flora of Iraq (Towsend & Guest, 1960-1985), Flora Palaestina (Zohary, 1966-1986), Flora of USSR (Komarov, 1933-1964) gibi çeşitli ülke flolarından ve bazı cins ve türlerle ilgili (Podlech & Zarre, 2013; Doğan et al., 2015; Behçet & İlçim 2015; Duran et al., 2003; Hamzaoğlu et al., 2015) çalışmalarından da faydalanılmıştır.

Bitki toplanan istasyonlar ve Floristik liste, "Bulgular" bölümünde verilmiştir. Listede yer alan taksonların tamamı, APG IV sistemine göre alfabetik sıraya göre yazılmıştır. Takson otörleri "The International Plant Name Index (IPNI, 2022)" ve "The Plant List (2013)" web sitelerinden kontrol edilerek verilmiştir. Flora listesi; Bitki toplama istasyon numarasından sonra ilgili taksona ait toplayıcı rumuzu ve numarası, endemik olanlar ile risk altında olanların tehlike kategorileri kısaltmalarla (AÇ: Abdurrahim ÇETİN, END: endemik, VU: zarar görebilir, LC: az endişe verici, EN: tehlikede, NT: tehlide yakın, CR: kritik tehlikede) biliniyor ise fitocoğrafik bölge elementi kısaltmalarla (kullanılan kısaltmalar şu şekildedir: Ir-Tur. el: İran-Turan elementi, Medit. el: Akdeniz elementi, Eu-

Sib. el: Avrupa-Sibirya elemeti ve hayat formu Raunkiaer (1934)'in kriterlerine göre kısaltmalar (kullanılan kısaltmalar şu şekildedir: Fh: Fanerofit, Ch: Kamefit, Cr: Kriptofit, Hc: Hemikriptofit, Th: Terofit) kullanılarak yazılmıştır. Bitkilerin endemizm durumları, fitocoğrafik bölge elementleri ve Türkçe isimler Türkiye bitkileri listesi (Güner et al., 2012) adlı eserden kontrol edilmiştir. Endemik ve nadir bitkilerin tehlike kategorileri yönünden durumlarının değerlendirilmesinde başta Ekim et al. (2000) olmak üzere Vural (2006), Doğan et al. (2015), Behçet & İlçim (2015) ve IUCN (2021) çalışmalarından da yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. İklim Bulguları

Araştırma alanımızın iklimi; Bingöl il merkezi, Solhan, Genç (Bingöl), Hani, Lice, (Diyarbakır), istasyonlarından alınan meteorolojik veriler kullanılarak değerlendirilmiştir. İklim verileri Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden (DMİ) 2020 temin edilmiştir. Çalışma sahamız Akdeniz ikliminin etkisinde kalmaktadır (Akman, 1990). Emberger (1955) $Q=2000.p/M2-m2$ formülünü Akdeniz biyoiklim katlarını belirlemek için geliştirmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırma alanı ve çevresindeki istasyonların Biyoiklim tipleri ve bunlar ile ilgili veriler

Table 1. Bioclimate types of stations in and around the research area and data about them

İstasyon	Yükseklik (m)	P (mm)	M °C	m °C	Q	PE	S	Biyoiklim Katı
Bingöl	1151	948.9	34.5	-5.9	81.6	32.6	0.9	Az Yağışlı, Çok Soğuk Akdeniz iklimi
Genç	1087	863.3	35.5	-6.6	71.2	27.9	0.7	Az Yağışlı, Çok Soğuk Akdeniz iklimi
Solhan	1395	698.8	32.9	-8.1	59.6	38.9	1.1	Yarı Kurak Üst, Buzlu Akdeniz iklimi
Lice	1125	1070	36.7	-2.2	94.7	21.4	0.6	Az Yağışlı, Soğuk Akdeniz iklimi
Hani	756	995.3	36.3	-1.6	90.3	22.4	0.6	Az Yağışlı, Soğuk Akdeniz iklimi

P= Yıllık yağış miktarı, M= En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması m= En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması, Q= Emberger yağış sıcaklık emsali, PE: Yaz yağışı ortalaması, S: kurak devre

3.2. Floristik Bulgular

2019-2021 yılları arasında vejetasyon döneminde araştırma alanının düzenli ziyaret edilmesi sonucunda 54 farklı istasyondan 1506 bitki örneği toplandı. Bu örneklerin değerlendirilmesi ile 625 (68 familya, 289 cins, 415 tür, 147 alttür ve 63 varyete) takson tespit edildi. 625 taksonun iki tanesi Pteridophyta, 623'ü Spermatophyta divizyonlarına içerisinde yer almaktadır. Spermatophyta üyelerinin ikisi Gymnospermae, 621'i Angiospermae altdivizyonlarına aittir. Angiospermlerin 498 tanesi Dicotyledones, 123 tanesi Monocotyledones sınıflarına dâhildir. Tesbit edilen taksonların 49'u endemik olup endemizm oranı %7.84'dir.

3.2.1. Bitki Toplanan İstasyonlar

1. Bingöl-Diyarbakır karayolu Genç çıkışı 2. km, orman-orman açıkları, 1100-1150 m, 28.04.2020, 38°43'37.20"K, 40°32'35.33"D
2. Çevirme-Yazkonağı köyü arası yolun 5. km, step alanlar, 1800-1850 m, 05.05.2020, 38°40'46.49"K, 40°39'54.86"D
3. Çevirme köyü çevresi, kayalık yamaçlar, 1700-1750 m, 05.05.2020, 38°41'6.89"K, 40°39'33.21"D
4. Genç Çevirme yolu Yadin Mezarlığını geçtikten sonra 3. km yol kenarları, step, 1250-1300 m, 13.05.2020, 38°42'44.42"K, 40°36'22.82"D, 38°42'48.33"K, 40°36'22.83"D
5. Çevirme köyü cami çevresi yol kenarları, step, 1550-1600 m, 29.05.2020, 38°41'19.98"K, 40°38'10.55"D
6. Çevirme köyü girişi yol kenarları, step, 1450-1500 m, 29.05.2020, 38°41'41.18"K, 40°38'31.68"D
7. Çevirme köyü Şahin tepesi, step yamaçlar, 2000-2100 m, 01.06.2020, 38°40'11.29"K, 40°39'8.65"D

8. Çevirme köyünden Yazkonağı köyüne giderken yolun 2-3. km, yol kenarları, nemli alanlar, 1700-1750 m, 10.06.2020, 38°40'52.22"K, 40°39'32.87"D
9. Çevirme köyü çıkışı Genç ilçesine giderken yol kenarları, step alanlar, 1300-1350 m, 10.06.2020, 38°42'16.56"K, 40°37'25.71"D
10. Çevirme köyünden Yazkonağı köyüne giderken yolun 4-5. km, step yamaçlar, 2000-2050 m, 10.06.2020, 38°40'0.52"K, 40°39'46.07"D
11. Çevirme köyünü geçtikten sonra Yazkonağı köyü girişi, step yamaçlar, 1800-1850 m, 10.06.2020, 38°40'45.87"K, 40°39'44.84"D
12. Çevirme köyünü geçtikten sonra Yazkonağı köyüne giderken yolun 3-4. km, step yamaçlar, 1700-1750 m, 10.06.2020, 38°40'51.37"K, 40°39'34.02"D
13. Doğanca köyü yolu 1-2. km, yol kenarları, step, 1100-1200 m, 17.06.2020, 38°42'16.84"K, 40°33'5.64"D
14. Bulgurluk köy merkezi, step alanlar, 1450-1500 m, 23.06.2020, 38°38'37.08"K, 40°35'59.99"D
15. Yenyazı köyü çevresi, sulak alanlar, 1550-1600 m, 23.06.2020, 38°39'49.00"K, 40°34'34.08"D
16. Çevirme köyü girişi dere kenarları, 1450-1500 m, 02.07.2020, 38°41'45.47"K, 40°38'33.66"D
17. Yadin Mezarlığı ile Gülistan köyü arası yol kenarları, step, 1140-1170 m, 02.07.2020, 38°43'40.24"K, 40°34'52.10"D
18. Sarısamın köyü yolu 1-3.km, yol kenarları, step, 1350-1400 m, 06.07.2020, 38°42'45.08"K, 40°38'9.45"D
19. Sarısamın köyü girişi dere kenarları, sulak alanlar, 1300-1350 m, 06.07.2020, 38°43'0.33"K, 40°38'22.45"D

20. Çevirme köyü cami çevresi dere kenarları, nemli alanlar, 1540-1600 m, 10.07.2020, 38°41'18.31"K, 40°38'11.26"D
21. Çevirme köyü girişini geçtikten sonra yolun 3-4. km, yol kenarları, 1600-1700 m, 10.07.2020, 38°41'12.78"K, 40°39'23.67"D
22. Çevirme köyü Şahin tepesi, step yamaçlar, 2150-2225 m, 16.07.2020, 38°40'3.12"K, 40°38'36.98"D
23. Çevirme köyü Şahin tepesi, güney yamaçları, step, 2000-2200 m, 16.07.2020, 38°40'8.59"K, 40°39'10.90"D
24. Yenyazı köyü-Alan mezrası arası, step yamaçlar, 1550-1650 m, 25.07.2020, 38°39'30.30"K, 40°35'51.55"D
25. Şehitköy eski ilköğretim okulu çevresi, yol kenarları, step, 1370-1400 m, 25.07.2020, 38°40'48.16"K, 40°31'10.60"D
26. Şehitköy eski ilköğretim okulu güneydoğusu dere kenarları, nemli alanlar, 1350-1380 m, 25.07.2020, 38°40'45.60"K, 40°31'10.62"D
27. Çevirme köyünden Şahin tepesine giderken yolun 3-4. km, step, 1800-1850 m, 3.10.2020, 38°40'35.39"K, 40°39'53.84"D
28. Yadin Mezarlığı çevresi, step alanlar, 1150-1170 m, 3.10.2020, 38°43'55.74"K, 40°34'48.69"D
29. Genç-Çevirme arası Yadin Mezarlığını geçince 4-5. km, yol kenarları, step, 1300-1325 m, 3.10.2020, 38°42'43.05"K, 40°36'16.18"D
30. Doğanca köyü girişi meşelik alan çevresi, kayalık, 1130-1165 m, 19.03.2021, 38°42'37.34"K, 40°33'14.34"D
31. Yayla mezrası karşısı, step yamaçlar, 1330 m, 31.03.2021, 38°39'21.08"K, 40°30'20.63"D,
32. Çevirme köyüne giderken Sarısaman köyü yol ayrımını geçtikten sonra 1. km, step, 1360 m, 26.04.2021, 38°42'13.97"K, 40°37'34.56"D
33. Çevirme köyü cami çevresi, step, 1550 m, 26.04.2021, 38°41'20.26"K, 40°38'10.95"D
34. Çevirme köyünden Şahin tepesine giderken yolun 2-3. km, kayalık alan, 1715 m, 26.04.2021, 38°41'2.77"K, 40°39'27.72"D
35. Şahin tepesi güneye bakan, step yamaçlar, 1850 m, 26.04.2021, 38°40'33.78"K, 40°39'46.71"D
36. Yayla köyü girişi karşısı yolun 5-6. km, step alanlar, 1330 m, 05.05.2021, 38°39'13.08"K, 40°30'32.64"D
37. Bingöl-Diyarbakır karayolu Doğanca köyü girişini geçtikten sonra yolun 4-5. km, tarla kenarları, nemli çayırlar, 1120 m, 05.05.2021, 38°42'41.82"K, 40°31'35.57"D
38. Çevirme köyü güneyi kavak ormanlığı çevresi, nemli alanlar, 1700 m, 18.05.2021, 38°40'55.76"K, 40°38'26.49"D
39. Çevirme köyü girişini geçtikten sonra yolun 3-4. km, kayalık yamaçlar, 18010m, 18.05.2021, 38°41'8.71"K, 40°39'36.40"D
40. Çevirme köyü Şahin tepesinin kuzeydoğusu, step yamaçlar, 2100 m, 18.05.2021, 38°40'5.58"K, 40°39'21.80"D
41. Bingöl Diyarbakır karayolu Yayla köyü karşısı, step alanlar, 1520 m, 08.06.2021 38°36'46.55"K, 40°31'58.15"D
42. Bulgurluk köy merkezinden Çevirme köyüne giderken yolun 1-2. km, yol kenarları, 1480 m 08.06.2021, 38°38'36.36"K, 40°36'3.02"D
43. Yenyazı'dan Bulgurluk köyüne giderken Alan mezrası yol ayrımı step, 1580 m, 08.06.2021, 38°39'52.03"K, 40°35'1.23"D
44. Çevirme Köyü girişini geçtikten sonra 2-3.km, çeşme çevresi, nemli alanlar, 1740 m, 08.06.2021, 38°40'51.91"K, 40°39'32.15"D
45. Bingöl Diyarbakır karayolu, Yenyazı-Bulgurluk köy yolu 3-4.km, orman orman açıkları, 1630 m, 08.06.2021, 38°40'55.43"K, 40°32'28.19"D
46. Bingöl-Diyarbakır karayolu Doğanca köyü girişini geçtikten sonra yolun 2-3.km, çayır alanlar, 1115m, 08.06.2021, 38°42'41.23"K, 40°31'38.08"D
47. Çevirme-Genç karayolu Sarısaman yol ayrımını geçtikten sonra köprü çevresi, dere kenarları, nemli alanlar, 1285 m, 08.06.2021, 38°42'27.96"K, 40°36'32.95"D
48. Bingöl-Diyarbakır karayolu Doğanca köyü girişini geçtikten sonra yolun 2-3. km, dere kenarları, nemli alanlar, 1130 m, 04.07.2021, 38°42'42.63"K, 40°31'33.32"D
49. Bulgurluk köyü yol ayrımına gelmeden, step yamaçlar, 1580 m, 04.07.2021, 38°39'50.01"K, 40°35'2.88"D
50. Bulgurluk-Çevirme köyü yolu 4-5. km, step yamaçlar, 1650 m, , 04.07.2021, 38°38'36.42"K, 40°37'3.38"D
51. Çevirme-Genç ilçesi arası, Yadin mezarlığını geçtikten sonra yol kenarları, step alanlar, 1160 m, 04.07.2021, 38°44'12.97"K, 40°34'32.22"D
52. Bingöl-Diyarbakır karayolu Yenyazı, Bulgurluk köyleri yol ayrımı, step alanlar, 1360 m, 04.07.2021, 38°40'45.97"K, 40°30'55.79"D
53. Çevirme köyü cami çevresi, bostan kenarları, 1550 m, 08.08.2021, 38°41'17.00"K, 40°38'10.89"D
54. Bulgurluk-Çevirme köyü yolu 3-4. km, yol kenarları, 1640 m, 08.08.2021, 38°38'38.07"K, 40°37'8.66"D

3.2.2. Araştırma Alanının Florası

DIVISION: PTERIDOPHYTA/EĞRELTİ BÖLÜMÜ

EQUISETACEAE/ATKUYRUĞUGİLLER

Equisetum L./Atkuyruğu

1. *E. ramosissimum* Desf./Kırk kilitotu; 15, AÇ498, Cr.

DRYOPTERIDACEAE/PİLUNÇGİLLER

Dryopteris Adans./Pilunç

2. *D. filix-mas* (L.) Schott/Erkek eğrelti; 6, AÇ158, 12, AÇ338, Hc.

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA/TOHURLU BİTKİLER
SUBDIVISION: PINOPHYTINA/AÇIK TOHURLULAR
ALTSINIFI/PINIDAE/ÇAMLAR
CUPRESSACEAE/SERVİGİLLER

Juniperus L./Ardıç

3. *J. oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*/Katran ardıcı; 24, AÇ888, Fh.

PINACEAE/ÇAMGİLLER

Pinus L./Çam

4. *P. sylvestris* Lour./Sarıçam; 1, AÇ17, Eu.-Sib. el., Fh.

SUBDIVISION: MAGNOLIOPHYTINA/KAPALI TOHURLULAR

ALTSINIFIMAGNOLIDAE/MANOLYA

ACANTHACEAE/AYİPENÇESİGİLLER

Acanthus L./Ayıpençesi

5. *A. dioscoridis* L. var. *dioscoridis*/Lokman ayıpençesi; 21, AÇ745, Hc.

ADOXACEAE/MÜRVERGİLLER

Sambucus L./Mürver

6. *S. ebulus* L./Mürver otu; 20, AÇ727, Eu.-Sib. El., Fh.

AMARANTHACEAE/HOROZİBİĞİGİLLER

Chenopodium L./Sirken

7. *C. botrys* L./Kızılacak; 16, 18, 29, AÇ565, AÇ644, AÇ975, Th.

8. *C. foliosum* Asch./Cülek; 22, AÇ837, Th.

Noaëae Moq./Hölmezotu

9. *N. mucronata* (Forssk.) Asch. & Schweinf. subsp. *mucronata*/Hölmezotu; 22, AÇ843, Ir.-Tur. el., Hc.

Salsola L./Soda otu

10. *S. boissieri* Botsch. subsp. *boissieri*/Boz soda; 22, AÇ808, Ir.-Tur. el., Hc.

AMARYLLIDACEAE/NERGİSGİLLER

Allium L./Soğan

11. *A. ampeloprasum* L./Pırasa; 22, 39, 42, AÇ782, AÇ1211a, AÇ1341, Medit. el., Cr.

12. *A. dictyoprasum* C.A.Mey. ex Kunth/Top soğan; 41, AÇ1263, Ir.-Tur. el., Cr.

13. *A. flavum* L. subsp. *tauricum* (Besser ex Rchb.) K.Richt. var. *tauricum*/Toros sarısı; 41, AÇ1329, Medit. el., Cr.

14. *A. kharputense* Freyn & Sint./Harput soğanı; 7, AÇ199, Ir.-Tur. el., Cr.

15. *A. nigrum* L./Kara soğan; 39, AÇ1211, Medit. el., Cr.

16. *A. pallens* L. subsp. *pallens*/Nur soğanı; 48, AÇ1464, 51, AÇ1478, Medit. el., Cr.

17. *A. scorodoprasum* L. subsp. *rotundum* (L.) Stearn/Deli pırasa; 13, AÇ390a, AÇ448, Cr.

18. *A. trachycoleum* Wendelbo/Boz sarımsak; 21, AÇ767, Ir.-Tur. el., Cr.

19. *A. vineale* L./Sirmo; 46, AÇ1395a, Cr.

20. *A. wendelboanum* Kollmann/Kuş soğanı; 45, AÇ1366, END., Ir.-Tur. el., Cr.

APIACEAE/MAYDANOZGİLLER

Artemisia L./Karabenek

21. *A. squamata* L./Karabenek; 17, AÇ594, Th.

Bunium L./Aksar

22. *B. paucifolium* DC. var. *paucifolium*/Koçkuzu; 11, AÇ321, 12, AÇ371, 13, AÇ435, 15, AÇ475, 37, AÇ1138, Ir.-Tur. el., Cr.

Bupleurum L./Şeytanayağı

23. *B. gerardii* All./Çalı şeytanı; 41, AÇ1291, Th.

Chaerophyllum L./Handok

24. *C. crinitum* Boiss./Saçılakotu; 7, AÇ198, Ir.-Tur. el., Cr.

Daucus L./Havuç

25. *D. carota* L./Yabani havuç; 19, AÇ677, 24, AÇ910, 27, AÇ948, Hc.

26. *D. guttatus* Sm./Benekli havuç; 48, AÇ1470, Hc.

Falcaria Fabr./Orakotu

27. *F. vulgaris* Bernh./Orakotu; 48, AÇ1467, Hc.

Grammosciadium DC./Kamı

28. *G. daucoides* DC./Kamı; 2, AÇ33a, Ir.-Tur. el., Hc.

29. *G. macrodon* Boiss./Koca kamı; 1, AÇ07; 3, AÇ52, 7, AÇ198a, Ir.-Tur. el., Cr.

Heraclium L./Öğreotu

30. *H. persicum* Desf. ex Fisch., C.A.Mey. & Avé-Lall./Suh; 16, AÇ572, Ir.-Tur. el., Hc.

31. *H. trachyloma* Fisch. & C.A.Mey./Poğluk; 16, AÇ539, Hc.

Lecokia DC./Eşekbaldıranı

32. *L. cretica* (Lam.) DC./Eşek baldıranı; 4, AÇ90; 15, AÇ516, Cr.

Malabaila Hoffm./Koyunekmeği

33. *M. lasiocarpa* Boiss./Şabalğan; 4, AÇ81, 7, AÇ192, 12, AÇ344, 40, AÇ1221, END., LC., Ir.-Tur. el., Hc.

Oenanthe L./Delimaydanoz

34. *O. fistulosa* L./Kazyak; 13, AÇ441, Cr., .

Peucedanum L./Hınzırotu

35. *P. bupleuroides* H. Wolff/Şeytan hınzırı; 54, AÇ1497, END., EN., Cr., .

Pimpinella L./Anason

36. *P. anthriscoides* Boiss. var. *anthriscoides* Boiss./Mesireotu; 4, AÇ61, 5, AÇ139, 15, AÇ488, Ir.-Tur. el., Hc.

37. *P. peregrina* L./El anasonu; 8, AÇ241, 19, AÇ690, 20, AÇ725, 48, AÇ1462, Hc.
 38. *P. tragiun* Vill. subsp. *lithophila* (Schischk.) Tutin/Teke anasonu; 21, AÇ771,22, AÇ777, AÇ792, AÇ823, Hc., .

Prangos Lindl./Deliçakşır

39. *P. peucedanifolia* Fenzl/Kaya çakşırı; 1, AÇ08, Ir.-Tur. el., Hc.

Rhabdosciadium Boiss./Somhandok

40. *R. microcalycinum* Hand.-Mazz./Som handok; 41, AÇ1315, END. Ir.-Tur. el., Cr.

Scandix L./Kişkiş

41. *S. stellata* Banks & Sol/Dağ kişkişi; 4, AÇ85, 10, AÇ269, 22, AÇ816, Th.

Tordylium L./Davulotu

42. *T. trachycarpum* (Boiss.) Al-Eisawi/Boz kalfalida; 41, AÇ1269, Th., .

Torilis Adans./Dercikotu

43. *T. arvensis* (Huds.) Link subsp. *neglecta* (Schult.) Thell./Şeytanhavucu; 18, AÇ670, Th.

44. *T. leptophylla* (L.) Rchb.f./İnce dercikotu; 41, AÇ1324, Th.

APOCYNACEAE/ZAKKUMGİLLER

Vincetoxicum Wolf/Zilasur

45. *V. tmoleum* Boiss./Hıyaluk; 41, AÇ1279, AÇ1281, Ir.-Tur. el., Hc.

ARACEA/YILANYASTIĞIGİLLER

Arum L./Yılanyastığı

46. *A. rupicola* var. *virescens* (Stapf) P.C.Boyce/Dağsorsalı; 37, AÇ1119, Ir.-Tur. el. Cr.

ASPARAGACEAE/KUŞKONMAZGİLLER

Muscari Mill./Müşkürüm

47. *M. armeniacum* Leichtlin ex Baker/Gavurbaşı; 30, AÇ1000, Cr.

48. *M. azureum* Fenzl/Keşişbaşı; 1, AÇ09, 4, AÇ113, END., Cr.

49. *M. comosum* (L.) Mill./Morbaş 36, AÇ1089, 37, AÇ1112, Medit. el. Cr.

Ornithogalum L./Akyıldız

50. *O. arcuatum* Steven/Kurtkirişi; 6, AÇ168, Ir.-Tur. el.,Cr.

51. *O. montanum* Cirillo/Dağ akyıldızı; 6, AÇ150, Ir.-Tur. el., Cr.

52. *O. narbonense* L./Akbaldır; 40, AÇ1248, 4, AÇ89, Medit. el., Cr.

53. *O. oligophyllum* E.D.Clarke/Kurt soğanı; 33, AÇ1051, Cr.

54. *O. sphaerocarpum* A.Kern./Salkım sakarca; 15, AÇ478, Cr.

Scilla L./Sümbülcük

55. *S. lepii* Speta/İnce sümbül; 31, AÇ1017, END., Ir.-Tur. el., Cr.

56. *S. siberica* Haw. subsp. *armena* (Grossh.) Mordak/Camışkiran; 30, AÇ994, Ir.-Tur. el., Cr.

ASTERACEAE/PAPATYAGİLLER

Achillea L./Civanperçemi

57. *A. arabica* Kotschy./Hanzabel; 5, AÇ148, 13, AÇ416, 15, AÇ507, 15, AÇ628a, Ir.-Tur. el.,Ch.

58. *A. millefolium* L. subsp. *millefolium*/Civanperçemi; 9, AÇ250, 15, AÇ505, Eu.-Sib. el., Ch.

59. *A. vermicularis* Trin./Püşan; 12, AÇ353, 21, AÇ761, Ir.-Tur. el. CR., Ch.

Anthemis L./Papatya

60. *A. cotula* L./Hozan çiçeği; 15, AÇ504; 20, AÇ702, 25, AÇ920, 41, AÇ1310, 46, AÇ1405, Th.

61. *A. cretica* subsp. *tenuiloba* (DC.) Grierson/İnce papatya; 38, AÇ1158, 40, AÇ1220, Th.

62. *A.kotschyana* Boiss. var. *discoidea* (Bornm.) Grierson/Koç papatyası; 15, AÇ512, Hc.

63. *A. pseudocotula* Boiss./Acem papatyası; 13, AÇ389, Th.

Arctium L./Löşlek

64. *A. minus* (Hill) Bernh. subsp. *minus*/Löşlek; 16, AÇ573, Eu.-Sib. el., Hc.

Artemisia L./Yavşan

65. *A. abrotanum* L./Erkek pelin; 48, AÇ1450, Hc.

66. *A. arborescens* (Vaill.) L./Akpelin; 41, AÇ1282, Medit. el., Hc.

67. *A. scoparia* Waldst. & Kitam./Kara süpürge; 23, AÇ878, 30, AÇ992, Hc.

68. *A. vulgaris* L./Kaba yavşan; 48, AÇ1449, Hc.

Bellis L./Koyungözü

69. *B. perennis* L./Koyungözü; 1, AÇ22, 5, AÇ125, 12, AÇ373a, 30, AÇ1002, Eu.-Sib. el., Hc.

Bidens L./Suketeni

70. *B. tripartita* L./Üç suketeni; 27, AÇ959, Th.

Carduus L./Eşekdikeni

71. *C. nutans* L./Eşekdikeni; 13, AÇ437, Hc.

72. *C. pycnocephalus* subsp. *albidus* (M.Bieb.)/Kazmi; 41, AÇ1334, Th., .

Carthamus L./Aspir

73. *C. dentatus* Vahl/Kinadikeni; 17, AÇ615, Th.

Centaurea L./Peygamberçiçeği

74. *C. aggregata* Fisch. & C.A.Mey. ex DC. subsp. *aggregata*/Kümedüğme; 13, AÇ429, 17, AÇ589, 23, AÇ867, 24, AÇ916, Hc.

75. *C. aggregata* Fisch. & C.A.Mey. ex DC. subsp. *albida* (K.Koch) Bornm./Akküme; 4, AÇ918, END., Hc.
76. *C. cariensis* Boiss. subsp. *maculiceps* (O.Schwarz) Wagenitz/Gül acımık; 23, AÇ866, Hc.
77. *C. consanguinea* DC./Tezdüğme; 12, AÇ352, 13, AÇ427, 14, AÇ461, 16, AÇ563, END., LC., Ir.-Tur. el., Hc.
78. *C. glastifolia* L./Kotankıran; 2, AÇ35, AÇ43, 7, AÇ216, 10, AÇ277, 39, AÇ1192, Ir.-Tur. el., Hc.
79. *C. iberica* Trevir. ex Spreng./Deligözdikeni; 17, AÇ592, Hc.
80. *C. kurdica* Reichardt/Pamukdikeni; 17, AÇ620, END., Ir.-Tur. el., Hc.
81. *C. saligna* (K.Koch) Wagenitz/Hol; 22, AÇ828, END., LC., Ir.-Tur. el., Hc., .
82. *C. solstitialis* L./Çakırdikeni; 16, AÇ543, 17, AÇ591, 41, AÇ1320, Th.
83. *C. urvillei* subsp. *armata* Wagenitz/Kötürüm; 36, AÇ1085, 41, AÇ1323, E. Medit. el., Hc.
84. *C. urvillei* DC. subsp. *urvillei*/Alakötürüm; 4, AÇ95, 23, AÇ850, E. Medit. el. Hc.
- Chardinia* Desf./Çağlaotu
85. *C. orientalis* (L.) Kuntze/Çağlaotu; 36, AÇ1087, Ir.-Tur. el., Th.
- Chondrilla* L./Karakavuk
86. *C. juncea* L./Karakavuk; 29, AÇ985, 54, AÇ1498, Hc.
- Cichorium* L./Hindiba
87. *C. intybus* L./Hindiba; 13, AÇ440, 15, AÇ500; 17, AÇ62427, AÇ969, Hc.
- Cirsium* Mill./Köyğöçüren
88. *C. arvense* (L.) Scop. subsp. *vestitum* (Wimm. & Grab.) Petr./Köyğöçüren; 19, AÇ686, 22, AÇ840, Hc.
89. *C. vulgare* (Savi) Ten./Yaygın kangal; 23, AÇ865, 54, AÇ1499, Hc.
- Cnicus* L./Topdikeni
90. *C. benedictus* L.var. *benedictus*/Topdiken; 1, AÇ06; 36, AÇ1091, Th.
- Conyza* Less./Çakalotu
91. *C. canadensis* (L.) Cronquist/Selviotu; 29, AÇ981, Th.
- Cota* J.Gay ex Guss./Babuçça
92. *C. altissima* (L.) J. Gay./Köpek papatyası; 17, AÇ598, Ch.
93. *C. tinctoria* (L.) J.Gay ./Boyacı papatyası; 5, AÇ144, 7, AÇ194, 10, AÇ283, 16, AÇ550, AÇ567, Hc.
94. *C. wiedemanniana* (Fisch. & C.A.Mey.) Holub./Babuçça; 4, AÇ97, 12, AÇ343, 14, AÇ455, 37, AÇ1136, Th.
- Crepis* L./KISKI
95. *C. alpina* L./Yürekotu; 8, AÇ244, AÇ245, 19, AÇ692, 22, AÇ785, Th.
96. *C. foetida* L. subsp. *rhoeadifolia* (M.Bieb.) Çelak./Sakarkanak; 11, AÇ317, AÇ325, 12, AÇ332, AÇ342, 13, AÇ425, 17, AÇ606, 24, AÇ908, AÇ911, 29, AÇ977, Th.
97. *C. pulchra* L. subsp. *pulchra*/Zarif kıskıs; 41, AÇ1296a, Th.
- Crupina* (Pers.) DC./Gelindöndüren
98. *C. crupinastrum* (Moris) Vis./Gelindöndüren; 19, AÇ678, 41, AÇ1257, Hc.
- Echinops* L./Topuz
99. *E. orientalis* Trautv./Dağsekeri; 17, AÇ611, 24, AÇ899, Ir.-Tur. el., Hc.
- Erigeron* L./Şifaotu
100. *E. acris* L. subsp. *pycnotrichus* (Vierh.) Grierson/Yünlü şifaotu; 48, AÇ1445, Eu.-Sib. el., Hc.
- Filago* L./Keçeotu
101. *F. arvensis* (L.) Holub/Keçeotu; 10, AÇ276, 11, AÇ307, Th.
- Gundelia* L./Kenger
102. *G. tournefortii* L.var. *tournefortii*/Kenger; 4, AÇ109, Ir.-Tur. el., Hc.
- Helianthus* L./Ayçiçeği
103. *H. tuberosus* L./Yerelmasi, 53, AÇ1489, Cr.
- Helichrysum* Mill./Ölmezçiçek
104. *H. arenarium* (L.) Moench subsp. *aucheri* P.H.Davis & Kupicha/Yayla çiçeği; 13, AÇ436; 16, END., LC., Ir.-Tur. el., Ch.
105. *H. arenarium* (L.) Moench subsp. *rubicundum* (K.Koch) P.H.Davis & Kupicha/Yaylagülü; 13, AÇ428, Ir.-Tur. el., Ch.
106. *H. plicatum* DC. subsp. *plicatum*/Mantuvar; 7, AÇ224, 12, AÇ354, Ch.
107. *H. plicatum* DC. subsp. *pseudoplicatum* (Nábělek) P.H.Davis & Kupicha/Bozoğlan; 21, AÇ753, Ch.
- Inula* L./Andızotu
108. *I. britannica* L./Çayır andızı; 23, AÇ845, Eu.-Sib. el., Hc.
109. *I. germanica* L./Ekin andızotu; 47, AÇ1438, Eu.-Sib. el., Hc.
110. *I. helenium* L. subsp. *pseudohelenium* Grierson/Andızotu; 21, AÇ765, Ir.-Tur. el., Cr.
111. *I. oculus-christi* L./Yolotu; 21, AÇ760, Eu.-Sib. el., Cr.
- Lactuca* L./Marul
112. *L. hispida* DC./Kıllı marul; 45, AÇ1384, Hc.
113. *L. orientalis* (Boiss.) Boiss./Sizikamişkan; 23, AÇ856, AÇ872, Ir.-Tur. el., Hc.
114. *L. serriola* L./Eşekhelvası; 29, AÇ984, Eu.-Sib. el., Hc.
115. *L. viminea* (L.) J.Presl & C.Presl/Çukurçitliği; 29, AÇ978, Hc., .

- Lapsana* L./Şebrek
116. *L. communis* L. subsp. *intermedia* (M.Bieb.) Hayek/Şebrek; 5, AÇ131, Hc.
- Leontodon* L./Aslandişi
117. *L. asperrimus* (Willd.) Endl./Aşyemliği; 11, AÇ304, Ir.-Tur. el., Hc.
- Picnomon* Adans./Kılçıkdişen
118. *P. acarna* (L.) Cass./Kılçıkdişen; 19, AÇ682, Medit. el., Th.
- Picris* L./Acışıro
119. *P. strigosa* M.Bieb. subsp. *strigosa*/Acışıro; 41, AÇ1333, Ir.-Tur. el., Hc.
- Pilosella* Vail./Tırnakotu
120. *P. procera* (Fr.) F.W.Schultz & Sch. Bip./Uzun Tırnakotu; 15, AÇ469, 22, AÇ841, Hc.
- Scorzonera* L./Tekesakalı
121. *S. mollis* M.Bieb. subsp. *mollis*/İskorçına; 2, AÇ29, 7, AÇ223, Hc.
122. *S. semicana* DC./Kıvrım; 39, AÇ1200, END., LC., Ir.-Tur. el., Hc.
- Senecio* L./Kanaryaotu
123. *S. vernalis* Waldst. & Kit./Kanaryaotu; 1, AÇ14, AÇ15, 4, AÇ101, Th.
- Sonchus* L./Eşekgevreği
124. *S. arvensis* L. subsp. *uliginosus* (M.Bieb.) Nyman/Bol sökelek; 8, AÇ240, Hc.
- Tanacetum* L./Pireotu
125. *T. cilicium* (Boiss.) Grierson/Kaba pireotu; 38, AÇ1160, 45, AÇ1367, E. Medit. el., Cr.
126. *T. parthenium* (L.) Sch. Bip./Beyaz papatya; 12, AÇ333, Hc.
127. *T. zahlbruckneri* (Nab.) Grierson/Özge pireotu; 7, AÇ201, END., VU., Ir.-Tur. el., Ch.
- Taraxacum* F.H.Wigg./Karahindiba
128. *T. butleri* Soest./Karahindiba; 1, AÇ11, 2, AÇ33, Hc.
129. *T. montanum* (C.A.Mey.) DC./Dağ hindibası; 22, AÇ790, Ir.-Tur. el., Hc.
130. *T. revertitans* Greuter/Çaşır; 33, AÇ1050, Hc.
- Tragopogon* L./Yemlik
131. *T. buphthalmoides* (DC.) Boiss. var. *buphthalmoides*/Tarla yemliği; 45, AÇ1380, Ir.-Tur. el., Hc.
132. *T. dubius* Scop./At yemliği; 41, AÇ1321, 46, AÇ1427, Hc.
133. *T. porrifolius* L. subsp. *longirostris* (Sch. Bip.) Greuter./Helevan; 13, AÇ392, Medit. el., Hc.
134. *T. pterocarpus* DC./Boz yemlik; 4, AÇ62, 11, AÇ305, Ir.-Tur. el., Hc.
- Tripleurospermum* Sch. Bip./Akpatatya
135. *T. decipiens* (Fisch. & C.A.Mey.) Bornm./Sarı papatya; 17, AÇ614, Hc.
136. *T. disciforme* (C.A.Mey.) Sch. Bip./Kel beybunuk; 13, AÇ405, Ir.-Tur. el., Hc.
137. *T. microcephalum* (Boiss.) Bornm./Kavruk göde; 45, AÇ1369, Ir.-Tur. el., Hc.
138. *T. oreades* (BOISS.) Rech. Fil. var. *oreades*/Hoşhoş; 1, AÇ23, 31, AÇ1022, Hc.
- Turoncio* Hamzaoğlu/Turanotu
139. *T. eriospermus* (DC.) Hamzaoğlu/Boz turanotu; 7, AÇ226, 11, AÇ289, Ir.-Tur. el., Hc.
- Tussilago* L./Öksürükotu
140. *T. farfara* L./Öksürükotu; 34, AÇ1074, Eu.-Sib. el., Hc.
- Xeranthemum* L./Kağıtçiçeği
141. *X. annuum* L./Kağıtçiçeği; 21, AÇ755, 17, AÇ625, Th.
- BETULACEAE/HUŞGİLLER
- Alnus* Mill./Kızılağaç
142. *A. glutinosa* (L.) Gaertn./Kızılağaç; 47, AÇ1432, Fh.
- BORAGINACEAE/HODANGİLLER
- Anchusa* L./Sığirdili
143. *A. aucheri* A.DC./Karadindik; 1, AÇ11a, 34, AÇ1064, Th.
144. *A. azurea* Mill./Sığirdili; 6, AÇ179, 25, AÇ931, Ch.
- Asperugo* L./Nevazilotu
145. *A. procumbens* L./Nevazilotu; 5, AÇ114, Eu.-Sib. el., Th.
- Brunnera* Steven/Göğcegözü
146. *B. orientalis* (Schenk) I.M.Johnst./Minik göğce; 15, AÇ484, AÇ496, E.Medit. el., Hc.
- Buglossoides* Moench/Tarlataşkeseni
147. *B. arvensis* (L.) I.M.Johnst./Tarla taşkeseni; 4, AÇ103, 34, AÇ1057, Th.
- Cynoglossum* L./Pisiktetiği
148. *C. montanum* L./Dağ köpekdişen; 38, AÇ1150, Eu.-Sib. el., Hc.
- Echium* L./Engerekotu
149. *E. italicum* L./Kurtkuyruğu; 13, AÇ388, 24, AÇ892, Medit. el., Hc.
- Heliotropium* L./Bambulotu
150. *H. europaeum* L./Akrep otu; 16, AÇ562, Ir.-Tur. el., Th.
151. *H. dolosum* De Not./Bambulotu; 29, AÇ982, Th.
- Myosotis* L./Unutmabeni
152. *M. alpestris* F.W.Schmidt subsp. *alpestris*/Boncukotu; 32, AÇ1029, Hc.
153. *M. amoena* Boiss./Hoş boncukotu; 2, AÇ41, 40, AÇ1238, VU., Euxin. el., Hc.

154. *M. heteropoda* Trautv./Çayırboncuğu; 1, AÇ16,AÇ27, Ir.-Tur. el., Th.
155. *M. ramosissima* Rochel/Kuşgözü; 36, AÇ1102, 37, AÇ1142, Th.
156. *M. sicula* Guss./İnciboncuk; 41, AÇ1298, Th.
- Nonea* Medik./Sormukotu
157. *N. monticola* (Rech. Fil.) Selvi & Biggazi/Dağ sormuğu; 35, AÇ1079, END. Hc.
158. *N. persica* Boiss./Acem sormuğu; 2, AÇ38, Ir.-Tur. el, LC., Hc.
159. *N. stenosolen* Boiss. & Balansa/Sormuk otu; 15, AÇ517, 43, AÇ1357, END., LC., Ir.-Tur. el., Hc.
- Onosma* L./Emzikotu
160. *O. albo-rosea* Fisch. & C.A. Mey./Kaya emceği; 39, AÇ1208, Hc.
161. *O. gigantea* Lam./Koca emcek; 17, AÇ596, E. Medit. el., Hc.
162. *O. mollis* DC./Divanköşk; 7, AÇ183, Ir.-Tur. el, Hc.
163. *O. polioxantha* Rech. f./Yoz emzikotu; 15, AÇ527, 23, AÇ859, END., Ir.-Tur. el. Hc.
164. *O. proballanthera* Rech. f./Yayla emziği; 21, AÇ756, END., Ir.-Tur. el. Hc.
165. *O. sericea* Willd./Kağıt emcek; 11, AÇ299, 37, AÇ1108, Hc.
- Paracaryum* (DC.) Boiss./Çarşakotu
166. *P. binguelianum* Behçet&İlçim, 7, AÇ203, 40, AÇ1227, END., Hc.
167. *P. cristatum* (Schreb.) Boiss. subsp. *cristatum*/Ana çarşakotu; 39, AÇ1201, END., LC., Ir.-Tur. el., Hc.
- Rindera* Pallas/Yünlügelin
168. *R. lanata* (Lam.) Bunge var. *canescens* (A.D.C.) Kosn./Yünlügelin; 7, AÇ205, 40, AÇ1216, Ir.-Tur. el., Hc.
- Rochelia* Rchb./Kuşcırnağı
169. *R. cancellata* Boiss. & Balansa/Yayla kuşcırnağı; 40, AÇ1215, Ir.-Tur. el.,Th.
- Solenanthus* Ledeb./Yaylatütünü
170. *S. stamineus* (Desf.) Wettst./Yayla tütünü; 7, AÇ188, AÇ219, Hc.
- Symphytum* L./Karakafesotu
171. *S. kurdicum* Boiss. & Hausskn./Kürt kafesotu; 15, AÇ483, 45, AÇ1376, Ir.-Tur. el. Hc.
- BRASSICACEAE/TURPGİLLER
- Aethionema* Aiton/Kayagülü
172. *A. arabicum* (L.) Andr. ex DC./Arap taşçantası; 4, AÇ87, AÇ93, Th.
173. *A. armenum* Boiss./Taşçantası; 2, AÇ42, 22, AÇ781, Ir.-Tur. el., Ch.
174. *A. grandiflorum* Boiss. & Hohen./Koca kayagülü; 7, AÇ211, 40, AÇ1217, Ir.-Tur. el., Ch.
175. *A. speciosum* Boiss. & A.Huet/Som kayagülü; 39, AÇ1189, Ir.-Tur. el., Ch.
- Alliaria* Heist. ex Fabr./Sarmusakhardalı
176. *A. petiolata* (M.Bieb.) Cavara & Grande/Sarımsak hardalı; 6, AÇ175, Th.
- Alyssum* L./Kuduzotu
177. *A. minutum* Schltdl. ex DC./Gıllik kuduzotu; 31, AÇ1020, Th.
178. *A. pateri* Nyár. subsp. *prostratum* (Nyár.) Dudley/Yatik kekke; 10, AÇ282, 26, AÇ941,AÇ943, END., LC., Ir.-Tur. el., Hc.
179. *A. simplex* Rudolph./Sade kuduzotu; 10, AÇ275, Th.
180. *A. strictum* Willd./Dik kuduzotu; 1, AÇ04, 37, AÇ1133, Ir.-Tur. el., Th.
- Arabidopsis* Heynh./Fenotu
181. *A. thaliana* (L.) Heynh./Fenotu; 32, AÇ1039, Th.
- Arabis* L./Kazteresi
182. *A. alpina* L.subsp. *alpina*/Kazteresi; 3, AÇ57, 34, AÇ1067, Hc.
183. *A. alpina* L. subsp. *brevifolia* (DC.) Cullen/Düz kazteresi; 22, AÇ833, E. Medit. el., Hc.
- Barbarea* W.Aiton/Nicarotu
184. *B. plantaginea* DC./Götlezgötü, 33, AÇ1048,Hc.
- Capsella* Medik/Çobançantası
185. *C. bursa-pastoris* (L.) Medik./Çobançantası; 13, AÇ386, 32, AÇ1043, Th.
- Cardamine* L./Actere
186. *C. tenera* S.G.Gmel. ex C.A.Mey./Narin köpükotu; 5, AÇ127, Hc.
187. *C. uliginosa* M.Bieb. AÇ1226/33, AÇ1049, Cr.
- Coluteocarpus* Boiss./Patarıkotu
188. *C. vesicaria* (L.) Holmboe subsp. *vesicaria*/Patarıkotu; 38, AÇ1171, Ir.-Tur. el., Hc.
- Draba* L./Kayadolaması
189. *D. nuda* (Bél.) Al-Shehbaz & M. Koch./Cıbil dolama; 31, AÇ1008, Hc.
190. *D. verna* (L.) DC./Çırçırotu; 32, AÇ1038, Th.
- Erysimum* L./Zarifeotu
191. *E. crassipes* Fisch. & C.A.Mey./Zarifeotu; 34, AÇ1059, Hc.
192. *E. repandum* L./Çatal zarife; 37, AÇ1123, Th.
- Fibigia* Medik./Sikkeotu
193. *F. clypeata* (L.) Medik. subsp. *clypeata* var. *clypeata*/Sikkeotu; 3, AÇ53, 36, AÇ1090, Hc.
194. *F. clypeata* (L.) Medik. subsp. *clypeata* var. *eriocarpa* (DC.) Post/Sikkeotu; 34, AÇ1069, Hc.

195. *F. macrocarpa* (Boiss.) Boiss./Koca sikkeotu, 4, AÇ70, Hc.
Hesperis L./Akşam yıldızı
196. *H. thyrsoidea* Boiss./Salkım akşam yıldızı; 2, AÇ44, 40, AÇ1214, Ir.-Tur. el., Hc.
Lepidium L./Tere
197. *L. draba* L./Diğnik; 6, AÇ163, Hc.
Microthlaspi F.K.Mey./Giyle
198. *M. perfoliatum* (L.) F.K.Mey./Giyle; 30, AÇ998, Th.
Neslia Desv./Tophardal
199. *N. paniculata* (L.) Desv./Tophardal; 36, AÇ1104, Th.
Noccea Moench/Kuşbaşıotu
200. *N. violascens* (Schott & Kotschy) F.K. Mey./Mor kuşbaşıotu; 38, AÇ1154, Th., END.,
Raphanus L./Turp
201. *R. sativus* L./Turp; 32, AÇ1035, Cr.
Sisymbrium L./Bülbülotu
202. *S. altissimum* L./Ergelenotu, 37, AÇ1141, 46, AÇ1393, Th.
203. *S. loeselii* L./Bülbülotu; 7, AÇ146, 38, AÇ1162, Th.
Thlaspi L./Çobandağarcığı
204. *T. arvense* L./Ekin dağarcığı; 40, AÇ1247, Th.
- CAMPANULACEAE/ÇANÇİÇEĞİGİLLER
- Asyneuma* Griseb. & Schenk/Çiçeklideğnek
205. *A. amplexicaule* (Willd.) Hand.-Mazz. subsp. *amplexicaule* var. *amplexicaule*/Hoşdeğnek; 12, AÇ341, Hc.
Campanula L./Çançiçeği
206. *C. glomerata* L. subsp. *hispida* (Witasek) Hayek/Yumak çanı; 39, AÇ1194, Hc.
207. *C. involucrata* Aucher ex A.DC./Sarım çanı; 7, AÇ210, Hc.
208. *C. reuteriana* Boiss. & Balansa/Sel çançiçeği; 41, AÇ1325, Th.
209. *C. stevenii* M.Bieb. subsp. *stevenii*/Yan çançiçeği; 7, AÇ232, Hc.
210. *C. stricta* L.var. *stricta*/Gür çançiçeği; 21, AÇ743, Hc.
- CAPRIFOLIACEAE/HANİMELİGİLLER
- Cephalaria* Scrad. ex Roem. & Schult./Pelemir
211. *C. elazigensis* var. *elazigensis* Göktürk & Sümbül/Elazığ pelemiri; 22, AÇ803, 54, AÇ1500, END., Ir.-Tur. el. Hc.
212. *C. microcephala* Boiss./Bozkır pelemiri; 22, AÇ804, Ir.-Tur. el. Hc.
Dipsacus L./Ferçitarağı
213. *D. laciniatus* L./Fesçitarağı; 48, AÇ1448, Hc.
- Pterocephalus* Adans./Cücükotu
214. *P. plumosus* (L.) Coult/Gök cücükotu; 41, AÇ1305, Th.
Scabiosa L./Uyuzotu
215. *S. argentea* L./Yazı süpürgesi; 13, AÇ446, Hc.
216. *S. persica* Boiss./Acem zivanı; 13, AÇ426, Ir.-Tur. el. Th.
Valerianella Mill./Kuzugevreği
217. *V. coronata* (L.) DC./Taçlı kuzu gevreği; 1, AÇ26, 37, AÇ1134, Th.
218. *V. dactylophylla* Boiss. & Hohen./El kuzugevreği; 12, AÇ339, AÇ373, Ir.-Tur. el., Th.
219. *V. glomerata* Boiss. & Balansa/Öz kuzugevreği; 4, AÇ77, END., Ir.-Tur. el. Th.
220. *V. locusta* (L.) Laterr./Nazlı kuzugevreği; 37, AÇ1139, Eu.-Sib. el., Th.
221. *V. pumila* (L.) DC./Bağ kuzugevreği; 31, AÇ1009, Th.
- CARYOPHYLLACEAE/KARANFİLGİLLER
- Arenaria* L./Kumotu
222. *A. serpyllifolia* L./Tarla kumotu; 6, AÇ152b, Th.
Cerastium L./Boynuzotu
223. *C. dubium* (Bastard) Guépin/Mızrak boynuzotu; 1, AÇ20, 5, AÇ126, Th.
224. *C. dichotomum* L./Çatal boynuzotu; 35, AÇ1076, Th.
225. *C. fontanum* Baumg. subsp. *vulgare* (Hartm.) Greuter & Burdet/Koru boynuzotu; 35, AÇ1097, Th.
226. *C. glomeratum* Thuill./Boynuzotu; 1, AÇ21, 37, AÇ1109, Th.
227. *C. pumilum* Curtis/Eğri boynuzotu; 6, AÇ174, 32, AÇ1023, Th.
- Cucubalus* L./Karanakıl
228. *C. baccifer* L./Karanakıl; 24, AÇ905, Hc.
Dianthus L./Karanfil
229. *D. floribundus* Boiss./Kırk karanfil; 18, AÇ639, 41, AÇ1316, Ir.-Tur. el. Hc.
230. *D. hymenolepis* Boiss. subsp. *hymenolepis*/Yamaç karanfili; 22, AÇ799, Ir.-Tur. el. Hc.
231. *D. orientalis* Adams/Yar karanfili; 22, AÇ821, Hc.
232. *D. zonatus* Fenzl var. *aristatus* (Boiss.) Reeve/Kaya karanfili; 13, AÇ430, 18, AÇ633, Hc.
233. *D. zonatus* Fenzl var. *hypochlorus* (Boiss.&Heldr.) Reeve/Kaya karanfili; 41, AÇ1296, Hc.
- Eremogone* Fenzl/İğnekumotu
234. *E. acutisepala* (Hauskn. ex F.Williams) Ikonn./Kumotu; 15, AÇ479, 23, AÇ881, END., Ir.-Tur. el. Hc.
235. *E. gypsophiloides* (L.) Fenzl/Çöven kumotu; 22, AÇ839, 10, AÇ260, Ir.-Tur. el., Hc.

236. *E. ledebouriana* (Fenzl) Ikonn./İğne kumotu; 43, AÇ1358, END., Hc.
- Gypsophila* L./Çöven
237. *G. ruscifolia* Boiss./Acem çöveni; 23, AÇ868, Ir.-Tur. el. Hc.
- Herniaria* L./Atyaran
238. *H. glabra* L./Atyaran; 38, AÇ1179, Th.
- Holosteum* L./Şeytanküpesi
239. *H. umbellatum* L./Şeytan küpesi; 30, AÇ997, Th.
- Minuartia* L./Tıstısotu
240. *M. hybrida* (Vill.) Schischk. subsp. *turcica* McNeill/Ekin tıstısı; 41, AÇ1306, Th.
241. *M. mediterranea* (Ledeb. ex Link) K.Maly'/Yalı tıstısı; 32, AÇ1026, Medit.el., Th.
- Moenchia* Ehrh./Dördüzotu
242. *M. mantica* subsp. *caerulea* (Boiss.) Clapham/; 32, AÇ1036, Th.
243. *M. mantica* (L.) Bartl subsp. *mantica*/Dördüz otu; 1, AÇ02, 47, AÇ1437, Th.
- Paronychia* Mill./Etyaran
244. *P. kurdica* Boiss. subsp. *kurdica* var. *kurdica*/Boz kepekotu; 11, AÇ309, 36, AÇ1105, Hc.
- Petrorhagia* (Ser.) Link/Feraceotu
245. *P. alpina* (Hablitz) P.W.Ball & Heywood subsp. *olympica* (Boiss.) P.W.Ball & Heywood/Yaylaferacesi, 15, AÇ487, 45, AÇ1386, Th.
246. *P. cretica* (L.) P.W.Ball & Heywood/Ada zarçiçeği, 41, AÇ1294, Th.
- Sagina* L./Saginotu
247. *S. procumbens* L./Saginotu; 29, AÇ989, Hc.
- Scleranthus* L./Kınavel
248. *S. annuus* L. subsp. *annuus*/Kınavel; 7, AÇ217a, 36, AÇ1094, Th.
249. *S. annuus* L. subsp. *verticillatus* (Tausch) Arcang./Zar kınavel; 32, AÇ1025, Th.
250. *S. uncinatus* Schur/; 5, AÇ134, Th.
- Silene* L./Nakil
251. *S. capitellata* Boiss./Kavuklu nakıl, 7, AÇ187, 39, AÇ1197, END., Ir.-Tur. el. Hc.
252. *S. chlorifolia* Sm./Puşkullu; 12, AÇ370, 38, AÇ1175, Ir.-Tur. el. Hc.
253. *S. chlorantha* (Willd.) Ehrh./; 42, AÇ1342, Hc.
254. *S. compacta* Fisch./Kanlıbasıra otu; 9, AÇ249, 19, AÇ674, Hc.
255. *S. spergulifolia* (Willd.) M.Bieb./Ana nakılı; 4, AÇ67, AÇ74, AÇ82, AÇ106, 36, AÇ1083, Ir.-Tur. el. Hc.
256. *S. stenobotrys* Boiss. & Hausskn./Maraş nakılı; 41, AÇ1273, Ir.-Tur. el., Hc.
257. *S. vulgaris* (Moench) Garcke var. *commutata* (Guss.) Coode & Cullen/Ecibücü; 5, AÇ117, 25, AÇ928, Hc.
- Stellaria* L./Kuşotu
258. *S. pallida* (Dumort.) Piré/Kuşmak; 32, AÇ1032, Th.
- Vaccaria* Medik./Ekinebesi
259. *V. hispanica* (Mill.) Rauschert./Ekin ebesi; 13, AÇ393, Th.
- CLEOMACEAE/SAÇAKGÜLÜGİLLER
- Cleoma* L./Saçakgülü
260. *C. ornithopodioides* L./Taş saçakgülü, 29, AÇ976, Th.
- COLCHICACEAE/ACIÇIĞDEMİLLER
- Colchicum* L./Acıçiğdem
261. *C. kotschyi* Boiss./Acıçiğdem, 7, AÇ225, Ir.-Tur. el. Cr.
262. *C. szovitsii* Fisch. & C.A.Mey./Katr çiğdemi; 30, AÇ1007, Cr.
- CONVOLVULACEAE/TARLASARMAŞIĞIĞİLLER
- Convolvulus* L./Tarlasarmaşığı
263. *C. arvensis* L./Tarla sarmaşığı; 20, AÇ721, Hc.
264. *C. betonicifolius* Mill. subsp. *peduncularis*/Kuzu sarmaşığı; 13, AÇ375, Ir.-Tur. el., Hc.
265. *C. carduchorum* P.H.Davis/Yapıkotu; 11, AÇ302, AÇ319, END., LC., Ir.-Tur. el., Hc.
266. *C. cataonicus* Boiss. & Hausskn./Kaplumbağaotu; 21, AÇ741, END., Ir.-Tur. el. Hc.
267. *C. galaticus* Rost. ex Choisy/Boz sarmaşık; 16, AÇ597, Ir.-Tur. el., Hc.
- CRASSULACEAE/DAMKORUĞUGİLLER
- Phedimus* Raf./Pisikulağı
268. *P. obtusifolius* (C.A.Mey.) 't Hart/Küt pisikulağı; 22, AÇ778, Cr.
- Rosularia* (DC.) Stapf/Kayakoruğu
269. *R. radiceflora* (Steud.) Boriss. subsp. *glabra* (Boiss.) D.F.Chamb. & Muirhead/Bodur kayakoruğu; 22, AÇ836, Ir.-Tur. el., Hc.
270. *R. semperivivum* (M.Bieb.) A.Berger subsp. *persica* (Boiss.)/Acem koruğu; 12, AÇ374, Ir.-Tur. el., Hc.
- Sedum* L./Damkoruğu
271. *S. album* L./Çobankavurgası; 21, AÇ766, Hc.
272. *S. caespitosum* (CAV) DC./Bodur damkoruğu; 1, AÇ03, Medit. el., Th.
273. *S. hispanicum* L./Damkoruğu; 4, AÇ112, Ir.-Tur. el., Th.
274. *S. subulatum* (C.A.Mey.) Boiss./Keditrnağı; 13, AÇ390b, Hc.
- Umbilicus* DC./Göbekotu
275. *U. luteus* (Huds.) Webb & Berthel./Sarı göbekotu; 4, AÇ102, Cr.

CUCURBITACEAE/KABAKGİLLER

Bryonia L./Binkulaç

276. *B. aspera* Steven ex Ledeb./Şeytan şalgamı; 41, AÇ1284, Hc.

CYPERACEAE/HASIROTUGİLLER

Bolboschoenus (Asch.) Palla/Sandalyesazi

277. *B. maritimus* (L.) Palla var. *maritimus*/Sandalyesazi; 48, AÇ1469, Hc.(Hd.)

Carex L./Ayakotu

278. *C. distans* L. subsp. *distans*/Sina ayakotu; 46, AÇ1409, AÇ1411, Eu.-Sib. el.,Hc.

279. *C. hirta* L./Tüylü çayırsazı; 46, AÇ1408, Eu. Sib. el., Hc.

280. *C. kurdica* Kük. ex Hand.-Mazz./Yaylasazı; 37, AÇ1149, Ir.-Tur. el., Hc.

281. *C. stenophylla* Wahlenb. subsp. *stenophylloides* (V.I.Krecz.) T.V.Egorova/Çol ayakotu; 33, AÇ1046, Ir.-Tur. el., Hc.

Cyperus L./Hasırotu

282. *C. longus* L. subsp. *longus*/Karatopalak; 15, AÇ519, 41, AÇ1270, Hc., (Hd.).

Eleocharis R.BR./Sivrisaz

283. *E. palustris* (L.) Roem. & Schult. subsp. *palustris*/Delisaz; 23, AÇ891, Cr.

284. *E. uniglumis* (Link) Schult. subsp. *uniglumis*/Kapçiksazı; 39, AÇ1191, Hc.

Scirpoides Seg./Vurla

285. *S. holoschoenus* (L.) Soják subsp. *holoschoenus*/Vurla; 15, AÇ520; 41, AÇ1253, AÇ1283. Cr.

ELAEAGNACEAE/İĞDEGİLLER

Elaeagnus L./İğde

286. *E. angustifolia* L. var. *angustifolia*/İğde; 27, AÇ967, Fh.

EUPHORBIACEAE/SÜTLEĞENGİLLER

Chrozophora Neck. ex A.Jauss./Siğilotu

287. *C. tinctoria* (L.) A.Juss./Siğilotu; 48, AÇ1449a, Th.

Euphorbia L./Sütleğen

288. *E. cheiradenia* Boiss. & Hohen./Şirker; 7, AÇ234, 27, AÇ949, Ir.-Tur. el., Hc.

289. *E. denticulata* Lam/Karasütlük, 1, AÇ05, 17, AÇ612, Ir.-Tur. el., Hc.

290. *E. falcata* L. subsp. *macrostegia* (Bornm.) O.Schwartz/Ilica sütleğeni; 50, AÇ1477, E. Medit. el., Th.

291. *E. szovitsii* Fisch. & C.A.Mey. var. *szovitsii*/Urus sütleğeni; 18, AÇ658, Th.

FABACEAE/BAKLAGİLLER

Astragalus L./Geven

292. *A. amblolepis* Fisch/Küt geven, 52, AÇ1482, 17, AÇ586, Ir.-Tur. el., Ch.

293. *A. bingoellensis* Podlech/Bingöl geveni, 4, AÇ73, 45, AÇ1385, END., Ch.

294. *A. caspicus* M.Bieb. subsp. *caspicus*/Hazar geveni; 22, AÇ810, Ir.-Tur. el., Hc.

295. *A. commagenicus* (Hand.-Mazz.) Şirj./Nemrut geveni; 15, AÇ515, END., E. Medit. el., Ch.

296. *A. fragrans* Willd./Mis geven; 39, AÇ1209, Ir.-Tur. el. Hc.

297. *A. fraxinifolius* DC./Batak geveni, 45, AÇ1383, Ir.-Tur. el., Hc.

298. *A. gummifer* Labill./Sakızlı geven, 16, AÇ546, 21, AÇ757, Ir.-Tur. el., Ch.

299. *A. kurdicus* Boiss./Ahur geveni; 22, AÇ787, Ir.-Tur. el., Ch.

300. *A. latifolius* Lam./Geven yoncası, 39, AÇ1193, Ir.-Tur. el, Ch.

301. *A. muschianus* Kotschy & Boiss./Muş geveni; 15, AÇ513, Ir.-Tur. el., Ch.

302. *A. onobrychis* L./Korunga geveni; 7, AÇ184, Hc.

303. *A. psoraloides* Lam./Bayburt geveni; 10, AÇ264, Ir.-Tur. el. Ch.

304. *A. pycnocephalus* Fisch./Bozuk geven; 11, AÇ298, Ir.-Tur. el., Ch.

Colutea L./Patlangaç

305. *C. cilicica* Boiss. & Balansa/Patlangaç; 9, AÇ248, Fh.

Dorycnium Mill./Kaplanotu

306. *D. pentaphyllum* Scop. subsp. *haussknechtii* (Boiss.) Gams/Gervenük; 17, AÇ595, END. Ir.-Tur. el, Hc.

Glycyrrhiza L./Meyan

307. *G. glabra* L./Meyan; 13, AÇ424, Hc.

Lathyrus L./Mürdümük

308. *L. chloranthus* Boiss/Yaş imirdik; 15, AÇ491, Ir.-Tur. el., Th.

309. *L. inconspicuus* L. var. *inconspicuus*/Yılan mürdümüğü; 4, AÇ100, Th.

310. *L. sativus* L./Mürdümük; 37, AÇ1124, Medit. el., Th.

Lotus L./Gazalboynuzu

311. *L. corniculatus* L.var. *corniculatus*/Gazalboynuzu; 6, AÇ162, 27, AÇ970, Hc.

312. *L. gebelia* Vent. var. *gebelia*/Gül gazalboynuzu; 9, AÇ253, 11, AÇ326, Ir.-Tur. el., Hc.

Medicago L./Karayonca

313. *M. lupulina* L./Bitçikotu; 6, AÇ170, Hc.

314. *M. minima* (L.) L. var. *minima*/Gurnik; 1, AÇ24, Th.

315. *M. rigidula* (L.) All. var. *cinerascens* (Jord.) Rouy/Kaba yonca; 1, AÇ19,Th.

316. *M. sativa* L. subsp. *sativa*/Karayonca; 9, AÇ247, Hc.
Melilotus L./Taşyoncası
317. *M. officinalis* (L.) Pall./Kokulu yonca; 8, AÇ237, Hc.
Ononis L./Kayıkıran
318. *O. spinosa* L./Kayışkıran; 15, AÇ482, Hc.
Pisum L./Bezelye
319. *P. sativum* L. subsp. *sativum* var. *sativum*/Bezelye; 2, AÇ32, Th.
- Robinia* L./Yalancıakasya
320. *R. pseudoacacia* L./Yalancı akasya; 38, AÇ1159, Fh.
Securigera DC./Körigen
321. *S. varia* (L.) Lassen/Körigen; 8, AÇ243, E. Medit. el. Hc.
Trifolium L./Yonca
322. *T. arvense* L.var. *arvense*/Tavşanayağı; 3, AÇ447, Th.
323. *T. campestre* Schreb. subsp. *campestre* var. *campestre*/Üçgül; 8, AÇ239, Th.
324. *T. dubium* Sibth./Tatlı yonca; 41, AÇ1302, Th.
325. *T. hirtum* All./Deli yonca; 37, AÇ1107, Medit. el., Hc.
326. *T. lappaceum* L./Yivli yonca; 41, AÇ1267, Medit. el., Hc.
327. *T. micranthum* Viv./Yer yoncası; 41, AÇ1292, Hc.
328. *T. nigrescens* Viv. subsp. *petrisavii* (Clementi) Holmboe/Yel üçgülü; 9, AÇ254, Th.
329. *T. physodes* Stev. ex M.Bieb. var. *physodes*/Meşe üçgülü; 4, AÇ72, 37, AÇ1140, Medit. el., Hc.
330. *T. pauciflorum* d'Urv./Sülün üçgülü; 37, AÇ1106, E. Medit. el., Th.
331. *T. pratense* L. var. *americanum* Harz/Çayır üçgülü; 24, AÇ903, Hc.
332. *T. pratense* L. var. *pratense*/Çayır üçgülü; 5, AÇ129, 37, AÇ1110, Hc.
333. *T. purpureum* Loisel. var. *laxiusculum* (Boiss.&C.I.Blanche) Hossain/Mor üçgül; 41, AÇ1293, E. Medit. el., Th.
334. *T. purpureum* Loisel. var. *purpureum*/Mor üçgül; 13, AÇ443, E. Medit. el., Th.
335. *T. tomentosum* L. var. *tomentosum*/Yünlü yonca; 37, AÇ1115, Hc.
- Vicia* L./Fiğ
336. *V. balansae* Boiss./Pisik fiği; 14, AÇ470, Eux. el., Hc.
337. *V. cracca* L.subsp. *cracca*/Kuş fiği; 12, AÇ334, Eu.-Sib. el., Hc.
338. *V. cracca* L.subsp. *stenophylla* Vel./Meşe fiği; 48, AÇ1441, Hc.
339. *V. koeieana* Rech.f./Zar bakla; 15, AÇ495, Ir.-Tur. el, Th.
340. *V. lathyroides* L./Çamfiği; 4, AÇ100a, Th.
341. *V. noeana* Boiss. var. *noeana*/Salkım bakla; 37, AÇ1145, Ir.-Tur. el., Th.
342. *V. sativa* L. subsp. *nigra* (L.) Ehrh. var. *nigra*/Eşek gürlü; 33, AÇ1045, Th.
343. *V. villosa* Roth subsp. *villosa*/Tüylü fiğ; 20, AÇ707, Th.
- FAGACEAE/KAYINGİLLER
- Quercus* L./Meşe
344. *Q. brantii* Lindl./Karamiş; 17, AÇ626, AÇ627, 41, AÇ1265, Ir.-Tur. el., Fh.
345. *Q. libani* G.Olivier/Lübnan meşesi; 25, AÇ922, 54, AÇ1501, Ir.-Tur. el., Fh.
346. *Q. infectoria* G.Olivier subsp. *veneris* (A.Kern.) Meikle/Zidiyen; 14, AÇ454, Fh.
347. *Q. petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *petraea*/Sapsız meşe; 18, AÇ642, Fh.
348. *Q. petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *pinnatiloba* (K.Koch) Menitsky/Koca pelit; 18, AÇ654, END., Fh.
- GENTIANACEAE/GENTİYANGİLLER
- Centaurium* Hill./Gelindüğmesi
349. *C. erythraea* Rafn subsp. *turcicum* (Velen.) Melderis/Tukulotu; 24, AÇ904, Th.
- GERANIACEAE/TURNAGAGASIGİLLER
- Erodium* L./Dönbara
350. *E. cicutarium* (L.) L'Hér. subsp. *cicutarium*/İğnelik; 30, AÇ995, Th.
- Geranium* L./Turnagagası
351. *G. collinum* Stephan ex Willd./İtr çiçeği; 20, AÇ729, Th.
352. *G. divaricatum* Ehrh./Çatal ıtr; 24, AÇ915, Th.
353. *G. libanoticum* Schenk/Pelgizer; 3, AÇ56, 34, AÇ1070, Cr.
354. *G. purpureum* Vill./Ebedön; 5, AÇ130, Th.
355. *G. pusillum* Burm.f./İncegelinçarşafı; 38, AÇ1170, Hc.
356. *G. tuberosum* L./Çakmuz; 4, AÇ86, Ir.-Tur. el., Cr.
- HYPERICACEAE/KANTARONGİLLER
- Hypericum* L./Kantaron
357. *H. amblysepalum* Hochst./Kantülçiçeği; 10, AÇ256, Ir.-Tur. el., Hc.
358. *H. lysimachoides* Boiss. & Noë var. *lysimachoides*/Eğin kantaronu; 9, AÇ251, 23, AÇ880, AÇ885, Ir.-Tur. el., Hc.
359. *H. perforatum* L./Binbirdelik otu; 13, AÇ415, Medit. el., Hc.
360. *H. perforatum* L. subsp. *perforatum*/Kantaron; 46, AÇ1422, Hc.
361. *H. scabrum* L./Karahasançayı; 4, AÇ60, 18, AÇ632, Ir.-Tur. el., Hc.
362. *H. triquetrifolium* Turra/Pırpırotu; 48, AÇ1453, Hc.

IRIDACEAE/SÜSENGİLLER

Crocus L./Çiğdem

363. *C. biflorus* Mill. subsp. *adamii* (J.Gay) K.Richt./Çökülce; 30, AÇ1003, Cr.

364. *C. cancellatus* Herb. subsp. *damascenus* (Herb.) B. Mathew/Pivok; 31, AÇ1016, Ir.-Tur. el. Cr.

Gladiolus L./Kılıçotu

365. *G. italicus* Mill./Kılıçotu; 38, AÇ1184, Cr.

Iris L./Süsen

366. *I. caucasica* Hoffm. subsp. *caucasica*/Kaf navruzunu; 40, AÇ1222, VU., Eu.-Sib. el., Cr.

367. *I. persica* L./Buzala; 30, AÇ1001, Ir.-Tur. el., Cr.

368. *I. reticulata* M.Bieb. var. *reticulata*/Kara körpeze; 30, AÇ1001a, Ir.-Tur. el., Cr.

JUGLANDACEAE/CEVİZGİLLER

Juglans L./Ceviz

369. *J. regia* L./Ceviz; 19, AÇ675, Fh.

JUNCACEAE/KOFAGİLLER

Juncus L./Kofa

370. *J. articulatus* L. subsp. *articulatus*/Camışotu; 23, AÇ846, Eu.-Sib. el., Hc.

371. *J. inflexus* L. subsp. *inflexus*/Sazak; 6, AÇ164, 27, AÇ965, Hc.

372. *J. maritimus* Lam./Peygamberkılıcı; 18, AÇ638, Hc.

373. *J. subnodulosus* Schrank/Düğmeli kofa; 21, AÇ737, Hc.

Luzula DC./Luzulotu

374. *L. pallescens* Sw./Çayır luzulu; 16, AÇ570, Eu.-Sib. el., Hc.

LAMIACEAE/BALLIBABAGİLER

Clinopodium L./Yabanifesleğen

375. *C. graveolens* (M.Bieb.) Kuntze subsp. *graveolens*/Filiskin; 10, AÇ280, Th.

376. *C. vulgare* L. subsp. *vulgare*/Yabani fesleğen; 15, AÇ510, 25, AÇ926, Hc.

Lallemantia Fisch. & C.A.Mey./Ajdarbaşı

377. *L. iberica* (M.Bieb.) Fisch. & C.A.Mey./Ajdarbaşı; 39, AÇ1212, Ir.-Tur. el., Th.

Lamium L./Ballibaba

378. *L. album* L. subsp. *album*/Balcık; 7, AÇ181, 39, AÇ1190, Eu.-Sib. el., Hc.

379. *L. album* L. subsp. *crinitum* (Montbret & Aucher ex Benth.) Mennema/Kovanlık; 7, AÇ181a, Hc.

380. *L. amplexicaule* L. var. *amplexicaule*/Baltuhan; 16, AÇ578, 34, AÇ1062, Eu.-Sib. el., Th.

381. *Lamium garganicum* L. subsp. *striatum* (Sm.) Hayek var. *striatum*/Tel balcık; 26, AÇ935, Hc.

382. *L. macrodon* Boiss. & A.Huet/Balbaşı; 5, AÇ142, 22, AÇ835, Ir.-Tur. el., Th.

Marrubium L./Bozotu

383. *M. astracanicum* Jacq. subsp. *astracanicum*/Mor yayotu; 7, AÇ222, 12, AÇ335, Hc.

Melissa L./Oğulotu

384. *M. officinalis* L. subsp. *officinalis*/Oğulotu; 24, AÇ919, Medit. el., Hc.

Mentha L./Nane

385. *M. longifolia* (L.) L. subsp. *longifolia*/Pünk; 20, AÇ699, 22, AÇ807, Hc.

386. *M. longifolia* (L.) L. subsp. *typhoides* (Briq.) Harley/Dere nanesi; 18, AÇ640, 27, AÇ966, Hc.

Nepeta L./Kedinanesi

387. *N. baytopii* Hedge & Lamond/Beynanesi; 18, AÇ665, 29, AÇ980, END., CR., Ir.-Tur. el., Hc.

388. *N. nuda* L. subsp. *albiflora* (Boiss.) Gams/Karaküncü; 11, AÇ316, Hc.

Origanum L./Mercanköşk

389. *O. vulgare* L. subsp. *gracile* (K.Koch) Ietsw/Kuş zemulu; 18, AÇ643, 27, AÇ950, Ir.-Tur. el., Hc.

Phlomis L./Çalba

390. *P. armeniaca* Willd./Boz şavlak; 16, AÇ528, AÇ569, AÇ580, Ir.-Tur. el., Hc.

391. *P. kurdica* Rech.f./Gubel; 13, AÇ442, 17, AÇ604, Ir.-Tur. el., Hc.

392. *P. linearis* Boiss. & Balansa/Yaylaotu; 7, AÇ191, 22, AÇ793, END., LC., Ir.-Tur. el., Hc.

393. *P. rigida* Labill./Diri çalba; 13, AÇ444, Ir.-Tur. el., Hc.

Prunella L./Acıfesleğen

394. *P. vulgaris* L./Gelinciklemeotu; 16, AÇ530, 48, AÇ1447, Eu.-Sib. el., Hc.

Salvia L./Adaçayı

395. *S. frigida* Boiss./Sağır şalba; 13, AÇ423, 48, AÇ1468, Ir.-Tur. el., Hc.

396. *S. multicaulis* Vahl/Kürt reyhanı; 36, AÇ1100, Ir.-Tur. el., Ch.

397. *S. pocolata* Nábelek/Küllü şalba; 7, AÇ206, AÇ218, 40, AÇ1218, Ir.-Tur. el., Hc.

398. *S. verticillata* L. subsp. *amasiaca* (Frey & Bornm.) Bornm./Hart şalbası; 16, AÇ536, Ir.-Tur. el., Hc.

399. *S. verticillata* L. subsp. *verticillata*/Dadırac; 18, AÇ629, 55, AÇ1490, Eu.-Sib. el., Hc.

400. *S. virgata* Jacq./Fatmanaotu; 24, AÇ898, 46, AÇ1424, Ir.-Tur. el., Hc.

Satureja L./Kayakekiği

401. *S. hortensis* L./Çibriska; 18, AÇ634, 29, AÇ973, Th.

Scutellaria L./Kaside

402. *S. albida* L. subsp. *albida*/Akkaside; 45, AÇ1375, E. Medit. el., Ch.
 403. *S. orientalis* L. subsp. *orientalis*/Sarı kaside; 7, AÇ212, 21, AÇ750, Ir.-Tur. el., Ch.
 404. *S. orientalis* L. subsp. *virens* (Boiss. & Kotschy) J.R.Edm./Yeşil kaside; 12, AÇ363, 43, AÇ1354, Ir.-Tur. el., Ch.

Stachys L./Deliçay

405. *S. annua* (L.) L. subsp. *annua* var. *lycaonica* R. Bhattacharjee/Haciosmanotu; 6, AÇ173, Ir.Tur.- el., Hc.
 406. *S. iberica* M.Bieb. subsp. *stenostachya* (Boiss.) Rech.f./Benli deliçay; 21, AÇ772, 43, AÇ1346, Ir.-Tur. el., Hc.
 407. *S. lavandulifolia* Vahl var. *brachyda*/Tüylü çay; 10, AÇ274, 22, AÇ774a, Ch.

Teucrium L./Kısamahmut

408. *T. orientale* L. var. *glabrescens* Hausskn. ex Bornm./Kirveotu; 13, AÇ397, 22, AÇ818, Ir.-Tur. el., Hc.
 409. *T. orientale* L. var. *puberulens* Ekim/Kirveotu; 14, AÇ452, Ir.-Tur. el., Hc.
 410. *T. polium* L. subsp. *polium*/Acıyavşan; 13, AÇ403, 29, AÇ974, Hc.

Thymus L./Kekik

411. *T. kotschyanus* Boiss. & Hohen. subsp. *kotschyanus* (Ronniger) J alas/Kekik; 10, AÇ279, 22, AÇ820, Ir.-Tur. el., Ch.

Ziziphora L./Anuk

412. *Z. capitata* L./Anuk; 4, AÇ71, 37, AÇ1137, Ir.-Tur. el., Th.

LILIACEAE/ZAMBAKGİLLER

Fritillaria L./Terslale

413. *F. gencensis* Yild., Kiliç & Demirp./; 2, AÇ28, Cr.
 414. *F. minuta* Boiss. & Noë/Kınalı lalesi; 34, AÇ1068, Ir.-Tur. el., Cr.
 415. *F. pinardii* Boiss./Mahcup lale; 31, AÇ1013, Ir.-Tur. el., Cr.

Gagea Salisb./Sarıyıldız

416. *G. bohemica* (Zauschn.) Schult. & Schult.f./Sarıyıldız; 30, AÇ1004, Cr.
 417. *G. luteoides* Stapf/Altınyıldız; 30, AÇ1005, Cr.
 418. *G. taurica* Steven/Bozkır yıldızı; 31, AÇ1012, Ir.-Tur. el., Cr.

Tulipa L./Lale

419. *T. armena* Boiss. var. *armena*/Dağ lalesi; 34, AÇ1072, Ir.-Tur. el., Cr.

LINACEAE/KETENGİLLER

Linum L./Keten

420. *L. flavum* L. subsp. *scabrinerve* (P.H. Davis.) P.H. Davis/Kaba çimit; 13, AÇ406, END., Ir.-Tur. el., Hc.
 421. *L. mucronatum* Bertol. subsp. *armenum* (Bordz.) P.H. Davis/Sarıkaş keteni; 41, AÇ1290, Ir.-Tur. el., Hc.
 422. *L. mucronatum* Bertol. subsp. *mucronatum*/Sarı keten; 13, AÇ433, Ir.-Tur. el., Hc.
 423. *L. mucronatum* Bertol. subsp. *orientale* (Boiss.) P.H.Davis/Nizip keteni; 41, AÇ1319, Hc.
 424. *L. triflorum* P.H.Davis/Üç keten; 7, AÇ231, END., VU., Ir.-Tur. el., Hc.

LYTHRACEAE/AKLAROTUGİLLER

Lythrum L./Aklarotu

425. *L. salicaria* L./Hevhulma; 21, AÇ773, Eu.-Sib. el., Hc.
 426. *L. volgense* D.A.Webb/Uşak aklarotu; 21, AÇ768, Eu.-Sib. El., Th.

MALVACEAE/EBEGÜMECİGİLLER

Alcea L./Hatmi

427. *A. apterocarpa* Boiss./Gülfatma; 13, AÇ377a, Ir.-Tur. el., Hc.
 428. *A. calvertii* (Boiss.) Boiss./Hıraççeği; 41, AÇ1264, Ir.-Tur. el., Hc.

Malva L./Ebegümeçi

429. *M. neglecta* Wallr./Çobançöreği; 6, AÇ171,AÇ172, Th.

Tilia L./İhlamur

430. *T. cordata* Mill./Kış ihlamuru; 13, AÇ379, Fh.

MORACEAE/DUTGİLLER

Morus L./Dut

431. *M. alba* L./Ak dut; 13, AÇ384, Fh.

ONAGRACEAE/YAKİTOTUGİLLER

Epilobium L./Yakıotu

432. *E. anatolicum* Hausskn. subsp. *anatolicum*/Ana yakısı; 20, AÇ717, Hc.
 433. *E. hirsutum* L./Hasanhüseyin çiçeği; 15, AÇ489, Cr.
 434. *E. minutiflorum* Hausskn./Körpe yakıotu; 15, AÇ472, Ir.-Tur. el., Hc.
 435. *E. ponticum* Hausskn./Garapil; 21, AÇ763, Hc.
 436. *E. tetragonum* L.subsp. *tetragonum*/Ezberyakısı; 13, AÇ412, Hc.

ORCHIDACEAE/SALEPGİLLER

Cephalanthera Rich./Çamçiçeği

437. *C. kotschyana* Renz & Taubenheim/Koç salebi; 38, AÇ1186, END., LC., Cr.

Dactylorrhiza Necker ex Nevski/Balkaymaksalebi

438. *D. iberica* (M.Bieb. ex Willd.) Soó/Kırım salebi; 46, AÇ1391, E. Medit. el., Cr.

439. *D. osmanica* (Klinge) P.F.Hunt & Summerh. var. *osmanica*/Osmanlı salebi; 40, AÇ1239, END., LC., Ir.-Tur. el., Cr.

440. *D. umbrosa* (Kar. & Kir.) Nevski var. *umbrosa*/Gövdeli salep; 10, AÇ273, Ir.-Tur. el., Cr.

Ophrys L./Arisalebi

441. *O. reinholdii* Spruner ex Fleischm. subsp. *straussii* (H.Fleischm.) E.Nelson/Sidikli salep; 37, AÇ1128, Ir.-Tur. el., Cr.

Orchis L./Salep

442. *O. collina* Banks & Sol. ex Russell/Tepe salebi; 37, AÇ1129, Medit. el., Cr.

443. *O. coriophora* L.subsp. *coriophora*/Pirinççeği; 41, AÇ1271, Cr.

444. *O. purpurea* Huds. subsp. *purpurea*/Hasancık; 38, AÇ1174, Eu.-Sib. el., Cr.

OROBANCHACEAE/CANAVAROTUGİLLER

Euphrasia L./Gözotu

445. *E. pectinata* Ten./Gözotu; 1, AÇ12, Eu.-Sib. el., Th.

Bornmuellerantha Rothm./Sadırlı Davunotu

446. *B. aucheri* (Boiss.) Rothm./Sadırlı davunotu; 22, AÇ788, AÇ802, Ir.-Tur. el., Hc.

Orobanche L./Canavarotu

447. *O. aegyptiaca* Pers./Dinlendiren; 45, AÇ1382, Th.

448. *O. cernua* Loefl./Deli yergöbeği; 48, AÇ1436, Th.

449. *O. elatior* Sutton/Boylu canavarotu; 26, AÇ944, Th.

450. *O. kurdica* Boiss. & Hausskn./Şark baklakıranı; 22, AÇ789, Ir.-Tur. el., Th.

Parentucella Viv./Üçdilotu

451. *P. latifolia* Caruel subsp. *flaviflora* (Boiss.) Hand.-Mazz./Sarı üçdilotu; 32, AÇ1030, Medit. el., Th.

Rhynchosorys Griseb./Filburnu

452. *R. odontophylla* R.B.Burb. & I.Richardson/Özge filburnu; 44, AÇ1365, END., Ir.-Tur. el., Hc.

PAEONIACEAE/AYIGÜLÜGİLLER

Paeonia L./Ayigülü

453. *P. mascula* (L.) Mill. subsp. *mascula*/Ayigülü; 45, AÇ1373, Hc.

PAPAVERACEAE/HAŞHAŞGİLLER

Corydalis DC./Kazgası

454. *C. integra* Barbey & Fors.-Major/Yamaçtarlakuşu; 31, AÇ1019, Cr.

455. *C. oppositifolia* DC. subsp. *oppositifolia*/İpar kazgası; 31, END., LC., Ir.-Tur. el., Cr.

Fumaria L./Şahtere

456. *F. asepala* Boiss./Ak şahtere; 5, AÇ121, 38, AÇ1157, Ir.-Tur. el., Th.

Papaver L./Gelincik

457. *P. macrostomum* Boiss. & A.Huet/Minimitçe; 6, AÇ160, Ir.-Tur. el., Th.

458. *P. persicum* Lindl. subsp. *persicum*/Acem gelinciği; 23, AÇ844, Hc.

459. *P. dubium* L.subsp. *dubium*/Köpekyacağı; 41, AÇ1288, Th.

PLANTAGINACEAE/SİNİROTUGİLLER

Anarrhinum Desf./Süpürgeotu

460. *A. orientale* Benth./Süpürgeotu; 14, AÇ456, Ir.-Tur. el., Hc.

Linaria Mill./Nevruzotu

461. *L. chalepensis* (L.) Mill. var. *chalepensis*/Halep nevrzotu; 4, AÇ79, E. Medit. el., Th., .

462. *L. genistifolia* (L.) Mill. subsp. *genistifolia*/Som nevrzotu; 42, AÇ1339, Eu.-Sib. el., Hc.

Plantago L./Sinirotu

463. *P. lanceolata* L./Damarlıca; 11, AÇ291, Hc.

464. *P. major* L.subsp. *major*/Sinirotu; 20, AÇ696, Hc.

Veronica L./Mavişot

465. *V. anagallis-aquatica* L./Sugedemesi; 15, AÇ468, Hc.

466. *V. anagalloides* Guss. subsp. *anagalloides*/Camak; 41, AÇ1309, Ir.-Tur. el., Hc.

467. *V. arvensis* L./Ekin mavişi; 6, AÇ152a, Eu.-Sib. el., Th.

468. *V. bozakmanii* M.A.Fisch./Bozakman mavişi; 5, AÇ119, Ir.-Tur. el., Th.

469. *V. intercedens* Bornm./Kuz mavişi; 38, AÇ1182, Ir.-Tur. el., Th.

470. *V. orientalis* Mill. subsp. *orientalis*/Göz mumcuğu; 4, AÇ68, 36, AÇ1098, Ch.

471. *V. persica* Poiret./Cırcamık; 5, AÇ115, Th.

472. *V. syriaca* Roem. & Schult./Arap mavişi; 31, AÇ1018, AÇ1021, Medit. el., Th.

LUMBAGINACEAE/KARDİKENİGİLLER

Acantholimon Boiss./Kardikeni

473. *A. acerosum* (Willd.) Boiss. subsp. *acerosum* var. *acerosum*/Pişikkeveni; 21, AÇ747, Ir.-Tur. el., Ch.

474. *A. acerosum* (Willd.) Boiss subsp. *brachystachys* Boiss./Fızık; 23, AÇ869, END., LC., Ir.-Tur. el., Ch.

475. *A. calvertii* Boiss. var. *calvertii*/Keşiş kardikeni; 22, AÇ842, END., Ir.-Tur. el., Ch.

476. *A. venustum* Boiss. var. *venustum*/Kınalı kirpiotu; 13, AÇ422, Ir.-Tur. el., Ch.

Plumbago L./Karakına

477. *P. europaea* L./Karakına; 48, AÇ1457, Eu.-Sib. el., Hc.

POACEAE/BUĞDAYGİLLER

Aegilops L./Buğdayanası

478. *A. biuncialis* Vis./İkikılıçık; 41, AÇ1258, AÇ1261, Th.
479. *A. triuncialis* L.subsp. *triuncialis*/Üçkılıçık; 13, AÇ390, Th.

Alopecurus L./Tilkikuyruğu

480. *A. arundinaceus* Poir./Kamış tilkikuyruğu; 4, AÇ91, 37, AÇ1148, Eu.-Sib. el., Cr.
481. *A. lagroides* Balansa/Kar tilkikuyruğu; 2, AÇ45, 35, AÇ1075, END., Eu.-Sib. el.Cr.
482. *A. textilis* Boiss. subsp. *tiflisiensis* (G.Westb.) Tzvelev/Gürcü tilkikuyruğu; 7, AÇ197, Ir.-Tur. el., Cr.

Apera Adans./İpekçimi

483. *A. intermedia* Hack./Puslu ipekçimi; 13, AÇ391, AÇ401, AÇ408, Ir.-Tur. el., Th.

Avena L./Yulaf

484. *A. barbata* Pott ex Link subsp. *barbata*/Narin yulaf; 41, AÇ1276, Medit. el.Th.
485. *A. sterilis* L. subsp. *sterilis*/Şifan; 12, AÇ434, Th.

Brachypodium P.Beauv./Yalancıkılcan

486. *B. sylvaticum* (Huds.) P.Beauv./Koru kılcanı, 16, AÇ551, AÇ555, 48, AÇ1451, Eu.-Sib. el., Hc.

Briza L./Zembilotu

487. *B. humilis* M.Bieb./Kadındili; 41, AÇ1337, Th.

Bromus L./İbubukekini

488. *B. danthoniae* Trin. subsp. *danthoniae*/İbubukotu; 20, AÇ732, Th.
489. *B. japonicus* Thunb. subsp. *anatolicus* (Boiss. & Heldr.) Péntes/Aniyeotu; 45, AÇ1370, Th.
490. *B. macrocladus* Boiss/Deli kılcan; 48, AÇ1452, END., E. Medit. el., Th.
491. *B. racemosus* L./Salkım kılcan; 48, AÇ1440, Eu.-Sib. el., Th.
492. *B. scoparius* L./İbubuk ekini; 6, AÇ152, Th.
493. *B. squarrosus* L./Kırpikli damiye; 38, AÇ1169, Th.
494. *B. sterilis* L./Sağır ilcan; 41, AÇ1262, Th.
495. *B. tectorum* L. subsp. *tectorum*/Kır bromu; 4, AÇ92, 22, AÇ809, Th.

Calamagrostis Adans./Kandıraotu

496. *C. epigejos* (L.) Roth/Bekarotu; 15, AÇ523, Eu.-Sib. el., Hc.
497. *C. pseudophragmites* (Haller f.) Koeler/Sazçimi; 41, AÇ1328, Eu.-Sib. el., Hc.

Chrysopogon Trin./Buzağıotu

498. *C. gryllus* (L.) Trin. subsp. *gryllus*/Buzağıotu; 46, AÇ1412, Hc.

Cynodon Rich./Köpekdişi

499. *C. dactylon* (L.) Pers. var. *dactylon*/Köpekdişi; 48, AÇ1443, Cr.

Cynosurus L./Tarakotu

500. *C. cristatus* L./Tarakotu; 46, AÇ1398, Eu.-Sib. el., Hc.

Dactylis L./Domuzayrığı

501. *D. glomerata* L. subsp. *glomerata*/Domuzayrığı; 4, AÇ108, AÇ110, Eu.-Sib. el., Hc.
502. *D. glomerata* L.subsp. *hispanica* (Roth) Nyman/Kıllı domuzayrığı; 41, AÇ1252, AÇ1277, Hc.

Elymus L./Buğdayotu

503. *E. hispidus* (Opiz) Melderis subsp. *hispidus*/Elimotu; 20, AÇ726, Hc.
504. *E. elongatiformis* (Drobow) Assadi/Tarla ayrığı, 20, AÇ728, Ir.-Tur. el., Hc.

Eremopoa Roshev./Yalansalkım

505. *E. multiradiata* (Trautv.) Roshev./Dere salkımı; 11, AÇ324, Ir.-Tur. el., Th.
506. *E. altaica* (Trin.) Roshev./Dağ salkımı; 5, AÇ135, Ir.-Tur. el., Th.

Festuca L./Yumak

507. *F. gigantea* (L.) Vill./Koca yumak; 20, AÇ711, Eu.-Sib. el., Hc.
508. *F. pratensis* Huds./Çayır yumağı; 16, AÇ553, AÇ554, Hc.

Glyceria R.Br./Tatlıçim

509. *G. notata* Chevall./Kıvrık tatlıçim; 46, AÇ1400, AÇ1407, Hc.

Heterantherium Hochst./Çorakarparası

510. *H. piliferum* (Sol.) Hochst. ex Jaub. & Spach/Çorak arparası; 43, AÇ1353, Ir.-Tur. el., Th.

Hordeum L./Arpa

511. *H. bulbosum* L./Boncuk arpa; 13, AÇ413, Cr.

Lolium L./Çim

512. *L. perenne* L./Çim; 48, AÇ1487, Eu.-Sib. el., Hc.
513. *L. persicum* Boiss. & Hohen./Eres çimi; 6, AÇ152c, 41, AÇ1299, Ir.-Tur. el., Th.
514. *L. rigidum* Gaudin var. *rigidum*/Sertçim; 41, AÇ1259, Th.

Melica L./İnciçimi

515. *M. persica* Kunth subsp. *jacquemontii* (Decne. ex Jacquem.) P.H.Davis/Çayır inciotu; 12, AÇ369, Ir.-Tur. el., Hc.

Phleum L./İtkuyruğu

516. *P. montanum* K.Koch subsp. *montanum*/Dağ itkuyruğu; 22, AÇ780, Hc.
517. *P. montanum* K.Koch subsp. *serrulatum* (Boiss.) Dogan/Dişlek itkuyruğu; 12, AÇ367, E. Medit. el., Hc.

518. *P. paniculatum* Huds. subsp. *ciliatum* (Boiss.) Dogan/Salkım itkuyruğu; 16, AÇ552, Ir.-Tur. el., Th.
519. *P. pratense* L./Çayır itkuyruğu; 46, AÇ1399, Eu.-Sib. el., Hc.(Hd.).
- Phragmites* Adans./Kamuş
520. *P. australis* (Cav.) Trin. ex Steud./Kamuş; 46, AÇ1417, Eu.-Sib. el., Cr.
- Poa* L./Salkımotu
521. *P. angustifolia* L./Dar salkımotu; 15, AÇ518, Cr.
522. *P. annua* L./Salkımotu; 20, AÇ700, Th.
523. *P. bulbosa* L./Yumrulu salkım; 1, AÇ01, 34, AÇ1058, Cr.
524. *P. nemoralis* L./Orman salkımı; 41, AÇ1254, AÇ1327, Th.
525. *P. pratensis* L./Çayır salkımotu; 6, AÇ178, Cr.
526. *P. timoleonis* Heldr. ex Boiss./Gür salkımotu; 7, AÇ204, E. Medit. el., Cr.
527. *P. trivialis* L./Kaba salkımotu; 20, AÇ714, AÇ716, Th.
- Polypogon* Desf./Hitir
528. *P. maritimus* Willd. subsp. *maritimus*/Kum hitiri; 46, AÇ1401, E. Medit. el., Th.
529. *P. monspeliensis* (L.) Desf./Hitir; 41, AÇ1303, Th.
- Pseudopleum* Doğan/Efeotu
530. *P. anatolicum* Doğan, Behçet & A. Sinan/Anadolu Efeotu; 52, AÇ1480, END., CR, Th.
- Secale* L./Çavdar
531. *S. anatolicum* Boiss./Anadolu çavdarı; 22, AÇ783, Hc.
532. *S. vavilovii* Grossh./Gevrek çavdar; 22, AÇ794, Hc.
- Sorghum* Moench/Süpürgearası
533. *S. halepense* (L.) Pers. var. *muticum* (Hack.) Grossh./Ekin süpürgesi; 24, AÇ897, Hc.
- Stipa* L./Sorguçotu
534. *S. arabica* Trin. & Rupr./Buzağılık; 12, AÇ331, Ir.-Tur. el., Hc.
- Taeniatherum* Nevski/Kılçıkarpası
535. *T. caput-medusae* (L.) Nevski subsp. *crinitum* (Schreb.) Melderis/Kılçık arpası; 10, AÇ261, Ir.-Tur. el., Th.
- Triticum* L./Buğday
536. *T. turgidum* L./Şişik buğday; 13, AÇ414, 46, AÇ1410, Th.
- Ventenata* Koeler/Ventenotu
537. *V. dubia* (Leers) Coss. & Durieu/Ventenotu; 43, AÇ1360, Th.
538. *V. subenervis* Boiss. & Balansa subsp. *subenervis*/Tarla ventenotu; 13, AÇ438, END., Ir.-Tur. el., Th.
- Vulpia* C.C.Gmel./Kırpıklıçım
539. *V. muralis* (Kunth) Nees/Pis kırpıklıçım; 43, AÇ1355, Medit. el., Th.
- Zingeria* P.A.Smirn./Oyalısalkım
540. *Z. biebersteiniana* (Claus) P.A.Smirn. subsp. *biebersteiniana*/Oyalısalkım; 52, AÇ1479, Th.
541. *Z. biebersteiniana* (Claus) P.A.Smirn. subsp. *trichopoda* (Boiss.) R.R.Mill/Üç oyalısalkım; 43, AÇ1350, Ir.-Tur. el. Th.
542. *Z. pisidica* (Boiss.) Tutin/Burdur oyalısalkımı; 37, AÇ1147, Ir.-Tur. el., Th.
- POLYGONACEAE/MADIMAKGİLLER
- Polygonum* L./Madımak
543. *P. arenastrum* Boreau/Bezmeceotu; 27, AÇ956, Th.
544. *P. aviculare* L./Köyotu; 30, AÇ909, Th.
545. *P. cognatum* Meisn./Madımak; 11, AÇ296, Hc.
546. *P. hydropiper* L./Su biberi; 27, AÇ953, Th.
547. *P. salicifolium* Brouss. ex Willd./Bibercik; 29, AÇ987, Hc.
548. *P. setosum* Raf. subsp. *setosum*/Ebemekmeği; 22, AÇ791, AÇ814, Ir.-Tur. el., Hc.
- Rumex* L./Labada
549. *R. acetosella* L./Kuzukulağı; 5, AÇ137, Hc.
550. *R. crispus* L./Labada; 41, AÇ1312, Hc.
551. *R. patientia* L./Efelek; 25, AÇ930, Hc.
552. *R. scutatus* L./Ekşimen; 12, AÇ355, AÇ356, AÇ359, Hc.
553. *R. tuberosus* L. subsp. *horizontalis* (Koch) Rech./Kömetürsusu; 18, AÇ630, Cr.
- PORTULACACEAE/SEMİZOTUGİLLER
- Portulaca* L./Semizotu
554. *P. oleracea* L./Semizotu; 48, AÇ1446, Th.
- PRIMULACEAE/ÇUHAÇİÇEĞİGİLLER
- Lysimachia* L./Kargaotu
555. *L. verticillaris* Sprengel/Hilal kargaotu; 8, AÇ236, 20, AÇ734, Hc.
556. *L. vulgaris* L./Kargaotu; 15, AÇ486, Hc.
- RANUNCULACEAE/DÜĞÜNÇİÇEĞİGİLLER
- Ranunculus* L./Düğünçiçeği
557. *R. arvensis* L./Mustafaçiçeği; 5, AÇ123, AÇ138, Th.
558. *R. bingoeldaghensis* Engin/Karaz; 2, AÇ37, END., Ir.-Tur. el. EN., Cr.
559. *R. cuneatus* Hook./Körükotu; 33, AÇ1052, Hc.
560. *R. illyricus* L. subsp. *illyricus*/Gümüş düğünçiçeği; 4, AÇ59a, Cr.

561. *R. kochii* Ledeb./Karçiçeği; 2, AÇ31, Ir.-Tur. el., Cr.
 562. *R. kotschyi* Boiss./Giritlalesi; 1, AÇ18, 40, AÇ1120, Hc.
 563. *R. sericeus* Banks & Sol./Çınarcık; 41, AÇ1295, Ir.-Tur. el., Cr.
 564. *R. trichophyllos* Loscos/Suluçanak; 2, AÇ45a, Cr.(Hd.).
- RHAMNACEAE/CEHRİGİLLER
- Paliurus* P.Mill./Karaçalı
565. *P. spina-christi* Mill./Karaçalı; 13, AÇ378, Fh.
- ROSACEAE/GÜLGİLLER
- Agrimonia* L./Fıtıkotu
566. *A. eupatoria* L.subsp. *eupatoria*/Fıtıkotu; 16, AÇ566, 41, AÇ1286, Hc.
- Cotoneaster* Medik./Dağmuşmulası
567. *C. nummularius* Fisch. & C.A.Mey./Dağ muşmula; 7, AÇ208, Fh.
- Crataegus* L./Alıç
568. *C. azarolus* L. var. *azarolus*/Müzmüldek; 46, AÇ1389, Fh.
 569. *C. monogyna* Jacq. var. *monogyna*/Yemişen; 5, AÇ140, 27, AÇ947a, Fh.
 570. *C. orientalis* Pall. ex M.Bieb. var. *orientalis*/Alıç; 27, AÇ947, Fh.
- Geum* L./Meryemotu
571. *G. urbanum* L./Meryemotu; 20, AÇ698, Eu.-Sib. El., Cr.
- Malus* Mill./Elma
572. *M. sylvestris* subsp. *orientalis* (A.Uglitzkich) Browicz var. *orientalis*/Acı elma; 1, AÇ25, 48, AÇ1456, Fh.
- Potentilla* L./Beşparmakotu
573. *P. inclinata* Vill./Eğri parmakotu; 13, AÇ410, Hc.
 574. *P. recta* L./Su parmakotu; 5, AÇ147, Hc.
- Prunus* L./Erik
575. *P. divaricata* Ledeb. var. *divaricata*/Yunus eriği; 40, AÇ1225, Fh., .
- Pyrus* L./Armut
576. *P. syriaca* Boiss./Çakal armudu; 48, AÇ1459, Fh.
- Rosa* L./Gül
577. *R. boissieri* Crep./Has gül, 11, AÇ301, Fh.
 578. *R. canina* L./Kuşburnu, 13, AÇ382, Fh.
 579. *R. gallica* L./Hokka gülü, 29, AÇ990, Fh.
 580. *R. hemisphaerica* Herrm./Kadıngöbeği; 38, AÇ1178, Ir.-Tur. el., Fh.
 581. *R. pulverulenta* M.Bieb./Bodur gül; 22, AÇ800, Fh.
 582. *R. vanheurckiana* Crép var. *vanheurckiana*/Muş gülü; 46, AÇ1387, Ir.-Tur. el., Fh.
- Rubus* L./Böğürtlen
583. *R. caesius* L./Büküzümü; 15, AÇ524, Fh.
 584. *R. sanctus* Schreb./Böğürtlen; 13, AÇ383, 27, AÇ968, Fh.
- Sorbus* L./Üvez
585. *S. torminalis* (L.) Crantz subsp. *pinnatifida*/Pitlicen; 45, AÇ1372, Eu.-Sib. el., Fh.
- RUBIACEAE/KÖKBOYAGİLLER
- Asperula* L./Belumotu
586. *A. setosa* Jaub. & Spach/Acem belumotu; 45, AÇ1371, Ir.-Tur. el., Hc.
 587. *A. xylorrhiza* Nábelek/Siirt belumotu; 11, AÇ308, Ir.-Tur. el., Hc.
- Cruciata* Mill./Sarılıkotu
588. *C. taurica* (Pall. ex Willd.) Ehrend./Kırım güzeli; 2, AÇ40, Ir.-Tur. el., Ch.
- Galium* L./Yapışkanotu
589. *G. aparine* L./Çobansüzgeci; 5, AÇ138a, 37, AÇ1144, Th.
 590. *G. humifusum* M.Bieb./Çimen iplikçiği; 15, AÇ526, Hc.
 591. *G. mite* Boiss. & Hohen./Süpürge iplikçiği; 11, AÇ300, Ir.-Tur. el., Hc.
 592. *G. megalanthum* Boiss./Koca yoğurtotu, 11, AÇ306, Ir.-Tur. el., Hc.
 593. *G. spurium* subsp. *ibicinum* (Boiss. & Hausskn.) Ehrend./Keçi iplikçiği; 6, AÇ155, Ir.-Tur. el., Th.
 594. *G. spurium* L. subsp. *spurium*/Arsız iplikçik; 44, AÇ1363, Eu.-Sib. el., Th.
 595. *G. verum* L. subsp. *verum*/Boyalık; 21, AÇ769, Eu.-Sib. el., Ch.
 596. *G. verticillatum* Danthoine ex Lam./Ege yoğurtotu; 41, AÇ1330, Medit.el., Th.
- RUTACEAE/TURUNÇGİLLER
- Haplophyllum* A.Juss./Sedo
597. *H. ptilosyllum* Spach/Tüylü sedo; 13, AÇ445, Ir.Tur.-el., Hc.
- SALICACEAE/SÖĞÜTGİLLER
- Populus* L./Kavak
598. *P. alba* L. var. *alba*/Akkavak;37, AÇ1126, Eu.-Sib. el., Fh.
 599. *P. tremula* L.subsp. *tremula*/Titrek kavak; 12, AÇ358, Fh.
- Salix* L./Söğüt
600. *S. alba* L. subsp. *alba*/Ak söğüt; 5, AÇ133, Eu-Sib el., Fh.
 601. *S. bornmuelleri* Hausskn./Köy söğüdü; 15, AÇ477, Ir.-Tur. el., Fh.
 602. *S. caprea* L./Sorgun; 15, AÇ514, 27, AÇ962, Fh.

603. *S. pseudodepressa* A.K.Skvortsov/Koyak söğüdü; 4, AÇ111, 34, AÇ1063, Fh. .

SANTALACEAE/GÜVELEKGİLLER

Thesium L./Tezgüvelek

604. *T. procumbens* C.A.Mey./Yer güveleği; 39, AÇ1213, Hc.

605. *T. billardierei* Boiss./Meşe güveleği; 38, AÇ1163, Hc.

SAXIFRAGACEAE/TAŞKIRANGİLLER

Saxifraga L./Taşkiran

606. *S. sibirica* L./Hoş taşkiran; 34, AÇ1066, Cr.

SCROPHULARIACEAE/SIRACAOTUGİLLER

Scrophularia L./Sırcaotu

607. *S. ilwensis* K.Koch/Meşe sıracası; 38, AÇ1176, Ir.-Tur. el., Th.

608. *S. pulverulenta* Boiss. & Noë/Salgılı sarıca; 42, AÇ1338, END., Ir.-Tur. el., Hc.

609. *S. rimarum* Bornm./Sadırlı sıraca; 39, AÇ1210, Ch.

Verbascum L./Sığırkuyruğu

610. *V. agrimoniifolium* Huber-Morath subsp. *agrimoniifolium*/Majak; 41, AÇ1314, Ir.-Tur. el., Hc.

611. *V. geminiflorum* Hochst./İkiz sığırkuyruğu; 22, AÇ806, VU., Ir.-Tur. el., Hc.

612. *V. hadschinense* Freyn & Sint./Hacin sığırkuyruğu; 42, AÇ1343, END., EN., Ir.-Tur. el, Hc.

613. *V. mucronatum* Lam./Şapala; 13, AÇ450, E.Medit. el., Hc.

614. *V. oreophilum* C. Koch var. *oreophilum*/Dağcı sığırkuyruğu; 45, AÇ1374, Ir.-Tur. el., Hc.

615. *V. songaricum* Schrenk subsp. *songaricum*/Erciş sığırkuyruğu; 50, AÇ1474, Ir.-Tur. el., Hc.

SOLANACEAE/PATLICANGİLLER

Solanum L./İtüzümü

616. *S. alatum* Moench/Karagöğündürme; 54, AÇ1494, Th.

617. *S. dulcamara* L./Sofur; 17, AÇ593, Eu.-Sib. el., Fh.

618. *S. americanum* Mill./İtüzümü; 20, AÇ697, Th.

TAMARICACEAE/ILGINGİLLER

Tamarix L./İlgın

619. *T. smyrnensis* Bunge/İlgın; 17, AÇ602, Fh.

TYPHACEAE/SAZGİLLER

Typha L./Saz

620. *T. latifolia* L./Cil; 23, AÇ851, Hc.

URTICACEAE/ISIRGANGİLLER

Parietaria L./Duvarfesleğeni

621. *P. judaica* L./Duvarfesleğeni; 4, AÇ83, Hc.

Urtica L./Isırgan

622. *U. dioica* L. subsp. *dioica*/Isırgan; 13, AÇ417, Eu.-Sib. el., Hc.

VERBENACEAE/MİNEÇİÇEĞİGİLLER

Verbena L./Mineçiçeği

623. *V. officinalis* L. var. *officinalis*/Mineçiçeği; 13, AÇ409, Hc.

VIOLACEAE/MENEKŞEGİLLER

Viola L./Menekşe

624. *V. parvula* Tineo/Tüylü menekşe; 34, AÇ1054, Th.

VITACEAE/ASMAGİLLER

Vitis L./Asma

625. *V. vinifera* L./asma, 47, AÇ1430, Fh.

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırma alanından tespit edilen 625 taksonun fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı; İran-Turan 192 (%30.72), Akdeniz 60 (%9.60), Avrupa-Sibirya 49 (%7.84) ve çok bölgeli veya fitocoğrafik bölgesi bilinmeyen 324 (%51.84)'tür. İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde yer alan araştırma alanında bu bölge elementleri ilk sırada bulunmaktadır. İran-Turan fitocoğrafik bölgesi; alanımızda da yaygın bazı taksonlarının geliştiği *Astragalus*, *Acantholimon*, *Centaurea* ve *Onobrychis* cinslerin çeşitlenme merkezi olarak kabul edilmektedir (Zohary, 1971). Çalışma alanımızda Akdeniz fitocoğrafik bölge elementlerinin ikinci sırada geliştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar araştırma alanının Akdeniz karakterli bazı türlerin gelişmesi için yeterli ekolojik toleransa sahip olduğunu göstermektedir. Yıl boyunca nemli ve kuraklık etkisinin problem olmadığı bazı habitatlarda da (göl, dere kenarları, yüksek dağ çayırları gibi) Avrupa Sibirya fitocoğrafik bölge elementlerinin gelişebilmesi beklenen bir sonuçtur.

Araştırma alanındaki endemik takson sayısı 49 ve endemizim oranı %7.84 olup bu bitkilerin tehlike kategorilerine bakıldığında ise 5'i "CR", 3'ü "EN", 6'sı "VU", 32'i "LC" ve 2'si "NT" kategorisinde yer almaktadır. Alanda bulunan endemik olmayan nadir bitkilerin 3'ü "VU" ve 1'i "LC" kategorisinde yer almaktadır. Araştırma alanı ile yakın çalışmaların endemizim durumları karşılaştırıldığında Bingöl'de yapılan çalışmalarla aşağı yukarı benzerlik göstermektedir (Tablo 2). Araştırma alanı, Bingöl ilinin güneyinde Güneydoğu Anadolu bölgesine sınır konumundadır. Bingöl'ün kuzey kısmında yapılan çalışmalara oranla endemizim oranı biraz daha düşüktür. Güneydoğu Anadolu bölgesi endemizim oranı en düşük bölgelerden birisidir. Bu durum dikkate alındığında araştırma alanında endemizim oranının düşük olması beklenen bir durumdur.

Tür ve türaltı takson sayısına göre alanda ilk 10 familya sırasıyla; Asteraceae 85 (%13.48), Poaceae 65 (%10.43), Fabaceae 52 (%8.50), Caryophyllaceae 38 (%6.09), Lamiaceae 38 (%6.09), Brassicaceae 34 (%5.45), Boraginaceae 29 (%4.65), Apiaceae 23 (%3.69), Rosaceae 20 (%3.21) ve Plantaginaceae 13 (%2.86) şeklindedir. Türkiye Florasında en çok takson bulunduran ilk on familya sırası

ile; Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Poaceae, Caryophyllaceae, Scrophulariaceae, Liliaceae, Apiaceae, Boraginaceae familyalarıdır (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000). Çalışma alanımızda; Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Caryophyllaceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Boraginaceae, Apiaceae, Rosaceae, Plantaginaceae familyaları ilk on sıradadır.

Burada Plantaginaceae familyasının ilk on sırada olmasının sebebi Scrophulariaceae familyasına ait *Veronica* ve *Linaria* gibi büyük cinslerin bu familyaya aktarılmasıdır. Araştırma alanında bu cinslerin fazla taksonla temsil edilmeleri alanımızda bu Familyanın ilk 10 familya arasına girmesinin en önemli sebebidir.

Tablo.2. Araştırma alanı ile yakın alanlarda yapılmış çalışmalarda tespit edilen taksonların fitocoğrafik bölge ve endemizm dağılımlarının karşılaştırılması

Table.2. Comparison of the phytogeographic region and endemism distributions of the taxa detected in the studies conducted in the research area and nearby areas.

Çalışma no	Bulunduğu kare	Toplam takson sayısı	İran-Turan % / (sayı)	Akdeniz % / (sayı)	Avrupa-Sibirya % / (sayı)	Fitocoğrafik bölgesi belli olmayan veya çok bölgeli yayılış gösterenler % / (sayı)	Endemizm oranı % / (sayı)
1	B8	625	30.72 (192)	9.60 (100)	7.84 (49)	51.84 (324)	7.84 (49)
2	B8	535	25.98 (139)	8.41 (45)	8.03 (43)	57.58 (308)	3.92 (21)
3	B8	689	35.55 (245)	4.36 (30)	9.29 (64)	50.80 (350)	9.00 (62)
4	B8	446	35.80 (160)	3.60 (16)	5.40 (24)	55.20 (246)	12.50 (56)
5	B8	707	35.60 (251)	4.20 (30)	6.50 (46)	53.70 (380)	10.60 (75)
6	B8	846	32.01 (271)	4.80 (40)	7.04 (60)	56.15 (475)	8.20 (69)
7	B7	1518	45.70 (694)	4.40 (67)	8.00 (121)	41.90 (636)	19.90 (302)
8	B9	650	38.84 (252)	5.65 (37)	6.38 (41)	49.23 (320)	8.30 (54)
9	B9	925	31.80 (294)	8.70 (80)	4.10 (38)	55.40 (513)	6.80 (63)
10	B9	1156	36.41 (421)	2.42 (28)	10.01 (116)	51.16 (591)	7.95 (92)
11	B9	828	38.40 (317)	9.50 (79)	2.60 (22)	49.50 (410)	9.00 (75)
12	B9	891	35.40 (315)	2.90 (26)	9.90 (88)	51.80 (462)	7.50 (67)
13	B7	356	36.26 (129)	3.08 (11)	8.98 (32)	51.68 (184)	20.22 (72)
14	B7	506	35.20 (178)	4.50 (23)	4.30 (22)	56.00 (283)	8.90 (45)
15	B9	1052	30.84 (324)	2.28 (24)	8.42 (89)	58.46 (615)	9.73 (102)
16	B7	591	39.09 (231)	3.55 (21)	11.51 (68)	45.85 (271)	23.52 (139)
17	B9	780	37.00 (288)	2.00 (16)	8.70 (68)	52.30 (408)	8.50 (66)
18	B9	505	38.81 (196)	3.44 (17)	7.82 (39)	49.93 (523)	7.72 (39)
19	B7	591	34.00 (201)	5.10 (30)	2.00 (12)	58.90 (348)	11.70 (69)
20	B7	510	32.50 (166)	5.10 (26)	3.70 (19)	58.70 (299)	9.00 (46)
21	B7-B8	661	25.00 (165)	4.40 (29)	9.50 (63)	61.10 (404)	6.50 (43)

Çalışma alanlarına karşılık gelen numaralar şu şekildedir

1. Koz Dağı (Genç / Bingöl) ve Çevresinin Florası, 2. Altıkardeş Dağı ve Çevresinin (Genç, Bingöl) Florası (Sinan & Behçet, 2014), 3. Göynük Nahiyesi (Karlıova-Bingöl) ve Çevresinin Florası (Cengiz, 2016), 4. Yüzenadalar (Bingöl-Solhan) çevresinin florası (Kılıç et al., 2017), 5. Dikme (Kür) Yaylası (Merkez-Bingöl) ve Çevresinin Florası (Kılıç & Yıldırım, 2014), 6. Hiro Yaylası ve Çevresinin (Adaklı-Bingöl) Florası (Yapar & Behçet, 2018), 7. Munzur Dağları Florası Üzerinde Bir Araştırma (Yıldırım, 1995), 8. Kamboş Dağının Florası (Bitlis) (Kürşat & Karataş, 2017), 9. Bitlis Çayı Havzası Florası (Altık & Behçet, 2005), 10. Zilan Vadisi (Erciş-Van) Florası (Karabacak & Behçet, 2014) 11. Pirreşit Dağı (Muradiye-Van) Florası (Ünal & Behçet, 2007), 12. Akçadağ (Erciş-Van) Florası (Karabacak & Behçet, 2007), 13. Ergan Dağı (Erzincan, Türkiye) Florası (Korkmaz & Turgut, 2014), 14. Tekeveler-Maden (Elazığ) Arası Sahanın Florası (Çakılcıoğlu & Civelek, 2011), 15. Kırmızı Tuzla (Bulanık-Muş), Bahçe Tuzlası (Malazgirt-Muş) ve Çevrelerinin Florası (Behçet et al., 2008), 16. Çayırılı İlçesinin (Erzincan, Türkiye) Floristik Çeşitliliği ve Endemik Bitkileri (Korkmaz, 2015), 17. Süphan Dağı (Bitlis) Florası (Behçet, 1991), 18. Aktuzla (Malazgirt-Muş) Florası (Almanar, 2003), 19. Harput (Elazığ) Florası (Çakılcıoğlu, 2002), 20. Karga Dağı'nın (Elazığ) Florası (Türkoğlu & Civelek, 2005), 21. Tercan Çevresi ile Şengül (Erzincan) ve Bağraba (Tunceli) Dağlarının Florası (Kaya, 1996)

Asteraceae familya üyelerinin çok çeşitli ortamlarda gelişebilmesi ve bu familyaya ait bireylerin tohumlarının uzak mesafelere taşınmasını sağlayan yapılar sahip olmaları; bu familya üyelerinin daha geniş alanlara yayılmalarına olanak sağlamaktadır. Çalışma alanı ile yakın alanlarda yapılmış çalışmalara bakıldığında; Karga Dağı'nın (Elazığ) Florası (Türkoğlu & Civelek, 2005) çalışması dışındaki tüm çalışmalarda *Asteraceae* familyası ilk sırada yer almaktadır. Bu bağlamda yaptığımız

çalışmaya bakıldığında, yakın alanlarda yapılan çalışmalar ile benzer olduğu görülmektedir. *Poaceae* familyası araştırma alanımızda ikinci sırada yer almaktadır. Bu durum çeşitli habitatlarda geniş yayılışı olan farklı taksonların yayılışına uygun habitat farklılıklarının alanımızda olması ile açıklanabilir.

Çalışma sahamıza yakın alanlardaki; Altıkardeş Dağı ve Çevresinin (Genç, Bingöl) Florası (Sinan & Behçet, 2014), Göynük Nahiyesi (Karlıova-Bingöl) ve Çevresinin

Florası (Cengiz, 2016), Hiro Yaylası ve Çevresinin (Adaklı-Bingöl) Florası (Yapar & Behçet, 2018), Munzur Dağları Florası Üzerinde Bir Araştırma (Yıldırım, 1995), Bitlis Çayı Havzası Florası (Altok & Behçet, 2005), Zilan Vadisi (Erciş-Van) Florası (Karabacak & Behçet, 2014), Pirreşit Dağı (Muradiye-Van) Florası (Ünal & Behçet, 2007), Akçadağ (Erciş-Van) Florası (Karabacak & Behçet, 2007), Süphan Dağı (Bitlis) Florası (Behçet, 1991) olan bu çalışmalarda da Poaceae familyası ilk 3 familya içerisinde yer almaktadır.

Çalışma alanımızda üçüncü sırada yer alan ve en çok takson içeren familya Fabaceae olmuştur. Tüm dünyada 700 cins ve 17000 tür ile temsil edilen bu familyanın; tropikal ve sıcak alanlarda yayılışının oldukça geniş olduğu görülmektedir (Heywood, 1985). Çalışma sahamıza yakın çalışmalara bakıldığında Ergan Dağı (Erzincan, Türkiye) Florası (Korkmaz & Turgut, 2014), Çayırılı İlçesinin (Erzincan, Türkiye) Floristik Çeşitliliği ve Endemik Bitkileri (Korkmaz, 2015) çalışmaları dışındaki bütün çalışmalarda Fabaceae familyasının ilk üç familya içerisinde yer aldığı görülmektedir.

En çok takson içeren ilk 10 cins ve bu cinslerdeki takson sayısının toplam takson sayısına oranı sırasıyla; *Trifolium* 14 (%2.24), *Astragalus* 13 (%2.08), *Centaurea* 11 (%1.76), *Allium* 10 (%1.60), *Vicia* 8 (%1.28), *Galium* 8 (%1.28), *Ranunculus* 8 (%1.28), *Bromus* 8 (%1.28), *Veronica* 8 (%1.28) ve *Silene* 7 (%1.12)'dir. Türkiye Florası'nda en çok takson içeren *Astragalus*, *Verbascum*, *Centaurea*, *Allium* ve *Silene* cinsleri iken; alanımızda *Trifolium* cinsi en çok takson içeren cinstir. İkinci sırada *Astragalus* cinsi gelmektedir. *Trifolium* cins üyelerinin alanımızda fazla olmasında nispeten sıcak Akdeniz fitocoğrafik bölge iklim etkisi düşünülse bile sahada *Astragalus* ve diğer cins üyelerinin tam toplanamamasının da önemli etkisi vardır. Alanımız her ne kadar İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde yer alsada alanın düşük rakımlı yerlerinde ve Lice'ye yakın alanlarda sıcak iklim etkisi belirgindir. Üçüncü sırada ise *Centaurea* cinsi *Astragalus* cinsi ile benzer habitatlarda yayılış göstermekte ve İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde iyi temsil edilmektedir. Bunun sebebi İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin karakteristiği ve step alanlara adapte olmuş bu cinslerin bu alanlarda iyi temsil edilmesidir (Karabacak & Behçet, 2014). Tespit edilen bitki taksonlarının Raunkiaer'in (1934) sınıflandırdığı hayat formlarına göre; 285 (%45,60)'i hemikriptofit, 178 (%28,48)'i terofit, 83 (%13,28)'ü kriptofit, 37 (%5,92)'si kamefit ve 42 (%6,72)'si fanerofit olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, yapılan bu çalışma ile belirlenen 625 taksonun alandan yayılışı belirlenmiş olup endemizm durumları ve fitocoğrafik bölge element dağılımları ortaya konmuştur (Tablo 2). Böylece Türkiye florasına ve ileride yapılacak olan floristik çalışmalara katkıda bulunulmuştur.

Etik kurul onayı: Bu çalışma için etik kurul onayı alınmasına gerek yoktur.

Çıkar çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Yazar katkısı: Fikir/Kavram - A.Ç., L.B.; Tasarım - A.Ç., L.B.; Denetleme/Danışmanlık - A.Ç., L.B.; Kaynaklar/Fon Sağlama - A.Ç., L.B.; Materyaller - A.Ç., L.B.; - Veri Toplama veya İşleme - A.Ç., L.B.; Analiz Yorumlama - A.Ç., L.B.; Kaynak Taraması -

A.Ç., L.B.; Makalenin Yazımı - A.Ç., L.B.; Eleştirel İnceleme - A.Ç., L.B.

Kaynaklar

- Akman, Y. (1990). İklim ve Biyoiklim. Palme yayınları, Ankara, s. 1-345.
- Akman, Y. (1993). Biyocoğrafya. Palme yayınları, Ankara, s. 1-379.
- Akman, Y. (1995). Türkiye Orman Vegetasyonu. Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara, s. 1-450.
- Almanar, S. (2003). Aktuzla (Malazgirt-Muş) Florası. (139528) Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>
- Altok, A. & Behçet, L. (2005). The flora of Bitlis river valley. *Turkish Journal of Botany*, 29(5), 355-387.
- Anonim, (1984). Bingöl ili Toprak ve Su Kaynakları Geliştirme Projesi. Başbakanlık Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Toprak Genel Müdürlüğü I. Daire Başkanlığı. Yayın No: 772
- Behçet, L. (1991). Süphan Dağı (Bitlis) florası. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 29-38.
- Behçet, L., & İlçim, A. (2015). *Paracaryum bingöelianum* (Boraginaceae), a new species from Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 39(2), 334-340. <https://doi.org/doi:10.3906/bot-1309-58>
- Behçet, L., Özgökçe, F., & Ünal, M. (2009). Kırmızı tuzla (Bulanık-Muş), Bahçe tuzlası (Malazgirt-Muş) ve çevrelerinin florası. *Biological Diversity and Conservation* 2(3), 122-155.
- Cengiz, H. (2016). Göynük Nahiyesi (Karlıova-Bingöl) ve Çevresinin Florası. (441789). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>
- Çakılcıoğlu, U. (2002). Harput (Elazığ) Florası (116569). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>
- Çakılcıoğlu, U., & Civelek, Ş. (2011). Tekever-Maden (Elazığ) arası sahanın florası. *Biological Diversity and Conservation*, 4(1), 54-66.
- Davis, P.H. (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol 1-9, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Davis, P.H., Mill, R.R., & Tan, K. (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol.10, Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.
- DMİ, (2020). Meteoroloji bülteni. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Doğan, M., Behçet, L., & Sinan, A. (2015). *Pseudophleum anatolicum*, a new endemic species of Pseudophleum (Poaceae) from East Anatolia, Turkey. *Systematic Botany*, 40(2), 454-460. <https://doi.org/10.1600/036364415X688349>
- Duran, A., Ünal, F., & Pınar, M. (2003). Türkiye *Hesperis* L. Cinsinin Revizyonu. Tübitak (TBAG-1748 (198T140) Ankara, s. 1-310.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., & Adıgüzel, N. (2000). Türkiye bitkileri kırmızı kitabı. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Emberger, L. (1955). Une classification biogeographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Fac. Sc.*, 7, 3-43.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M.T. (2012). Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., & Başer, K. H. C. (2000). Flora of Turkey and the east aegean islands. Vol. 11, Edinburgh Univ. Press. Edinburgh.
- Hamzaoğlu, E., Aksoy, A., Koç, M., & Aydın-Soydam, S. (2015). Türkiye *Dianthus* (Caryophyllaceae) Cinsinin Revizyonu. TÜBİTAK (111T873) Ankara, s. 545.
- Heywood, V. H. (1985). Flowering plants of the World Oxford University Press. England, s. 335.
- IPNI, (2022). International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens. (accessed 15 March)
- IUCN. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on (15 March 2022)
- Karabacak, O., & Behçet, L. (2007). The Flora of Akçadağ (Van-Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 31(6), 495-528.
- Karabacak, O., & Behçet, L. (2014). The flora of Zilan valley (Erciş-Van/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 7(3), 20-41.
- Kaya, Y. (1996). Tercan çevresi ile Şengül (Erzincan) ve Bağırba (Tunceli) dağlarının florası. *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 20(1), 75-98.
- Kılıç, Ö., & Yıldırım, Ş. (2014). Dikme (Kür) (Bingöl merkez) ve Çevresinin Florası. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 21(1), 69-125.

- Kılıç, Ö., Yıldırım, Ş., & Kıranşan, K. (2017). Yüzenadalar (Bingöl-Solhan) Çevresinin Florası. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 24(2), 131-172.
- Komarov, V.L. (1933-1964). Flora of the USSR. (English translation) Vol. 1-30 Moscow and Leningrad: Akademiya Nauk SSSR.
- Korkmaz, M. (2015). Çayırılı İlçesinin (Erzincan, Türkiye) Floristik Çeşitliliği ve Endemik Bitkileri. *Biological Diversity and Conversation*, 8(3), 223-247.
- Korkmaz, M., & Turgut, N. (2014). Flora of Ergan Mountain (Erzincan/Turkey). *Biological Diversity and Conversation*, 7(3), 195-216.
- Kürşat, M., & Karataş, M. (2017). Kambos Dağı florası (Bitlis). *Biological Diversity and Conversation*, 10(2), 93-112.
- Podlech, D., & Zarre, S.H. (2013). A taxonomic revision of the genus *Astragalus* L. (*Leguminosae*) in the old World (with collaboration of M. Ekici, A.A. Maassoumi & A. Sytin). Koenigstein. Germany.
- Raunkiaer, C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford: Clarendon Press.
- Rechinger, K.H. (1965-1977). Flora of Iranica. Graz. Akademisch Druck u Cerlanganstalt. Graz-Austria.
- Sinan, A., & Behçet, L. (2014). Altıkardes Dağı ve çevresinin Genç, Bingöl Florası. *Biological Diversity and Conversation*, 7(3), 98-116.
- The Plant List (2013). Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (accessed 15 March).
- Towsend, C.C., & Guest, E. (1960-1985). Flora of Iraq. Vol. 1; 2; 4-6; 8; 9. Ministry of Agriculture Repplic of Iraq. Baghdad.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., & Webb, D.B. (1964-1981). Flora Europaea. Univ. Press, Cambridge, Vol. 1-5.
- Türkoğlu, İ., & Civelek, Ş. (2005). Karga dağının (Elazığ) florası. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 370-399.
- Ünal, M., & Behçet, L. (2007). Flora of Pirreşit Mountain (Van, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 31(3), 193-223.
- Vural, M. (2006). *Türkiyenin Kırmızı Liste Taslağı*. Anasayfa <http://portal.milliparklar.gov.tr>.
- Yapar, Y., & Behçet, L. (2018). Hiro Yaylası Adaklı-Bingöl/Türkiye ve çevresinin florası. *Biological Diversity and Conversation*, 11(3), 126-140.
- Yıldırım, Ş. (1995). Munzur Dağları (Erzincan-Tunceli) florası. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 2(1), 1-78.
- Zohary, M. (1966-1986). Flora Palaestina. Jerusalem Academic Press. Israel. Vol. 1-4.
- Zohary, M. (1971). Geobotanical foundations of the Middle East. Vol 1-2, Gustav Fischer Verlag. Amsterdam.
-

Evaluation of Teratogenic and Developmental Toxicity of Everzol Red LFB and Everzol Yellow CGL on Zebrafish (*Danio rerio*) Embryos

Duygu ÖZHAN TURHAN

Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Inonu University, 44280 Malatya, TÜRKİYE
ORCID ID: Duygu ÖZHAN TURHAN: <http://orcid.org/0000-0002-7111-4289>

Received: 02.03.2022

Accepted: 19.04.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: Synthetic dyes produced by chemical synthesis are used in textile, food, cosmetic, plastic, and pharmaceutical industries. Of these dyes, azo dyes are a major group of dyes widely used by these industries despite their harm to the environment. A limited number of studies have focused on the impact of dyes on the environment; thus eco-toxicological studies are imperative. The aim of this study was to evaluate the toxic effect of Everzol Red LFB (ERL) and Everzol Yellow CGL (EYC) on zebrafish embryos. Embryos were exposed to 23-600 mg L⁻¹ ERL and EYC for 96 hours and the survival rates, heart rate, hatching rates, and body malformation of these individuals were determined. According to the results of this study, the 96 h LC₅₀ values of the ERL and EYC were determined to be 292 (232-391) and 127 (107-152) mg L⁻¹, respectively. The teratogenic index (TI) values of the ERL and EYC were calculated as 1.37 and 1.49, respectively. ERL and EYC are teratogenic for zebrafish embryos based on the calculated TI value. Both dyes caused significant inhibition of embryonic growth and heart rate in *Danio rerio* embryos. ERL and EYC caused pericardial edema, yolk sac edema, tail malformation, and spinal curvature in embryos. According to the determined parameters, the negative effect of EYC on zebrafish larvae is greater than of the ERL. These results indicate that both dyes have adverse effects on zebrafish development and may adversely affect the aquatic ecosystem if they enter the aquatic environment.

Keywords: Synthetic dye, embryotoxicity, development, pollution.

Everzol Red LFB ve Everzol Yellow CGL'nin Zebra Balığı (*Danio rerio*) Embriyoları Üzerinde Teratojenik ve Gelişimsel Toksisitesinin Değerlendirilmesi

Öz: Kimyasal sentezle üretilen sentetik boyalar; tekstil, gıda, kozmetik, plastik ve ilaç endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu boyalardan biri olan azo boyalar, çevreye zararlı olmalarına rağmen yaygın olarak kullanılan en büyük boya grubudur. Sınırlı sayıda çalışma, boyaların çevre üzerindeki etkisine odaklanmıştır, bu nedenle ekotoksikolojik çalışmaların yapılması zorunludur. Bu çalışmanın amacı, zebra balığı embriyolarında Everzol Red LFB (ERL) ve Everzol Yellow CGL'nin (EYC) toksik etkilerini değerlendirmektir. Embriyolar 96 saat boyunca 23-600 mg L⁻¹ ERL ve EYC'ye maruz bırakılmış ve bu bireylerin hayatta kalma oranları, kalp atım hızları, kuluçkadan çıkma oranları ve vücut malformasyonları belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, ERL ve EYC'nin 96 saatlik LC₅₀ değerleri sırasıyla 292 (232-391) ve 127 (107-152) mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir. ERL ve EYC teratojenik indeks (TI) değerleri sırasıyla 1.37 ve 1.49 olarak hesaplanmıştır. ERL ve EYC, hesaplanan TI değerine göre zebra balığı embriyoları için teratojeniktir. Her iki boya da *Danio rerio* embriyolarında, embriyonik büyümenin ve kalp hızının önemli ölçüde engellenmesine neden olmuştur. ERL ve EYC embriyolarda perikardiyal ödem, yolk kesesi ödemi, kuyruk malformasyonu ve spinal eğriliğe neden olmuştur. Belirlenen parametrelere göre EYC'nin zebra balığı larvaları üzerindeki olumsuz etkisi ERL'den daha fazladır. Bu sonuçlar, her iki boyanın da zebra balığı gelişimi üzerinde olumsuz etkilere neden olduğunu ve bu boyaların su ortamına girmesi halinde su ekosistemini olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Sentetik boya, embriyo toksisite, gelişim, kirlilik.

1. Introduction

Synthetic dyes produced by chemical synthesis are widely used in textile, food, cosmetic, plastic, and pharmaceutical industries (Akbulut et al., 2020). Some of the most important of these dyes are azo dyes (Selvaraj et al., 2021; Kızıltan et al., 2022). Azo dyes are known to be toxic, genotoxic, and mutagenic (Demirci & Asma, 2013). In recent years, due to rapidly increasing industrialization, the pollution from dyes has greatly increased. Thousands of dyes are synthesized daily worldwide and subsequently released into the environment during synthesis and dyeing processes (Jadhav et al., 2011). Some textile dyes dissociate in water and the resulting substances can have toxic effects on aquatic organisms (Akbulut et al., 2020). Dyes that enter the water system can enter the food chain

through aquatic organisms and accumulate, causing ecological instability (Natarajan & Manivasagan, 2020). Furthermore, some dyes that can be detected in many aquatic systems even at low concentration (1 mg L⁻¹) cause disturbances to aquatic ecosystems (Zamora & Jeronimo, 2019).

Recently, the zebrafish (*Danio rerio*) has been used to determine the toxicity of certain dyes. Zebrafish is a model organism commonly used in aquatic toxicology (Zamora & Jeronimo, 2019). The Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) has suggested that *D. rerio* is an important indicator for the evaluation of pollutant toxicity in the aquatic environment (OECD, 2006). *D. rerio* are often used in experiments because of their low cost, small size, and easy laboratory care.

Moreover *Danio rerio* embryos develop quickly after fertilization. As they are transparent, microscopic evaluation can be easily conducted at all stages of development (Akbulut & Yön, 2013). In the literature, the ecological effects of azo dyes have been reported in freshwater fish species (Abe et al., 2019).

The environmental impact and toxicity to aquatic biota caused by the discharge of textile dyes into water bodies are not fully documented (Zamora & Jeronimo, 2019). In addition, Abe et al. (2019) reported an urgent need to gather scientific information on the potential ecotoxicological effects of synthetic dyes on aquatic organisms. Everzol Red LFB and Everzol Yellow CGL are widely used commercial reactive dyes (Akbulut et al., 2020). There are deficiencies in the aquatic toxicity data on these dyes that are likely to enter environmental waters due to their widespread and intensive use. Therefore, in this study, we aimed to determine the lethal concentrations and sublethal effects of these dyes in zebrafish, an aquatic vertebrate, based on the prediction that the concentration of these dyes would increase in environmental waters.

For this aim, different biological responses such as lethality, growth and development, heart rate, hatching rate, and teratogenicity status in zebrafish embryos were determined after 96 hours of exposure to ERL and EYC according to the Fish Embryo Acute Toxicity Test (OECD, 2013). Thus, the possible eco-toxicological effects of these dyes were evaluated based on the negative effects they have on zebrafish embryos.

2. Material and Methods

2.1. Test organism

The embryos used in this study were produced from adult zebrafish grown in the zebrafish production system (ZebTec Active Blue, Tecniplast, Italy) in the Zebra Fish Unit, Inonu University Faculty of Arts and Sciences, Aquatic Vertebrate Experimental Animals Unit. The system is equipped with continuous water circulation and adjustable pH (7.30 ± 0.15) as well as conductivity (720 ± 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$), temperature ($28.2 \pm 0.2^\circ\text{C}$), and automatic light and dark photoperiodic (14:10 hours) controls. Zebrafish embryos were obtained with the same aquatic characteristics as the parent system and a filtered rearing system (iSpawn, Tecniplast, Italy) connected directly to the water circulation fed by the parent system. Fertilized eggs were collected within 3 hours and stored in standard embryo broth at 28.5°C in an oven.

According to the legislation of the European Union and our country, Ethics Committee approval is not required for embryos and larvae used in the period up to the first 120 hours of their development after fertilization in studies with zebrafish (European Zebrafish Resource Center).

2.2. Chemicals and exposure

The reactive dyestuffs ERL (R4504502) and EYC (1500502) were selected for this study. Dyes were tested at concentrations of 23, 35, 53, 79, 119, 178, 267, 400, and 600 mg L^{-1} . Twenty-four embryos were exposed to each concentration. pH was adjusted to 7.3 and conductivity was maintained at 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Then, 250 μl of each dye

solution prepared at different concentrations and a zebrafish embryo were added to each well. Mortality rates of individuals examined with a stereomicroscope every 24 hours for a 96-hour period were recorded. At the 48th hour, the heart beats per minute of the embryos were determined. At the end of the 96th hour, the malformation rates and malformation types of the surviving individuals were determined with a stereomicroscope while their lengths were measured using Euromex Image Focus 4.0 software. The median lethal concentrations (LC_{50}) were determined after 24, 48, 72, and 96 hours of exposure.

2.3. Statistical analysis

Statistical analysis of the collected data was performed with GraphPad Prism 5 (SPSS Inc., USA). Probit regression analysis was used to determine the 96h mean lethal concentration (LC_{50}) and effective concentration (EC_{50}) for the embryos (EPA, ver. 1.5). The teratogenic index (TI) values of ERL and EYC were calculated as the ratio of 96h LC_{50} value to 96h EC_{50} value. Since all measurement parameters did not show normal distribution, these non-parametric data were statistically compared with the Kruskal-Wallis and Dunn tests.

3. Results and Discussion

The intensive use of synthetic dyes and their transfer to the aquatic ecosystem cause significant pollution (Akbulut et al., 2020). In this study, the effects of two different textile dyes at different concentrations on the early development of *Danio rerio* embryos were determined. Parameters such as survival, hatching rate, heart rate, and malformation of zebrafish embryos were used to determine these effects. Many textile dyes have LC_{50} concentrations at different time intervals in fish (Oliveira et al., 2016). According to the data of this study, the 96h LC_{50} values were 292 and 127 mg L^{-1} for ERL and EYC, respectively (Table 1). To our knowledge, the toxic concentrations have been determined for the first time in fish for the tested dyes. On the other hand, LC_{50} concentrations of some commercial dyes such as Basic Violet 14, Direct Red 28, and Reactive black 5 for *D. rerio* were found to be 0.06, 0.48 $\mu\text{g mL}^{-1}$ and 0.52 mg L^{-1} , respectively (Shen et al., 2015; Manimaran et al., 2018). These stated LC_{50} values are relatively lower than the LC_{50} values of zebrafish treated with ERL and EYC in this study. In addition, in this study, the EC_{50} value in embryos exposed to ERL and EYC was calculated to be 213 and 85 mg L^{-1} (Table 1).

The ratio of the calculated LC_{50} value to the EC_{50} value is the teratogenicity value. The teratogenicity value is an important parameter used to determine the effects of pollutants on aquatic organisms. The suitability of using zebrafish embryos to evaluate the teratogenic potential of pollutants has been demonstrated by many studies (Selderslaghs et al., 2009; Alafiatayo et al., 2019; Turhan, 2021). In this study, the teratogenic index (TI) values of ERL and EYC for zebrafish larvae were calculated as 1.37 and 1.49, respectively. Selderslaghs et al. (2009) reported that a compound is considered teratogenic if the TI value for test compounds is >1 . Accordingly, our findings showed that ERL and EYC were teratogenic for *Danio rerio* larvae.

In *Danio rerio*, hatching is an important phase during which embryos transform into larvae (Sun et al., 2020). The

hatching rate in zebrafish embryos is one of the most important criteria used for the assessment of toxicity caused by environmental pollutants (Mu et al., 2016). In this study, the hatching rate decreased with increasing concentrations of dyes (Table 2). Similarly, Zamora and Jeronimo (2019) found that relatively higher concentrations of Direct Blue 15 (200 to 500 mg L⁻¹) decreased the hatching rate of exposed zebrafish embryos. Moreover, Manjunatha et al. (2020) reported that the hatching of *Danio rerio* embryos was proportionally affected by the concentration of henna dye. The reason for hatching inhibition may be the inability of the embryos to break the chorion under the influence of the contaminant or the inhibition of proteolytic enzymes involved in hatching (Zamora & Jeronimo, 2019; Rahman et al., 2020).

Body length is a general biomarker used to assess zebrafish health after exposure to pollutants (Lu et al., 2022). In this study, concentrations ERB and EYC higher than 35 mg L⁻¹ resulted in significant inhibition of embryonic growth (Table 3). Peng et al. (2021) reported that growth inhibition, another biomarker used to evaluate the effects of the tested dyes in this study, is frequently observed in *Danio rerio* exposed to environmental pollutants. Similar to the results of this study, To et al. (2021) reported that Solvent Violet 47 and Disperse Blue 14 dyes cause growth inhibition depending on the concentration in zebrafish. The results of previous studies thus indicate that dyes have a negative effect on the early development of zebrafish.

Table 1. The 24h, 48h, 72h and 96h LC₅₀, 96h EC₅₀, and TI determined for *Danio rerio* embryos

Dyes	Concentrations (mg L ⁻¹)	Exposure (h)	LC ₅₀ (mg L ⁻¹)	EC ₅₀ (mg L ⁻¹)	TI (LC ₅₀ /EC ₅₀)
Everzol Red LFB	23-600	24	390 (320-511)	213 (167-300)	1.37
		48	329 (267-431)		
		72	298 (240-393)		
		96	292 (232-391)		
Everzol Yellow CGL	23-600	24	241 (200-297)	85 (73-100)	1.49
		48	155 (131-184)		
		72	132 (112-156)		
		96	127 (107-152)		

Table 2. Percent hatching in *Danio rerio* embryos exposed to different concentrations of Everzol Red LFB and Everzol Yellow CGL for 96h

Dyes	Everzol Red LFB				Everzol Yellow CGL			
	24h	48h	72h	96h	24h	48h	72h	96h
Control	0	100	100	100	0	100	100	100
23	0	100	100	100	0	100	100	100
35	0	92	100	100	0	96	96	96
53	0	92	92	92	0	79	79	79
79	0	83	92	92	0	79	88	83
119	0	71	88	88	0	42	58	58
178	0	46	71	71	0	38	46	46
267	0	42	54	54	0	38	25	25
400	0	13	42	42	0	-	-	-
600	0	0	21	21	0	0	-	-

Table 3. Lengths and number of individuals living in *Danio rerio* embryos exposed to Everzol Red LFB and Everzol Yellow CGL for 96h

Concentrations	Everzol Red LFB				Everzol Yellow CGL					
	n	Length (mm)			n	Length (mm)				
Control	24	3.754	±	0.062	24	3.754	±	0.062		
23	24	3.539	±	0.057	24	3.595	±	0.059		
35	23	3.386	±	0.066	**	22	3.427	±	0.055	***
53	22	3.298	±	0.058	***	18	3.421	±	0.070	***
79	22	3.280	±	0.052	***	20	3.296	±	0.075	***
119	20	3.065	±	0.132	***	13	2.872	±	0.131	***
178	16	3.021	±	0.126	***	10	2.861	±	0.138	***
267	13	3.005	±	0.133	***	6	2.586	±	0.186	***
400	10	3.013	±	0.169	***	-	-	-	-	-
600	5	2.732	±	0.171	***	-	-	-	-	-

n: Living individual, * p<0.05, ** p< 0.01, *** p< 0.001

Exposure of zebrafish embryos to pollutants can cause various mutations (Park et al., 2019). In this study, exposure to ERL and EYC caused to spinal curvature (SC), tail malformation (TM), pericardial edema (PE), and yolk sac edema (YSE) in zebrafish embryos (Tables 4-5, Figure 1). For both dyes, YSE and PE were the most common types of malformation (Tables 4-5). YSE is a common symptom in fish exposed to pollutants and may result from overhydration of the yolk sac associated with impaired osmoregulation and toxin accumulation (Park et al., 2019).

As PE was the main type of malformation caused by both tested dyes, heart rate was determined to analyze whether this change in pericardial morphology affected the cardiac function of the embryos. Heart rate is an important biomarker used in zebrafish toxicity tests to evaluate the effects of pollutants (Zhang et al., 2020). In this study, it was shown that zebrafish embryos exposed to ERL and EYC caused a significant dose-dependent decrease in heart rate at 48 hours (Figure 2). Tsuruwaka et

al. (2015) showed that *Danio rerio* embryos exhibiting PE also demonstrate an abnormal intracellular Ca²⁺ signaling pattern.

4. Conclusion

The aquatic ecosystem is an important target of pollutants from industrial wastes (Meireles et al., 2018). The increasing use of textile dyes, which is an important source of industrial waste, and the increasing frequency of detection in the aquatic system necessitate the evaluation of their effects on aquatic organisms. This study showed that two dyes, ERL and EYC which are widely used in the textile industry, cause dose-dependent developmental toxicity in *Danio rerio* embryos. Biomarkers such as YSE, PE, TD, and SC were assessed in this study and the TI values calculated in zebrafish embryos showed that these dyes are toxic and teratogenic. The effects of the tested dyes on the aquatic ecosystem have been revealed in this study from various aspects but the mechanisms of the toxic effects caused by dyes should be evaluated at the biochemical and molecular level with new studies.

Table 4. Time-dependent mortality, malformation number, and malformation types of *Danio rerio* embryos exposed to various concentrations of Everzol Red LFB for 96 hours

Concentrations (mg L ⁻¹)	n	Living #	Malformed #	Malformations Types			
				SC	TM	PE	YSE
Control	24	24	0				
23	24	24	0				
35	24	23	1	-	-	1	-
53	24	22	0	-	-	-	-
79	24	22	3	2	1	-	1
119	24	20	5	1	1	3	1
178	24	16	7	1	2	5	6
267	24	13	11	4	2	8	3
400	24	10	7	2	4	6	2
600	24	5	3	-	2	2	2

SC: spinal curvature; TM: tail malformation; PE: pericardial edema; YSE: yolk sac edema

Table 5. Time-dependent mortality, malformation number, and malformation types of *Danio rerio* embryos exposed to various concentrations of Everzol Yellow CGL for 96 hours

Concentrations (mg L ⁻¹)	n	Living #	Malformed #	Malformations Types			
				SC	TM	PE	YSE
Control	24	24	0				
23	24	24	0				
35	24	22	0	-	-	-	-
53	24	18	1	-	1	1	-
79	24	20	12	1	1	10	5
119	24	13	10	1	1	9	3
178	24	10	9	2	2	6	2
267	24	6	6	1	1	4	3
400	24	0	-				
600	24	0	-				

SC: spinal curvature; TM: tail malformation; PE: pericardial edema; YSE: yolk sac edema

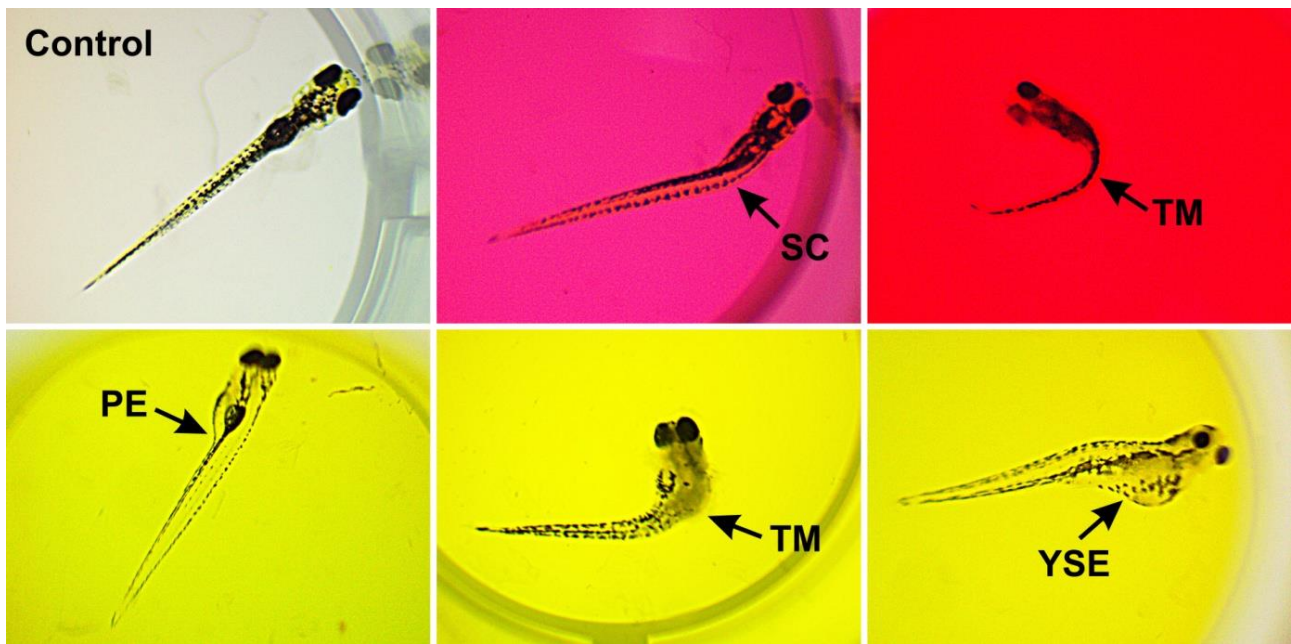


Figure 1. Microscopic images of embryos. Control embryos and Everzol Red LFB and Everzol Yellow CGL treatment groups 96h (SC: spinal curvature; TM: tail malformation; PE: pericardial edema; YSE: yolk sac edema)

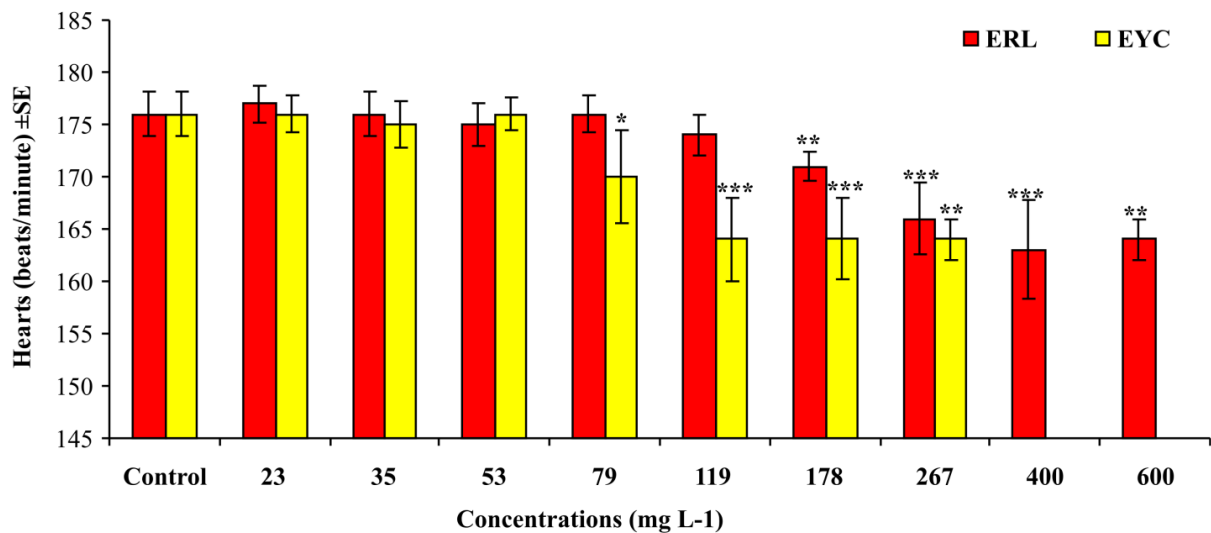


Figure 2. Heart rate per minute at 48h in *Danio rerio* embryos exposed to different concentrations of Everzol Red LFB and Everzol Yellow CGL

Acknowledgments: The author would like to thank Prof. Dr. Murat ÖZMEN for the laboratory facilities provided, Prof. Dr. Abbas GÜNGÖRDÜ for their support at every stage of the study and article writing, and Nazan BATALOĞLU for the technical support in the laboratory studies.

Ethics committee approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

References

Abe, F.R, Machado, A.L., Soares, A.M.V.M., Oliveira, D.P., & Pestana, J.L.T. (2019). Life history and behavior effects of synthetic and natural dyes on *Daphnia magna*. *Chemosphere*, 236, 124390. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124390>

Akbulut, G.B.A., Turhan, D.Ö., & Yiğit, E. (2020). Alleviation of Everzol Red LFB Toxicity in Duckweed (*Lemna minor* L.) by Exogenous Salicylic Acid. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4), 876-884. <https://doi.10.18016/ksutarimdogavi.683962>

Akbulut, C., & Yönlü, N.D. (2013). Bisfenol A'nın zebra balıklarında (*Danio rerio*) teratolojik etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17, 105-111.

Alafiatayo, A.A., Lai, K.S., Syahida, A., Mahmood, M., & Shaharuddin, N.A. (2019). Phytochemical evaluation, embryotoxicity, and teratogenic effects of *Curcuma longa* extract on Zebrafish (*Danio rerio*). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 3807207, 10. <https://doi.org/10.1155/2019/3807207>

Demirci, Ö., & Asma, D.H. (2013). Antioxidant responses in *Phanerochaete chrysosporium* exposed to Astrazone Red FBL textile dye. *Cell Biochemistry & Function*, 31, 86-90. <https://doi.org/10.1002/cbf.2865>

European Zebrafish Resource Centre (EZRC). Karlsruhe Institute of Technology (KIT) Heidelberg University, 109. Retrieved from <https://www.ezrc.kit.edu>, Date of Access: 21/12/2021

Jadhav, S.B., Phugare S.S., Patil, P.S., & Jadhav, J.P. (2011). Biochemical degradation pathway of textile dye Remazol Red and subsequent toxicological evaluation by cytotoxicity, genotoxicity and oxidative stress studies. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 65 (6), 733-743. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.04.003>

Kızıltan, T., Baran, A., Kankaynar, M., Şenol, O., Sulukan, E., Yıldırım, S., & Ceyhan, S.B. (2022). Effects of the food colorant carmoisine on zebrafish embryos at a wide range of concentrations. *Archives of Toxicology*, 96, 1089-1099. <https://doi.org/10.1007/s00204-022-03240-2>

- Lu, J., Wu, J., Gong, L., Cheng, Y., Yuan, Q., & He, Y. (2022). Combined toxicity of polystyrene microplastics and sulfamethoxazole on Zebrafish embryos. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 19273-19282. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17198-8>
- Manimaran D., Sulthana, A., & Elangovan, N. (2018). Reactive black 5 induced developmental defects via potentiating apoptotic cell death in Zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Pharmacy & Pharmacology International Journal*, 6(6), 449-452. <https://doi.org/10.15406/ppij.2018.06.00216>
- Manjunatha, B., Han, L., Kundapur, R.R., Liu, K., & Lee, S.J. (2020). Herbul black henna (hair dye) causes cardiovascular defects in Zebrafish (*Danio rerio*) embryo model. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 14150-14159. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07762-z>
- Meireles, G., Daam, M.A., Sanches, A.L.M., Zanoni, M.V.B., Soares, A.M.V.M., Gravato, C., & Oliveira, D.P., (2018). Red disperse dyes (DR 60, DR 73 and DR 78) at environmentally realistic concentrations impact biochemical profile of early life stages of zebrafish (*Danio rerio*). *Chemico-Biological Interactions*, 292, 94-100. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2018.07.007>
- Mu, X., Chai, T., Wang, K., Zhu, L., Huang, Y., Shen, G.,... & Wang, C. (2016). The developmental effect of difenoconazole on Zebrafish embryos: A mechanism research. *Environmental Pollution*, 212, 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.035>
- Natarajan, R. & Manivasagan, R. (2020). Effect of operating parameters on dye wastewater treatment using *Prosopis cineraria* and kinetic modeling. *Environmental Engineering Research*, 25(5), 788-793. <https://doi.org/10.4491/eer.2019.308>
- OECD, (2006). Draft proposal for a new guideline. Fish Embryo Toxicity (FET) Test. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals (1st Version), May 30
- OECD, (2013). Guidelines for the testing of chemicals. Fish Embryo Acute Toxicity (FET) Test. 236, July 26
- Oliveira, G.A.R., Lapuente, J., Teixido, E., Porredon, C., Borrás, M., & Oliveira, D.P. (2016). Textile dyes induce toxicity on zebrafish early life stages. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35(2), 429-434. <https://doi.org/10.1002/etc.3202>
- Park, H., Lee, J.Y., Park, S., Song, G., & Lim, W. (2019). Developmental toxicity and angiogenic defects of etoxazole exposed Zebrafish (*Danio rerio*) larvae. *Aquatic Toxicology*, 217, 105324. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.105324>
- Peng, Y., Li, M., Huang, Y., Cheng, B., Cao, Z., Liao, X., Xiong, G., Liu, F., Hu, C., & Lu, H. (2021). Bifenazate induces developmental and immunotoxicity in Zebrafish. *Chemosphere*, 271, 129457. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129457>
- Rahman, M.S., Islam, S.M.M., Haque, A., & Shahjahan, M. (2020). Toxicity of the organophosphate insecticide sumithion to embryo and larvae of zebrafish. *Toxicology Reports*, 7, 317-323. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.02.004>
- Selderslaghs, I.W.T., Rompay, A.R.V., Coen, W., & Witters, H.E. (2009). Development of a screening assay to identify teratogenic and embryo toxic chemicals using the Zebrafish embryo. *Reproductive Toxicology*, 28, 308-320. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2009.05.004>
- Selvaraj, V., Karthika, T.S., Mansiya, C., & Alagar, M. (2021). An over review on recently developed techniques, mechanisms and intermediate involved in the advanced azo dye degradation for industrial applications. *Journal of Molecular Structure*, 1224, 129195. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129195>
- Shen, B., Liu H.C., Ou, W.B., Eilers, G., Zhou, S.M., Meng, F.G., Li, C.Q., & Li, Y.Q. (2015). Toxicity induced by Basic Violet 14, Direct Red 28 and Acid Red 26 in Zebrafish larvae. *Journal of Applied Toxicology*, 35(12), 1473-1480. <https://doi.org/10.1002/jat.3134>
- Sun, Y., Cao, Y., Tong, L., Tao, F., Wang, X, Wu, H., & Wang, M. (2020). Exposure to prothioconazole induces developmental toxicity and cardiovascular effects on zebrafish embryo. *Chemosphere*, 251, 126418. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126418>
- To, K.T., Mary, L.S., Wooley, A.H., Wilbanks, M.S., Bednar, A.J., Perkins, E.J., Truong, L.,... & Reyer, N.G. (2021). Morphological and behavioral effects in zebrafish embryos after exposure to smoke dyes. *Toxics*, 9(1), 9. <https://doi.org/10.3390/toxics9010009>
- Tsuruwaka, Y., Konishi M., & Shimada, E. (2015). Loss of wwox expression in zebrafish embryos causes edema and alters Ca²⁺ Dynamics. *PeerJ Life and Environment*, 3, 727. <https://doi.org/10.7717/peerj.727>
- Turhan, D.Ö. (2021). Evaluation of teratogenic and toxic effects of enrofloxacin-based antibiotic on Zebrafish (*Danio rerio*) larvae with biochemical and developmental markers. *Chemistry and Ecology*, 37(8), 704-714. <https://doi.org/10.1080/02757540.2021.1974007>
- Zamora, M.H., & Jeronimo, F.M. (2019). Exposure to the azo dye direct blue 15 produces toxic effects on microalgae, Cladocerans, and zebrafish embryos. *Ecotoxicology*, 28, 890-902. <https://doi.org/10.1007/s10646-019-02087-1>
- Zhang C, Zhang J, Zhu L, Du Z, Wang J, Wang J, Li B, & Yang, Y. (2020). Fluoxastrobin-induced effects on acute toxicity, development toxicity, oxidative stress, and DNA damage in *Danio rerio* embryos. *Science of the Total Environment*, 715, 137069. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137069>

Comparative Bioinformatics Analyses of SARS-CoV-2 Spike Glycoproteins in Different Countries

Barış KURT

Muş Alparslan University, Faculty of Education, Department of Math, Muş, TÜRKİYE
ORCID ID: Barış KURT: <https://orcid.org/0000-0002-1406-0915>

Received: 25.02.2022

Accepted: 01.05.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: In this study, 27 protein sequences of SARS-CoV-2 spike (S) glycoprotein from 23 different countries were analyzed using bioinformatics approaches. In this context, post-translational modifications, sequence and domain analyses, phylogenetic analysis, and 3D structure analysis of the spike glycoprotein proteins were performed. Also, molecular docking analysis of the SARS-CoV-2 spike protein S1 receptor-binding domain (SS1) with human ACE2 protein was conducted. It was found that although all SARS-CoV-2s include Spike_rec_bind (PF09408) and Corona_S2 (PF01601) domain structures, the C-terminal S2 region was more diverse than the S1 region. The predicted N-glycosylation and phosphorylation sites were determined to be between 17 and 19 and 136 and 168, respectively. In phylogenetic analysis, SARS-CoV-2s were found to have more similarity with bat RaTG13 and pangolin CoV-2 than MERS CoV and bat SARS CoV. The predicted 3D protein structures of human SARS-CoV-2 and bat RaTG13 showed high similarity, ranging from 0.76 to 0.78. The docking analyses revealed that Asp30, Lys31, His34, Glu35, Glu37, Asp38, Asn330, and Gln325 residues were binding residues in the ACE2 protein for the N-terminal S1 subunit of SARS-CoV-2. The findings are particularly important for the studies of drug development and drug design.

Keywords: Covid-19, coronavirus, spike protein, molecular docking, in silico analyses.

SARS-CoV-2 Spike Glikoproteinlerinin Farklı Ülkelerde Karşılaştırmalı Biyoinformatik Analizleri

Öz: Bu çalışmada, biyoinformatik yaklaşımlar kullanılarak 23 farklı ülkeden SARS-CoV-2 spike (S) glikoproteininin 27 protein dizisi analiz edildi. Bu kapsamda saçak glikoproteinlerinin post-translasyonel modifikasyonları, sekans ve domain analizleri, filogenetik analizleri ve 3 boyutlu yapı analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, insan ACE2 proteini ile SARS-CoV-2 saçak proteini S1 reseptör bağlama alanının (SS1) moleküler yerleştirme analizi yapıldı. Tüm SARS-CoV-2'lerin Spike_rec_bind (PF09408) ve Corona_S2 (PF01601) alan yapılarını içermesine rağmen, C-terminal S2 bölgesinin S1 bölgesinden daha çeşitli olduğu bulundu. Öngörülen N-glikosilasyon ve fosforilasyon bölgelerinin sırasıyla 17 ve 19, 136 ve 168 arasında olduğu belirlendi. Filogenetik analizde, SARS-CoV-2'lerin yarasa RaTG13 ve pangolin CoV-2 ile MERS CoV ve yarasa SARS CoV'den daha fazla benzerliğe sahip olduğu bulundu. İnsan SARS-CoV-2 ve yarasa RaTG13'ün tahmin edilen 3D protein yapıları, 0.76 ile 0.78 arasında değişen yüksek benzerlik gösterdi. Yerleştirme analizleri, Asp30, Lys31, His34, Glu35, Glu37, Asp38, Asn330 ve Gln325 rezidülerinin, SARS-CoV-2'nin N-terminal S1 alt birimi için ACE2 proteininde bağlayıcı kalıntılar olduğunu ortaya çıkardı. Bulgular özellikle ilaç geliştirme ve ilaç tasarımı çalışmalarını için önemlidir.

Anahtar kelimeler: Kovid-19, koronavirus, saçak proteini, moleküler kenetleme, in silico analizler.

1. Introduction

Coronaviruses (CoVs) are reported to cause a wide variety of diseases in humans and animals (Masters & Perlman, 2013). Particularly, three types of CoV viruses have caused deadly pneumonia in humans in the past 20 years: severe acute respiratory syndrome coronavirus (SARS-CoV) (Drosten et al., 2003), Middle-East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) (Zaki et al., 2012), and SARS-CoV-2 (Zhu et al., 2020). CoVs are categorized into four main taxa that are alpha-CoV, beta-CoV, gamma-CoV, and delta-CoV (Lefkowitz et al., 2018). Two beta-CoVs, SARS-CoV and SARS-CoV-2, are closely related viruses. The origins of these viruses are suggested to be bats that seemed to be reservoir hosts for these two viruses (Zhou et al., 2020). Phylogenetical analyses showed that B beta-CoV and Bat SARS-like (SL) CoV, and RaTG13 have high nucleotide sequence identities with 96%, suggesting that SARS CoV-2 probably evolved from a Bat SL-CoV (Zhou et al., 2020; Ou et al., 2020). On the other hand, there are

varieties of beta-CoV genus that have low-pathogenicity ability in humans such as HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63, and HCoVHKU1 (Walls et al., 2020). SARS-CoV contains large positive-sense RNA genomes with about 30 kb in length and includes four structural proteins such as spike (S), nucleocapsid (N), envelope (E), and membrane (M) (Siddell & Ziebuhr, 2005). The spike glycoproteins (S) of CoVs bind to its receptor, angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) and mediate membrane fusion and virus entry. S protein is trimeric and the weights of each monomer is about 180 kDa. The attachment and membrane fusion of the virus is controlled with two subunits: N-terminal S1 subunit and membrane-embedded C-terminal S2 region (Ou et al., 2020). The S1 region contains amino terminal domain (S1-NTD) and the carboxy-terminal domain (S1-CTD). The S1-CTD subunit -receptor interaction is a vital step in determining host range of CoVs and tissue tropism (Lu et al., 2015; Cui et al., 2019). After membrane fusion, the CoV's genome is

*Corresponding author: b.kurt@alparslan.edu.tr

delivered into the cytoplasm using host cell membrane or endosome membrane. Then, viral RNA starts translation of the two polyproteins (pp1a and pp1ab) encoding 16 non-structural proteins (nsp1–nsp16) and replication of the viral genome (Fehr & Perlman, 2015; Ou et al., 2020). The CoV polyproteins are cleaved by the main protease and papain-like protease to produce the nonstructural proteins (Kandeel et al., 2020). In this study, comparative bioinformatics analyses of 27 SARS-CoV-2 spike (S) protein sequences were performed. Later, the predicted 3D structures and docking of SARS-CoV-2 S proteins were generated and analyzed by *in silico* approaches.

2. Material and Methods

2.1. Sequence collections

Firstly, a total of 27 protein sequences of SARS-CoV-2 spike glycoprotein from 23 different countries were retrieved from the NCBI database (NCBI National Library of Medicine, 1988), including Australia: Victoria (QHR84449.1), Brazil (QJA41641.1), Turkey (QIZ16509.1), Japan (BCB97901.1), Vietnam (QIK50448.1), Pakistan: Gilgit (QIQ22760.1), Colombia: Antioquia (QIS30054.2), Pakistan: KPK (QIS60276.1), Iran (QIU80900.1), South Korea (QIV15008.1), Iran (QIX12195.1), USA:MN (QJA17740.1), Taiwan (QJD20656.1), India: Kerala State (QIA98583.1), Hong Kong (QJC20993.1), Finland (QHU79173.2), India: Rajkot (QJC19491.1), Peru (QIS60288.1), Israel (QIT06999.1), France (QIX12148.2), South Africa (QIZ15537.1), Greece (QIZ16571.1), USA:OR (QJA17360.1), USA: New Orleans (QJC21041.1), Spain (QJC21017.1), Serbia (QJC21051.1), and Sweden (QIC53204.1). Later, collected sequences of SARS-CoV-2 were used for further bioinformatics analyses.

2.2. Sequence alignment and analyses

The retrieved 27 protein sequences were aligned using BioEdit software v7.2.5 (Hall, 1999). Domain analyses of SARS-CoV-2 spike glycoproteins were performed using Pfam 32.0 database (El-Gebali et al., 2019). Percent identities of SARS-CoV-2 spike glycoproteins were analyzed using blastp (protein-protein BLAST) suite (Johnson et al., 2008) in the NCBI database. For this analysis, SARS CoV BJ01 (AAP30030.1), bat SARS CoV Rs_672/2006 (ACU31032.1), bat coronavirus RaTG13 (QHR63300.2), pangolin CoV (QIQ54048.1), and MERS CoV (YP_009047204.1) were used for comparisons to SARS-CoV-2 spike glycoproteins. In addition, Tajima's test statistic (D) (Tajima, 1989), number of segregating sites (S), and nucleotide diversity (π) were calculated using MEGA-X software. The putative N-Glycosylation and serine-threonine or tyrosine phosphorylation sites of SARS-CoV S proteins were identified using NetNGlyc 1.0 (Blom et al., 2004) and NetPhos 3.1 (Blom et al., 2004) servers, respectively.

2.3. Phylogenetic analysis

Phylogenetic analysis was conducted by including 42 amino acid sequences. For this purpose, bat SARS CoVs (ACU31032.1, ACU31051.1, ABD75332.1, ABG47069.1, and QHR63300.2), MERS CoVs (YP_009047204.1, AID50418.1, AVN89453.1, AVN89344.1, and AVN89291.1), and SARS CoVs (AAP30030.1, ABA02260.1, ACZ72065.1, AAV91631.1, and AAX16192.1) sequences were retrieved to be added into the data used in sequential analysis. The

relationship among lineages were constructed based on the Neighbor-Joining (NJ) method. The bootstrap confidence values were calculated by 1000 replication for each clade (Felsenstein, 1985). Evolutionary analyses were conducted in MEGA-X (Kumar et al., 2018). A total of 1360 positions were found in the dataset as a result of computation of evolutionary distances according to Poisson correction method.

2.4. Predicted 3D structure and docking analyses

First, predicted 3D structures of selected SARS-CoV-2 S proteins such as Colombia, Pakistan-Gilgit, Sweden, and Vietnam were generated using Phyre (Protein Homology/analogy Recognition Engine V 2.0) online server at intensive mode (Kelley et al., 2015). Later, the similarity of protein structures was evaluated using template modeling score (TM-score) (Zhang & Skolnick, 2004). The structural evaluation and stereo-chemical analyses of the modeled proteins was checked using Ramachandran plot analysis on the Rampage server (Lovell et al., 2003).

The ACE2 protein was extracted from the file (6M0J) in PDB Bank (Berman, 2000) and Sweden SARS-CoV-2 spike protein S1 receptor-binding domain (SS1) was used for protein-protein docking analysis. HADDOCK 2.4 server was employed for the docking procedure (van Zundert et al., 2016). Since His228 in the file showed two distinct confirmations and these confirmations caused a problem for docking analysis to proceed, the file was corrected manually. The interacting residues for HADDOCK parameters were obtained from (Lan et al., 2020) and docking analysis was completed by default settings. The resulting docking file was opened in PyMOL and the best confirmation was used for alignment with the input proteins and RMSD value was calculated based on this alignment. The binding affinity was found using Prodigy server at 25°C (Xue et al., 2016). The contacting residues between proteins were visualized in Chimera 1.14rc (Pettersen et al., 2004). LigPlot+ was used for the identification of binding site interactions with their residue distances (Laskowski & Swindells, 2011). The detailed analysis of the docking such as number of contacting residues, salt bridges, and non-bonded interactions between the molecules were identified by PDBsum server (Laskowski et al., 2018).

3. Results and Discussion

3.1. Genetic variations in SARS-CoV-2 spike glycoproteins

All SARS-CoV-2 S proteins contained Corona_S2 (PF01601) domain between 662 and 1266 amino acid residues and Spike_rec_bind (PF09408) domain structure was between 330 and 583 amino acid residues by Pfam database (Fig. 1). According to sequence analyses of spike receptor binding domain (PF09408) structure (S1 subunit), there was just one amino acid substitution in the amino acid chain of 367 residues and only valine (V) in Hong Kong SARS-CoV2 (QJC20993.1) replaced with phenylalanine (F) (V367F). In C-terminal S2 region, A930V in India: Kerala State, V772I in Turkey, T791I in Taiwan, and F797C in Sweden amino acid substitutions were identified. To understand the genetic diversity level of SARS-CoV-2 S proteins, Tajima's D was calculated and found as -1.805. In addition, the number of segregating

sites and nucleotide diversity (π) were identified as 10 and 0.0009, respectively. For a better understanding of human SARS-CoV 2 S protein sequences, four SARS-CoV-2 S protein sequences were selected from our study along with Bat coronavirus RaTG13 and Pangolin Coronavirus S protein sequences that are most similar to human S proteins. Then, they were examined by aligning (Fig. 2). In particular, when the amino acid changes in the spike

receptor-binding domain were examined, it was found that there were changes in 33 and 21 regions between human and pangolin and human and bat SARS-CoV2 S proteins, respectively. Thus, pangolin SARS-CoV2 S protein sequences were found to show more variations in the region of receptor binding domain compared to human SARS-CoV2.

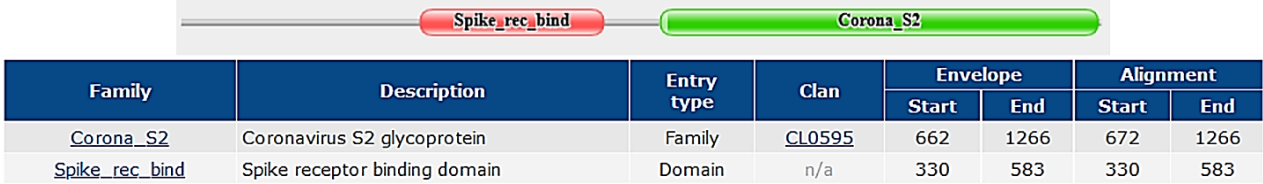


Figure 1. Domain analyses of SARS-CoV2 S protein sequences using Pfam database. These two domain structures identified all SARS-CoV2 S proteins.



Figure 2. Multiple sequence alignment of S protein sequences of selected four human SARS-CoV2 (Serbia, Spain, Taiwan, and India: Rajkot), bat coronavirus RaTG13, and pangolin coronavirus. Conserved regions, showing at least 80% similarity, are shown in black and red line represent the spike receptor binding domain (PF09408) structure (between 330 and 583 amino acid residues) based on Pfam database.

The percent identities of SARS-CoV-2 S proteins were identified by blastp tool in NCBI database (Table 1). Human SARS-CoV-2 S protein sequences were compared with SARS CoV BJ01, MERS CoV, Bat CoV, Bat COV RaTG13, and Pangolin CoV sequences. When the results are examined, SARS-CoV-2 & SARS CoV BJ01, SARS-CoV-2 & MERS CoV, SARS-CoV-2 & Bat CoV, SARS-CoV-2 & Bat COV RaTG13, and SARS-CoV-2 and Pangolin CoV percent identity (%) values were between 76.04 and 76.19,

34.82 and 34.91, 74.51 and 74.76, 97.33 and 97.41, and 91.99 and 92.14, respectively. Considering the general identity ratios, it was seen that SARS-CoV-2 S proteins gave the highest similarity values with bat CoV RaTG13 S protein (about 97%), followed by Pangolin CoV (about 92%) and SARS CoV BJ01 (about 76%). In addition, the lowest similarity values with SARS-CoV-2 S proteins were about 35% with MERS CoV.

Table 1. Percent identity (%) of SARS-CoV-2 S proteins using blastp tool in NCBI database

SARS-CoV2	SARS CoV BJ01	MERS CoV	Bat CoV	Bat COV RaTG13	Pangolin CoV
Australia: Victoria	76.12	34.91	74.67	97.33	92.07
Brazil	76.12	34.91	74.76	97.41	92.14
Turkey	76.12	34.91	74.59	97.33	92.07
Japan	76.12	34.91	74.59	97.41	92.14
Vietnam	76.12	34.91	74.59	97.41	92.14
Pakistan: Gilgit	76.12	34.91	74.59	97.41	92.14
Colombia: Antioquia	76.12	34.91	74.59	97.41	92.07
Pakistan: KPK	76.12	34.91	74.59	97.41	92.14
Iran (QIU80900.1)	76.12	34.91	74.59	97.41	92.14
South Korea	76.12	34.91	74.59	97.41	92.14
Iran (QIX12195.1)	76.12	34.91	74.59	97.41	92.14
USA:MN	76.12	34.91	74.59	97.41	92.14
Taiwan	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
India: Kerala State	76.04	34.82	74.51	97.33	92.07
Hong Kong	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
Finland	76.19	34.91	74.51	97.33	92.07
India: Rajkot	76.04	34.82	74.51	97.25	91.99
Peru	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
Israel	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
France	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
South Africa	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
Greece	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
USA: OR	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
USA: New Orleans	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
Spain	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
Serbia	76.04	34.91	74.51	97.33	92.07
Sweden	76.04	34.82	74.51	97.33	92.07

3.2. Post-translational modifications of SARS-CoV S proteins

The putative N-glycosylation sites (Table 2) in CoV S protein sequences were ranged from 17 to 19 by NetNGlyc 1.0 server. In terms of the number of serine-threonine or tyrosine phosphorylation sites, they changed from 136 to 140 and were higher than the number of the N-glycosylation sites.

Table 2. The predicted N-Glycosylation and serine-threonine or tyrosine phosphorylation sites of SARS-CoV S proteins, respectively.

Protein name	NetNGlyc 1.0 Server	NetPhos 3.1 Server
Colombia SARS-CoV2	17	142
Pakistan-Gilgit SARS-CoV2	17	142
Sweden SARS-CoV2	17	140
Vietnam SARS-CoV2	17	140
SARS CoV BJ01	18	137
MERS CoV	19	168
Bat COV RaTG13	17	137
Pangolin CoV	18	136

3.3. Phylogenetic analysis of SARS-CoV-2 S proteins

For phylogenetic analysis, a total of 43 S protein sequences were used, 27 of which are SARS-CoV-2, five of which are MERS CoV, five of which are Bat SARS CoV, one of which is pangolin CoV, and five of them are SARS CoV (Fig. 3). The phylogeny shows that MERS CoVs are outgroup to SARS CoVs and Bat SARS CoVs. Although MERS CoV, Bat SARS CoV, and SARS CoV S proteins split into different clades with 100% bootstrap value, SARS-CoV-2 S proteins did not split from other clusters. The pangolin CoV-2 and RaTG13 split from the MERS CoV, Bat SARS CoV, and SARS CoV S corona viruses as a result of mutations and they constituted paraphyletic group containing some SARS-CoV 2 lineages. Moreover, bat coronavirus RaTG13 separated from other bat sequences and clustered with the SARS-CoV-2 S sequences. When the distribution of the SARS-CoV-2 sequences were examined, although most of them were clustered together, Iran, Pakistan: KPK,

Pakistan: Gilgit, Vietnam, and Sweden SARS-CoV-2 sequences were sister groups under a different sub-cluster.

3.4. Comparative 3D structure and docking analyses

The predicted tertiary (3D) structures of Bat CoV, MERS CoV, SARS CoV BJ01, and RaTG13 proteins were generated using Phyre server. The number of the residues in favored and allowed regions were identified as 98.9% for SARS CoV BJ01, 96.3% for RaTG13, 96.1% for MERS CoV, and 98.6% for Bat CoV according to Ramachandran plot analysis using Rampage online server, suggesting reliable 3D predictions. To offer more insights about the structural similarities of corona virus proteins in the study, the SARS-CoV-2 S protein structure and different CoV S protein were compared using the TM-score server. For this analysis, four human SARS-CoV-2 were selected such as Colombia, Pakistan-Gilgit, Sweden, and Vietnam (Table 3). The SARS-CoV-2 S proteins were compared with the four different CoV S proteins modeled in this study, including Bat CoV (ACU31032.1), MERS CoV (YP_009047204.1), SARS CoV BJ01 (AAP30030.1), and RaTG13 (QHR63300.2). As a result of the analysis, SARS-CoV-2 showed a high level of structural similarity with RaTG13 S protein, followed by SARS CoV BJ01 and Bat CoV.

The docking results were shown in Fig 4. The RMSD values for the docking were found to be in turn 0.169 and 0.160 for SS1 and ACE2 proteins, suggesting that the model qualities of docking were high since RMSDs were lower than one (Karaca et al., 2010). The binding affinity between SS1 and ACE2 was -10.4 kcal/mol, calculated on Prodigy server, indicating high attraction force between two proteins. A total of 43 interface residues were found between ACE2 and SS1 (23 for ACE2 and 20 for SS1). The total numbers of hydrogen bonds were nine whereas only one salt bridge was observed across interface. Of these hydrogen bonds, only one had double bonds. As a result of the docking analyses, Asp30, Lys31, His34, Glu35, Glu37, Asp38, Asn330, and Gln325 were found as binding

residues of ACE2 to Arg403, Tyr473, Gln474, Tyr489, Gly496, Gln498, Thr500, and Gly502 residues of SS1. The stabilizing effect of salt bridge between the proteins was observed between Asp38 of ACE2 and Arg403 of SS1 along with double hydrogen bonds. The salt bridge distance

between ACE2 and SS1 was 3.27 Å. Furthermore, the docking analysis showed that except Lys31 and His34 residues in ACE2 and Arg403, Tyr473, and Gln474 residues in SS1, all other residues in ACE2 and SS1 were found as contacting residues reported by Lan et al. (2020).

Table 3. Predicted 3D structure overlap of some selected spike proteins between SARS-CoV-2 and bat, MERS, and SARS CoVs using TM-score online server for measuring the similarity.

SARS-CoV-2	Bat CoV (ACU31032.1)	MERS (YP_009047204.1)	CoV SARS (AAP30030.1)	CoV BJ01	RaTG13 (QHR63300.2)
Colombia	0.2470	0.1326	0.2665		0.7783
Pakistan-Gilgit	0.2484	0.1330	0.2642		0.7740
Sweden	0.2492	0.1314	0.2710		0.7659
Vietnam	0.2484	0.1306	0.2676		0.7563

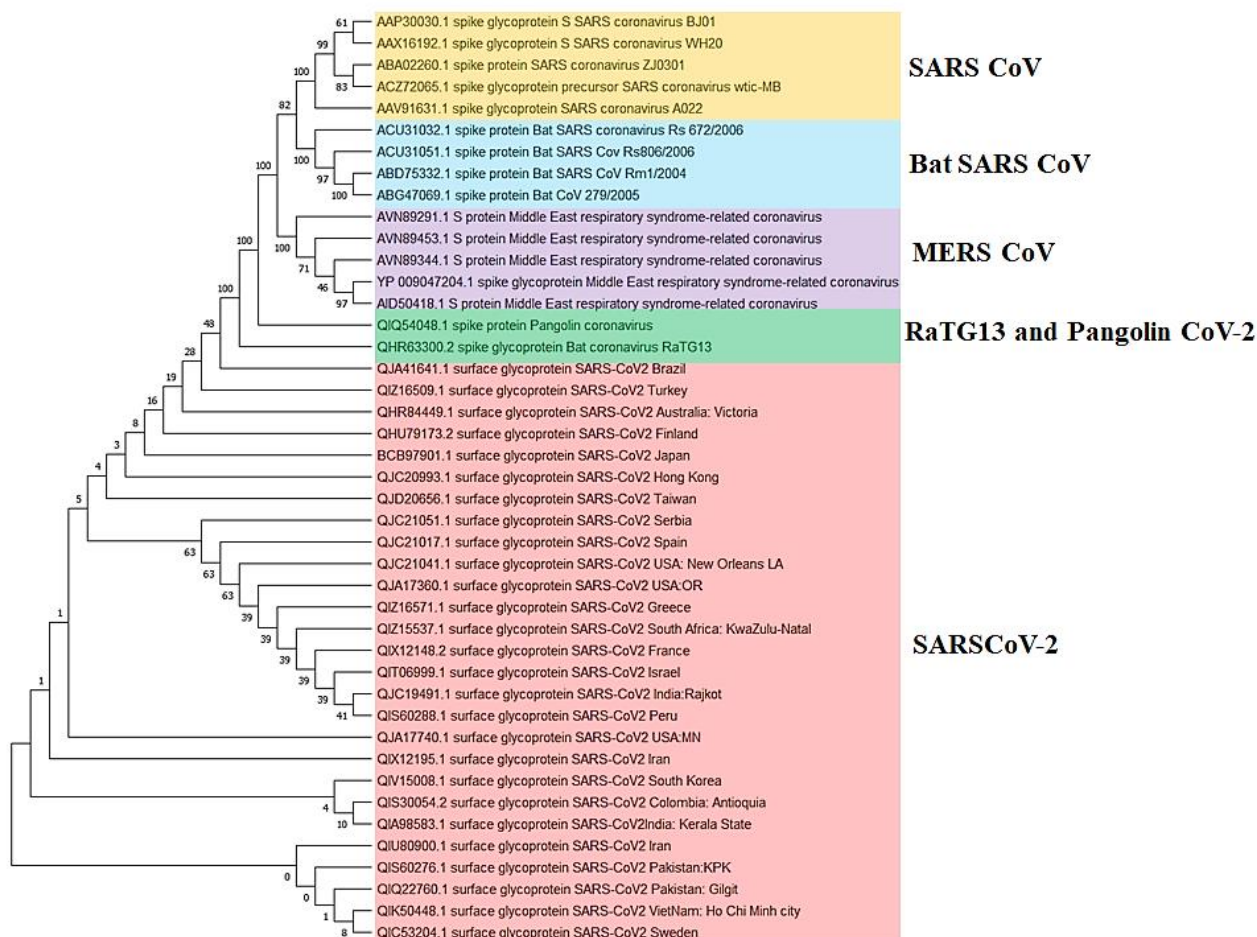


Figure 3. Phylogenetic distributions of SARS-CoV-2, MERS CoV, bat SARS CoV, Pangolin CoV, and SARS CoV S protein sequences by NJ tree method using MEGA X with 1000 bootstrap replicates.

4. Discussion

The goal of this research was to evaluate 27 SARS-CoV-2 S protein sequences obtained from 23 countries throughout the world using various bioinformatics methods in order to contribute to the knowledge of SARS-CoV-2 evolution. Positive selection or population expansions lead low frequency alleles to increase, resulting in a negative Tajima's D. Under a standard neutral model, positive selection may cause genetic variance to fluctuate (Biswas & Akey, 2006). Tajima's D was determined to be -1.805 for this present review indicating positive selection of S genes in SARS-CoV-2. The receptor binding domain (RBD) of 2019-nCoV contains 348A, 354N, 417K, 430N, 438S, and 519H residues according to Wu et al. (2020). In this study, 348A, 354N, 417K except from pangolin, and 519H except from bat and pangolin were present in alignment of

human, bat RaTG13, and pangolin SARS-CoV-2 (Fig. 2). These variations in RBD region may support the mutation potential of SARS-CoV-2. In RBD region, it was revealed that SARS-CoV-2 and Pangolin-CoV were highly conserved and only one amino acid change (500H/500Q) was identified. Besides, this change does not belong to the interaction with human ACE2 (Zhang & Skolnick, 2004). In this investigation, just one amino acid substitution (367V/367F) was discovered and was not detected in the catalytic residues of ACE2 binding. Zhu et al. (2020) stated that Pangolin-CoV, RaTG13, and SARS-CoV-2 were clustered in "SARS-CoV-2 group" in the phylogenetic tree suggesting that these data proved our results (Table 1 and Fig. 3). Post-translational modifications (PTMs) aim to contribute to the temporal and spatial regulation of protein functions by making some covalent modifications after the polypeptide is synthesized. Coronavirus (CoV) is RNA

virus with an envelope causing diseases in both human and animals and many CoV proteins undergo PTMs such as palmitoylation, N- or O-linked glycosylation, phosphorylation, and other PTMs. The N-linked glycosylation support the conformation changes of S protein affecting the receptor binding of S protein (Ritchie et al., 2010; Fung & Liu, 2018). Consequently, the existence of a large number of PTMs may be related to the functional regulation of proteins in SARS-CoV metabolism.

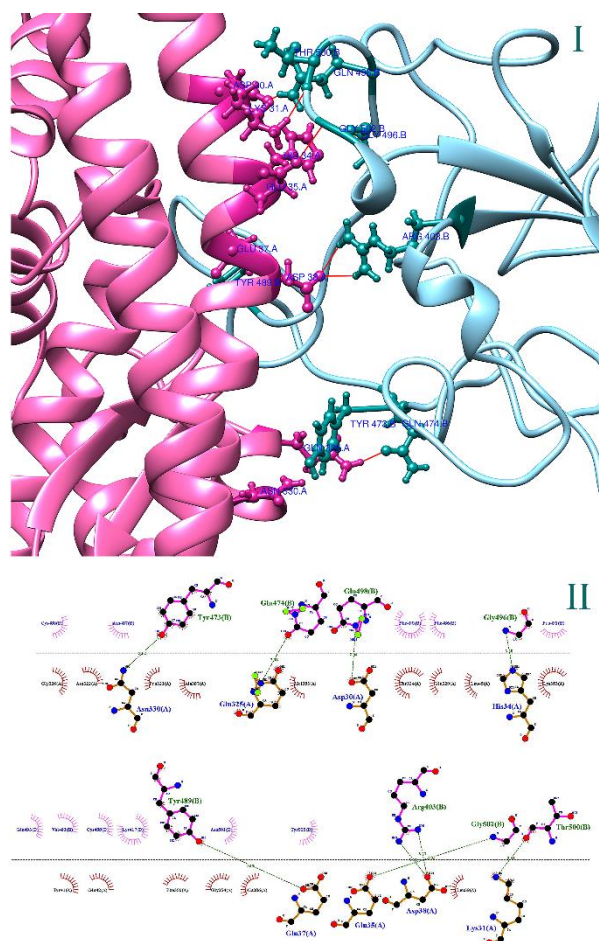


Figure 4. The interacting residues of ACE2 (A) and Sweden SARS-CoV-2 S1 protein (SS1) (B). (I) ACE2 was shown in hot pink with binding residues in violet red whereas SARS-CoV-2 was displayed in sky blue with interacting residues in dark cyan. The hydrogen bonds among residues were shown in red with threshold of three Å. (II) The schematic representation of interacting residues. Hydrogen bonds were shown in green with interacting residues and their distances. Residue numbers shown with A and B represent ACE2 and SS, respectively.

The template modeling score (TM-score) can be used to assess the similarity between two protein structures. The TM score has values ranging from 0 to 1 in which one indicates the perfect match whereas 0 implies that no similarity exists between binary structural comparisons of the proteins. If the TM-score falls below 0.17, two proteins are decided to be unrelated. By contrast, if the TM-score exceeds 0.50, it is assumed that the proteins are in the same fold in SCOP/CATH (Zhang & Skolnick, 2004; Xu & Zhang, 2010). In this study, MERS CoV & SARS-CoV-2 S protein structures had about 0.13 TM-score; therefore, the protein structures appear to be not very close. On the other hand, the SARS-CoV-2 & RaTG13 S protein sequences were found to yield TM-score over 0.75 indicating high similarity of two protein structures. These findings were in

parallel with phylogenetic and sequence similarity results.

Docking results were in agreement with the experimental results of (Lan et al., 2020). Also, it was found that molecular interacting forces between SS1 and ACE2 show high binding affinity. Particularly, the salt bridge and double hydrogen bonded form between Asp38 of ACE2 and Arg403 of SS1 stabilizes the protein complex; therefore, the common interacting residues involved in binding can be used as potential targets for the development of new drugs against Covid19 outbreak.

Ethics committee approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.

References

- Biswas, S., & Akey, J.M. (2006). Genomic insights into positive selection. *Trends in Genetics*, 22(8), 437–446. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2006.06.005>
- Blom, N., Sicheritz-Pontén, T., Gupta, R., Gammeltoft, S., & Brunak, S. (2004). Prediction of post-translational glycosylation and phosphorylation of proteins from the amino acid sequence. *Proteomics*, 4(6), 1633–1649. <https://doi.org/10.1002/pmic.200300771>
- Cui, J., Li, F., & Shi, Z.-L. (2019). Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. *Nature Reviews Microbiology*, 17(3), 181–192. <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0118-9>
- Drosten, C., Günther, S., Preiser, W., van der Werf, S., Brodt, H.-R., Becker, S., ... & Doerr, H. W. (2003). Identification of a Novel Coronavirus in Patients with Severe Acute Respiratory Syndrome. *New England Journal of Medicine*, 348(20), 1967–1976. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa030747>
- Fehr, A.R., & Perlman, S. (2015). Coronaviruses: An Overview of Their Replication and Pathogenesis. *Nature Public Health Emergency Collection*, 1–23. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2438-7_1
- Felsenstein, J. (1985). Confidence Limits on Phylogenies: An Approach Using the Bootstrap. *Evolution*, 39(4), 783. <https://doi.org/10.2307/2408678>
- Fung, T.S., & Liu, D.X. (2018). Post-translational modifications of coronavirus proteins: roles and function. *Future Virology*, 13(6), 405–430. <https://doi.org/10.2217/fvl-2018-0008>
- Hall, T.A. (1999). BioEdit: A User-Friendly Biological Sequence Alignment Editor and Analysis Program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95–98.
- El-Gebali, S., Mistry, J., Bateman, A., Eddy, S.R., Luciani, A., Potter, S.C., ... & Finn, R.D. (2019). The Pfam protein families database in 2019. *Nucleic Acids Research*, 47, 427–432. <https://doi.org/10.1093/nar/gky995>
- Berman, H.M., Westbrook, J., Feng, Z., Gilliland, G., Bhat, T.N., Weissig, H., Shindyalov, I.N., & Bourne, P.E. (2000). The Protein Data Bank. *Nucleic Acids Research*, 28, 235–242. <https://doi.org/10.1093/nar/28.1.235> and Retrieved From: <https://www.rcsb.org>
- Kandael, M., Ibrahim, A., Fayez, M., & Al-Nazawi, M. (2020). From SARS and MERS CoVs to SARS-CoV-2: Moving toward more biased codon usage in viral structural and nonstructural genes. *Journal of Medical Virology*, 92(6), 660–666. <https://doi.org/10.1002/jmv.25754>
- Karaca, E., Melquiond, A.S.J., de Vries, S.J., Kastiris, P.L., & Bonvin, A.M.J.J. (2010). Building macromolecular assemblies by information-driven docking: introducing the HADDOCK multibody docking server. *Molecular & Cellular Proteomics*, 9(8), 1784–1794. <https://doi.org/10.1074/mcp.M000051-MCP201>
- Kelley, L. A., Mezulis, S., Yates, C.M., Wass, M. N., & Sternberg, M.J.E. (2015). The Phyre2 web portal for protein modeling, prediction and analysis. *Nature Protocols*, 10(6), 845–858. <https://doi.org/10.1038/nprot.2015.053>
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., & Tamura, K. (2018). MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across Computing Platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35(6), 1547–1549. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy096>
- Lan, J., Ge, J., Yu, J., Shan, S., Zhou, H., Fan, S., ... & Wang, X. (2020). Structure of the SARS-CoV-2 spike receptor-binding domain bound to the ACE2 receptor. *Nature*, 581(7807), 215–220. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2180-5>

- Laskowski, R.A., Jabłońska, J., Pravda, L., Vařeková, R.S., & Thornton, J.M. (2018). PDBsum: Structural summaries of PDB entries. *Protein Science: A Publication of the Protein Society*, 27(1), 129–134. <https://doi.org/10.1002/pro.3289>
- Laskowski, R.A., & Swindells, M.B. (2011). LigPlot+: Multiple Ligand-Protein Interaction Diagrams for Drug Discovery. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 51(10), 2778–2786. <https://doi.org/10.1021/ci200227u>
- Lefkowitz, E.J., Dempsey, D.M., Hendrickson, R.C., Orton, R.J., Siddell, S.G., & Smith, D.B. (2018). Virus taxonomy: the database of the International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). *Nucleic Acids Research*, 46, 708–717. <https://doi.org/10.1093/nar/gkx932>
- Lovell, S.C., Davis, I.W., Arendall, W.B., de Bakker, P.I.W., Word, J.M., Prisant, M.G., ... & Richardson, D.C. (2003). Structure validation by C α geometry: ϕ , ψ and C β deviation. *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*, 50(3), 437–450.
- Lu, G., Wang, Q., & Gao, G.F. (2015). Bat-to-human: spike features determining 'host jump' of coronaviruses SARS-CoV, MERS-CoV, and beyond. *Trends in Microbiology*, 23(8), 468–478. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2015.06.003>
- Johnson, M., Zaretskaya, I., Raytselis, Y., Merezhuik, Y., McGinnis, S., & Madden, T.L. (2008). NCBI BLAST: a better web interface. *Nucleic Acids Research*, 36, 5–9. <https://doi.org/10.1093/nar/gkn201>
- Ou, X., Liu, Y., Lei, X., Li, P., Mi, D., Ren, L., ... & Qian, Z. (2020). Characterization of spike glycoprotein of SARS-CoV-2 on virus entry and its immune cross-reactivity with SARS-CoV. *Nature Communications*, 11(1), 1620. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15562-9>
- Masters, P.S., & Perlman, S. (2013). in *Fields Virology Vol. 2* (eds Knipe, D. M. & Howley, P. M.) 825–858.
- NCBI National Library of Medicine (US). (1988). National Center for Biotechnology Information. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Petersen, E.F., Goddard, T.D., Huang, C.C., Couch, G.S., Greenblatt, D.M., Meng, E.C., & Ferrin, T.E. (2004). UCSF Chimera: A visualization system for exploratory research and analysis. *Journal of Computational Chemistry*, 25(13), 1605–1612. <https://doi.org/10.1002/jcc.20084>
- Ritchie, G., Harvey, D.J., Feldmann, F., Stroehrer, U., Feldmann, H., Royle, L., ... & Rudd, P.M. (2010). Identification of N-linked carbohydrates from severe acute respiratory syndrome (SARS) spike glycoprotein. *Virology*, 399(2), 257–269. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2009.12.020>
- Siddell, S.G., & Ziebuhr, J.S.E. (2005). Coronaviruses, Toroviruses, and Arteriviruses. In V. T. M. B.W.J. Mahy (Ed.), *Topley and Wilson's microbiology and microbial infections* (pp. 823–856). Hodder Arnold, London.
- Tajima, F. (1989). Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics*, 123(3), 585–95.
- van Zundert, G.C.P., Rodrigues, J.P.G.L.M., Trellet, M., Schmitz, C., Kastriitis, P.L., Karaca, E., ... & Bonvin, A.M.J.J. (2016). The HADDOCK2.2 Web Server: User-Friendly Integrative Modeling of Biomolecular Complexes. *Journal of Molecular Biology*, 428(4), 720–725. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2015.09.014>
- Walls, A.C., Park, Y.-J., Tortorici, M.A., Wall, A., McGuire, A.T., & Velesler, D. (2020). Structure, Function, and Antigenicity of the SARS-CoV-2 Spike Glycoprotein. *Cell*, 183(6), 1735. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.11.032>
- Wu, A., Peng, Y., Huang, B., Ding, X., Wang, X., Niu, P., ... & Jiang, T. (2020). Genome Composition and Divergence of the Novel Coronavirus (2019-nCoV) Originating in China. *Cell Host & Microbe*, 27(3), 325–328. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2020.02.001>
- Xu, J., & Zhang, Y. (2010). How significant is a protein structure similarity with TM-score = 0.5? *Bioinformatics*, 26(7), 889–895. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btq066>
- Xue, L.C., Rodrigues, J.P., Kastriitis, P.L., Bonvin, A.M., & Vangone, A. (2016). PRODIGY: a web server for predicting the binding affinity of protein-protein complexes. *Bioinformatics (Oxford, England)*, 32(23), 3676–3678. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btw514>
- Zaki, A.M., van Boheemen, S., Bestebroer, T.M., Osterhaus, A.D.M.E., & Fouchier, R.A.M. (2012). Isolation of a novel coronavirus from a man with pneumonia in Saudi Arabia. *The New England Journal of Medicine*, 367(19), 1814–1820. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1211721>
- Zhang, Y., & Skolnick, J. (2004). Scoring function for automated assessment of protein structure template quality. *Proteins*, 57(4), 702–710. <https://doi.org/10.1002/prot.20264>
- Zhou, P., Yang, X.-L., Wang, X.-G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., ... & Shi, Z.-L. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, 579(7798), 270–273. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>
- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., ... & Tan, W. (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *New England Journal of Medicine*, 382(8), 727–733. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>

A New Subspecies of *Dianthus pseudarmeria* (Caryophyllaceae) from Turkey

Murat KOÇ^{1*}, Ergin HAMZAOĞLU²

¹Ankara Yıldırım Beyazıt University, Institute of Public Health, Department of Traditional, Complementary and Integrative Medicine, Ankara, TÜRKİYE

²Gazi University, Gazi Faculty of Education, Department of Science Education, Ankara, TÜRKİYE

ORCID ID: Murat KOÇ: <https://orcid.org/0000-0002-0829-4571>; Ergin HAMZAOĞLU <https://orcid.org/0000-0001-6053-6796>

Received: 12.03.2022

Accepted: 12.05.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: The samples collected from the Pınarhisar district (Kırklareli, Turkey) were introduced as a new subspecies for the scientific world. *Dianthus pseudarmeria* subsp. *glabripetalus* grows in oak forest clearings with an altitude of about 250-350 meters. The new subspecies are similar in terms of many vegetative and generative characters with *D. pseudarmeria* (subsp. *pseudarmeria*). However, the new subspecies differs from *D. pseudarmeria* (subsp. *pseudarmeria*) by the fact that scales of the epicalyx are striped-lanceolate or reverse-lanceolate and the petal limb is glabrous. Conclusively, description of the subspecies, seed morphology, descriptive and explain photos, distribution, general ecological preferences are given. In addition, a suitable category of threats to the conservation of the subspecies is proposed in light of the available data.

Keywords: Kırklareli, *Dentati*, *Dianthus*, *glabripetalus*, new taxon, Türkiye.

Dianthus pseudarmeria (Caryophyllaceae) Türünün Türkiye'den Yeni Bir Alttürü

Öz: Pınarhisar (Kırklareli, Türkiye) ilçesinden toplanan örnekler, bilim dünyası için yeni bir alttür olarak tanıtıldı. *Dianthus pseudarmeria* subsp. *glabripetalus* olarak adlandırılan alttür, yaklaşık olarak 250-350 metre rakımlı meşe ormanı açıklıklarında yetişir. Yeni alttür birçok vejetatif ve generatif karakterler bakımından *D. pseudarmeria* (subsp. *pseudarmeria*) ile benzerlik gösterir. Ancak epikaliks pullarının şeritsi-mızraklı veya tersmızraklı ve petal limbinin tüysüz olması ile ondan farklıdır. Alttürün betimlemesi, tohum morfolojisi, tanıttıcı ve açıklayıcı fotoğrafları, yayılışı, genel ekolojik tercihleri verilmiştir. Ayrıca, mevcut veriler ışığında alttürün korunması için uygun bir tehdit kategorisi önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kırklareli, *Dentati*, *Dianthus*, *glabripetalus* yeni takson, Türkiye.

1. Introduction

The genus *Dianthus* L. includes about 300 species, the majority of which grow in the temperate climatic zone of Eurasia (Madhani et al., 2018). According to the revision in the work "Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Flora of Turkey)", genus *Dianthus* has 81 taxa in Turkey (Reeve, 1967). As a result of the intensive studies conducted in recent years, there have been significant changes in the systematics and number of *Dianthus* taxa in Turkey. In these studies, a large number of new taxa have been identified and new *Dianthus* records have been given for the flora of Turkey. At the same time, it was decided that some taxa were synonymized or were found in Turkey and lectotyping for some taxa. As a result of all these studies, *Dianthus* taxa has increased to 94 along with this new taxa described in Turkey (Davis et al., 1988; Gemici & Leblebici, 1995; Güner, 2000; Özhatay & Kültür, 2006; Vural, 2008; Yılmaz et al., 2011; İlçim et al., 2013; Hamzaoğlu et al., 2014, 2015a, 2015b, 2015c, 2017, 2018, 2020, 2021; Hamzaoğlu & Koç, 2015, 2018, 2019a, 2019b, 2019c, 2020, 2021; Deniz et al., 2016; Oskay, 2018; Hamzaoğlu, 2020a, 2020b, 2021; Koç, 2020).

According to "Flora of Turkey and the East Aegean Islands", *Dianthus* evaluated five groups in Turkey (Reeve, 1967). "*Dentati* Boiss." is the group with the largest number of taxa among them. The fact that the calyx is not verruculose, the height of the leaf scabbard is less than 3

times its width, the petal limb is not fimbriate, and the barbulate are distinctive characters for this group (Reeve, 1967). However, the fact that the petal limb is "barbulate" or "ebarbulate" is a relatively "unreliable" character for group separation. The distinction between *Dianthus membranaceus* Borbás and *D. dobrogensis* Prodán supports this situation. Perhaps, for this reason, in some floras, the genus *Dianthus* was considered as a whole and divided into a group (section, subcins, etc.) (Tutin & Walters, 1993; Strid, 1997).

A similar situation is observed in the examples of Pınarhisar (Kırklareli, Turkey) that constitutes the material of this article. According to the characters mentioned in the work Flora of Turkey, *Dianthus pseudarmeria* is a species included in the group "*Dentati*". Examples of Pınarhisar is similar to *D. pseudarmeria* in terms of many characters but the petal limb is ebarbulate. Since differences in the species level could not be determined, the Pınarhisar specimens was decided to be evaluated as "subspecies", the description of the new subspecies, seed morphology, introductory and explanatory photos, distribution, general ecological preferences are given. Furthermore, a convenient threat category for the conservation of the species is proposed in the light of the available data.

2. Material and Methods

Samples of the new subspecies were collected in June from the Poyralı village exit, Pınarhisar District, Kırklareli

*Corresponding author: aybumuratkok@hotmail.com

Province, Turkey (Thrace, Turkey). The relevant literature and the samples found in the E, G, LINN, and MEL virtual herbaria were used for diagnosis and evaluation of the specimens (Borza, 1938; Reeve, 1967; Tutin & Walters, 1993). A Leica EZ4 stereo microscope was used to examine the samples, a Nikon Coolpix S9500 camera was used to take photos of the subspecies, and a ruler with accuracy of 0.5 mm in the metric dimensions was used for the description of the subspecies. The seed surface description was based on the 20 seeds examined and the pictures were taken with a LEO 440 scanning electron microscope (SEM).

3. Results

Dianthus pseudarmeria M.Bieb. subsp. *glabripetalus* Hamzaoğlu & Koç, subsp. nova

Type: Turkey. A1 Kırklareli: Pınarhisar, between Poyralı and İslambeyli villages, Poyralı village exit, 310 m a.s.l., *Quercus* sp. forest clearings, 27.6.2012, Hamzaoğlu 6375, Aksoy & Koç (holo. GAZI!; iso. GAZI!, ANK!, HUB!, Ankara Yıldırım Beyazıt University - AYBU!).

Diagnosis. *Dianthus pseudarmeria* subsp. *glabripetalus* is similar to *D. pseudarmeria* (subsp. *pseudarmeria*) in terms of its general habit. However, it mainly differs from *D. pseudarmeria* because it has petal limb ebarbulate (not barbulate) and epicalyx scales linear-lanceolate or oblanceolate (not ovate).

Description. Annual or biennial, pruinose, few-stemmed herbs. Stems erect, 13-45 cm tall, simple or few-branched above, scabrous-pubescent, 5-11-noded, nodes usually purplish. Sterile shoot leaves linear, flattened, rachis pubescent, the rest glabrous, with ciliate and scabrous margins, apex acuminate, as long as or longer than cauline leaves. Cauline leaves similar to sterile shoot leaves; lower persistent after anthesis; middle linear, 25-65 × 1-3 mm, separated to stem, longer than internodes, 1-3-veined, apex acute or acute-obtuse, sheaths up to 2 times as long as wide; upper purplish at base, nodes swollen. Inflorescence usually capitata, rarely branched, (6-)10-20(-35)-flowered, peduncles glabrous; pedicels 0-1.5 mm, glabrous, greenish. Epicalyx scales 4; outer herbaceous-cartilaginous, straw-colored below, greenish above, indistinctly 1-3-veined at apex, glabrous, ± as long as calyx, apex separated from calyx, linear-lanceolate, 8-11 × 1.8-2.6 mm, with narrowly scarious (0.2-0.3 mm) margins, apex acute to obtuse except arista, arista 2/5-2/3 as long as scale; inner herbaceous-cartilaginous, greenish, indistinctly 3-5-veined at apex, glabrous, ± as long as calyx, apex separated from calyx, oblanceolate, 9-12 × 2.4-3 mm, with scarious (0.3-0.5 mm) margins, apex acute-obtuse to obtuse-truncate except arista, arista 1/2-2/3 as long as scale. Calyx cylindrical-lanceolate, 9-13 × 2-2.6 mm, veinless below, indistinctly 35-40-veined above, glabrous, greenish; teeth narrowly triangular, 3-4 × 0.8-1.2 mm, 3-5-veined, with sparsely ciliate and narrowly scarious margins, apex acuminate. Petals 11-15 mm long; limb narrowly elliptic-cuneate to rhombic, 3-4 × 2-3 mm, c. 1/4 as long as petal, c. 2/3 exerted from calyx, unspotted, ebarbulate, pinkish, 3-7-toothed from middle to apex, teeth broadly triangular, up to 1/5 as long as limb; claw 8-11 × 1.2-1.4 mm, collar c. 1/3 as wide as claw. Capsule shorter than calyx (Fig. 1 and 2).



Figure 1. *Dianthus pseudarmeria* subsp. *glabripetalus*. A: Habit of holotype specimen (Hamzaoğlu 6375, Aksoy & Koç); B: Inflorescence; C: Flower; D: Petal; E: Capsule.



Figure 2. The natural view of the *Dianthus pseudarmeria* subsp. *glabripetalus* inflorescence.

Seed morphology. Seeds elliptic, 1.5–2.2 × 1.0–1.3 mm, blackish, ungranular; ventral surface concave, with regular long rectangular-elliptic cells, tuberculate, with 7–9 teeth on each margin, teeth V-undulate, apparent; dorsal surface convex, with irregular polygonal or short rectangular-elliptic cells, tuberculate, with 1–3 teeth on each margin, teeth S-undulate, unapparent; apex beaked (Fig. 3).

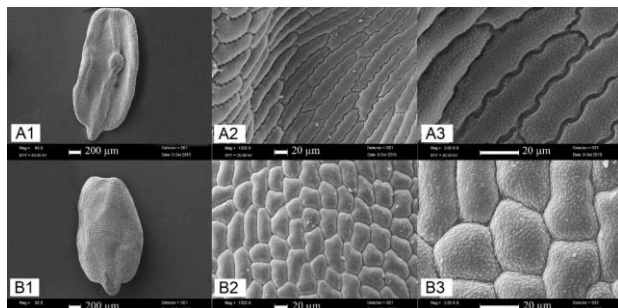


Figure 3. SEM photographs of the seed of *Dianthus pseudarmeria* subsp. *glabripetalus*. A1–A3: Ventral surface, B1–B3: Dorsal surface (scale bars. 1: 200 µm, 2 and 3: 20 µm).

Etymology. Because the petals are glabrous, the new subspecies has been given the name “*glabripetalus*”.

Vernacular name. “Pınarhisar Karanfili” in Turkish.

Distribution and habitat. This subspecies is currently only known from its type locality (Poyrah, Pınarhisar, Kırklareli) (Fig. 4). According to the observations made in and around the type locality, *Dianthus pseudarmeria* M.Bieb. subsp. *glabripetalus* prefers oak forest clearings of approximately 250–350 meters. In June and July, the subspecies blooms.



Figure 4. Distribution of *Dianthus pseudarmeria* subsp. *pseudarmeria* (△) and subsp. *glabripetalus* (●) (adapted from Google Earth Pro).

It is one of the woody species in the habitat of the subspecies which usually prefers low-sloping terrain. *Q. petraea* (Mattuschka) Liebl. subsp. *iberica* (Steven ex M.Bieb.) Krassiln., *Q. hartwissiana* Steven, *Q. frainetto* Ten, *Acer tataricum* L., *Euonymus latifolius* (L.) Mill. subsp. *latifolius*, *Ilex colchica* Poj., *Prunus spinosa* L. subsp. *dasyphylla* (Schur) Domin, *Rosa gallica* L., *Jasminum fruticans* L. and from herbaceous species *Spergularia marina* (L.) Besser, *Veronica pectinata* L. subsp. *pectinata*, *Bromus diandrus* Roth, *Phleum phleoides* (L.) Karsten, *Viola kitaibeliiana* Roem. & Schultz, *Polygala anatolica* Boiss. & Heldr., *Minuartia anatolica* (Boiss.) Woron. var. *polymorpha* McNeill, *Stellaria holostea* L., *Petrorhagia prolifera* (L.) Ball. & Heywood, *Geranium sanguineum* L., *Anthyllis vulneraria* L.

subsp. *praepropera* (Kerner) Bornm., *Inula germanica* L., *Centaurea triumfettii* All., *Onosma thracicum* Velen., *Verbascum sinuatum* L. var. *sinuatum*, *Acinos suaveolens* (Sm.) G.Don, *Salvia verticillata* L. subsp. *verticillata*, *Euphorbia peplis* L., *Ornithogalum narbonense* L., *Iris sintenisii* Janca. widely observe.

Conservation status. According to observations made at the type locality “subsp. *glabripetalus*” prefers oak forest clearings. The area of about 300 km², located on the south-southwestern slopes of the Yıldız Mountains, is quite rich in the taxon's preferred habitat (oak clearing). The probability that the taxon will grow in different localities in this area is quite high. Although not intense, it was observed that grazing (especially cattle) is carried out at the type locality. However, data indicating that this grazing poses a threat to the taxon's extinction have not been obtained. The type locality of the taxon were counted about 400 individuals. For *Dianthus pseudarmeria* subsp. *glabripetalus*, it was found appropriate to recommend the “Vulnerable [VU: B1a+D1]” threat category due to the number of individuals counted in the type locality, habitat, and estimated distribution area width (IUCN Standards and Petitions Committee, 2022).

4. Discussion

Dianthus pseudarmeria (subsp. *pseudarmeria*) is known from the Balkans, Romania, Crimea, Southern Russia, and the Caucasus (Figure 4). The taxon is a Euro-Siberian phytocotrophic region element that prefers plains in the northwest, north, and northeast of the Black Sea (Reeve, 1967; Tutin & Walters, 1993; Oprea & Sarbu, 2009). The spread of this species ends in Turkey, which surrounds the Black Sea from the north almost like a crescent moon. The existence of the taxon in Turkey is based on a publication by Davidoff in 1915 in the work “Flora of Turkey and the East Aegean Islands”. In the work, the taxon was stated to exist near Çerkezköy but specimens were not seen (Reeve, 1967). In the literature, it was determined that *Dianthus moesiacus* Vis & Pančić were grown around Çerkezköy district (Province Tekirdağ) (Hamzaoğlu & Koç, 2019a). Additionally, “It could not be determined that it was in the herbarium of the specimens examined by Davidoff in the work named “Spis. Bulg. Acad. Nauk. 12. 1915. Therefore, it is not clear which taxon the examined specimens are.

The Pınarhisar specimens introduced as a new subspecies are similar to *Dianthus pseudarmeria* except that the petal limb is ebarbulate, the epicalyx scales are linear-lanceolate or oblanceolate, and the calyx is glabrous (Tutin & Walters, 1993). As a result of the literature review and the examination of herbarium specimens, it was found that some specimens with glabrous calyx were also previously collected by Nyárády (Dobrogea, Romania) and it was determined that it was published as “subsp. *dobrogenensis* Borza & Nyár.” (Borza, 1938). However, neither *Flora Europaea* nor this taxon name has been found on reliable taxonomy sites (Tutin & Walters, 1993; Euro+Med, 2022; IPNI, 2022; POWO, 2022; WFO, 2022). This situation of the “glabrous” of the calyx is considered as an “intra-species variation” for *Dianthus pseudarmeria*, and “subsp. *dobrogenensis*” has been interpreted as not being taxonomically accepted. Therefore, the calyx “hairless” has not been used as a diagnostic character for “subsp. *glabripetalus*”. Since it is not considered taxonomically, on the label “*Dianthus pseudarmeria* subsp. *dobrogenensis*”

examples of herbaria was evaluated as "*Dianthus pseudarmeria* (subsp. *pseudarmeria*)" (see "Specimens examined").

Key to subspecies of *Dianthus pseudarmeria*;

1. Petal limb barbate; epicalyx scales ovate subsp. *pseudarmeria*

1. Petal limb ebarbate; epicalyx scales linear-lanceolate or oblanceolate..... subsp. *glabripetalus*

Specimens examined. *Dianthus pseudarmeria* (subsp. *pseudarmeria*). BULGARIA. Pazardzhik: Tatar Pazardzhik, 31.7.1897, *V.Štříbrný s.n.* (P05169485, virtual image!); Dobruja: In Bulgariae orientalis districtu Dobrudscha, 5.7.1872, *Janka s.n.* (P04929211, virtual image!). ROMANIA. Dobrogea: Distr. Tulcea, in declivibus apricis calcareis graminosis montis Pricopcea (256 m), inter pagios Greci et Curna, 21.6.1926, *E.I.Nyárády s.n.* (MEL2497959 and P05076124, virtual images!, as subsp. *dobrogeensis* Borza & Nyár., type specimens); Distr. Constanta, prope pag. Murfatlar, in declivibus apricis graminosis e reservatione botanica, 60 m, 17.6.1971, *I.Geregely & A.Fazacaş s.n.* (P05076124, virtual image!, as f. subsp. *dobrogeensis* Borza & Nyár.). UKRAINE. Crimea: Tauria, *M.Bieberstein s.n.* (E00301804, photo of type specimen!); *ibid.*, 1817, *C.Steven s.n.* (G00214363, virtual image!); Abhänge des Elmeli in Karagatsch bei Sudak, 13.7.1896, *A.Callier 35* (P04929216 and P04929208, virtual images!); Donetsk: Regio silvatico-stepposa donetzia: provincia Donetsk, prope stationem viae ferreae Amwrossiivka, in cretaceis loco "Bilyj Jar", *G.Klepov & F.Gryn 54* (E00301803, virtual image!). RUSSIA. Pyatigorsk: In collibus aridis prope oppid. Paetigorsk (thermas Constantinomontanas) prov. ciscaucas, 7.1843, *R.F.Hohenacker s.n.* (P04929205, virtual image!); Tanais: 1819, *K.L.Goldbach s.n.* (G00214401, virtual image!); CAUCASIA: 1810, *M. Caucase [Caucasus], F.E.L.Fischer s.n.* (G00214362!, virtual image!); 1811, Mt. Caucasus, *D.Fischer s.n.* (LINN-HS813-4-1 and LINN-HS813-4-2, virtual images!). GEORGIA. Carthalia: Gori, 7.1881, *A.H.Brotherus & V.F.Brotherus s.n.* (P04929209, virtual image!).

Acknowledgements: We thank Stefanut SORIN and Gabriela TAMAS (Taxonomy and Nature Conservation Institute of Biology Bucharest of the Romanian Academy, Romania), and Mihai PUŞÇAŞ ("A. Borza" Botanic Garden Babeş-Bolyai University, Romania) for their valuable contributions.

Ethics committee approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Author Contributions: Conception – M.K., E.H.; Design – M.K.; Supervision – E.H.; Fund – M.K., E.H.; Materials – M.K., E.H.; Data Collection or Processing – M.K., E.H.; Analysis Interpretation – M.K.; Literature Review –M.K.; Writing – M.K.; Critical Review – M.K., E.H.

References

Bittrich, V. (1993). Caryophyllaceae. In: Kubitzki, K., Rohwer, J. & Bittrich, V. (eds.). *The Families and Genera of Vascular Plants, Magnoliid, Hamamelid, and Caryophyllid families*. Vol. 2, Berlin, Springer, 206–236 pp.

Boissier, E. (1867). *Flora Orientalis*. Vol. 1. H. Georg. Geneva & Basel, 479–516 pp.

Borza, A. (1938). *Flora Romaniae Exsiccata. Horto et Museo Botanico Universitatis Clujensis*, 18, 20–64.

Davis, P.H., Mill, R.R., & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 10 (suppl. 1). Edinburgh University Press, Edinburgh, 71–72 pp.

Deniz, İ.G., Aykurt, C., Genç, İ., & Aksoy, A. (2016). A new species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Antalya, South Anatolia, Turkey. *Phytokeys*, 63, 1–12. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.63.8033>

Euro+Med, (2022). *Dianthus* L. In: Euro+Med PlantBase. Retrieved from: <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/PTaxonDetail.asp?NameCache=Dianthus&PTRefk=7200000>

Gemic, Y., & Leblebici, E. (1995). Seven new species for the Flora of Turkey. *Candollea*, 50, 41–50.

Güner, A. (2000). *Dianthus* L. In: Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K.H.C. (eds.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 11 (suppl. 2). Edinburgh, Edinburgh University Press, 48–49 pp.

Hamzaoğlu, E., & Koç, M. (2015). *Dianthus burdurensis* (Caryophyllaceae), a new species from Southwestern Turkey. *Phytotaxa*, 233, 196–200. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.233.2.8>

Hamzaoğlu, E., & Koç, M. (2018). Presence of *Dianthus glutinosus* in Turkey and new variety of this species. *Biological Diversity and Conservation*, 11, 149–152.

Hamzaoğlu, E., & Koç, M. (2019a). Taxonomic contributions to the genus *Dianthus* section *Carthusiani* of Turkey (Caryophyllaceae). *Biological Diversity and Conservation*, 12, 66–80. <https://doi.org/10.5505/biodicon.2019.91300>

Hamzaoğlu, E., & Koç, M. (2019b). New *Dianthus* (Caryophyllaceae) Records for the Flora of Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 381–388. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.509956>

Hamzaoğlu, E., & Koç, M. (2019c). The Taxonomy of *Dianthus zonatus* s.l. and *D. preobrazhenskii*. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9, 321–329. <https://doi.org/10.21597/jist.446593>

Hamzaoğlu, E., & Koç, M. (2020). New Synonyms for the Genus *Dianthus* L. (Caryophyllaceae). *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 7, 1–12. <https://doi.org/10.35163/bagbahce.685544>

Hamzaoğlu, E., & Koç, M. (2021). *Dianthus muglensis* nom. nov. and notes on *D. goerkii*, the correct name for *D. leucophaeus* var. *patens* (Caryophyllaceae). *Phytotaxa*, 491, 291–296. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.491.4.4>

Hamzaoğlu, E. (2020a). Lectotypification of Some Names in *Dianthus* L. (Caryophyllaceae). *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23, 402–415. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.570180>

Hamzaoğlu, E. (2020b). *Dianthus dumanii*: A new species from the Central Anatolian gypsum-bearing steppes. *Türler ve Habitatlar*, 1, 21–30.

Hamzaoğlu, E. (2021). Taxonomic Contributions to the Genus *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Turkey Name of the Article. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology*, 30, 85–97.

Hamzaoğlu, E., Koç, M., & Aksoy, A. (2014). A new pricking Carnation (Caryophyllaceae) grows on tuff from Turkey: *Dianthus aculeatus* sp. nov. *Biological Diversity and Conservation*, 7, 159–162.

Hamzaoğlu, E., Koç, M., & Aksoy, A. (2015a). *Dianthus aticii*, a new species from Turkey (Caryophyllaceae). *Phytokeys*, 48, 21–28. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.48.4446>

Hamzaoğlu, E., Koç, M., Büyük, İ., Aksoy, A., & Soydam Aydın, S. (2015b). A new serpentine-adapted carnation (Caryophyllaceae) from Turkey: *Dianthus serpentinus* sp. nov. *Nordic Journal of Botany*, 33, 57–63. <https://doi.org/10.1111/njb.00582>

Hamzaoğlu, E., Koç, M., Büyük, İ., Aksoy, A. & Soydam Aydın, S. (2015c). Presence of *Dianthus roseolutes* Velen. (Caryophyllaceae) in Turkey and a new species: *Dianthus macroflorus* Hamzaoğlu. *Systematic Botany*, 40(1), 208–213. <https://doi.org/10.1600/036364415X686512>

Hamzaoğlu, E., Koç, M., & Büyük, İ. (2017). *Dianthus ucarii* (Caryophyllaceae): a new species from the northwest of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 4, 486–492. <https://doi.org/10.3906/bot-1612-41>

Hamzaoğlu, E., Koç, M., & Büyük, İ. (2018). Two new spiny species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21, 545–554. https://doi.org/10.18016/ksudobil.347445#article_cite

Hamzaoğlu, E., Behçet, L., & Yapar, Y. (2020). A New Suffruticose Taxon of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Bingöl, Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23, 1529–1534. https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.714530#article_cite

- Hamzaoğlu, E., Koç, M., & Büyük, İ. (2021). *Dianthus yilmazii* (Caryophyllaceae), a new species from central Turkey. *Kew Bulletin*, 76, 523–530. <https://doi.org/10.1007/S12225-021-09954-3>
- IPNI (2022). *Dianthus* L. In: International Plant Names Index. Retrieved from <http://www.ipni.org>
- IUCN Standards and Petitions Committee (2022) *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15*. Prepared by the Standards and Petitions Committee. <https://www.iucnredlist.org/resources/redlistguidelines>
- İlçim, A., Behçet, L., & Mükemre, M. (2013). *Dianthus vanensis* (Caryophyllaceae), a new species from Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 37, 219–224. <https://doi.org/10.3906/bot-1203-39>
- Koç, M. (2020). Morphological and Molecular Evidence for a New Species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Turkey. *Phytotaxa*, 439, 56–66. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.439.1.3>
- Madhani, H., Rabeler, R., Pirani, A., Oxelman, B., Heubl, G., & Zarre, S. (2018). Untangling Phylogenetic Patterns and Taxonomic Confusion in Tribe Caryophylleae (Caryophyllaceae) with Special Focus on Generic Boundaries. *Taxon*, 67, 83–112.
- Oprea, A., & Sârbu, I. (2009). Other Natural Habitats Types (Under Habitat Directive 92/43/Eec) in Romania. *Analele Universității din Oradea, Fascicula Biologie* 16, 95–98.
- Oskay, D. (2018). *Dianthus somanus* (Caryophyllaceae), a new species from Turkey. *Phytotaxa*, 347, 263–271. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.347.4.2>
- Özhatay, N., & Kültür, Ş. (2006). Check-list of additional taxa to the supplement Flora of Turkey III. *Turkish Journal of Botany*, 30, 281–316.
- POWO (2022). *Dianthus* L. In: Plants of the World Online. <http://www.plantsoftheworldonline.org>
- Reeve, H. (1967). *Dianthus* L. In: Davis P.H. (ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 2. Edinburgh, Edinburgh University Press, 99–131 pp.
- Strid, A. (1997). *Dianthus* L. In: Strid, A. & Tan, K. (eds.). *Flora Hellenica*. Vol. 1. Königstein, Koeltz Scientific Books, 343–372 pp.
- Tutin, T.G., & Walters, S.M. (1993). *Dianthus* L. In: Tutin, T.G., Burges, N.A., Chater, A.O., Edmondson, J.R., Heywood, V.H., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (eds.). *Flora Europaea*. Vol. 1. Edition 2. Cambridge, Cambridge University Press, 227–246 pp.
- Vural, C. (2008). A new species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Mount Erciyes, central Anatolia, Turkey. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 158, 55–61. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2008.00843.x>
- WFO (2022). *Dianthus* L. In: World Flora Online. Retrieved from: <http://www.worldfloraonline.org>
- Yılmaz, Ö., Kaynak, G., Daşkın, R., & Meriçlioğlu, A. (2011). *Dianthus goekayi* (Caryophyllaceae), a new species from Turkey. *Annales Botanici Fennici*, 48, 74–78. <https://doi.org/10.5735/085.048.0111>

Age and Body Size of the Mediterranean Chameleon, *Chamaeleo chamaeleon* (Linnaeus, 1758) (Lacertilia: Chamaeleonidae) Specimens Collected from Adana, Turkey

Elif YILDIRIM^{1,4*}, Nurettin BEŞER², Can YILMAZ³, Kamil CANDAN^{1,4}, Yusuf KUMLUTAŞ^{1,4}, Çetin ILGAZ^{1,4}, Elnaz NAJAFİ MAJD⁵

¹Dokuz Eylül University Faculty of Science, Department of Biology, Buca-İzmir, TÜRKİYE

²Aydın Adnan Menderes University, Department of Biology, Faculty of Science and Arts, Aydın, TÜRKİYE

³Hakkari University, Vocational School of Health Services, Medical Laboratory Techniques, 30000, Hakkari, TÜRKİYE

⁴Dokuz Eylül University Fauna and Flora Research Centre, 35610, Buca-İzmir, TÜRKİYE

⁵Ege University, Faculty of Science, Department of Biology, Bornova-İzmir, TÜRKİYE

ORCID ID: Elif YILDIRIM: <https://orcid.org/0000-0001-9614-5754>; Nurettin BEŞER: <https://orcid.org/0000-0002-0143-8915>; Can YILMAZ: <https://orcid.org/0000-0002-5994-508X>; Kamil CANDAN: <https://orcid.org/0000-0002-6934-3971>; Yusuf KUMLUTAŞ: <https://orcid.org/0000-0003-1154-6757>; Çetin ILGAZ: <https://orcid.org/0000-0001-7862-9106>; Elnaz NAJAFİ MAJD: <https://orcid.org/0000-0001-7710-1625>

Received: 15.04.2022

Accepted: 23.05.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: Age structure and body size of the Mediterranean Chameleon, *Chamaeleo chamaeleon* (Linnaeus, 1758) specimens collected from Akyatan, Adana Province (Turkey) were investigated using the skeletochronology method and the demographic structure was revealed. The mean age was 3.07 years in females and 2.93 years in males. Derived from the LAG configuration, the age at sexual maturity was 1 year in males and 2 years in females. There was no significant correlation between the SVL and age. Moreover, the mean age and SVL were not statistically different between sexes. Results obtained here indicate that *C. chamaeleon* is one of the short-living lizard species when compared to other lizards.

Keywords: Lizard, skeletochronology, longevity, Turkey.

Adana (Türkiye)'dan Toplanan *Chamaeleo chamaeleon* (Linnaeus, 1758) (Lacertilia: Chamaeleonidae) Örneklerinin Yaş ve Vücut Büyüklüğü

Öz: Akyatan (Adana, Türkiye)'dan toplanan *Chamaeleo chamaeleon* (Linnaeus, 1758)'nin yaş yapısı ve vücut ölçüleri iskelet kronolojisi yöntemi ile araştırılmış ve demografik yapısı ortaya çıkarılmıştır. Ortalama yaş dişilerde 3.07, erkeklerde 2.93 yıldır. Cinsel olgunluk yaşı erkeklerde 1 ve dişilerde ise 2 yıl olarak belirlenmiştir. SVL ile yaş arasında anlamlı bir ilişki mevcut değildir. Ayrıca, ortalama yaş ve SVL cinsiyetler arasında istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir. Elde edilen sonuçlar, *C. chamaeleon* türünün diğer kertenkelelere göre kısa ömürlü bir tür olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Kertenkele, iskelet kronolojisi, ömür uzunluğu, Türkiye.

1. Introduction

The family Chamaeleonidae constitutes 213 recognized species (Glaw, 2015; Uetz et al., 2021). Due to the independently moving eyes, prehensile tail, ballistic tongue, and gripping feet, the chameleons, which differ in life style and morphology, are among the most remarkable lizards. The Mediterranean Chameleon, *Chamaeleo chamaeleon* (Linnaeus, 1758) is known from southern Europe, northern Africa, and southwestern Asia including Algeria, Cyprus, Egypt, Greece, Israel, Italy, Jordan, Lebanon, Libya, Malta, Morocco, Portugal, Saudi Arabia, Spain, Syria, Tunisia, Turkey, and Yemen (Vogrin et al., 2012). Its distribution in Turkey ranges from İzmir to Birecik along the Aegean and Mediterranean coasts in Anatolia (Baran et al., 1988; Baran et al., 2021). The Mediterranean chameleon is a diurnal species. It is an oviparous arboreal lizard with summer courtship, autumn oviposition, and a protracted incubation time (Cuadrado & Loman, 1999). It is listed as Least Concern (LC) by the IUCN Red List of Threatened Animals due to its wide distribution, tolerance to a degree of habitat modification, presumed large population and because it is unlikely to be

declining fast enough to qualify for listing in a threatened category (Vogrin et al., 2012).

The number of studies have been carried out on different species of chameleons that are related with the distribution range, the ecology and behavior, life history and conservation, tail growth, the population density, the reproduction, the blood sample collection, phylogeny, systematics and zoogeography, the habitat preference, and the mating behavior of chameleons (Burrage, 1973; Moody & Rocek, 1980; Klaver, 1981; Hebrard & Madsen, 1984; Blasco et al., 1985; Burmeister, 1989; Werner, 1902; Engelmann et al., 1985; Baran et al., 1988; Raxworthy & Nussbaum, 1995; Cuadrado & Loman, 1997; Hódar et al., 2000; Akani et al., 2001; Diaz-Paniagua et al., 2002; Bergmann et al., 2003; Cuadrado et al., 2003; Matthee et al., 2004; Andreone et al., 2005; Herrmann & Herrmann, 2005; Keren-Rotem et al., 2006; Karsten et al., 2009; Keren-Rotem et al., 2016; Reaney et al., 2012; Tolley & Menegon, 2013; Dimaki et al., 2015; Tessa et al., 2017; Cumhuriyet et al., 2018; Tolley et al., 2018).

Age determination in animals provides useful

*Corresponding author: yildirim.elif@deu.edu.tr

information to understand several evolutionary and ecological processes (Roff, 2002). Skeletochronology is one of the most common methods to determine age and has been successfully applied to different lizard species (e.g. Guarino et al., 2010; Bülbül et al., 2016; Eroğlu et al., 2018). In contrast to many other lizards, the age determination of chameleons has limited data (Cuadrado & Loman, 1999).

Here, we present data on the age structure and body size of the Mediterranean Chamalaon for the first time in Turkey. In the present study, the data obtained from the specimens of *Chamaeleo chamaeleon* is analyzed not only in relation to life history traits but also in order to evaluate the demographic status of the population.

2. Material and Methods

The study site is located at sea level in Akyatan, Adana (36° 36'53"N, 35° 17'58"E), in the mid-south part of Turkey, and has Mediterranean climate regime (hot and dry summer periods followed by warm and rainy winter periods). According to the data from the meteorological station nearest to the study area, the annual average temperature is 18.7°C and the annual total precipitation is 769.9 mm. Akyatan lagoon and the surrounding area, which serve as chameleon habitat, consist of sandy coastal areas.

A total of 29 museum specimens (15 males and 14 females) were used for this study. Specimens were stored in the Fauna Flora Applied and Research Center (FAMER) of Dokuz Eylül University. The snout-vent length (SVL) of the specimens was measured with a digital calliper with an accuracy of 0.01 mm. The sex of each individual was determined by observing the presence of hemipenis in the cloacal opening (Baran et al., 2021). Skeletochronology was performed following Castanet & Smirina (1990) and Andreone & Guarino (2003): after removal of the muscles, femur was decalcified in 5% nitric acid solution for approximately 7 hours depending on the bone size, rinsed in tap water, and processed according to the routine histological protocol. Series of 16 µm diaphyseal cross sections were obtained by using a rotary microtome and stained with Ehrlich’s haematoxylin for 20 minutes. Then, all the sections were examined under a stereomicroscope. The good sections were placed in glycerin in order to be observable through a light microscope (Olympus CX21). Bone sections from each individual lizard were photographed by a camera connected to light microscope (Zeiss A1 AX10). Periosteal lines of arrested growth (LAGs) were counted using a light microscope by the two observers. An obvious decrease in the distance of two subsequent LAGs was assumed as the beginning of sexual maturity (Ryser, 1998; Özdemir et al., 2012). In the present study, endosteal resorption was determined by comparing the diameters of eroded marrow cavities with the diameters of non-eroded marrow cavities in sections from the youngest specimens as previously described in the study of Özdemir et al. (2012). Sexual size dimorphism was quantified by the sexual dimorphism index (SDI) as described by the formula: $SDI = (\text{mean SVL of the larger sex} / \text{mean SVL of the smaller sex}) \pm 1$ (Lovich & Gibbons, 1992). The value +1 is used if males are larger than females and -1 if the opposite is true. SDI was defined as positive if females were larger and negative if males were larger.

All data were tested for normality (Kolmogrov-Smirnov test) and for homogeneity of variances (Levene

test). Since the data were not distributed normally ($p \leq 0.05$), we used the non-parametric Mann-Whitney U test to compare sexual differences in body size and age of *Chamaeleo chamaeleon*. The Spearman correlation was used to analyze the relationship between the variables. The chosen level of statistical significance was $p \leq 0.05$. All numerical data were analyzed by using STASTICA 12 (Stat Soft Inc., USA).

3. Results and Discussion

The femur had a layer (cortex) of compact bone, delimiting the marrow cavity in all specimens. The endosteal bone was observed around the marrow cavity (Fig. 1) and was seen in 18 (62%) individuals where the first line of arrested growth was partly destroyed. The mean SVL of the individuals sampled was 85.34 (59.71-106.84±13.18 mm) while the mean age was 3.00 (2-4±0.76). The mean SVL and age of females were larger than males (Fig. 2).

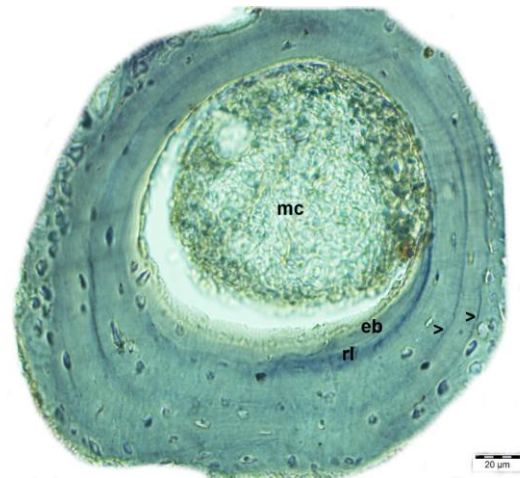


Figure 1. A cross-section at the diaphysis level of femur of *Chamaeleo chamaeleon* (2 years). eb, endosteal bone; mc, marrow cavity; rl, resorption line.

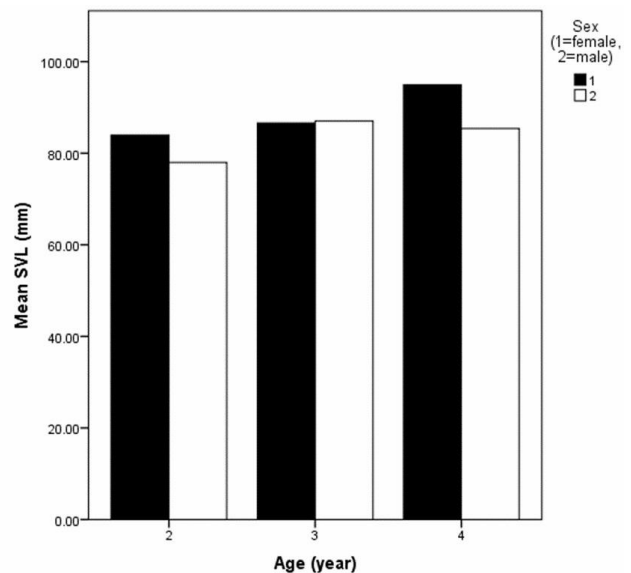


Figure 2. Relationships between SVL and age of *Chamaeleo chamaeleon*.

Our study revealed that the longevity ranging from 2 to 4 years, with the body size ranging from 59.71 mm and 106.84 mm. The oldest individual presented the largest body size. There was no statistically significant difference

between sexes in age (Mann-Whitney U test; $U=29$, $z=-0.462$, $p=0.623$) and SVL (Mann-Whitney U test; $U=29$, $z=-0.960$, $p=0.337$). Body size and age were not correlated in both males and females (Spearman correlation: $r=0.242$, $p=0.20$ for males; $r=0.315$, $p=0.27$ for females). A female-biased sexual size dimorphism, regarding to mean SVLs, was calculated (SDI=0.06). Males reached sexual maturity after the first hibernation whereas females attained maturity after the second year of their life.

4. Discussion

Studies on life history traits of chameleons, including body size, age, body size at maturity, and longevity in breeding populations are scarce (Andreone et al., 2005; Karsten et al., 2008; Tolley et al., 2010). In the present study, skeletochronology was successfully applied for the first time on the age and growth parameters of *Chamaeleo chamaeleon* population in Akyatan, Turkey.

İbrahim (2013) reported mean SVL of 99.6 mm and 105.2 mm for males and females, respectively, in an Egyptian population. In another study, a Spanish population showed different mean SVL distribution for females (as 117 mm; ranging from 75 to 130 mm) (Diaz-Paniague et al., 2002). The mean SVL of Akyatan population is smaller than those of the Spanish and Egyptian populations. According to Guarino et al. (2010), growth rate of the body size varies widely among the different populations of the same species. Yet, it appears that the variations in body size of the lizards can depend on more than one factor such as age at maturity and longevity (Özdemir et al., 2012; Gül et al., 2014). In most lizards, males represent the larger sex (Fitch, 1981; Cox et al., 2007) and Andreone et al. (2005) reported that male *Furcifer pardalis* specimens were larger and heavier than females which is in contrast to our results. According to Stamps (1983), larger males have physical advantages that are important for territorial defense and mating success. In addition, being a smaller male during fighting would put the animal in a higher risk (Cooper & Witt, 1987). As the survival is important during combats, some different strategies such as avoiding fights can be observed among species. Lanuza et al. (2013) stated that small *Podarcis* males protected themselves from larger ones by changing body color to resemble females. However, such evidence is not available for females (Olsson & Madsen, 1995) because coloration in females is scarce (Cooper & Greenberg, 1992).

Among reptiles, lizards exhibit the shortest life spans (Shine & Charnov, 1992; Eckhardt et al. 2019). The longevity of the lizards generally varies roughly between 5 to 20 years (Castanet, 1994). It substantially could be affected by many environmental conditions as the most prominent beings are the climatic features, food availability, active period, altitude, latitude, and the risk of hunted (Jenssen & Andrews, 1984; Smith & Ballinger, 1994; Roitberg & Smirina, 2006; Bülbül et al., 2016; Altunışık & Eksilmez, 2018). The maximum longevity was ascertained to be 4 years for both males and females. Additionally, the maximum longevity was recorded as 6 years for *Chamaeleo chamaeleon* under captivity (Necas, 1999). The varieties in longevity were observed in previous studies among chameleons. It was reported as 2 years for *Furcifer pardalis* (Andreone et al., 2005). A shorter life span from the same genus was reported for *Furcifer labordi* from southwest of

Madagascar as 4-5 months (Karsten et al., 2008) and for *F. labordi* from Morondava, northern Madagascar as 6-9 months (Eckhardt et al., 2017). Additionally, the longevity of *Trioceros hoehnelii* was reported as 4.5 years (Measey et al., 2014). The results obtained from the present study indicate that the *C. chamaeleon*'s lifespan is short just like other chameleons. However, longer lifespan has been determined in *Calumma parsonii* specimens [the highest minimum age was nine years for one male and eight years for one female (Tessa et al., 2017)]. Long-lived specimens and populations are characterized by delayed sexual maturity and low reproduction rates (Gadsden & Castaneda, 2013).

In the present study, the age at maturity was found as 1 year in males and 2 years in females. In general, the tendency of male lizards is to mature earlier than females (Olsson & Madsen, 1995; Beebe & Griffiths, 2000). Thus, variations for age at maturity were recorded within Chamaeleonidae family: e.g. it was reported as a year for *Furcifer campani*, *F. lateralis* and *F. antimena* (Raselimanan & Rakotomalala, 2003) while 2 months for *F. labordi* (Karsten et al., 2008) and 8.5 months for *Trioceros hoehnelii* (Measey et al., 2014).

Endosteal resorption is widely reported from lizard species (Arakelyan et al., 2013; Gül et al., 2014; Bülbül et al., 2016; Kurnaz et al., 2018). Previous studies documented that the resorptions were more frequently observed in highland populations than lowland ones (Caetano & Castanet, 1993; Arakelyan et al., 2013; Gül et al., 2014). In the present study, considerably lower endosteal resorption was observed. Yet, these initial animals inhabited a rather low elevation site.

In conclusion, one of the main highlights of this study should be Akyatan population's being comprised of short-living specimens. This feature puts animals in a vulnerable situation against rapid environmental changes. Our presented data here provides some insights on the basic demographic features of *Chamaeleo chamaeleon* and may help future studies that would go further on biology of this species. As of short life span of Adana population, further studies are needed and essential for effective conservation and management measures.

Acknowledgements: This work was supported by Dokuz Eylül University Scientific Research Coordination Unit. Project Number: 2017.KB.FEN.002.

Ethics committee approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Author Contributions: Conception - E.Y., Ç.I.; Design - N.B., K.C.; Supervision - E.Y., Ç.I.; Fund - E.Y., Ç.I., Y.K., K.C.; Materials - C.Y., Y.K.; Data Collection or Processing - C.Y., Y.K.; Analysis Interpretation - N.B., K.C.; Literature Review - Y.K., K.C.; Writing - E.Y., N.B., E.N.; Critical Review - Ç.I., C.Y., E.N.

References

- Akani, G.C., Ogbalu, O.K., & Luiselli, L. (2001). Life-history and ecological distribution of Chameleons (Reptilia, Chamaeleonidae) from the rain forests of Nigeria: Conservation implications. *Animal Biodiversity and Conservation*, 24, 1-15.

- Andreone, F., & Guarino, F.M. (2003). Giant and long-lived? Age structure in *Macroscincus coctei*, an extinct skink from Cape Verde. *Amphibia-Reptilia*, 4, 459-470. <https://doi.org/10.1163/15685380322763927>
- Andreone, F., Guarino, F.M., & Randrianurina, J.E. (2005). Life history traits, age profile, and conservation of the Panther Chameleon, *Furcifer pardalis* (Cuvier 1829), at Nosy Be, NW Madagascar. *Tropical Zoology*, 18, 209-225. <https://doi.org/10.1080/03946975.2005.10531221>
- Altunışık, A., & Eksilmez, H. (2018). Demographic life history traits in a population of a critically endangered species, *Darevskia dryada* (Darevsky & Tuniyev, 1997). *Animal Biology*, 68, 27-37. <https://doi.org/10.1163/15707563-17000092>
- Arakelyan, M., Petrosyan, R., Ilgaz, Ç., Kumlutaş, Y., Durmuş, S.H., Tayhan, Y., & Danielyan, F. (2013). A skeletochronological study of parthenogenetic lizards of genus *Darevskia* from Turkey. *Acta Herpetologica*, 8, 99-104. https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-10568
- Baran, İ., Kasperek, M., & Öz, M. (1988). On the occurrence and status of the Chameleon, *Chamaeleo chamaeleon*, in Turkey. *Zoology in the Middle East*, 2, 52-56. <https://doi.org/10.1080/09397140.1988.10637558>
- Baran, İ., Avcı, A., Kumlutaş, Y., Olgun, K., & Ilgaz, Ç., 2012. Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri. İzmir, Palme Yayınevi, 223 s.
- Beebe, T.J.C., & Griffiths, R.A. (2000). *Amphibians and Reptiles: A Natural History of the British Herpetofauna*. London, HarperCollins, 2000 pp.
- Bergmann, P.J., Lessard, S., & Russell, A.P. (2003). Tail growth in *Chamaeleo dilepis* (Sauria: Chamaeleonidae): Functional implications of segmental patterns. *Journal of Zoology*, 261, 417-425. <https://doi.org/10.1017/S095283690300428X>
- Blasco, M., Romere, J., Sanchez, M., & Crespillo, E. (1985). La biología alimentaria y reproductiva del camaleón común, *Chamaeleo chamaeleon* (L.). (Reptilia, Chamaeleonidae) del la Península Ibérica. In: Blasco et al. (eds.) El camaleón común, *Chamaeleo chamaeleon* (L.) en la Península Ibérica, ICONA-Monograph, 121-148.
- Burmeister, E.G. (1989). Eine Walzenspinne (Solifugae, Galeodidae) als Nahrung des Gemeinen Chamäleons (*Chamaeleo chamaeleon* Linnaeus, 1758). *Herpetofauna*, 11, 32-34.
- Burrage, B.R. (1973). Comparative ecology and behavior of *Chamaeleo pumilus pumilus* and *C. namaquensis* (Sauria, Chamaeleonidae). *Annals of the South African Museum*, 61, 1-158.
- Bülbül, U., Kurnaz, M., Eroğlu, A.İ., Koç, H., & Kutrup, B. (2016). Age and growth of the Red-Bellied Lizard, *Darevskia parvula*. *Animal Biology*, 66, 81-95. <https://doi.org/10.1163/15707563-00002489>
- Caetano, M.H., & Castanet, J. (1993). Variability and microevolutionary patterns in *Triturus marmoratus* from Portugal: Age, size, longevity and individual growth. *Amphibia-Reptilia*, 14, 117-129.
- Castanet, J., & Smirina, E. (1990). Introduction to the skeletochronological method in Amphibians and Reptiles. *Annales des Sciences Naturelles Zoologie et biologie Animale*, 11, 191-196.
- Castanet, J. (1994). Age estimation and longevity in reptiles. *Gerontology*, 40, 174-192. <https://doi.org/10.1159/000213586>
- Cooper, W.E., & Vitt, L.J. (1987). Deferred agonistic behavior in a long-lived scincid lizard *Eumeces laticeps*: Field and laboratory data on the roles of body size and residence in agonistic strategy. *Oecologia*, 72, 321-326. <https://doi.org/10.1007/BF00377558>
- Cooper, W.E., & Greenberg, N. (1992). Reptilian coloration and behavior. In: Gans C., Crews D. (eds) *Biology of Reptiles. hormones, brain and behaviour*. Chicago University Press, Chicago, 187-311.
- Cox, R.M., Buttler, M.A., & John-Alder, H.B. (2007). The evolution of sexual size dimorphism in reptiles. In: Fairbairn DJ, Blanckenhorn WU, Székely T (eds.) *Sex, size and gender roles: Evolutionary studies of sexual size dimorphism*. Oxford University Press, Oxford, 38-49.
- Cuadrado, M., & Loman, J. (1997). Mating behaviour in a chameleon (*Chamaeleo chamaeleon*) population in southern Spain: effects of male and female size. *Herpetologia Bonnensis*, 1997, 81-88.
- Cuadrado, M., & Loman, J. (1999). The effects of age and size on reproductive timing in female *Chamaeleo chamaeleon*. *Journal of Herpetology*, 33, 6-11. <https://doi.org/10.2307/1565536>
- Cuadrado, M., Molina-Prescott, I., & Flores, L. (2003). Comparison between tail and jugular venipuncture techniques for blood sample collection in common chameleons (*Chamaeleo chamaeleon*). *The Veterinary Journal*, 166, 93-97. [https://doi.org/10.1016/s1090-0233\(02\)00253-8](https://doi.org/10.1016/s1090-0233(02)00253-8)
- Cumhuriyet, O., Bayrakçı, Y., Ayaz, D., & Çiçek, K. (2018). Notes on the reproduction of Mediterranean Chameleon, *Chamaeleo chamaeleon* (L., 1758) from Southwestern Anatolia, Turkey. *Biharean Biologist*, 12, 116-117.
- Diaz-Paniagua, C., Cuadrado, M., Blazquez, M.C., & Mateo, J.A. (2002). Reproduction of *Chamaeleo chamaeleon* under contrasting environmental conditions. *Herpetological Journal*, 12, 99-104.
- Dimaki, M., Chondropoulos, B., Legakis, A., Valakos, E., & Vergeropoulos, M. (2015). New data on the distribution and population density of the African Chameleon, *Chamaeleo africanus* and the Common Chameleon, *Chamaeleo chamaeleon* in Greece. *Hyla*, 2015, 36-43.
- Eckhardt, F., Kappeler, P.M., & Kraus, C. (2017). Highly variable lifespan in an annual reptile, Labord's Chameleon (*Furcifer labordi*). *Scientific Reports*, 7, 11397. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11701-3>
- Eckhardt, F., Kraus, C., & Kappeler, P.M. (2019). Life histories, demographics and population dynamics of three sympatric Chameleon species (*Furcifer* spp.) from Western Madagascar. *Amphibia-Reptilia*, 40, 41-54. <https://doi.org/10.1163/15685381-20181039>
- Engelmann, W.E., Fritzsche, J., Gonther, R., & Obst, F.J. (1985). *Lurche und Kriechtiere Europas*. Leipzig-Radebeul, Neumann Verlag, 422 pp.
- Eroğlu, A.İ., Bülbül, U., Kurnaz, M., & Odabaşı, Y. (2018). Age and growth of the Common Wall Lizard, *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768). *Animal Biology*, 68, 147-159. <https://doi.org/10.1163/15707563-17000019>
- Fitch, H.S. (1981). Sexual size differences in Reptiles. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History*, 70, 1-72.
- Gadsden, H., & Castaneda, G. (2013). Life history of the Marbled Whiptail Lizard *Aspidoscelis marmorata* from the Central Chihuahuan Desert of Mexico. *Acta Herpetologica*, 8, 81-91. https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-11804
- Glaw, F. (2015). Taxonomic checklist of Chameleons (Squamata: Chamaeleonidae). *Vertebrate Zoology*, 65, 167-283.
- Guarino, F.M., Gia, I.D., & Sindacoi R. (2010). Age and growth of the Sand Lizards (*Lacerta agilis*) from a high alpine population of North-Western Italy. *Acta Herpetologica*, 5, 23-29. https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-8532
- Gül, S., Özdemir, N., Kumlutaş, Y., & Ilgaz, Ç. (2014). Age structure and body size in three populations of *Darevskia rudis* (Bedriaga, 1886) from different altitudes. *Herpetozoa*, 26, 151-158.
- Hebrard, J.J., & Madsen, T. (1984). Dry season intersexual habitat partitioning by flap-necked chameleons (*Chamaeleo dilepis*) in Kenya. *Biotropica*, 16, 69-72. <https://doi.org/10.2307/2387897>
- Herrmann, P.A., & Herrmann, H.W. (2005). Egg and clutch characteristics of the mountain chameleon, *Chamaeleo montium*, in southwestern Cameroon. *Journal of Herpetology*, 39, 154-157. [https://doi.org/10.1670/0022-1511\(2005\)039\[0154:EACCOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1670/0022-1511(2005)039[0154:EACCOT]2.0.CO;2)
- Hódar, J.A., Pleguezuelos, J.M., & Poveda, J.C. (2000). Habitat selection of the Common Chameleon (*Chamaeleo chamaeleon*) (L.) in an area under development in southern Spain: Implication for conservation. *Biological Conservation*, 94, 63-68. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00163-9)
- İbrahim, A.A., (2013). Some aspects of ecology of the Common Chameleon, *Chamaeleo chamaeleon musae* (Squamata: Chamaeleonidae) in northern Sinai, Egypt. *Russian Journal of Herpetology*, 20, 203-212.
- Jenssen, T.A., & Andrews R.M. (1984). Seasonal growth rates in the Jamaican Lizard, *Anolis opalinus*. *Journal of Herpetology*, 18, 338-341. <https://doi.org/10.2307/1564090>
- Karsten, K. B., Andriamandimbarisoa, L.N., Fox, S.F., & Raxworthy, C.J. (2008). A unique life history among tetrapods: An annual chameleon living mostly as an egg. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 8980-8984. <https://doi.org/10.1073/pnas.0802468105>
- Karsten, K.B., Andriamandimbarisoa, L.N., Fox, S.F., & Raxworthy, C.J. (2009). Population densities and conservation assessments for three species of chameleons in the Toliara region of southwestern Madagascar. *Amphibia-Reptilia*, 30, 341-350. <https://doi.org/10.1163/156853809788795254>
- Keren-Rotem, T., Bouskila, A., & Geffen, E. (2006). Ontogenetic habitat shift and risk of cannibalism in the common chameleon (*Chamaeleo chamaeleon*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59, 723-731. <https://doi.org/10.1007/s00265-005-0102-z>
- Keren-Rotem, T., Levy, N., Wolf, L., Bouskila, A., & Geffen, E. (2016). Alternative mating tactics in male Chameleons (*Chamaeleo chamaeleon*) are evident in both long-term body color and short-term courtship pattern. *PLoS ONE*, 11(7), e0159032. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159032>
- Klaver, J.J. (1981). Lung-morphology in the Chamaeleonidae (Sauria) and its bearing upon phylogeny, systematics and zoogeography. *Journal of Zoological Systematics and Evolution Research*, 19, 36-58. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.1981.tb00231.x>
- Kurnaz, M., Bülbül, U., Eroğlu, A.İ., Uzun, F., Koç, H., & Kutrup, B. (2018). Age and growth of the Artvin Lizard, *Darevskia derjugini* (Nikolsky, 1898), in Turkey (Squamata: Sauria: Lacertidae). *Herpetozoa*, 30, 147-158.

- Lanua, G.P., Font, E., & Carazo, P. (2013). Color-assortative mating in a color-polymorphic lacertid lizard. *Behavioral Ecology*, 24, 273-279. <https://doi.org/10.1093/beheco/ars164>
- Lovich, E., & Gibbons, J. W. (1992). A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. *Growth, Development and Aging*, 56, 269-281.
- Matthee, C.A., Tilbury, C.R. & Townsend, T. (2004). Phylogenetic review of the African Leaf Chameleons: Genus *Rhampholeon* (Chamaeleonidae): The role of vicariance and climate change in speciation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271, 1967-1975. <https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2806>
- Measey, G.J., Raselimanan, A., & Herrel, A. (2014). Ecology and life history of chameleons. In: Tolley KA, Herrel A. (eds.) *The Biology of Chameleons*. University of California Press, Berkeley, 85-113.
- Moody, S., & Rocek, Z. (1980). *Chamaeleo caroliquarti* (Chamaeleonidae, Sauria): A new species from the lower miocene of central Europe. *Věstník Ústředního ústavu Geologického*, 55, 85-92.
- Necas, P. (1999). *Chameleons: Nature's Hidden Jewels*. Krieger Publication Cooperation, 348 pp.
- Olsson, M., & Madsen, T. (1995). Female choice on male quantitative traits in lizards-why is it so rare? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 36, 179-184. <https://www.jstor.org/stable/4601061>
- Özdemir, A., Altunışık, A., Ergül, T., Gül, S., Tosunoğlu, M., Cadeddu, G., & Giacoma, C. (2012). Variation in body size and age structure among three Turkish populations of the Tree Frog *Hyla arborea*. *Amphibia-Reptilia*, 33, 25-35. <https://doi.org/10.1163/156853811x619790>
- Raselimanana, A.P., & Rakotomalala, D. (2003). Chamaeleonidae, chameleons. In: Goodman SM, Benstead JP (eds) *The natural history of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago. 961-969.
- Raxworthy, C.J., & Nussbaum, R.A. (1995). Systematics, speciation and biogeography of the Dwarf Chameleons (*Brookesia*; Reptilia, Squamata, Chamaeleontidae) of northern Madagascar. *Journal of Zoology*, 235, 525-558. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1995.tb01767.x>
- Reaney, L.T., Yee, S., Losos, J.B., & Whiting, M.J. (2012). Ecology of the flap-necked chameleon *Chamaeleo dilepis* in Southern Africa. *Breviora*, 532, 1-18. <https://doi.org/10.3099/532.1>
- Roff, D.A. (2002). *Life History Evolution*. Massachusetts, Sinauer Associates, 527 pp.
- Roitberg, E.S., & Smirina, E.M. (2006). Age, body size and growth of *Lacerta agilis boemica* and *L. strigata*: A comparative study of two closely related lizard species based on skeletochronology. *Herpetological Journal*, 16, 133-142.
- Ryser, J. (1998). Determination of growth and maturation in the common frog, *Rana temporaria*, by skeletochronology. *Journal of Zoology*, 216, 673-685. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1988.tb02465.x>
- Shine, R., & Charnov, E.L. (1992). Patterns of survival, growth, and maturation in snakes and lizards. *American Naturalist*, 139, 1257-1269. <https://www.jstor.org/stable/2462340>
- Smith, G.R., & Ballinger, R.E. (1994). Temporal and spatial variation in individual growth in the Spiny Lizard, *Sceloporus jarrovi*. *Copeia*, 1994, 1007-1013. <https://doi.org/10.2307/1446724>
- Stamps J.A. (1983). Territoriality and the defense of predator refuges in juvenile lizards. *Animal Behavior*, 31, 857-870. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(83\)80241-3](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(83)80241-3)
- Tessa, G., Glaw, F., & Andreone, F. (2017). Longevity in *Calumma parsonii*, the world's largest chameleon. *Experimental Gerontology*, 89, 41-44. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.01.007>
- Tolley, K.A., Raw, R.N., Altwegg, R., & Measey, J.G. (2010). Chameleons on the move: Survival and movement of the Cape Dwarf Chameleon, *Bradypodion pumilum*, within a fragmented urban habitat. *African Zoology*, 45, 99-106.
- Tolley, K., & Menegon, M. (2013). Evolution and biogeography of chameleons. In: Tolley KA, Herrel A. (Eds.) *The biology of Chameleons*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, 131-151.
- Tolley, K., Townsend, T.M., & Vences, M. (2018). Large-scale phylogeny of chameleons suggests African origins and eocene diversification. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280, 2013-2084. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.0184>
- Uetz, P., Freed, P., & Hosek, J. (2021). *The Reptile Database*. Retrieved From: <http://www.reptile-database.org> (accessed on: 04.12.2021).
- Vogrin, M., Corto, C., Perez Mellado, V., Sa-Sousa, P., Cheylan, M., Pleguezuelos, J., Baha El Din, S., & Al Johany, A.M.H. (2012). *Chamaeleo chamaeleon*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012:e.T157246A743434. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T157246A743434.en>.

Determination of Weeds Flora in Apple Orchards of Iğdır Province and Approaches of Farmers to Solve the Problems

Elmas PARİN, Ramazan GÜRBÜZ*

Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Iğdır, TÜRKİYE

ORCID ID: Elmas PARİN: <https://orcid.org/0000-0001-5644-870X>; Ramazan GÜRBÜZ: <https://orcid.org/0000-0003-3558-9823>

Received: 20.04.2022

Accepted: 23.05.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: This study was conducted to determine the weed species, their frequency, and density of weeds in the apple orchards of Iğdır province, as well as the approaches of the farmers in the region to solve the weed problems and their control methods. Surveys were conducted in 50 apple orchards in 2020. Besides, a questionnaire survey was conducted with 100 farmers engaged in apple growing. A total of 53 weed species belonging to 15 families, including 1 parasite, 2 narrow-leaved, and 12 broad-leaved weeds were identified. The highest number of weeds among these identified families were Asteraceae (12 species), Poaceae (12 species), and Brassicaceae (9 species), respectively. The weeds with the highest frequency were *Bromus tectorum* (84%), *Echinochloa crus-galli* (84%), and *Trifolium pratense* (82%). The weeds with the highest density were determined as *T. pratense* (76.44 plant/m²), *Setaria viridis* (74.62 plant/m²), and *Alopecurus myosuroides* (70.96 plant/m²). In the current study, 96% of the farmers stated that the weeds were very dense in the apple orchards and the weed species with the highest density were *A. myosuroides* (80%), *Poa trivialis* (74%), and *Hordeum murinum* (73%). They stated that none of the farmers engaged in apple cultivation in Iğdır province used chemicals for controlling weeds. In addition, when the opinions of the farmers were taken, they stated that they mow the weeds in the apple orchards and use them to feed their livestock. As a result, it is seen that the farmers do not manage weeds in the apple orchards of Iğdır province and the density of weeds in the apple orchards is very high.

Keywords: Survey, density, weed, frequency.

Iğdır İli Elma Bahçelerinde Görülen Yabancı Ot Florasının Belirlenmesi ve Bölge Çiftçisinin Sorunları Çözmedeki Yaklaşımları

Öz Bu çalışma; Iğdır ili elma bahçelerinde bulunan yabancı ot türleri, rastlama sıklıkları, yoğunlukları, ayrıca bölge çiftçisinin yabancı ot sorunlarını çözmedeki yaklaşımlarını, mücadele yöntemlerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma, 2020 yılında 50 elma bahçesinde sürveyler yapılmıştır. Ayrıca elma yetiştiriciliği yapan 100 çiftçi ile anket yapılmıştır. Çalışma sonucunda; 1 parazit, 2 dar yapraklı ve 12 geniş yapraklı olmak üzere toplamda 15 familyaya ait 53 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Tespit edilen bu familyalar içinde en fazla yabancı ot sayısına; Asteraceae (12 tür), Poaceae (12 tür) ve Brassicaceae (9 tür) familyalar sahip olmaktadır. Rastlama sıklıkları en yüksek yabancı otlar, *Bromus tectorum* (%84), *Echinochloa crus-galli* (%84) ve *Trifolium pratense* (%82) olmaktadır. Yoğunlukları en yüksek yabancı otlar ise *T. pratense* (76.44 bitki/m²), *Setaria viridis* (74.62 bitki/m²) ve *Alopecurus myosuroides* (70.96 bitki/m²) olarak tespit edilmiştir. Yapılan anketler sonucunda çiftçilerin %96'sı elma bahçelerinde yabancı otların çok yoğun olduğunu ve en fazla yoğunlukta bulunan yabancı ot türlerinin *A. myosuroides* (%80), *Poa trivialis* (%74) ve *Hordeum murinum* (%73) olduğunu ifade etmişlerdir. Iğdır ilinde elma yetiştiriciliği yapan çiftçiler, yabancı otlara karşı kimyasal mücadele yapmadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca çiftçilerin görüşleri alındığında elma bahçelerinde bulunan yabancı otları biçip hayvan yemi olarak kullandıklarını dile getirmişlerdir. Sonuç olarak Iğdır ili elma bahçelerinde çiftçilerin yabancı otlara karşı mücadele etmedikleri ve elma bahçelerinde yabancı ot yoğunluğunun çok yüksek olduğu görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Sürvey, yoğunluk, yabancı ot, rastlama sıklığı.

1. Introduction

Apple is widely consumed due to its good taste, important nutrients and vitamins it includes, and its high antioxidant content. It is thought that the apple first appeared in Northern Anatolia, the Southern Caucasus, the regions in the south-west of Russia, and around Central Asia (east of Kazakhstan) (Özbek, 1978). The high adaptability of the species to different ecologies has caused it to spread widely around the world (Taşçı, 2017). Apple is a widely cultivated species in the world and is the third most produced fruit in the world (FAO, 2021).

According to FAO data, 4.717.384 orchard areas (ha) and 87.236.221 production amounts (tons) of apples were produced in the world in 2020. The highest apple

production in the world in 2020 is in Asia with 65%. In terms of the apple production rates, after the Asian continent, Europe (20%), America (11%), Africa (3%), and Oceania (1%) come respectively. In the world, the highest apple production is in China (42.425.400 tons) that produces about half of the total production in 2020. The USA (4.997.680 tons) comes next. Turkey is the third country with the highest apple production in the world in 2020. According to data for the year 2020 in Turkey, a total of 1.709.032 (da) apple orchards and 4.300.486 total (tons) apples were produced. Apple, which is of great importance for Turkey, is directly or indirectly affected by diseases, pests, and weeds. It is a known fact that it negatively affects fruit yield and quality in orchards. For this reason, weed control in apple cultivation has taken its

*Corresponding author: r_grbz@yahoo.com

place among indispensable agricultural practices with the increase in production areas. The basic principle of controlling weeds is to know the weed species and their biology well (Özer et al., 1998). Agricultural production should be eliminated, minimized, or made tolerable, with the least possible expense, the reason or reasons that hinder the yield and quality of the product. For this reason, studies have been carried out to determine the weeds that are a problem in apple production areas in different regions of our country (Eşitmez & Işık, 2016).

While there are studies in the literature on the determination of weeds in different cultivated plants in Iğdır province (Üçrak et al., 2019; Şahin et al., 2020), no detailed study has been conducted on the identification of the weeds that are a problem in orchards that are an important source of income for the region. Thus, the objectives of this study were to determine the troublesome weed species, their frequency and density throughout apple orchards, and the approaches of the local farmers to solve the weed problems, control methods and level of knowledge in order to manage weeds in Iğdır province.

Table 1. Climate data for the year 2020 and for the year in which the study was conducted (MGM, 2019-2020).

Months	Mean Temperature (°C)		Total Rainfall (mm)		Mean Relative Humidity (%)	
	2020	MLY (1941-2020)	2020	MLY (1941-2020)	2020	MLY (1941-2020)
January	0.0	-3.3	7.3	15.1	65.2	60.1
February	1.9	-0.3	14.1	16.1	64.4	59.6
March	10.6	6.4	18.1	22.4	56.4	52.2
April	11.7	13.1	83.6	34.2	64.8	49.9
May	18.6	17.8	76.1	46.9	55.0	51.5
June	23.9	22.3	15.7	31.4	44.7	47.3
July	26.7	25.9	30.2	14.2	48.4	45.3
August	24.2	25.3	15.3	9.8	47.6	47.1
September	23.5	20.5	1.4	11.3	47.7	46.2
October	14.5	13.1	7.3	25.9	49.6	48.53
November	7.2	5.9	7.3	18.7	67.0	61.5
December	1.9	-0.3	20.6	13.9	81.4	79.4

MLY: Mean of long years (MGM, 2020)

2.1. Questionnaire Study

The research was conducted with a 25-question survey and face-to-face interviews with 100 farmers engaged in apple growing in Iğdır. Different opinions and thoughts of our producers were noted and evaluated.

Those who participated in the survey were asked about

- The problems that apple producers face with apple production
- Weeds that are a problem in apple orchards, and
- Issues such as weed control.

2.2. Survey Study

This study was carried out to determine the weed species, densities, and frequency of occurrence in apple orchards in Iğdır province in a total of 50 apple orchards during the vegetation periods of 2020. The surveyed districts and the number of orchards were determined by taking into

2. Material and Methods

The research was conducted in the form of a face-to-face interview and survey study with farmers engaged in apple growing in villages of Iğdır province and districts during the vegetation periods of 2020. The research was conducted in the form of a 25-question questionnaire and 100 farmers were interviewed. In addition, 50 orchards producing apples were visited in Iğdır province and its districts and a survey study was conducted to determine weed species, incidence rates, and densities. Iğdır province is located between 39'-41' north latitudes and 43'-45' east longitudes. The population of the province is 176.536, the area is 3539 km², and the altitude is 800 m. Approximately 74% of the region is mountainous and 26% consists of lowlands. The annual precipitation received at the sight of the study region was given as mean of long years in Table 1. As it can be seen in Table 1, the monthly highest precipitation for the study year 2020 ranged from 0.0 (no rainfall) to 26.7 mm over the duration of the year of study (Table 1).

account the apple production areas (da) in the districts (Table 2). It was ensured that the gardens sampled during the surveys were far from each other and that the samples were taken from different parts of the district visited in different directions.

Table 2. The total fruit bearing areas for apples for the year 2019 according to the districts in Iğdır province and the number of surveys carried out in these areas (TUIK, 2021)

Counties	Production area(da)	Number of Surveys
Aralık	1.550	4
Karakoyunlu	2.870	8
Center	9.650	25
Tuzluca	4.870	13
Total	18.940	50

To remove the edge effect in the gardens selected for survey purposes, starting from within 10 m of the garden edge;

- 4 in 1-5 decare areas,
- 6 in 5-10 decare areas,
- 8 in 10-20 decare areas,
- Frames of 1 m² were counted 12 times in 20-50 decare areas and 16 times in larger areas and the weeds entering the frame were detected (Bora & Karaca, 1970). Weed species outside the 1 m² frame were also determined and the frequency of occurrence was calculated.

After determining the weed species and their numbers, the frequency of occurrence of each species used to evaluate the population were calculated. The necessary formulas are listed below (Uygur, 1991). When determining the frequency of occurrence, all weeds found in the environment were recorded and evaluated regardless of whether they entered the framework or not.

$$R.S = 100 \times N / M$$

- R.S: Frequency of occurrence (%)
- N= Number of gardens where the species is found
- M= Total number of gardens observed

Density (plant/ m²) was calculated by dividing the total number of plants in m² by the number of surveys conducted at the census point.

2.3. Data Analysis

The data obtained as a result of the survey were analyzed in the SPSS 17.0 statistical package program. The results are shown as frequency and percentage distribution.

3. Results and Discussion

3.1. Weed Species Detected in the Study, Frequency, and Density of Occurrence

The distribution of the weed families determined as a result of the surveys conducted in apple orchards in Iğdır Province in 2020 where the research was conducted according to the number of weed species are given in Figure 1.

The highest number of weeds among these identified families are Asteraceae (12 species), Poaceae (12 species), and Brassicaceae (9 species). These families are followed by Fabaceae (6 species), Amaranthaceae (3 species), Plantaginaceae (2 species), and Apiaceae, Compositae, Convolvulaceae, Lamiaceae, Papaveraceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Urticaceae and Cuscutaceae (1 species) (Fig. 1). Previous research by Yazlık et al. (2019) reported similar results carried out in Fruit Nursery Area in Düzce province and found that 68 weed species from 29 families were Poaceae (11 species), Asteraceae (10 species), Brassicaceae (6 species), and Fabaceae (5 species), respectively. Our results were similar to the results of the study given above.

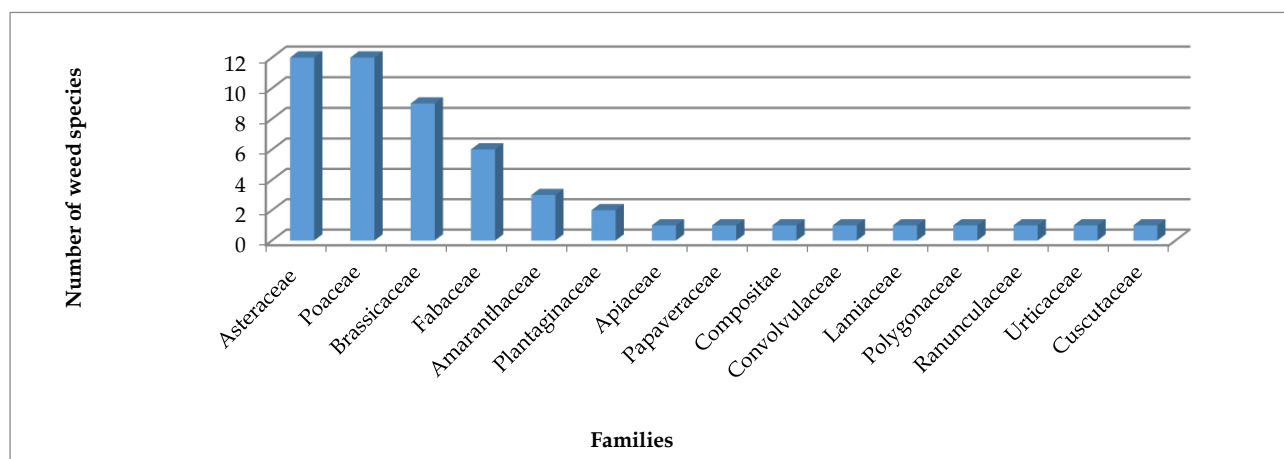


Figure 1. Distribution of the detected weed families according to the number of weed species they have

As a result of the surveys carried out in the apple orchards of Iğdır province, 53 weed species belonging to 15 families in total, including 1 parasite, 2 narrow-leaved, and 12 broad-leaved, were determined. Among the detected weeds, there are 1 parasite, 14 narrow-leaved and 38 broad-leaved weed species. Among the detected weeds, 1 kind of parasite, 28 species of annual and 24 species of perennial. Among these weeds, 8 species are annual and 6 species are perennial in narrow-leaved weeds. Among broadleaf weeds, 20 species are annual and 18 species are perennial (Table 3). Similar results were reported by Eşitmez and Işık (2016) who determined 129 weed species belonging to 33 families in total, 2 narrow-leaved and 31 broad-leaved, in the study they carried out to determine the weed species in apple orchards in Kayseri province between 2012-2013. The species identified in apple orchards were mostly belonged to Asteraceae (21 species), Poaceae (15 species), and Brassicaceae (13 species)

families. According to their surveys; *Agropyron repens*, *Convolvulus arvensis*, *Medicago sativa*, *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli* and *Setaria viridis* weed species show parallelism with the current study.

Karaca (2003) determined 109 weed species belonging to 31 different families in his study in young apple orchards in Karaman Province. Some of the weeds were *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Setaria viridis*, and *Sinapis arvensis*. Yazlık and Tepe (2001) determined 82 weed species belonging to 28 different families and found that 1 fern (Pteridophyta) of the 82 determined weed species, 11 narrow-leaved and 70 broad-leaved weeds. The weeds and families identified in the current study we carried out are similar to the studies mentioned above.

The frequency of occurrence for 30 of the 53 weed species detected in the study was 50% and above. Weed

species whose frequency of occurrence is between 70-100% were *Bromus tectorum* (84%), *Echinochloa crus-galli* (84%), *Trifolium pratense* (82%), *Sorghum halepense* (80), *Setaria viridis* (78%), *Medicago sativa* (76%), *Alopecurus myosuroides* (76%), *Poa trivialis* (74%), *Hordeum murinum* (74%), *Agropyron repens* (70%), and *Chenopodium album* (70%). The 5 weed species with the lowest frequency of occurrence were listed as *Mentha arvensis* (8%), *Sinapis arvensis* (8%), *Erysimum repandum* (6%), *Carduus nutans* (4%), and *Adonis flammea* (2 %) (Table 4.).

Eşitmez and Işık (2016) reported similar results in apple orchards in Kayseri province. They found the first 5 weed species with the highest occurrence as *Agropyron repens* (60.13%), *Convolvulus arvensis* (52.44%), *Medicago sativa* (49.65%), *Chenopodium album* (47.55%), and *Echinochloa crus-galli* (46.85%). The same weed species were found with a high occurrence in the current study. The weeds mentioned above and the weeds that were detected

with high incidence in our study are similar whereas others are not similar. The reason why some weeds are different is because weed types and frequency of occurrence vary according to regions.

As a result of the surveys, the density of 11 of the weeds detected was 50 plants/m² and above. These weeds, respectively, are *Trifolium pratense* (76.44 plant/m²), *Setaria viridis* (74.62 plant/m²), *Alopecurus myosuroides* (70.96 plant/m²), *Trifolium repens* (69.8 plant/m²), *Sorghum halepense* (69.04 plant/m²), *Poa trivialis* (68.74 plant/m²), *Agropyron repens* (64.14 plant/m²), *Capsella bursa-pastoris* (59.29 plant/m²), *Echinochloa crus-galli* (55.34 plant/m²), *Hordeum murinum* (54.89 plant/m²), and *Lepidium perfoliatum* (50.55 plant/m²). The 5 weed species with the lowest densities are *Mentha arvensis* (1.79 plant/m²), *Anthemis cretica* (62 plant/m²), *Adonis flammea* (0.6 plant/m²), *Erysimum repandum* (0.4 plant/m²), and *Carduus nutans* (0.28 plant/m²) as given in Table 4.

Table 3. Identified weed species, families, scientific names, English names, local names, and life cycles

Family	Scientific names	Local names	English names	Life Cycle
Narrow-Leaved				
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Dar yapraklı sinir otu	Buckhorn plantain	P
	<i>Plantago major</i> L.	Sinirli ot	Broad-leaved plantain	P
<i>Poaceae</i>	<i>Poa trivialis</i> L.	Çayır salkım otu	Kentucky bluegrass	A
	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	Çayır tilkikuyruğu	Meadow foxtail	P
	<i>Agropyron repens</i> L.	Ayrık otu	Couch Grass	P
	<i>Setaria viridis</i> L.	Kirpi darı	Green foxtail	A
	<i>Hordeum murinum</i> L.	Pisipisi otu	Mouse barley	A
	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers	Kanyaş	Johnsongrass	P
	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	Tilki kuyruğu	Blackgrass	A
	<i>Avena fatua</i> L.	Yabani yulaf	Oat, wild	A
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Köpek dişi ayrığı	Bermudagrass	P
	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Çatal otu	Hairy crabgrass	A
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv	Darican	Barnyardgrass	A
	<i>Poa annua</i> L.	Salkım otu	Bluegrass, annual	A
	Broad-Leaved			
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus albus</i> L.	Horoz ibiği	Tumble pigweed	A
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Kırmızı köklü tilki kuyruğu	Redroot pigweed	A
	<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken	Lambsquarters, common	A
<i>Apiaceae</i>	<i>Daucus carota</i> L.	Yabani marul	wild carrot	P
<i>Asteraceae</i>	<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber	Karahindiba	Dandelion	P
	<i>Lactuca serriola</i> L.	Yabani marul	Lettuce, prickly	P
	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop	Köygöçüren	Canada thistle	P
	<i>Senecio vernalis</i> Waldst & Kit	Kanaryaotu	Eastern groundsel	A
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Eşşek marulu	Spiny sowthistle	A
	<i>Tragopogon latifolius</i> Boiss.	İri yapraklı yemlik	broad-leaved salsify	P
	<i>Carduus nutans</i> L.	Deve dikeneni	Musk thistle	P
	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Ak hindiba	Devil's grass	P
	<i>Anthemis altissima</i> (L.) var. <i>altissima</i>	Papatya	Tall Chamomile	A
	<i>Anthemis cretica</i> Subsp. <i>anotolica</i> (Boiss.) Grierson	Horoz papatyası	Anatolian chamomile	A
	<i>Crepis foetida</i> L.	Hindiba	Stinking hawkbeard	A
	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Domuz pıtrağı	Rough cocklebur	A
	<i>Brassicaceae</i>	<i>Descurania sophia</i> (L.) Webb Ex Prantl	Sadır otu	Flixweed

Table 3. (Continued)

Family	Scientific names	Local names	English names	Life Cycle
	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	Bülbül otu	Mall tumbleweed mustard	A
	<i>Boreava orientalis</i> Jaub. & Spach	Sarı ot	Yellow-weed	A
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik	Çoban çantası	Shepherd's-purse	A
	<i>Lepidium draba</i> L.	Yabani tere	Hoary cress	P
	<i>Erigeron canadensis</i> L.	Pekmez hardalı	Spreading wallflower	A
	<i>Isatis tinctoria</i> L.	Çivit otu	Dyer's woad	P
	<i>Lepidium perfoliatum</i> L.	Geniş yapraklı tere	Clasping pepperweed	P
	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal	Charlock mustard	A
Compositae	<i>Erigeron canadensis</i> L.	Kanada şifaotu	Horseweed	A
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	Bindweed, field	P
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L.	Ak üçgül	White clover	P
	<i>Trifolium pratense</i> L.	Çayır üçgülü	Red clover	P
	<i>Vicia sativa</i> L.	Fiğ	Common vetch	A
	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas	Sarı taş yoncası	Sweet yellow clover	P
	<i>Medicago sativa</i> L.	Yonca	Alfalfa	P
	<i>Bromus tectorum</i> L.	Püsküllü çayı	Brome, downy	A
Lamiaceae	<i>Mentha arvensis</i> L.	Nane	Wild Mint	P
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Gelincik	Common poppy	A
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Kıvrıkcık labada	Dock, curly	P
Ranunculaceae	<i>Adonis flammea</i> Jagq.	Çin lalesi	Large pheasant's eye	A
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Isırgan otu	Nettle, burning	P
Parasite				
Cuscutaceae	<i>Cuscuta</i> spp.	Küsküt	Dodder	Parasite

A; Single-annual, P; Perennial

Table 4. Frequencies and densities of occurrence of detected weed species

Weeds	Frequency of Occurrence (%)	Density (plant/m ²)	Weeds	Frequency of Occurrence (%)	Density (plant/m ²)
<i>Adonis flammea</i> Jagq.	2	0.6	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	60	38.99
<i>Agropyron repens</i> L.	70	64.14	<i>Daucus carota</i> L.	16	1.89
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	76	70.96	<i>Descurania sophia</i> (L.) Webb. Ex Prantl.	12	2.53
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	62	42.95	<i>Digitaria sonquinalis</i> (L.) Scop.	16	10.46
<i>Amaranthus albus</i> L.	62	19.75	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv	84	55.345
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	50	14.61	<i>Erysimum repandum</i> L.	6	0.4
<i>Anthemis altissima</i> (L.) var. <i>altissima</i>	48	2.28	<i>Hordeum murinum</i> L.	74	54.89
<i>Anthemis cretica</i> Subsp. <i>anotolica</i> (Boiss.) Grierson	8	1.62	<i>Isatis tinctoria</i> L.	44	1.88
<i>Avena fatua</i> L.	60	32.55	<i>Lactuca serriola</i> L.	54	31.57
<i>Boreava orientalis</i> Jaub & Spach	44	7.81	<i>Lepidium perfoliatum</i> L.	42	50.55
<i>Bromus tectorum</i> L.	84	64.13	<i>Medicago sativa</i> L.	76	37.96
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik	64	59.29	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas	48	23.5
<i>Lepidium draba</i> L.	62	11.285	<i>Mentha arvensis</i> L.	8	1.79
<i>Carduus nutans</i> L.	4	0.28	<i>Papaver rhoeas</i> L.	24	2.86
<i>Chenopodium album</i> L.	70	36.065	<i>Plantago lanceolata</i> L.	26	36.71
<i>Chondrilla juncea</i> L.	8	3.51	<i>Plantago major</i> L.	56	40.49
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	22	8.1	<i>Poa annua</i> L.	54	37.34
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	66	20.11	<i>Poa trivialis</i> L.	64	68.74
<i>Erigeron canadensis</i> L.	32	5.43	<i>Rumex crispus</i> L.	56	19.31
<i>Crepis foetida</i> L.	40	4.73	<i>Senecio vernalis</i> Waldst & Kit.	14	11.93
<i>Cuscuta</i> spp.	10	2.4	<i>Sinapis arvensis</i> L.	8	13.58

Table 4. (Continued)

Weeds	Frequency of Occurrence (%)	Density (plant/m ²)	Weeds	Frequency of Occurrence (%)	Density (plant/m ²)
<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	44	16.79	<i>Trifolium pratense</i> L.	82	76.44
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	20	4.23	<i>Trifolium repens</i> L.	66	69.8
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	80	69.04	<i>Urtica dioica</i> L.	42	19.98
<i>Steria viridis</i> L.	78	74.62	<i>Vicia sativa</i> L.	32	25.81
<i>Taraxacum officinale</i> L.	60	47.98	<i>Xanthium strumarium</i> L.	34	16.27
<i>Tragopogon latifolius</i> Boiss.	48	19.34			

Karaca (2003) stated in his study that the weed species with the highest density in apple orchards are *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Setaria viridis*, and *Sinapis arvensis*. In the study of Eşitmez and Işık (2016), in apple orchards, the first 5 weed species with high densities were *Agropyron repens* (8.966 plants/m²), *Echinochloa crus-galli* (4.415 plants/m²), *Chenopodium album* (4.321 plants/m²), *Convolvulus arvensis* (1.883 plants/m²), and *Setaria viridis* (1.824 plants/m²) and the weeds that we determined to have high densities in our study are similar. Yazlık and Tepe (2001), in their study to detect weeds in apple and pear orchards, determined the weed species with the highest density as *Poa annua*, *Trifolium* sp., *Lolium perene*, *Taraxacum* sp., and *Lotus corniculatus*. Üstüner and Akyol (2007), in their study in apple orchards, determined the weed species important in terms of density as *Agropyron repens*, *Alopecurus myosuroides*, *Bromus tectorum*, and *Cynodon dactylon*. These weed species have similarities with the weed species whose densities are found to be high in our study.

The weeds mentioned above and the weeds that were detected with high incidence in our study are similar. The reason why some weeds are different is because weed types and frequency of occurrence vary according to regions.

3.2. Questionnaire Data Results

The answers given to the survey questions were obtained from face-to-face interviews conducted with the farmers who grow apples in Iğdır province and evaluated separately. Their percentage values are given in Figure 2.

Farmers engaged in apple growing stated that they are doing 55% physical management and 45% mechanical

management against weeds in apple orchards (Fig. 2).

As an answer to the question "Do you know what herbicides and pesticides are?", 51% of the farmers answered yes and remaining 49% answered no (Fig. 3).

When we asked farmers "How important is the weed problem for the yield?", 85% of the farmers stated that it was not important at all, 9% said that it was less important, and 6% said that it was moderately important (Fig. 4).

The question posed to the surveyed farmers as "What is the weed density in your garden?", 96% of the farmers stated that it is very dense and 4% stated that it is dense (Fig. 5).

When the Figure 6 was examined, 86% of the farmers stated that they did the control of weeds by looking at the weed population. 10% of the farmers stated that they did it by consulting with agrochemical dealers and 4% said that they did it by consulting with the agricultural engineer at the agricultural district organization (Fig. 6).

In the survey study conducted on farmers engaged in apple growing in Iğdır province, the farmers stated that they do not conduct chemical control of weeds (Fig. 7).

When the farmers were asked "Mark the most important weeds that you think are a problem in your garden?", the types of weeds that farmers consider problematic, respectively, are *Alopecurus myosuroides* (80%), *Poa trivialis* (74%), *Hordeum murinum* (73%), *Setaria viridis* (72%), *Trifolium pratense* (70%), *Echinochloa crus-galli* (62%), *Trifolium repens* (60%), *Sorghum halepense* (56%), *Capsella bursa-pastoris* (48%), *Agropyron repens* (40%), and 64% of the farmers stated that there are other weeds (Table 5).

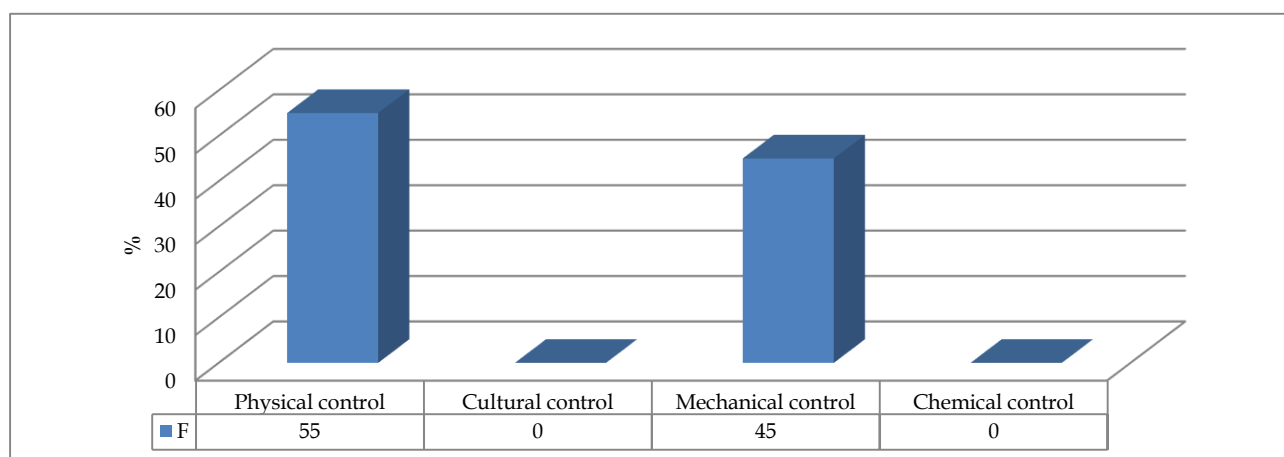


Figure 2. The percentage and frequency values of the answers to the question: What method of controlling weeds do you use?

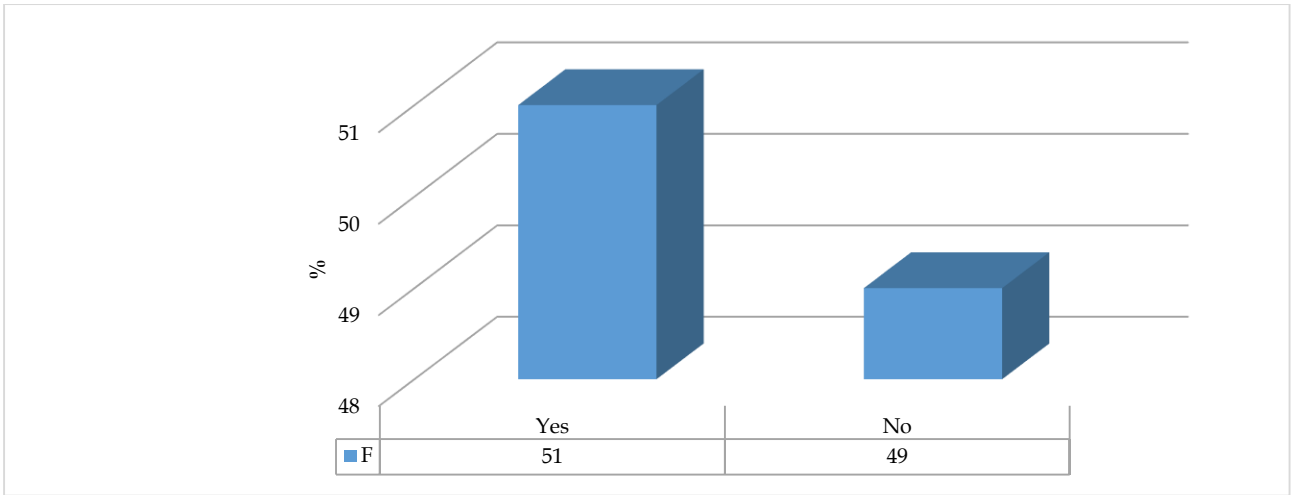


Figure 3. The percentage and frequency values of the answers to the question: Do you know what herbicides and pesticides are?

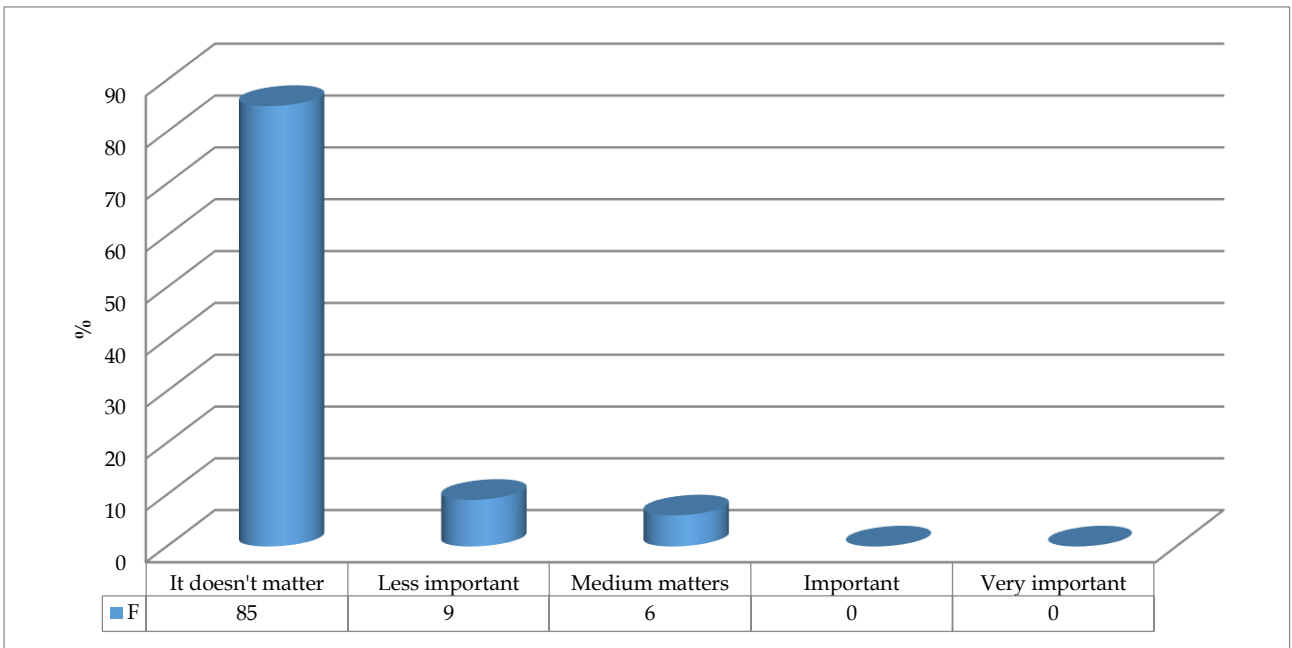


Figure 4. The percentage and frequency values of the answers to the question: How important is the weed problem for yield?

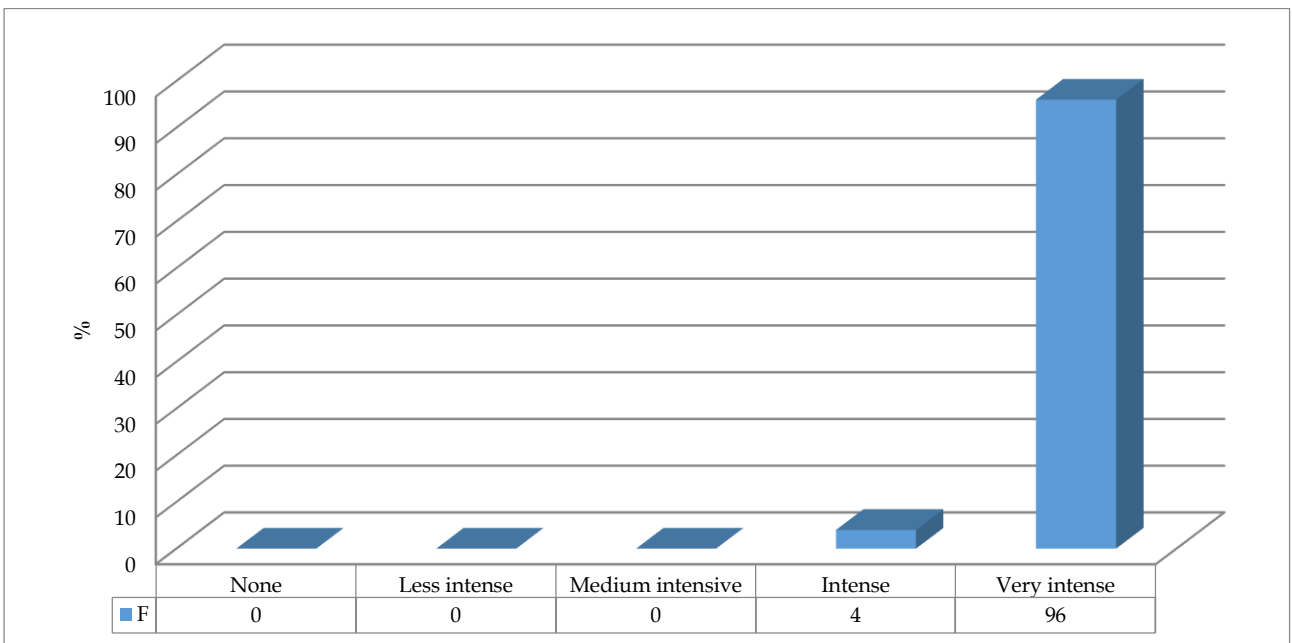


Figure 5. The percentage and frequency values of the answers to the question: What is the weed density in your garden?

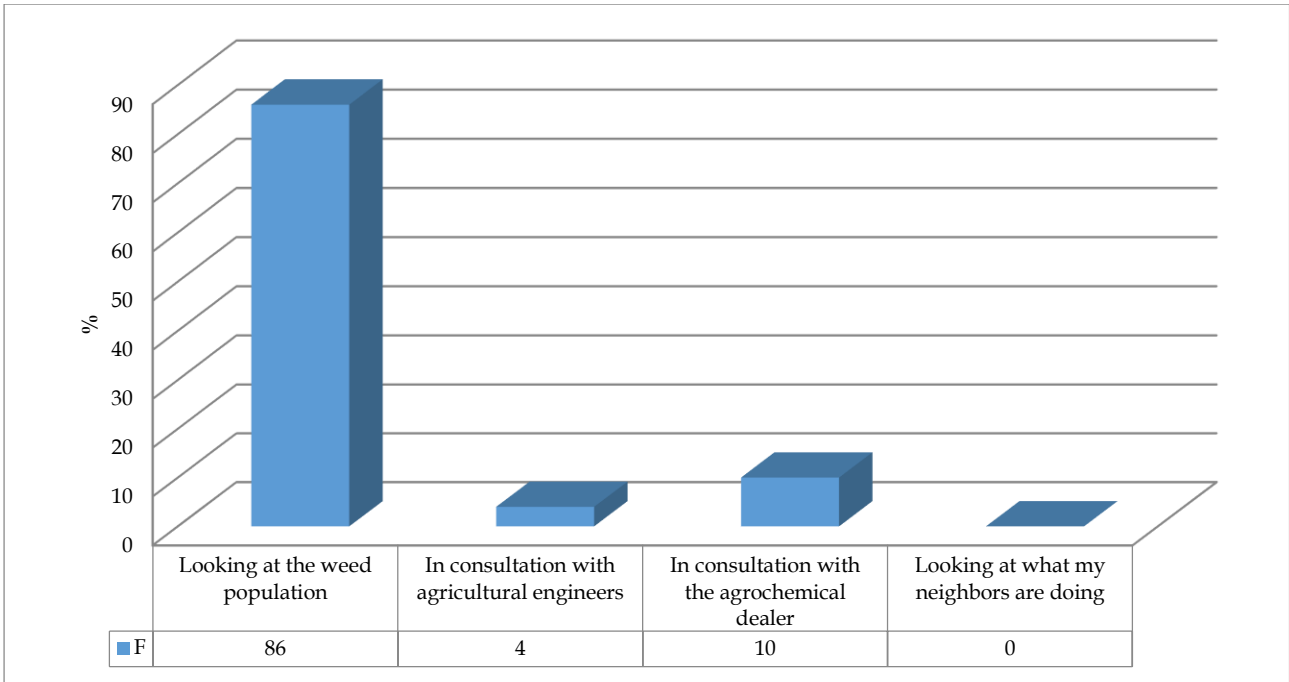


Figure 6. The percentage and frequency values of the answers to the question: How do you make the decision to fight against weeds in your apple orchard?

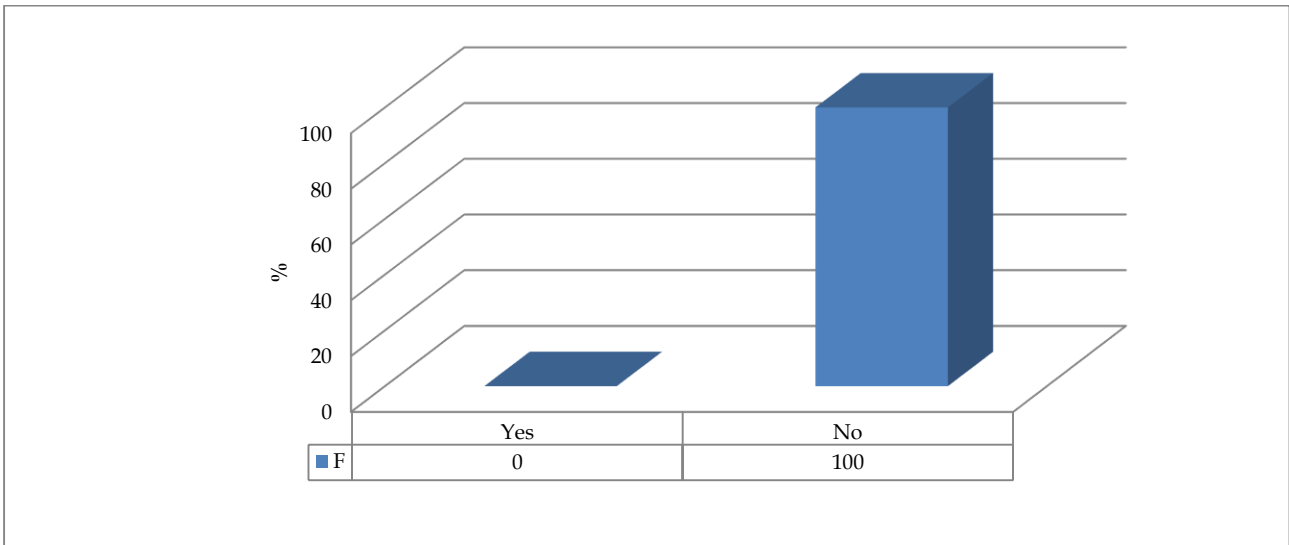


Figure 7. The percentage and frequency values of the answers to the question: Do you do chemical control of weeds?

Table 5. Do you mark the most important weeds that you think are a problem in your garden? Percentage and frequency values of the answers to the question above.

Weeds	frequency	%
<i>Trifolium pratense</i> L.	70	70
<i>Steria viridis</i> L.	72	72
<i>Alopecurus myosuroides</i> L.	80	80
<i>Trifolium repens</i> L.	60	60
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	56	56
<i>Poa trivialis</i> L.	74	74
<i>Agropyron repens</i> L.	40	40
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	48	48
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv	62	62
<i>Hordeum murinum</i> L.	73	73
Other	64	64

4. Conclusions and Recommendations

Apple is widely consumed because of its high antioxidant content and as it contains important nutrients and vitamins. Due to the high adaptability of apples to different ecologies, it is produced in many countries around the world. It ranks first among the world fruit production. In our country, it is in the third place among the countries producing apples in the world. Apple, which is of great importance for Turkey, is directly or indirectly affected by diseases, pests, and weeds. It is a known fact that weeds negatively affect fruit yield and quality in orchards. For this reason, weed control in apple cultivation has taken its place among indispensable agricultural practices with the increase in production areas. The basic principle of controlling weeds is to know the weed species and their biology well. For this reason, it is important to determine the weed species, their frequency and density, which are the problems in apple orchards in Iğdır

province, as well as to determine the approaches and control methods of the regional farmers in solving the weed problems.

As a result of the surveys, a total of 53 weed species belonging to 15 families, including 1 parasite, 2 narrow-leaved and 12 broad-leaved, were identified. The highest number of weeds among these identified families are Asteraceae (12 species), Poaceae (12 species), and Brassicaceae (9 species). Among the detected weeds, there are 1 parasite, 14 narrow-leaved, and 38 broad-leaved weed species.

Among the weeds detected in the surveys, the first 5 weed species with the highest incidence, respectively, are *Bromus tectorum* (84%), *Echinochloa crus-galli* (84%), *Trifolium pratense* (82%), *Sorghum halepense* (80), and *Setaria viridis* (78%). The 5 weed species with the lowest frequency of occurrence were listed as *Mentha arvensis* (8%), *Sinapis arvensis* (8%), *Erysimum repandum* (6%), *Carduus nutans* (4%), and *Adonis flammea* (2 %) (Table 4).

Among the detected weeds, the first 5 weed species with the highest density, respectively, are *Trifolium pratense* (76.44 plants/m²), *Setaria viridis* (74.62 plants/m²), *Alopecurus myosuroides* (70.96 plants/m²), *Trifolium repens* (69.8 plants/m²), and *Sorghum halepense* (69.04 plants/m²). The 5 weed species with the lowest density are *Mentha arvensis* (1.79 plants/m²), *Anthemis cretica* (62 plants/m²), *Adonis flammea* (0.6 plants/m²), *Erysimum repandum* (0.4 plants/m²), and *Carduus nutans* (0.28 plants/m²) (Table 4).

As a result of the survey conducted with the farmers engaged in apple growing in Iğdır, 40% of the farmers stated that they do farming so that their land would not be empty and 30% stated that they do farming to earn additional income. A little more than half of the farmers stated that they have knowledge about herbicides and pesticides. Nearly half of the farmers stated that they have been growing apples for a long time and all farmers used the flood irrigation method in apple growing. 70% of the farmers engaged in apple cultivation stated that they have never attended any training or meeting organized by agricultural organizations on apple farming and 79% of them stated that they do not follow the farmer training programs on television.

46% of the farmers engaged in apple growing in Iğdır stated that they rarely met with the engineers in the agricultural organization and 35% stated that they never met. 41% of the farmers who participated in the survey stated that they were satisfied with the apple yield. More than half of the apple producers participating in the survey stated that the most important problem in their gardens was insect pests, 42% stated that diseases and 3% stated that weeds were the problem. In addition, 96% of the farmers stated that weeds are very dense in apple orchards and 85% of them stated that weeds are not important for the yield.

The types of the weeds considered as problematic by the farmers engaged in apple production in Iğdır province, respectively, are *Alopecurus myosuroides* (80%), *Poa trivialis* (74%), *Hordeum murinum* (73%), *S. viridis* (72%), and *Trifolium pratense* (70%).

None of the farmers stated that they use chemical control against weeds. In addition, when the opinions of

the farmers were taken, they stated that they mow the weeds in the apple orchards and use them to feed their livestock.

Acknowledgment: This study was produced from HKB's PhD thesis and supported by University of Selçuk, Scientific Research Projects Coordination (Project number 20111001). Method validation and LC-ESI-MS/MS analysis in study was carried out in Iğdır University Research Laboratory Application and Research Center (ALUM).

Ethics committee approval: Ethics committee approval is required for this study (Ethics committee approval date: 01.04.2022 and numbers: E-37077861-200-63551).

Conflict of interest: The authors declared that there is no conflict of interest.

Author Contributions: Conception – R.G.; Design – E.P., R.G.; Supervision – E.P., R.G.; Fund – E.P., R.G.; Materials – E.P., R.G.; Data Collection or Processing – E.P., R.G.; Analysis Interpretation – R.G.; Literature Review – E.P.; Writing – E.P., R.G.; Critical Review – E.P., R.G.; Other Subject – This Paper was extracted from Elmas PARİN's master thesis (Supervisor: R.G.).

References

- Bora, T., & Karaca, İ. (1970). Measurement of disease and damage to cultivated plants. Ege University Auxiliary Textbook, Broadcast, 167.
- Eşitmez, B., & Işık, D. (2016). Determination of Weed Species in Apple Orchards in Kayseri. *Erciyes University Faculty of Agriculture Publications Department of Plant Protection Kayseri*, 3(1), 1-9.
- FAO (2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Date of access 05.06.2021.
- Karaca, M. (2003). The Determination of weeds in young apple orchards and control methods of important species in Karaman province. Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=gUeA2tBqLQFvGRReiZrPm3g&no=18LmbgEfjqoRslAdGsA0Q>
- Özbek, S. (1978). Special fruit growing (types of fruits that shed their leaves in winter). *Çukurova University, Publications of the Faculty of Agriculture, Adana*, 128, Textbook 11.
- Özer, Z., Kadioğlu, İ., Önen, H., & Tursun, N. (1998). Herbology (Weed science). *Gaziosmanpaşa University Faculty of Agriculture*, 20, 261-262.
- Şahin, S., Gürbüz, R., & Çoruh, İ. (2020). Determination of weed species observed in cotton production areas of Iğdır province and investigation of the effects of some herbicides on weed production and cotton yield. *Journal of Agriculture*, 3(2), 40-48.
- Taşçı, F. (2017). Product Report Apple, Tepge Publication No: 978-605-2207-01-7 ISBN: 296
- TÜİK (2021). Turkish Statistical Institute. Statistics of Crop Production. Retrieved from <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp>. Date of access 10.06.2021.
- Uygur, F.N. (1991). Methods of Herbology Research. Çukurova University. Faculty of Agriculture Department of Plant Protection, Auxiliary Course Notes, Adana.
- Üçrak, M., Gürbüz, R., & Çoruh, İ. (2019). Determination of Segetal Flora in Wheat Fields in Iğdır Province and Investigation of Growth Biology of Some Weeds Species. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4), 1887-1900. <https://doi.org/10.21597/jist.555653>
- Üstüner, T., & Akyol, E. (2007). Determination of the weed species, their observation frequencies and densities, in the apple orchards in Niğde Province. *Turkish Journal of Herbology*, 10(1), 22-30.
- Yazlık, A., & Tepe, I. (2001). The studies on weeds in apple and pear orchards in Van province and their distributions. *Turkish Journal of Herbology*, 4 (1), 11-18.
- Yazlık, A., Çöpoğlu, E., Özçelik, A., Tembelo, B., Yiğit, M., Albayrak, B., ... & Aydınli, V. (2019). Weed Species and Their Impacts: Fruit Nursery Area Sample in Düzce. *Tekirdağ Journal of Agricultural Sciences*, 16(3), 389-401.

Chemical Composition, *In Vitro* Antimicrobial and Antioxidant Activities of Marine Macroalgae *Codium fragile* (Suringar) Hariot

Hatice Banu KESKINKAYA*¹, Ebru DEVECİ², Erdoğan GÜNEŞ¹, Emine Şükran OKUDAN³, Cengiz AKKÖZ¹, Numan Emre GÜMÜŞ⁴, Serdar KARAKURT⁵

¹Selçuk University, Faculty of Science, Department of Biology, Konya, TÜRKİYE

²Konya Technical University, Technical Sciences Vocational School, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Konya, TÜRKİYE

³Akdeniz University, Department of Basic Sciences, Faculty of Fisheries, Antalya, TÜRKİYE

⁴Karamanoğlu Mehmetbey University, Scientific and Technological Research, and Application Center, Karaman, TÜRKİYE

⁵Selçuk University, Faculty of Science, Department of Biochemistry, Konya, TÜRKİYE

ORCID ID: Hatice Banu KESKINKAYA: <https://orcid.org/0000-0002-6970-6939>; Ebru DEVECİ: <https://orcid.org/0000-0002-2597-9898>; Erdoğan GÜNEŞ: <https://orcid.org/0000-0003-2833-5710>; Emine Şükran OKUDAN: <https://orcid.org/0000-0001-5309-7238>; Cengiz AKKÖZ: <https://orcid.org/0000-0003-3268-0189>; Numan Emre GÜMÜŞ: <https://orcid.org/0000-0001-8275-3871>; Serdar KARAKURT: <https://orcid.org/0000-0002-4449-6103>

Received: 09.03.2022

Accepted: 30.05.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: Marine algae, which are the primary producers living in aquatic areas, are the subject of many studies due to their importance as they are eukaryotic and eutrophic organisms that play a crucial role in the pharmaceutical, cosmetic, food, fuel, and textile industries. Macroalgae are known in producing several macronutrients, micronutrients, and other important biologically active compounds (e.g. polyphenols, enzymes, and antibiotics) with potential pharmacological uses. In this research, we aimed to investigate the chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities (with three assays), total phenolic (TPC) and flavonoid (TFC) contents of the methanol, ethanol, acetone, and water extracts of *Codium fragile* (Suringar) Hariot. The LC-ESI-MS/MS assessment allowed the identification of seven compounds containing gallic acid, 4-hydroxybenzaldehyde, 4-hidroxybenzoic acid, *p*-coumaric acid, salicylic acid, biochanin A, and diosgenin. TPC and TFC of the extracts were calculated as in the range of 10.34±0.13-64.67±0.02 µg GAEs/mg extract and 12.73±2.68-36.78±1.08 µg QEs/mg extract, respectively. All extracts of *C. fragile* showed antimicrobial activity against all test pathogens at different levels. The methanol, ethanol, and acetone extracts showed different levels of activity against gram-negative and gram-positive bacteria (MIC: 3.125-1.562 mg/mL). The water extract showed the highest activity in ABTS* (70.43±14.85%) and DPPH* (72.61±11.44%) assays while the acetone extract exhibited the best activity in CUPRAC (absorbance: 0.60±0.15) assay. The results we obtained approved that *C. fragile* could be valued as a natural source of bioactive agents for food preservatives and in other industrial and pharmaceutical fields.

Keywords: LC-ESI-MS/MS, algae, total phenolic content, total flavonoid content, minimum inhibition concentration.

Deniz Makroalgi *Codium fragile* (Suringar) Hariot 'in Kimyasal Bileşimi, *In-Vitro* Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitelerinin Analizi

Öz: Sucul alanlarda yaşayan birincil üreticiler olan deniz algleri, önemleri nedeniyle birçok araştırmaya konu olmakla birlikte ilaç, kozmetik, gıda, yakıt ve tekstil endüstrilerinde önemli rol oynayan ökaryotik ve ötrofik organizmalardır. Makroalgler, potansiyel farmakolojik kullanımları olan birkaç makro besin, mikro besin ve diğer önemli biyolojik olarak aktif bileşikler (örneğin polifenoller, enzimler ve antibiyotikler) üretmesiyle bilinmektedir. Bu araştırmada, *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889'un metanol, etanol, aseton ve su ekstraherinin kimyasal bileşimi, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri (3 yöntem ile), toplam fenolik (TPC) ve flavonoid (TFC) içeriklerini araştırmayı amaçlandı. LC-ESI-MS/MS analizleri gallik asit, 4-hidroksibenzoaldehit, 4-hidroksibenzoik asit, *p*-kumarik asit, salisilik asit, biokanin A ve diosgenin içeren yedi bileşiğin tanımlanmasına izin verdi. Ekstrelerin TPC ve TFC değerleri sırasıyla 10,34±0,13-64,67±0,02 µg GAEs/mg ekstre ve 12,73±2,68-36,78±1,08 µg QEs/mg ekstre olarak hesaplandı. Metanol, etanol ve aseton ekstraherleri gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı farklı seviyelerde aktivite göstermiştir (MİK: 3.125-1.562 mg/mL). Su ekstresi ABTS* (%70,43±14,85) ve DPPH* (%72,61±11,44) testlerine en yüksek aktiviteyi gösterirken, aseton ekstresi CUPRAC (absorbans: 0,60±0,15) testinde en yüksek aktiviteyi gösterdi. Elde ettiğimiz sonuçlar, *C. fragile*'in gıda koruyucuları ve diğer endüstriyel ve farmasötik alanlarda doğal bir biyoaktif madde kaynağı olarak değerlendirilebileceğini onaylamaktadır.

Anahtar kelimeler: LC-ESI-MS/MS, alg, toplam fenolik miktarı, toplam flavonoid miktarı, minimum inhibisyon konsantrasyonu.

1. Introduction

Marine life makes up more than 70% of the Earth's surface with a wide variety of life and research on this important biodiversity remains limited. Aquatic environment is recognized as a rich source of new metabolites with a variety of applications including cosmeceuticals, nutraceuticals, agrochemicals, pharmaceuticals, and other

industrially related chemicals. To date, valuable bioactive compounds have been obtained from plants and terrestrial microorganisms. However, after a certain period of time, known molecules from similar organisms began to be isolated in studies. Thereupon, natural product researchers turned to obtaining new compounds from organisms found in less studied habitats (Cragg & Newman, 2013).

*Corresponding author: banu.keskinkaya@selcuk.edu.tr

Marine algae, which are the primary producers living in aquatic areas, are the subject of many studies due to their importance as they are eukaryotic and eutrophic organisms that play a crucial role in the pharmaceutical, cosmetic, food, fuel, and textile industries. Macroalgae are known for producing several macronutrients, micronutrients, and other important biologically active compounds (e.g. polyphenols, enzymes, and antibiotics) with potential pharmacological uses (Aşıkutlu & Okudan, 2021; Gümüş et al., 2021). Macroalgae are known for producing several macronutrients (lipids, proteins, carbohydrates, fibers, and the like), micronutrients (minerals and vitamins), and other important biologically active compounds (e.g. polyphenols, enzymes, and antibiotics) with potential pharmacological uses (Arguelles et al., 2019a; Ortiz et al., 2006; Muraguri et al., 2016).

Some studies reported that marine environments are a rich source of new bioactive metabolites and most of them are much different than those obtained from soil-derived organisms (Cragg & Newman 2013). As known, a lot of recent researches were focused on important bioactive compounds identified in macroalgae and described the range of biochemical and pharmacological activities. It is known that bioactive secondary metabolites synthesized by macroalgae have antimicrobial activity (Liao et al., 2003).

Many marine macroalgae have both primary and secondary metabolites with novel structures and are biologically active. Macroalgae especially contain reactive antioxidant molecules, secondary metabolites, comprised of carotenoids (fucoxanthin, astaxanthin, carotene (alfa,beta), catechins (e.g., epigallocatechin, catechin), and mycosporine-like amino acids (mycosporine-glycine), gallate, tocopherols, and eckol phlorotannins (e.g., phloroglucinol) (Kolsi et al., 2017). Butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxyanisole (BHA) are synthetic antioxidants that are preferred to be added to many foods to reduce degradation caused by oxidation. Nevertheless, due to some of their toxic safety problems, naturally available antioxidants are preferred more (Witschi & Lock, 1978).

The presence of phenolic structures in macroalgae was first reported by Crato (1893). Phenolic compounds are the name given to a group of compounds containing hydroxyl (-OH) on an aromatic hydrocarbon ring. Polyphenols found in macroalgae are tannins, catechins, flavonoids, phlorotannins, and some phenolic acids. These phenolic compounds have such significant pharmaceutical properties as antiproliferative, antibacterial, antidiabetic, antikoagulan, antiviral, antihelminthik, anti-inflammatory, anti-HIV, antioxidant, antiparasitic, antiallergic, and anti-tumoral ones. In addition, the correlation between the total phenolic content and antioxidant activity of macroalgal extract is highly affected by the extraction method. Mostly 70% acetone has been reported to be more effective than water in extracting polyphenolic compounds. (Kadam et al., 2019)

Codium fragile (Suringar) Hariot is a marine algae belonging to the Codiaceae (Chlorophyta) family. This macroalgae is also known as dark green marine algae, ranges from 15 to 45 cm. Moreover, it consists of branching cylindrical segments (Fig. 1). The genus *Codium* is

represented by about 125-130 species widely distributed in all seas of the world except the polar seas and is mostly found in subtropical and temperate seas (Keskinkaya et al., 2020).



Figure 1. Morphological properties of *C. fragile*. a) underwater view of *C. fragile*, b) air-dried form of *C. fragile*, c) dust form *C. fragile*.

In this study, we were interested in the beneficial properties of "*Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889", a dark green macroalgae collected from the Güzelyalı-Çanakkale region. The aims of this investigation are to analyze the chemical composition by LC-ESI-MS/MS systems of *C. fragile* collected from Güzelyalı-Çanakkale (Turkey) and to investigate antimicrobial (using minimum inhibition concentration method) and antioxidant three *in vitro* assays DPPH• (2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging activity ABTS•+ (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) and CUPRAC (cupric reducing antioxidant capacity) activities.

These assays may provide some important information about the possible antimicrobial capacity and antioxidant mechanism with chemical composition of all extracts. For relevant extraction, we used methanol, ethanol, water, and acetone solvents. Total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) were determined to evaluate the nature of the antioxidants present in these extracts. We believe that this general screening experiment will provide a basis for future characterization and isolation studies to select the most suitable macroalgae species and to evaluate the suitability of these extracts as natural antioxidants for pharmaceutical applications in various real drug and food systems.

2. Material and Methods

2.1. Algae Samples Collection

Samples of *Codium fragile* was collected from a sampling as deep as 0-5 m station in Güzelyalı-Karanlık Liman, 15 km far from Çanakkale. The position of Güzelyalı-Karanlık Liman is centered on 40°14'27.03"N - 26°32'29.74"E as follows in Fig. 2.

Codium fragile belong to the genus Chlorophyta. The systematic classification of the algae types used in our study is as follows in Table 1 (AlgaeBase).

The collected macroalgae samples were washed with ambient water to remove foreign substances. Then, macroalgae samples were placed in sterile polyethylene

bags and brought to the cold chain laboratory. They were washed with distilled water in the hydrobiology laboratory to remove epiphytic creatures and necrotic particles from the samples.

In drying process, the algae were placed in an oven

set at 40°C to prevent the phytochemical compounds from being damaged and pre-drying was carried out by keeping it for 17 h. Marine macroalgae were dried correctly, and and pulverized using a homogenizer, stored at room temperature until extraction.

Table 1. The systematic classification of *C. fragile* (AlgaeBase).

Species	Kingdom	Phylum	Subphylum	Class	Order	Family	Genus
<i>Codium fragile</i>	Plantae	Chlorophyta	<i>Chlorophytina</i>	<i>Ulvoophyceae</i>	<i>Bryopsidales</i>	<i>Codiaceae</i>	<i>Codium</i>

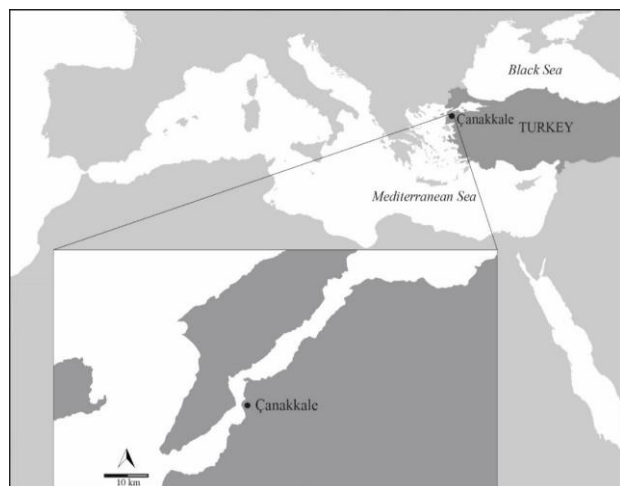


Figure 2. Map of algae taken from Güzelyalı/Çanakkale.

2.2. Preparation of Algae Extracts

The soxhlet extraction method was applied to the grinded marine macroalgae samples to obtain extracts. Macroalgae samples (10 g) were extracted with various solvents according to the increasing polarity: acetone, methanol, ethanol, and water for 6 h by using the soxhlet apparatus. The methanol, ethanol, and acetone were evaporated under a vacuum by an evaporator to obtain all the extracts. The water was lyophilized to get the water extract by using a freeze-drier. All macroalgal extracts were stored at +4°C until analysis.

2.3. Chemical Composition

2.3.1. Preparation of *C. fragile* and standard solutions

10 mg of algae extracts were prepared at a concentration of 2 mL in methanol and the solution was diluted to 2 mg/mL with 50% methanol in grade water. Subsequently, the solution was filtered through 0.45 µm filters and transferred into vials prior to LC-ESI-MS/MS analysis.

2.3.2. LC-ESI-MS/MS instrumentation conditions

An Agilent Technologies 1260 Infinity II liquid chromatography System combined to a 6460 Triple Quad mass spectrometer were used for quantitative and quantitative analysis of 56 phytochemical compounds. Poroshell 120 EC-C18 (100 mm × 4.6 mm I.D., 2.7 µm) column was used for the chromatographic separation of the compounds. Mobile phase flow rate, column temperature conditions, and different mobile phase additives such as formic acid, ammonium acetate, and acetic acid were applied together with acetonitrile, purified water, and methanol mobile phases to achieve the most ideal separation and ionization of the compounds.

Thus, in chromatographic separation, mobile phases of 0.1% formic acid and 5mM ammonium format in water A mobile phase and 0.1% formic acid and 5mM ammonium format in methanol B mobile phase were used. Moreover, using a flow rate of 0.4 mL/min, a gradient program of 15% for 1-12 min, 50% for 12-30 min, 90% for 30-32 min and 10% for 32-35 min was applied in the B mobile phase, respectively. The column temperature was maintained at 40°C and the injection volume was 4.0 µL (Yılmaz, 2022).

An electrospray ionization (ESI) source operating in both negative and positive ionization modes was used to determine the mass to ion ratio (m/z) of the compounds. The ESI Source parameters were set at capillary voltage to 4000 V, nebulizing gas (N_2) flow to 11 L/min, nebulizer pressure to 15 psi and gas temperature to 300°C to ensure ideal ionization of all compounds and achieve the ideal peak intensity. The product and precursor ions, their collision energies and fragmentor voltage were determined the measurement as multiple reaction monitoring (MRM) (Yırtıcı et al., 2022).

2.3.3. Total phenolic (TPC) and total flavonoid contents (TFC)

TPC of the marine macroalgae extracts was measured according to the Folin Ciocalteu method (Slinkard & Singleton, 1977). Results were calculated using the following equation obtained from the standard gallic acid graph:

$$\text{Absorbance} = 0.0104 [\text{gallic acid } (\mu\text{g})] - 0.0263, (r^2, 0.9924)$$

TFC of the marine macroalgae extracts was measured according to the aluminum nitrate method (Park et al., 1997). Results were calculated using the following equation obtained from the standard quercetin graph:

$$\text{Absorbance} = 0.0158 [\text{quercetin } (\mu\text{g})] - 0.0306 (r^2, 0.9993)$$

2.4. Bioactivity Assays

2.4.1. Antimicrobial activity

The broth microdilution method reported by Alsenani et al. (2020) was used to determine the antimicrobial activities of the marine macroalgae extracts. The antimicrobial test was performed by determining minimum inhibitory concentration (MIC) values of different marine macroalgae extracts (0.0061-6.25 mg/mL) against fungus, gram-positive, and gram-negative bacterial strains. In addition, we used negative growth control DMSO (100%) and positive growth control contained gentamisin (0.1 mg/mL). The lowest concentration values for bacterial inhibition were calculated and reported as a MIC.

2.4.2. Antioxidant activity

Antioxidant activities of the marine macroalgae extracts were tested using DPPH• (2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical scavenging, ABTS•+ (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) cation radical scavenging, and CUPRAC (Cupric reducing antioxidant capacity) activity assays (Çayan et al., 2019). Ascorbic acid, BHT, and BHA were used as standards. The IC₅₀ value (50% inhibition activity) was calculated using the graph plotted between the percentage of antioxidant activity (inhibition%) and the concentration (µg/mL) of the extracts. The A_{0.50} value (concentration having 0.50 absorbance) was calculated using the graph plotted between the absorbance and the concentration (µg/mL) of the extracts. Results were given as IC₅₀ values and inhibition percentage (%) at 400 µg/mL concentration for radical scavenging assays; A_{0.50} values and absorbance at 400 µg/mL concentration CUPRAC assay.

2.5. Statistical Analysis

All data obtained in the section of antioxidant activity analyses of this study were analyzed using SPSS 25.0 for Windows (Statistical Package for Social Sciences) and G-Power programs. Descriptive analyses were made for continuous variables and arithmetic mean ± standard deviation values of the variables were given. Whether the data were normally distributed or not was evaluated using the Shapiro-Wilk test. As a result of the tests, it was determined that the data did not comply with the normal distribution in case of $p < 0.05$. The homogeneity of the variances was examined with the Levene test. As a result of the test, homogeneity of variance could not be achieved. Since the parametric test conditions could not be met in the study, the comparison of the numerical data between independent multiple groups was analyzed using the Kruskal Wallis H test and the comparisons between the two groups were analyzed using the Mann Whitney U test. The power of the study was determined as 76% with a Type 1 error of 5% and an effect size of $d = 0.5$. The statistical power criterion, which is aimed to be found above 80% in studies, was approached in the study in question (Cohen, 1962; 1977). While interpreting the analyses results, the error was kept at the level of 0.05; thus, the decisions were made at the 95% confidence level.

3. Results and Discussion

3.1. Chemical Composition

Chemical composition was quantitatively determined in the extract of *Codium fragile* as seen in Table 2 and Fig. 3 A. Fifty-six compounds as phenolics, flavonoids, and other compounds were quantitatively analyzed in the extracts using the LC-ESI-MS/MS system and also chromatograms of the standard compounds and the extracts are given in Fig. 3. Diosgenin was identified as major compound in the methanol (4.96 µg/g), ethanol (108.1 µg/g), and water (62.45 µg/g) extracts while biochanin A was found as the main phenolic compound in the acetone extract (98.57 µg/g). Diosgenin is a valuable secondary metabolite belonging to the class of steroidal saponins that has an important place in the pharmaceutical industry (Hernández-Vázquez et al., 2020). Studies have shown that diosgenin has antioxidant, anti-cancer, anti-aging, cardioprotective, contraceptive, antiviral, antimicrobial, antifungal, and insecticidal activities (Chaudhary et al.,

2018). Biochanin A is an isoflavone and have various effects consisting of antioxidant, anti-inflammatory, estrogen-like, and glucose and lipid metabolism modulatory, cancer preventive, neuroprotective, and drug interaction effects (Yu et al., 2019).

There is a limited number of studies about chemical composition of *Codium* species in the literature. Cinnamoyl glucose, sinapine, 5-(3',5'-dihydroxyphenyl)-γ-valerolactone, dihydrobiochanin A, scopoletin, rosmanol, carnosol, deoxyschisandrin, and carnosic acid were identified in *Codium* sp. by LC-ESI-QTOF-MS/MS (Zhong et al., 2020). The main phenolic compounds of the ethanol and water extracts of 16 algae species (*Fucus serratus*, *F. vesiculosus*, *F. distichus*, *F. spiralis*, *Sargassum muticum*, *Saccharina latissima*, *Laminaria digitata*, *Dictyota dichotoma*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca*, *Palmaria palmata*, *Porphyra purpurea*, *Chondrus crispus*, *Mastocarpus stellatus*, *Polysiphonia fucoides*, *Gracilaria vermiculophylla*) were identified by HPLC in the study of Farvin & Jacobsen (2013). Similar to the results we obtained, the amount of phenolic compounds in the water extracts was reported lower than the ethanol extracts. In addition, all the water extracts were found to have gallic acid and trace levels of chlorogenic acid. LC-MS/MS analysis showed highest phloroglucinol (69.86±5.25 mg/kg), fucoxanthin (1.45±0.22 mg/kg), and gallic acid in *Sargassum wightii*; highest quercetin (0.07±0.00 mg/kg) and ferulic acid (0.21±0.04 mg/kg) in *Ulva rigida*; and the highest vanillin (0.39±0.01 mg/kg) in *Gracilaria edulis* (Kumar et al., 2020). It has been reported that these variations between chemical compositions are related to many factors such as macroalgae species, sources, extraction and purification techniques, and storage conditions (Cotas et al., 2020).

3.2. Total Phenolic (TPC) and Total Flavonoid Contents (TFC)

TPC and TFC results of the methanol, ethanol, acetone, and water extracts of *Codium fragile* were shown in Fig. 4. TPC of the extracts ranged between 10.34±0.13 and 64.67±0.02 µg GAEs/mg extract. The highest concentration of TPC was found in the acetone extract (64.67±0.02 µg GAEs/mg extract). TFC of the extracts ranged between 12.73±2.68 and 36.78±1.08 µg QEs/mg extract. The highest concentration of TFC was found in the ethanol extract (36.78±1.08 µg QEs/mg extract).

Previously TPC of the ethanol (80%), methanol (70%), hot water, and cold water extracts of *Codium fragile* were recorded in the range of 0.99±0.1-17.27±0.06 µg GAE mg⁻¹ sample (Heffernan et al., 2015). TPC of the ethanol extract and ethyl acetate and water fractions of *C. fragile* were found as 2.202±0.103, 22.381±0.206 and 0.298±0.103 mg GAE g⁻¹ DW, respectively (Surget et al., 2017). TPC (~45, 50, 60 mg GAE g⁻¹ extract, respectively) and TFC (~30, 40, 50 mg QE g⁻¹ extract, respectively) of the hexane, ethyl acetate, and methanol extracts of *C. fragile* were calculated by Kolsi et al. (2017). There are similarities and differences between the results and the literature. In general, the number of phenolic compounds is affected by nature, extraction procedure used, sample particle size, storage conditions and time as well as the assay used to determine them and the presence of interfering substances in extracts. Quantitative isolation of the phenolic compounds is very difficult due to their size and molecular weight, structural similarity, and propensity to react with other compounds.

Due to different extraction conditions and result expression, these differences between the studies could be

explained (Mekinic et al., 2019; Schoenwaelder, 2002).

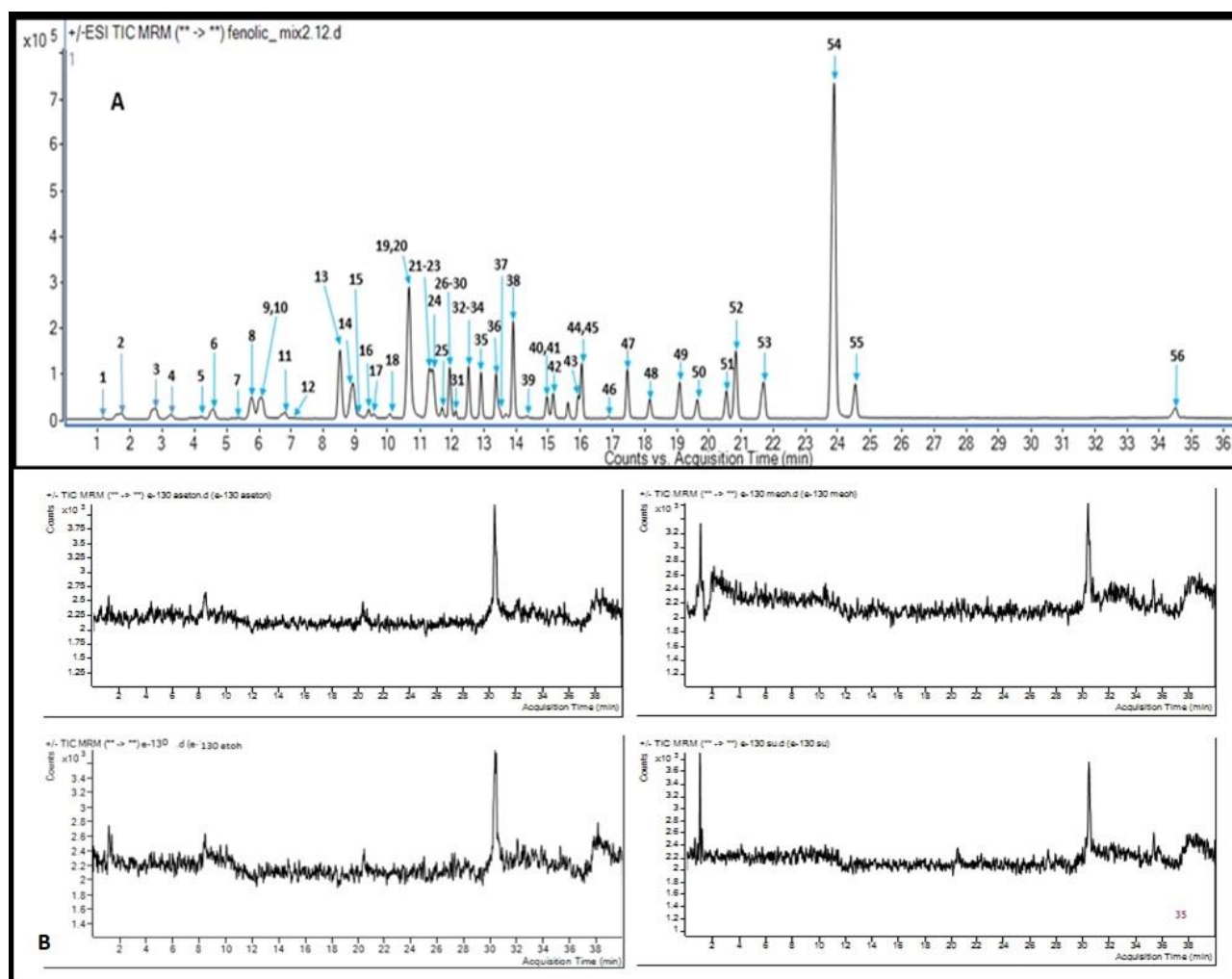


Figure 3. LC-ESI-MS/MS MRM chromatograms of (A) the standard compounds 1-Shikimic acid, 2-Gallic acid, 3-Protocatechuic acid, 4-Gentisic acid, 5-Catechin, 6-4-Hydroxybenzoic acid, 7-Chlorogenic acid, 8- 4-Hydroxybenzaldehyde, 9-Vanillic acid, 10-Caffeic acid, 11-Epicatechin, 12-Syringic acid 13-*p*-coumaric acid, 14-Salicylic acid, 15-Taxifolin, 16-Polydatine, 17-*trans*-ferulic acid, 18-Sinapic acid, 19-Quercimeritrin, 20-Coumarin, 21-Scutellarin 22-*o*-coumaric acid, 23-Cynarin, 24-Protocatechuic ethyl ester, 25-Hyperocide, 26-Quercetin-3-glucoside, 27-Isoquercitrin, 28-Resveratrol, 29-Naringin, 30-Rutin, 31-Rosmarinic acid, 32-Quercetin-3-D-xyloside, 33-Kaempferol-3-glucoside, 34-Hesperidine, 35-Neohesperidin, 36-Fisetin, 37-Oleuropein, 38-Baicalin, 39-*trans*-cinnamic acid, 40-Ellagic acid, 41-Quercetin, 42-Naringenin, 43-Silibinin, 44-Hesperetin, 45-Morin, 46-Kaempferol, 47-Tamarixetin, 48-Baicalein, 49-7-Hydroxyflavone, 50-6-Hydroxyflavone, 51-Biochanin A, 52-Chrysin, 53-Flavone, 54-5-Hydroxyflavone, 55-6,2,4-Trimetoxyflavone and 56-Diosgenin. (B) compounds in the various extracts (acetone, methanol, ethanol, water) of *Codium fragile*.

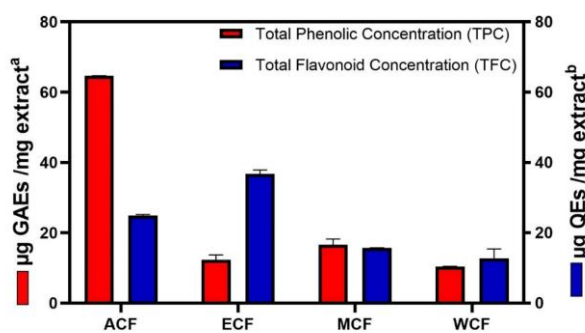


Figure 4. TPC and TFC of the extracts of *Codium fragile*. ^a gallic acid equivalent ^b quercetin equivalent, ACF: CF Acetone Extract, ECF: CF Ethanol Extract, MCF: CF Methanol Extract, WCF: CF Water Extract

3.3. Antimicrobial Activity

The global epidemic of bacterial resistance against existing antibiotics has led to the discovery of antibacterial agents from natural sources. Over millions of years, the evolution of bacteria and antibacterial biomolecules may provide the potential to overcome resistant strains. In this context, studies on the discovery of new agents from terrestrial and marine resources are gaining momentum (Shannon & Abu-Ghannam, 2016). There are reported studies that describe the antibacterial capability (derived from secondary and primary metabolites) of macroalgae against medically important pathogenic bacteria such as *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas hydrophila*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Enterobacter aerogenes* (Arguelles et al., 2019b; Liu et al., 2017; Ibtissam et al., 2009; Lima-Filho et al., 2002).

Antimicrobial activities of the extracts of *Codium fragile* were investigated using the microdilution method and results were given in Table 3. Among the studied extracts, the methanol, ethanol, and acetone extracts showed different levels of activity against gram-negative and gram-positive bacteria (MIC: 3.125-1.562 mg/mL). The water extract displayed the weakest antimicrobial

activity against tested pathogens *Escherichia coli* (MIC: 6.25 mg/mL) and *Klebsiella pneumoniae* (MIC: 6.25 mg/mL). The ethanol and acetone extracts were more active than the other extracts; thus, it can be thought that these antimicrobial activities of the extracts may be due to phytochemicals such as phenolics, flavonoids, and diosgenin.

Table 2. Analysis of chemical composition ($\mu\text{g/g}$) in *Codium fragile* extracts by using LC-ESI-MS/MS.

Phenolic compounds	R _t (min)	LOD ($\mu\text{g/L}$)	LOQ ($\mu\text{g/L}$)	R ²	Methanol	Ethanol	Acetone	Water
Gallic acid	1.74	4.8	15.25	0.999	ND	0.20	ND	ND
4-hydroxybenzaldehyde	5.77	8.78	26.7	0.998	ND	0.35	12.99	ND
4-hydroxybenzoic acid	4.54	19.25	54.12	0.999	ND	ND	ND	0.79
<i>p</i> -coumaric acid	8.50	2.25	7.8	0.999	0.27	ND	ND	ND
Salicylic acid	8.89	15.94	47.84	0.999	ND	ND	10.35	ND
Biochanin A	20.59	2.45	7.81	0.999	ND	99.07	98.57	ND
Diosgenin	34.51	3.13	8.19	0.999	4.96	108.1	2.21	62.45

R_t, retention time, LOD and LOQ: limit of detection and limit of quantification.

ND: not detected.

Table 3. Minimum inhibitory concentration (MIC) of *Codium fragile* extracts.

Test Microorganism	MIC (mg/mL)					
	Water	Methanol	Ethanol	Acetone	Gentamycin (0.1 mg/mL)	DMSO
<i>E. coli</i>	6.25	3.125	3.125	NA*	<0.02	12.5%
<i>P. aeruginosa</i>	NA*	1.562	NA*	NA*	<0.02	12.5%
<i>K. pneumoniae</i>	6.25	NA*	NA*	NA*	0.78	12.5%
<i>S. aureus</i>	NA*	3.125	3.125	1.562	<0.02	25%
<i>S. enteritidis</i>	NA*	3.125	3.125	3.125	0.04	12.5%
<i>S. lutea</i>	NA*	1.562	1.562	1.562	<0.02	12.5%
<i>B. cereus</i>	NA*	NA*	NA*	1.562	<0.02	12.5%
<i>C. albicans</i>	NA*	NA*	NA*	1.562	<0.02	12.5%

*NA: not active

The species belonging to the *Codium* genus are the least studied in terms of their biological activities and antimicrobial activity among all Chlorophyceae. *C. fragile* is among the macroalgae that attracts attention due to its invasive nature and its use in biomedical applications (Kim et al., 2013). Frikha et al. (2011) evaluated the antibacterial activities of *C. dichotomum*, *C. fragile*, *C. bursa* and *C. tomentosum* against pathogenic bacteria (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 and *Enterococcus* ATCC 700603) and reported that all methanol extracts of algae showed significant activity against *S. aureus* but no significant activity was observed in *C. bursa*. The ethanol extracts of *C. bursa* were used against *E. coli* and *Staphylococcus* and all algal extracts showed significant antibacterial activity against the bacteria studied (Frikha et al., 2011). The reports of this study show parallelism with the results of our study in terms of the activity of the ethanol and methanol extracts. Jun et al. (2018) evaluated MIC of 11 different macroalgae against tested pathogens and they reported that *C. fragile* have no growth inhibitory effect against any pathogens. In the other study, the methanol extract of *C. intricatum* showed an extended spectrum of inhibitory activity against gram-positive drug-resistant

bacterium, methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) with MIC of 250.00 $\mu\text{g/mL}$. It was moderately active against penicillin-acylase producing *Bacillus cereus* with MIC of 250 $\mu\text{g/mL}$. However, no inhibitory effect was observed among the tested gram-negative bacterial pathogens (Arguelles, 2020). According to this reported study, the methanol extract of *Codium* sp. did not show any activity against gram-negative bacteria but in our study the methanol extract was effective against both gram-negative (*E. coli*, *Salmonella enteritidis* - MIC: 3.125 mg/mL, *Pseudomonas aeruginosa* - MIC: 1.562 mg/mL) and gram-positive bacteria (*S. aureus* - MIC: 3.125 mg/mL, *Sarcina lutea* - MIC: 1.562 mg/mL). Antibacterial activity is thought to be affected by algae reproductive status and seasonality (Ibtissam et al., 2009).

Another point is that all of the extracts prepared with various solvents showed the strongest inhibition effects (MIC: 1.562 mg/mL) against gram positive bacteria. This situation can be explained as the susceptibility of gram positive bacteria to the algal extracts was more than those of gram negative bacteria. Many authors reported similar observations (Demirel et al., 2009; Ibtissam et al., 2009). The more susceptibility of gram-positive bacteria to the algal extracts was due to the differences in their cell wall

structure and their composition (Taskin et al., 2007). In gram-negative bacteria, the outer membrane acts as a barrier to many environmental substances including antibiotics (Tortora et al., 2001). The presence of thick murine layer in the cell wall also prevents the entry of the inhibitors (Kandhasamy & Arunachalam, 2008).

The remarkable differences and similar points between the results obtained in our study and in previous studies may be due to several factors. First of all, this can be because of the intraspecific variability in the production of secondary metabolites, occasionally related to seasonal variations and these variations are seen in other published reports (Lima-Filho et al., 2002; Moreau et al., 1988). Secondly, these variations could be related to the different solubility actions of secondary metabolites that could be affected by the species' geographical and seasonal distribution and there may also be differences in the capability of the extraction protocols to recover the active

metabolites and differences in the assay methods that would result in different susceptibilities of the target strains (Gonzalez et al., 2001; Perez et al., 1990).

Even the antibacterial capacity of macroalgae extracts changes depending on different parameters such as type of macroalgae, solvent, extraction method, extract concentration, and type of microorganism (Rajasulochana et al., 2009).

3.4. Antioxidant Activity

Since antioxidants have different action mechanisms, more than one method is preferred to determine the antioxidant activity rather than a single method. Antioxidant activities of *Codium fragile* extracts were screened using ABTS^{•+} cation radical scavenging activity, DPPH[•] free radical scavenging, and CUPRAC activity assays. The results were summarized in Table 4-10.

Table 4. Antioxidant activity of *Codium fragile* extracts.

Extracts	Antioxidant Activity					
	DPPH [•] assay		ABTS ^{•+} assay		CUPRAC assay	
	Inhibition (%) ^a	IC ₅₀ (µg/mL) ^b	Inhibition (%) ^a	IC ₅₀ (µg/mL) ^b	Absorbance ^c	A _{0.50} (µg/mL) ^d
Methanol	2.03±1.67	>400	11.54±8.64	>400	0.18±0.04	>400
Ethanol	1.90±0.40	>400	20.88±12.85	>400	0.25±0.11	>400
Acetone	1.34±0.74	>400	16.72±10.54	>400	0.60±6.880.15	>400
Water	72.61±11.44	>400	70.43±14.85	>400	0.20±0.07	>400
Standards						
Ascorbic acid	79.71±9.45	6.68±0.22	80.92±9.29	5.24±0.18	1.96±1.43	44.06±0.09
BHT	62.16±27.87	23.90±0.14	72.03±19.16	12.75±0.63	1.49±1.23	28.21±0.01
BHA	64.49±26.49	22.80±0.59	75.53±19.69	12.05±0.97	1.37±1.16	26.54±0.02

^a: Inhibition % of 400 µg/mL concentration of the extracts.

^b: IC₅₀ values are given as a mean ±SD of three parallel measurements.

^c: Absorbance of 400 µg/mL concentration of the extracts

^d: A_{0.50} values are given as a mean ±SD of three parallel measurements.

Table 5. Intergroup statistical results for ABTS^{•+} activity of *Codium fragile* extracts

Extracts	ABTS ^{•+} assay			
	n	Inhibition (%)	K-S	p-değeri [*]
Methanol	24	11.54± 8.64	55.061	0.000*
Ethanol	21	20.88±12.85		
Acetone	24	16.72±10.54		
Water*	24	70.43±14.85		

*Multiple comparisons evaluated with Kruskal Wallis H, pairwise comparisons with Mann Whitney U test. α=0.05

Table 6. Kruskal-Wallis test results of ABTS^{•+} activity differences between *Codium fragile* extracts according to their solvents.

Extracts	Standards	ABTS ^{•+} assay			
		n	Inhibition (%)	K-S	p-değeri [*]
Methanol	Ascorbic acid	24	80.92±9.29	56.655	0.000*
	BHT	24	72.03±19.16		
	BHA	24	75.53±19.69		
Ethanol	Ascorbic acid	24	80.92±9.29	47.687	0.000*
	BHT	24	72.03± 19.16		
	BHA	24	75.53±19.69		

Table 6. (Continued)

ABTS ^{•+} assay					
Extracts	Standards	n	Inhibition (%)	K-S	p-değeri*
Acetone	Ascorbic acid	24	80.92±9.29	54.899	0.000*
	BHT	24	72.03±19.16		
	BHA	24	75.53±19.69		
Water	Ascorbic acid	24	80.92±9.29	5.906	0.116
	BHT	24	72.03± 9.16		
	BHA	24	75.53±19.69		

*Multiple comparisons evaluated with Kruskal Wallis H, pairwise comparisons with Mann Whitney U test. α=0.05

Table 7. Intergroup statistical results for DPPH[•] activity of *Codium fragile* extracts

DPPH [•] assay				
Extracts	n	Inhibition (%)	K-S	p-değeri*
Methanol	24	2.03± 1.67	57.090	0.000*
Ethanol	15	1.90± 0.40		
Acetone	24	1.34±0.74		
Water*	21	72.61± 11.44		

*Multiple comparisons evaluated with Kruskal Wallis H, pairwise comparisons with Mann Whitney U test. α=0.05

Table 8. Kruskal-Wallis test results of DPPH[•] activity differences between *Codium fragile* extracts according to their solvents

DPPH [•] assay					
Extracts	Standards	n	Inhibition (%)	K-S	p-değeri*
Methanol	Ascorbic acid	24	79.71± 9.45	55.017	0.000*
	BHT	24	62.16±27.87		
	BHA	24	64.49±26.49		
Ethanol	Ascorbic acid	24	79.71± 9.45	38.732	0.000*
	BHT	24	62.16±27.87		
	BHA	24	64.49± 26.49		
Acetone	Ascorbic acid	24	79.71±9.45	52.025	0.000*
	BHT	24	62.16± 27.87		
	BHA	24	64.49±26.49		
Water	Ascorbic acid	24	79.71±9.45	5.701	0.232
	BHT	24	62.16±27.87		
	BHA	24	64.49±26.49		

*Multiple comparisons evaluated with Kruskal Wallis H, pairwise comparisons with Mann Whitney U test. α=0.05

Table 9. Intergroup statistical results for CUPRAC activity of *Codium fragile* extracts

CUPRAC assay				
Extracts	n	Absorbance (%)	K-S	p-değeri*
Methanol	12	0.18±0.04	27.121	0.000*
Ethanol	12	0.25±0.11		
Acetone*	12	0.60±0.15		
Water	12	0.20±0.07		

*Multiple comparisons evaluated with Kruskal Wallis H, pairwise comparisons with Mann Whitney U test. α=0.05

Table 10. Kruskal-Wallis test results of CUPRAC activity differences between *Codium fragile* extracts according to their solvents.

CUPRAC assay					
Extracts	Standards	n	Absorbance (%)	K-S	p-değeri*
Methanol	Ascorbic acid	24	1.96±1.43	29.775	0.000*
	BHT	24	1.49±1.23		

Table 10. (Continued)

Extracts	Standards	CUPRAC assay			
		n	Absorbance (%)	K-S	<i>p</i> -değeri*
Ethanol	BHA	24	1.37±1.16	21.395	0.000*
	Ascorbic acid	24	1.96±1.43		
	BHT	24	1.49±1.23		
Acetone	BHA	24	1.37±1.16	5.221	0.156
	Ascorbic acid	24	1.96±1.43		
	BHT	24	1.49±1.23		
Water	BHA	24	1.37±1.16	23.099	0.000*
	Ascorbic acid	24	1.96±1.43		
	BHT	24	1.49±1.23		
	BHA	24	1.37±1.16		

*Multiple comparisons evaluated with Kruskal Wallis H, pairwise comparisons with Mann Whitney U test. $\alpha=0.05$

The water extract showed the highest activity in ABTS^{•+} (70.43±14.85%) and DPPH[•] (72.61±11.44%) assays. There are statistically significant differences in ABTS^{•+} activity between *Codium fragile* extracts ($p<0.00$). After paired comparisons, it was determined that the water extract had higher antioxidant activity than the other extracts. The activities of methanol, ethanol, and acetone extracts were statistically similar (Table 5). For ABTS^{•+} activity, no statistical difference was found between the water extract and standards (ascorbic acid, BHT, and BHA). Therefore, antioxidant activity of the water extract was found to be similar to the standards ($p=0.116>0.05$) (Table 6). There were statistically significant differences in DPPH[•] activity between the extracts ($p<0.00$). After paired comparisons, it was determined that the water extract had higher antioxidant activity than the other extracts. The activities of the methanol, ethanol, and acetone extracts were statistically similar (Table 7). For DPPH[•] activity, no statistical difference was found between the water extracts and standards (ascorbic acid, BHT, and BHA). Therefore, antioxidant activity of the water extract was found to be similar to the standards ($p=0.232>0.05$) (Table 8). In the CUPRAC assay, the best activity was recorded in the acetone extract with the absorbance value of 0.60±0.15. There were statistically significant differences in CUPRAC activity between the extracts ($p<0.00$). After paired comparisons, it was determined that the acetone extract had higher antioxidant activity than the other extracts. The activities of the methanol, ethanol, and acetone extracts were statistically similar (Table 9). For CUPRAC activity, no statistical difference was found between the acetone extract and standards (ascorbic acid, BHT, and BHA). Therefore, the antioxidant activity of the acetone extract was found to be similar to the standards ($p=0.156>0.05$) (Table 10). According to the obtained results, the best antioxidant activity was found in the water extract in DPPH[•] and ABTS^{•+} assays. It is well known that marine algae are rich in sulfated polysaccharides and glucans. These polysaccharides have been proven to act as anti-inflammatory, anticoagulant, antioxidant, antiviral, anti-tumor, anti-obesity, and antimicrobial agents *in vitro* and *in vivo* (Garcia-Vaquero et al., 2019). As a result, the highest antioxidant activity of the water extract can be related with the synergic effects of the polysaccharides and the identified compounds.

Antioxidant activities of various extracts of *Codium fragile* were reported in earlier studies. Antioxidant activity of the hexane, dichloromethane, and methanol extracts of *C. fragile* was investigated by β -carotene bleaching and hydroxyl radical scavenging assays with inhibition values of ~50-80% and ~50-70% respectively at 40 mg/mL concentration (Koz et al., 2009). Surget et al. (2017) studied antioxidant activity of the ethanol extract and ethyl acetate and water fractions of *C. fragile* according to DPPH[•] and reducing power assays. Among the studied extract and fractions, the ethyl acetate fractions were found as the best active in DPPH[•] (IC₅₀: 0.303±0.002 g/L) and reducing power (IC₅₀: 5.478±0.891 g/L) assays. In the study of Heffernan et al. (2015), antioxidant activity of ethanol (80%), methanol (70%), hot water, and cold water extracts of *C. fragile* was tested by DPPH[•] (IC₅₀: 0.13±0.01-0.56±0.01 mg/mL) and FRAP (0.94±0.03-32.70±0.10 μ g Tr equivalents mg⁻¹ sample) assays. Our results agree with previous studies.

4. Conclusion

As a result, in this study, antimicrobial and antioxidant activities of the methanol, ethanol, acetone, and water extracts of *Codium fragile* marine macroalgae species were screened with TPC and TFC. Chemical compounds thought to be responsible for these bioactivities were confirmed by LC-ESI-MS/MS analysis. Our results showed that the four algal extracts have a strong wealth in phenolic compounds and flavonoids have a very interesting antioxidant status allowing that should be considered as an important source of phenolic compounds that could be used as food preservatives and in other industrial and pharmaceutical fields. Moreover, this study concludes that *C. fragile* represents an alternative natural source of polyphenols and other bioactive compounds for the development and production of natural antioxidants and novel antibiotics. Further studies should be conducted to identify the structure and elucidate the mechanism of action of different biologically active metabolite present in the macroalgae extracts that showed promising antimicrobial and antioxidant activities.

Considering both the terrestrial and marine resources that Turkey has, we come across a great treasure to be explored. As new isolation studies are carried out, we

think that these studies will provide success in many areas and pave the way for important investments.

Acknowledgment: This study was produced from HBK's PhD thesis and supported by University of Selçuk, Scientific Research Projects Coordination (Project number 20111001). Method validation and LC-ESI-MS/MS analysis in study was carried out in Iğdır University Research Laboratory Application and Research Center (ALUM).

Ethics committee approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Conflict of interest: The authors declared that there is no conflict of interest.

Author Contributions: Conception – H.B.K., E.D., S.K.; Design – H.B.K., E.D., E.G.; Supervision – C.A., S.K.; Fund – C.A.; Materials – H.B.K., E.D., E.G.; Data Collection or Processing – E.Ş.O., H.B.K.; Analysis Interpretation – H.B.K., N.E.G.; Literature Review – E.D., S.K., H.B.K.; Writing – H.B.K., E.D., N.E.G.; Critical Review – S.K.

References

- Alsenani, F., Tupally, K.R., Chua, E.T., Eltanahy, E., Alsufyani, H., Parekh, H.S., & Schenk, P.M. (2020). Evaluation of microalgae and cyanobacteria as potential sources of antimicrobial compounds. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 28(12), 1834-1841. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2020.11.010>
- Arguelles, E.D.L.R., Laurena, A.C., Monsalud, R.G., & Martinez-Goss, M.R. (2019a). High lipid and protein-producing epilithic microalga *Desmodesmus* sp. (U-AU2): A promising alternative feedstock for biodiesel and animal feed production. *Philippine Journal of Crop Science*, 44(2), 13-23.
- Arguelles, E.D.L.R., Monsalud, R.G., & Sapin, A.B., (2019b). Chemical composition and *in vitro* antioxidant and antibacterial activities of *Sargassum vulgare* C. Agardh from Lobo, Batangas, Philippines. *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 25(1), 112-122.
- Arguelles, E.D. (2020). Evaluation of Nutritional Composition and *in vitro* Antioxidant and Antibacterial Activities of *Codium intricatum* Okamura from Ilocos Norte (Philippines). *Jordan Journal of Biological Sciences*, 13(3), 375-382.
- Aşıkutlu, B., & Okudan, E.Ş. (2021). Macro and trace element levels of macroalgae *Cystoseira foeniculacea* ve *Gongolaria montagnei* species from mediterranean region (Antalya/ Turkey). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(4), 757-764. <https://doi.org/10.35229/jaes.950591>
- Chaudhary, S.A., Chaudhary, P.S., Syed, B.A., Mira, R., Bagali, P.G., Vitalini, S., & Iriti, M. (2018). Validation of a method for diosgenin extraction from Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 17(4), 377-385. <http://doi.org/10.17306/J.AFS.2018.0606>
- Cohen, J. (1962). The statistical power of abnormal-social psychological research: A review. *Journal of Abnormal Psychology*, 65, 145-153. <https://doi.org/10.1037/h0045186>
- Cohen, J. (1977). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, Academic Press, New York.
- Cotas, J., Leandro, A., Monteiro, P., Pacheco, D., Figueirinha, A., Gonçalves, A.M.M., da Silva, G.J., & Pereira, L. (2020). Seaweed phenolics: from extraction to applications. *Marine Drugs*, 18, 384. <http://doi.org/10.3390/md18080384>
- Cragg, G.M., & Newman, D.J. (2013). Natural products: A continuing source of novel drug leads. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1830, 3670-3695. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2013.02.008>
- Crato, E. (1893). Morphologische und mikrochemische Untersuchungen über die Physoyden. *Botanische Zeitung*, 195, 155 pp.
- Çayan, F., Tel-Çayan, G., Deveci, E., Öztürk, M., & Duru, M.E. (2019). Chemical profile, *in vitro* enzyme inhibitory, and antioxidant properties of *Stereum* species (Agaricomycetes) from Turkey. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 21, 1075-1087. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2019032893>
- Demirel, Z., Yilmaz-Koz, F. F., Karabay-Yavasoglu, U. N., Ozdemir, G., & Sukatar, A. (2009). Antimicrobial and antioxidant activity of brown algae from the Aegean Sea. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 74(6), 619-628.
- Farvin, K.H.S., & Jacobsen, C. (2013). Phenolic compounds and antioxidant activities of selected species of seaweeds from Danish coast. *Food Chemistry*, 138, 1670-1681. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.078>
- Frikha, F., Kammoun, M., Hammami, N., Mchirgui, R., Belbahri, L., Gargouri, Y., Miled, N., & Ben-Rebah, F. (2011). Chemical composition and some biological activities of marine algae collected in Tunisia. *Ciencias Marinas*, 37 (2), 113-124.
- García-Vaquero, M., O'Doherty, J.V., Tiwari, B.K., Sweeney, T., & Rajauria, G. (2019). Enhancing the Extraction of polysaccharides and antioxidants from macroalgae using sequential hydrothermal-assisted extraction followed by ultrasound and thermal technologies. *Marine Drugs*, 17, 457. <http://doi.org/10.3390/md17080457>
- Gonzalez, G., Brownlee, D., & Ward, P. (2001). The galactic habitable zone: galactic chemical evolution. *Icarus*, 152(1), 185-200.
- Gümüş, N.E., Aşıkutlu, B., Keskinaya, H.B., & Akköz, C. (2021). Comparison of heavy metal absorption of some algae isolated from Altınapa Dam Lake (Konya). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(1), 50-56. <https://doi.org/10.35229/jaes.809876>
- Heffernan, N., Smyth, T.J., Soler-Villa, A., Fitzgerald, R.J., & Brunton, N.P. (2015). Phenolic content and antioxidant activity of fractions obtained from selected Irish macroalgae species (*Laminaria digitata*, *Fucus serratus*, *Gracilaria gracilis* and *Codium fragile*). *Journal of Applied Phycology*, 27, 519-530. <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0291-9>
- Hernández-Vázquez, J.M.V., López-Muñoz, H., Escobar-Sánchez, M.L., Flores-Guzmán, F., Weiss-Steider, B., Hilario-Martinez, J.C., Sandoval-Ramírez, J., Fernández-Herrera, M.A., & Sánchez, L.S. (2020). Apoptotic, necrotic, and antiproliferative activity of diosgenin and diosgenin glycosides on cervical cancer cells. *European Journal of Pharmacology*, 871, 172942. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2020.172942>
- Ibtissam, C., Hassane, R., Jose, M., Francisco, D.S.J., Antonio, G.V.J., Hassan, B., & Mohamed, K. (2009). Screening of antibacterial activity in marine green and brown macroalgae from the coast of Morocco. *African Journal of Biotechnology*, 8(7), 1258-1262.
- Jun, J.Y., Jung, M.J., Jeong, I.H., Yamazaki, K., Kawai, Y., & Kim, B.M. (2018). Antimicrobial and antibiofilm activities of sulfated polysaccharides from marine algae against dental plaque bacteria. *Marine drugs*, 16(9), 301. <https://doi.org/10.3390/md16090301>
- Kadam, S.U., Tiwari, B.K., & O'Donnell, C.P. (2019). Application of Novel Extraction Technologies for Bioactives from Marine Algae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 4667-4675. <https://doi.org/10.1021/jf400819p>
- Kandhasamy, M., & Arunachalam, K.D. (2008). Evaluation of *in vitro* antibacterial property of seaweeds of southeast coast of India. *African Journal of Biotechnology*, 7(12), 1958-1961. <https://doi.org/10.5897/AJB08.120>
- Keskinaya, H.B., Gümüş, N.E., Aşıkutlu, B., Akköz, C., Okudan, E.Ş., & Karakurt, S. (2020). Macro and trace element levels of green algae *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889 from Dardanelles (Çanakkale/Turkey). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 55-61. <https://doi.org/10.35229/jaes.809876>
- Kim, A.D., Lee, Y., Kang, S-H., Kim, G.Y., Kim, H.S. & Hyun, J.W. (2013). Cytotoxic effect of clerosterol isolated from *Codium fragile* on A2058 human melanoma cells. *Marine drugs*, 11(2), 418-430. <https://doi.org/10.3390/md11020418>
- Kolsi, R.B.A., Salah, H.B., Hamza, A., El-feki, A., Allouche, N., El-feki, L., & Belguith, K. (2017). Characterization and evaluating of antioxidant and antihypertensive properties of green alga (*Codium fragile*) from the coast of Sfax. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(2), 186-191.
- Koz, F.F.Y., Yavasoglu, N.U.Y., Demirel, Z., Sukatar, A., & Ozdemir, G. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of *Codium fragile* (Suringar) Hariot (Chlorophyta) essential oil and extracts. *Asian Journal of Chemistry*, 21, 1197-1209.
- Kumar, Y., Singhal, S., Tarafdar, A., Pharande, A., Ganesan, M., & Badgujar, P.C. (2020). Ultrasound assisted extraction of selected edible macroalgae: Effect on antioxidant activity and quantitative assessment of polyphenols by liquid chromatography with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). *Algal Research*, 52, 102114. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.102114>
- Liao, W.R., Lin, J.Y., Shieh, W.Y., Jeng, W.L., & Huang, R. (2003). Antibiotic activity of lectins from marine algae against marine vibrios. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 30(7), 433-439.
- Lima-Filho, J.V.M., Carvalho, A.F., Freitas, S.M., & Melo, V.M. (2002). Antibacterial activity of extracts of six macroalgae from the northeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Microbiology*, 33, 311-314. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822002000400006>

- Liu, M., Liu, Y., Cao, M.J., Liu, G.M., Chen, Q., Sun, L., & Chen, H. (2017). Antibacterial activity and mechanisms of depolymerized fucoidans isolated from *Laminaria japonica*. *Carbohydrate Polymers*, 172, 294-305. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.05.060>
- Mekinic, I.G., Skroza, D., Šimat, V., Hamed, I., Cagalj, M., & Perkovic, Z.P. (2019). Phenolic content of brown algae (Pheophyceae) species: extraction, identification, and quantification. *Biomolecules*, 9, 244. <http://doi.org/10.3390/biom9060244>.
- Moreau, J., Pesando, D., Bernard, P., Caram, B., & Pionnat, J. C. (1988). Seasonal variations in the production of antifungal substances by some dictyotales (brown algae) from the French Mediterranean coast. *Hydrobiologia*, 162(2), 157-162.
- Muraguri, E.N., Wakibia, J.G., & Kinyuru, J.N. (2016). Chemical composition and functional properties of selected seaweeds from the Kenya coast. *Journal of Food Research*, 5(6), 114-123. <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v5n6p114>
- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernández, J., Bozzo, C., & Rios, A. (2006). Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Duroillaea antarctica*. *Food Chemistry*, 99(1), 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.027>
- Park, Y.K., Koo, M.H., Ikegaki, M., & Contado, J.L. (1997). Comparison of the flavonoid aglycone contents of *Apis mellifera* propolis from various regions of Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 40, 97-106.
- Perez-Perez, G. I., Taylor, D. N., Bodhidatta, L., Wongsrichanalai, J., Baze, W. B., Dunn, B. E., ... & Blaser, M. J. (1990). Seroprevalence of *Helicobacter pylori* infections in Thailand. *Journal of Infectious Diseases*, 161(6), 1237-1241.
- Rajasulochana, P., Dhamotharan, R., Krishnamoorthy, P., & Murugesan, S. (2009). Antibacterial activity of the extracts of marine red and brown algae. *Journal of American Science*, 5(3), 20-25.
- Schoenwaelder, M.E.A. (2002). The occurrence and cellular significance of physodes in brown algae. *Phycologia*, 41, 125-139. <https://doi.org/10.2216/i0031-8884-41-2-125.1>
- Shannon, E., & Abu-Ghannam, N. (2016). Antibacterial derivatives of marine algae: An overview of pharmacological mechanisms and applications. *Marine Drugs*, 14(4), 81. <https://doi.org/10.3390/md14040081>
- Slinkard, K., & Singleton, V.L. (1977) Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.
- Surget, G., Roberto, V.P., Lann, K.L., Mira, S., Guérard, F., Laizé, V., Poupard, N., Cancela, M.L., & Stiger-Pouvreau, V. (2017). Marine green macroalgae: a source of natural compounds with mineralogenic and antioxidant activities. *Journal of Applied Phycology*, 29, 575-584. <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0968-3>.
- Taskin E., Ozturk, M., & Kurt, O. (2007). Antibacterial activities of some marine algae from the Aegean Sea (Turkey). *African Journal of Biotechnology*, 6, 27462751. <https://doi.org/10.5897/AJB2007.000-2439>
- Tortora, G.J., Funke, B.R., & Case, C.L. (2001). Microbiology: An Introduction. *Benjamin Cummings*. San Francisco, 88.
- Witschi, H., & Lock, S. (1978). Toxicity of butylated hydroxytoluene in mouse following oral administration. *Toxicology*, 9, 137-146. [https://doi.org/10.1016/0300-483X\(78\)90038-0](https://doi.org/10.1016/0300-483X(78)90038-0)
- Yilmaz, M.A., (2020). Simultaneous quantitative screening of 53 phytochemicals in 33 species of medicinal and aromatic plants: a detailed, robust and comprehensive LC-MS/MS method validation. *Industrial Crops and Products*, 149, 112347. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112347>
- Yırtıcı, Ü., Ergene, A., Atalar, M.N., & Adem, Ş. (2022). Phytochemical composition, antioxidant, enzyme inhibition, antimicrobial effects, and molecular docking studies of *Centaurea sivasica*. *South African Journal of Botany*, 144, 58-71. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.08.043>
- Yu, C., Zhang, P., Lou, L., & Wang, Y. (2019). Perspectives Regarding the role of biochanin A in humans. *Frontiers in Pharmacology*, 10, 793. <http://doi.org/10.3389/fphar.2019.00793>.
- Zhong, B., Robinson, N.A., Warner, R.D., Barrow, C.J., Dunshea, F.R., & Suleria, H.A.R. (2020). LC-ESI-QTOF-MS/MS characterization of seaweed phenolics and their antioxidant potential. *Marine Drugs*, 18, 331. <http://doi.org/10.3390/md18060331>.

Antibiotic Resistance Profile of *Escherichia coli* Bacteria Isolated from Atatürk Dam Lake, Adıyaman

Fikret BÜYÜKKAYA KAYIŞ

Adıyaman University, Central Research Laboratory, Adıyaman, TÜRKİYE
ORCID ID: Fikret BÜYÜKKAYA KAYIŞ: <https://orcid.org/0000-0002-3890-1635>

Received: 29.04.2022

Accepted: 28.06.2022

Published online: 29.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: In this study, physicochemical parameters such as total dissolved solids (TDS), pH, temperature, and electrical conductivity (EC) and antibiotic resistance profiles of *Escherichia coli* isolated from surface waters of 5 different stations of the Atatürk Dam in Adıyaman were investigated. It was found that the water was of good quality in terms of total dissolved solids and electrical conductivity. It shows alkaline properties in regard to pH values. In terms of temperature values, it is of fourth-class quality. Seventy *E. coli* strains were isolated as an indicator of fecal contamination. In isolated *E. coli*, antibiotic resistance was determined as 95% for erythromycin, 31.42% for ceftazolin, 30% for cefazolin, 14.28% for tetracycline, 8.50% for chloramphenicol, 4.28% for cefuroxime, and 2.85% for both cefotaxime and cefepime. Multiple antibiotic resistance (MAR) rates of 85.71% of bacteria isolated from Sıtılce station and 50% of bacteria isolated from Eğri stream station were found to be greater than 0.2. MAR indexes of all bacteria isolated from Kahta, Gerger, and Samsat stations were found to be lower than or equal to 0.2. The results indicated that surface waters of Eğri stream and Sıtılce regions may be discharge points of domestic and industrial wastewaters.

Keywords: Multiple Antibiotic resistance, coliform bacteria, water quality, fecal pollution.

Atatürk Baraj Gölünden (Adıyaman) İzole Edilen *Escherichia coli* Bakterilerinde Antibiyotik Dirençlilik Profili

Öz: Bu çalışmada Adıyaman ili Atatürk Barajı gölünün 5 farklı istasyonuna ait yüzey sularının fizikokimyasal parametreleri [toplam çözünmüş katı madde (TDS), pH, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik (EC)] ve örneklerden izole edilen *Escherichia coli* bakterilerinde antibiyotik dirençlilik profilleri araştırılmıştır. Fizikokimyasal parametrelerden toplam çözünmüş katı madde ve elektriksel iletkenlik değerleri bakımından birinci sınıf kalitededir. pH değerleri bakımından alkali özellik göstermektedir. Sıcaklık değerleri yönünden ise dördüncü sınıf kalitededir. Fekal kirlilik indikatörü olarak 70 *E. coli* suşu izole edilmiştir. İzole edilen *E. coli*'lerde antibiyotik dirençliliği sırasıyla eritromisin %95, seftazolin %31.42, sefazolin %30, tetrasiklin %14.28, kloramfenikol %8.50, sefuroksim %4.28 ve sefotaksim ve sefepim %2.85 olarak belirlenmiştir. Sıtılce istasyonundan izole edilen bakterilerin %85.71'inin ve Eğri çayı istasyonunda ise izole edilen bakterilerin %50'sinin çoklu antibiyotik direnç (ÇAD) indeksleri 0.2'den büyüktür. Kahta, Gerger ve Samsat istasyonlarından izole edilen bakterilerin tamamının ÇAD indeks oranları 0.2'den küçük veya eşittir. Sonuçlar Atatürk baraj gölünün Eğri çayı ve Sıtılce bölgelerinin evsel ve endüstriyel atık suların etkisi altında olabileceğine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Çoklu antibiyotik direnci, koliform bakteri, su kalitesi, fekal kirlilik.

1. Giriş

Sucul alanlar çevre kirliliğinden en çok etkilenen ortamlar olup bu alanların kirlenmesi ekonomik kayıpların yanında tüm canlı yaşamı üzerine olumsuz etkiler meydana getirmektedir (Yorulmaz, 2006; EİE, 2003). Günümüzde kontrolü her geçen gün daha da zor hale gelen antropojenik kaynaklı endüstriyel, tarımsal ve evsel atıklar sonucu su kirliliği çok ileri boyutlara taşınmıştır (Akın & Akın, 2007). Endüstriyel kaynaklı pestisit ve ağır metal kirliliğinin yanı sıra, evsel ve tarımsal kaynaklı mikrobiyal kirlilik son yıllarda su kaynaklarının azalmasıyla önemli araştırma konuları arasında yer almıştır (Güngör et al., 2021; Mercimek Takcı et al., 2021; Akkan & Topkaraoğlu, 2019).

Sucul kaynaklardaki mikrobiyal kirlilik terimi ilk olarak fekal kökenli bakterilerin varlığı olarak anlaşılacakla birlikte, uzun vadede bu bakterilerdeki antibiyotik direnç sorunu küresel çapta bir problem olarak ortaya çıkmaktadır (WHO, 2018). Bakterilerdeki

antibiyotik direncinde enfeksiyonların tedavisinde kullanılan antibiyotiklerin yaygın ve bilinçsiz kullanımının rolü büyüktür (Matyar et al., 2010; Matyar, 2012). Enfeksiyon hastalıklarına yönelik kullanılan antibiyotiklerin az bir kısmı, insan ve hayvanların sindirim sistemlerinde absorbe edilirken büyük bir kısmı ise dışkı ile atılır (Schlusener & Bester, 2006). Bu yolla çevreye yayılan antibiyotik kalıntılarının yanında, bilinçsiz antibiyotik kullanımı sonucu dirençli fekal koliform da kanalizasyonlar yolu ile derelere, nehirlere, akarsulara, göllere veya yeraltı suları gibi sistemlere karışabilir.

İnsan ve hayvan dışkı atıkları kaynaklı *Escherichia coli*, su kirliliğine neden olan koliformların (*E. coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp. and *Serratia* spp.) bir üyesi olup su kalitesi açısından fekal kontaminasyon varlığının önemli bir biyoindikatörüdür (Odonkor & Kennedy, 2018). Ayrıca antimikrobiyal ilaç direncini kodlayan genlerin önemli bir rezervuarı olması nedeniyle antimikrobiyal direnç gelişiminin takibi için bir göstergedir (Arsène-Ploetze et al., 2018; Katakweba et al., 2018).

*Corresponding author: fkayis@adiyaman.edu.tr

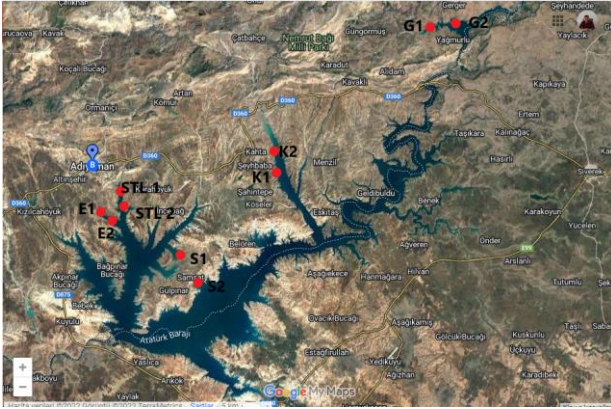
Atatürk Barajı Gölü, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Adıyaman ve Şanlıurfa illeri arasında Fırat Nehri üzerinde kurulmuştur (Gölbaşı & Şen, 2019). Adıyaman ili sınırlarında kalan ve Atatürk Barajı Gölü'nü besleyen en önemli akarsular Çakal Çayı, Kalburcu Çayı, Eğri Çayı, Ziyaret Çayı ve Kâhta Çayı'dır (Anonim, 2003; Gölbaşı & Şen, 2019). Bu çayların, yerleşim yerleri içerisinde geçerek baraj gölüne dökülmelerinden dolayı fizikokimyasal kirleticilerinin yanı sıra antibiyotik kalıntılarını da baraj gölüne taşımaları muhtemeldir.

Atatürk Barajı Gölü hakkında yapılan literatür araştırmaları dikkate alındığında, suyun mikrobiyolojik kalitesi ve antibiyotik dirençliliği üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmamızda, Atatürk Barajı Gölü Eğri çayı, Gerger, Kahta, Samsat ve Sıtlıce kollarından alınan su örneklerinden izole edilen *Escherichia coli* bakterilerinde antibiyotik direncinin araştırılması ve toplam çözünmüş katı madde (TDS), elektriksel iletkenlik (EC), pH ve sıcaklık gibi su kalitesini belirleyen fizikokimyasal parametrelerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Yüzeysel Suyu Örneklerinin Toplanması

Atatürk Baraj Gölü Eğri çayı (E1, E2), Gerger (G1, G2), Kahta (K1, K2), Samsat (S1, S2) ve Sıtlıce (STL1, STL2) kollarının her birinden belirlenen 2 farklı lokasyondan (Şekil 1). APHA 2005 standartlarına uygun olarak Ağustos 2021 döneminde aseptik koşullarda 500 ml'lik steril amberli şişelere alınan su örnekleri 2-4 saat içerisinde soğuk zincirle laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 1. Örneklem lokasyonları

Figure 1. Sampling locations

2.2. Örneklerin Fizikokimyasal Parametreleri

Atatürk Barajı Gölü Eğri çayı, Gerger, Kahta, Samsat ve Sıtlıce kollarından alınan yüzeysel su örneklerinde toplam çözünmüş katı madde (TDS), elektriksel iletkenlik (EC), pH ve sıcaklık gibi fizikokimyasal özellik parametreleri arazide YSI Professional Plus cihazı kullanılarak ölçülmüştür ve Yerüstü Su Kalitesi yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir (Tablo 1).

2.3. Bakteriyolojik Analizler

Su örneklerinin, steril fizyolojik tuzlu su (%0.9 NaCl) kullanılarak seri sulandırılmaları yapılmış Harlequin *Escherichia coli* / Koliform agar (Neogen) besiyerine tek kullanımlık steril yayma çubuğu ile inoküle edilip 37°C'de

12-24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda mavi-mor koloniler *E. coli* şüpheli olarak seçilmiştir. Bakteri suşlarından EMB (Eosin Mthylene-blue Lactose Sucrose) (Merck) agara çizgi ekim yapılarak yeşil parlak zon verenler değerlendirmeye alınmıştır. Standart mikrobiyolojik analizlerden gram boyama, indol, metil kırmızısı, voges proskauer ve sitrat testleri uygulanmıştır. Diğer analizleri yapılmak üzere triptik soy agar (TSA) (Merck) besiyerine stok kültürleri yapılmıştır.

Tablo 1. Yerüstü su kalitesi yönetmeliğine göre su kalitesi parametreleri

Table 1. Water quality parameters according to the surface water quality regulation

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I	II	III	IV
pH	6-9	6-9	6-9	-
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	> 1000	-
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	< 6	-
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30

a Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği

2.4. Antibiyotik Dirençliliklerinin Belirlenmesi

Antibiyotik direnç testi, Klinik Laboratuvar Standartları Enstitüsü (CLSI) kılavuzlarına göre Kirby-Bauer disk difüzyon testi ile Mueller Hinton Agar (MHA) besiyeri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Bauer et al., 1966). 12-24 saatlik bakteri kültürlerinin bulanıklığı 0.5 McFarland standart referans aralığına ayarlanmıştır. Steril eküvyon çubuğu ile Mueller Hinton agar besiyerine inoküle edildikten sonra agar plakları 37°C'de 16-18 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda oluşan inhibisyon zon çapları ölçülmüş sonuçlar sefazolin ve seftarolin antibiyotikleri için Eucast (2019), diğer antibiyotikler için ise CLSI (2020) standart referans değerleri dikkate alınarak duyarlı, orta dirençli veya dirençli olarak değerlendirilmiştir. Orta dirençli olan sonuçlar dirençli sınıfa dahil edilmiştir. *Escherichia coli* ATCC 25922 suşu, antibiyotik direnç testi için kontrol suşu olarak kullanılmıştır. Çalışmamızda Bioanalyse marka Sefazolin (CZ-30 µg), Sefuroksim (CXM-30 µg), Sefotaksim (CTX-30 µg), Sefepim (FEP-30 µg), Seftarolin (CPT-5 µg), Eritromisin (E-15 µg), Gentamisin (CN-10 µg), İmipenem (IPM-10 µg), Tetrasiklin (TE-30 µg), Kloramfenikol (C-30 µg) antibiyotik diskleri kullanılmıştır.

Çoklu antibiyotik dirençlilik (ÇAD) indeksi = a/b

a: Test organizmalarının dirençli olduğu antibiyotik sayısı
b: Toplam kullanılan antibiyotik sayısı değerleri ile hesaplanmıştır.

ÇAD indeks değeri >0.2 ise izolatın, insan veya hayvan kaynaklı yüksek riskli antibiyotik kontaminasyon kaynaklarına maruz kaldığı değerdir. ÇAD indeks değeri ≤0.2 antibiyotik nadir veya hiç kullanılmadığında gözlenen değerdir (Krumperman, 1983).

2.5. İstatistiksel Analiz

Verilerin normalitesi Kolmogorow-Smirnov testi ile araştırılmıştır. Veriler normal dağılmadığından Kruskal-Wallis testini takiben Mann-Whitney *U post-hoc* testi ile aralarındaki istatistiksel fark $P < 0.05$ düzeyinde analiz edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Atatürk Barajı Gölü Eğri çayı, Gerger, Kahta, Samsat ve Sitalce kollarından alınan yüzey suyu örneklerinin fizikokimyasal parametreleri Tablo 2 de gösterilmiştir.

Tablo 2. Su örneklerine ait fizikokimyasal parametreler

Table 2. Physicochemical parameters of water samples

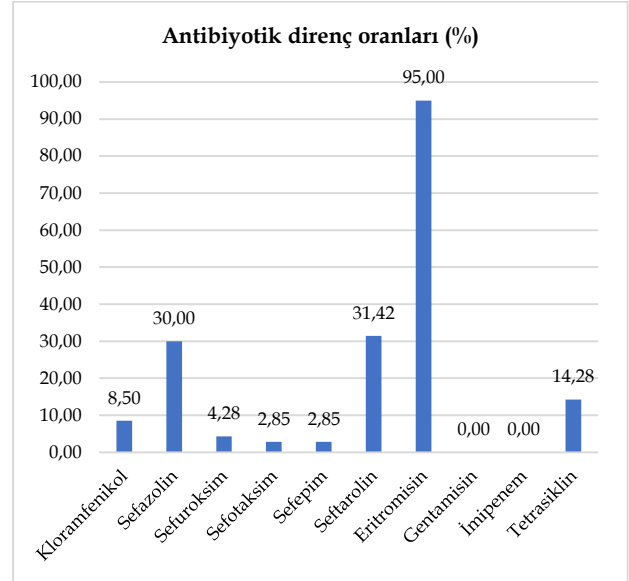
	TDS (mg/L)	İletkenlik (µS/cm)	pH	Sıcaklık (°C)
Eğri çayı 1 (E1)	8.71	198	8.88	36
Eğri çayı 2 (E2)	8.99	225	8.83	35
Sitalce 1 (STL1)	9.34	273	8.88	34
Sitalce 2 (STL2)	8.73	259	8.88	36
Samsat 1 (S1)	13.5	196	8.84	35
Samsat 2 (S2)	15.23	225	8.43	33
Kahta 1 (K1)	11.36	231	8.61	34
Kahta 2 (K2)	11.58	241	8.74	36
Gerger 1 (G1)	10.81	256	7.91	32
Gerger 2 (G2)	10.61	234	8.86	31

Örnekleme noktaları TDS değeri bakımından (8.71-15.23 mg/L), elektriksel İletkenlik değeri bakımından (196-273 µS/cm) çok iyi sınıf kalitededir. Örnekleme noktalarındaki pH değerleri, 7.91-8.88 değerleri arasında değişkenlik göstererek Türkiye kıta içi yerüstü su kaynaklarının genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından sınıflandırmasına göre kalite kriterleri standart limit değerleri (6-9) içerisinde yer almaktadır. Atatürk Barajı gölü örnekleme noktaları pH değerleri dikkate alındığında alkali özellik gösterdiği görülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda benzer alkali su özelliğinin evsel ve endüstriyel atık su deşarjına bağlı olarak ortaya çıktığı belirtilmiştir (Taş et al., 2008; Toroğlu et al., 2006). Örnekleme istasyonlarının sıcaklık değerleri (31-36°C) bakımından IV. sınıf kalitededir. Bu yüksek sıcaklık değerleri mevsimsel şartlara bağlı olarak örneklemenin yapıldığı ağustos ayındaki yüksek sıcaklık değerlerinden kaynaklanmaktadır.

Atatürk Barajı Gölü Eğri çayı, Gerger, Kahta, Samsat ve Sitalce kollarından alınan su örneklerinden Harlequin *Escherichia coli* / koliform agarda 79 adet mavi-mor koloni *E. coli* şüpheli olarak izole edilmiştir. Bunlardan EMB agarda 70 adedi yeşil parlak zon vermiştir. Daha sonra standart mikrobiyolojik analizlerden gram boyama, indol, metil kırmızısı, voges proskauer ve sitrat testleri uygulanarak her bölgeden 7'şer adet olmak üzere toplamda 70 adet bakteri tanımlanmıştır. Bu bakterilere ait antibiyotik direnç oranları Şekil 2' de verilmiştir.

İzole edilen bakterilerin %95'inin eritromisine karşı dirençli olduğu, takiben seftaroline (%31.42) ve sefazoline (%30) dirençli oldukları bulunmuştur. Tetrasiklin dirençliliği %14.28, kloramfenikol dirençliliği %8.50, sefuroksim dirençliliği %4.28 ve sefotaksim ile sefepim dirençlilikleri de %2.85 olarak hesaplanmıştır. İzole edilen bakterilerin tamamının ise gentamisin ve imipeneme karşı hassas oldukları bulunmuştur. Ülkemizde de farklı bölgelerde yüzeysel su sistemlerinden alınan örneklerde antibiyotik dirençlilik profilleri çalışılmıştır. Matyar et al. (2014), Seyhan Barajı Gölü ve Seyhan Nehri'nden izole ettikleri 286 gram negatif bakteride ampisilin (%80.2),

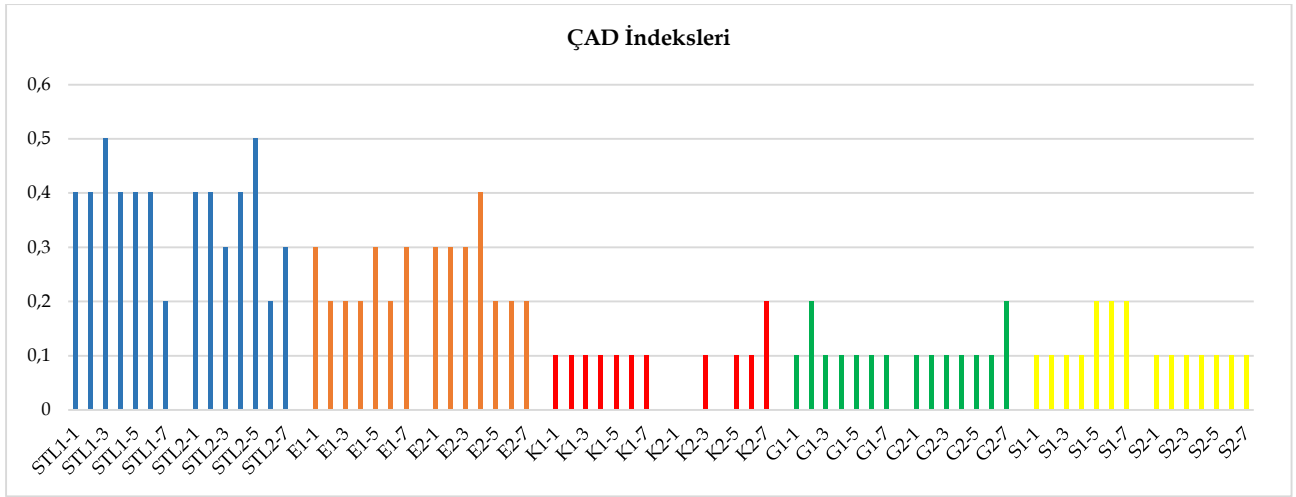
streptomisin (%71.6) ve sefazoline (%60.4) karşı yüksek direnç oranı olduğunu belirlemişlerdir. Kurekci et al. (2017), Asi Nehri'nden izole ettikleri *E. coli* suşlarında geniş spektrumlu β-laktam grubu antibiyotiklere karşı direnci rapor etmişlerdir. Büyükaya Kayış et al. (2018), Gölbaşı ve Azaplı göllerinden toplam 248 bakteri izole ettikleri çalışmalarında sefazolin (98%) ve penisiline (100.0%) karşı yüksek direnç oranları tespit etmişlerdir. Akkan et al. (2019), İskenderun Körfezi deniz suyundan izole ettikleri 161 gram negatif bakteri üzerinde yaptıkları çalışmada, antibiyotik direnç oranlarının eritromisine %94.4, ampisiline %72.7, streptomisine %68.3, sefazoline %64.6 ve karboksipeneme %57.1 olarak kaydetmişlerdir. Mercimek Takcı et al. (2021), Seve barajı ve Konak göletinden (Kilis) izole ettikleri *E. coli* suşlarında ampisiline (%80.95), sefazoline (%66.67), streptomisine (%19.04) ve tetrasikline (%14.28) karşı orta düzeyde direnç olduğunu ortaya koymuşlardır. Bahsi geçen çalışmalar dikkate alındığında, farklı sucul ekosistemlerden izole edilen bakterilerin dirençli oldukları antibiyotik grupları da farklılık gösterebilmektedir. Bu durum, sucul ekosistemin etki alanında bulunduğu karasal ekosistemdeki antibiyotik kullanımı ile ilişkilendirilmektedir (Güngör et al., 2021). Çalışmamızda özellikle eritromisine karşı olan yüksek direnç (%95) bu antibiyotığın bölgede enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde yoğun olarak kullanıldığını düşündürmektedir.



Şekil 2. İzole edilen *E. coli*'lerin antibiyotik duyarlılık profilleri

Figure 2. Antibiotic susceptibility profiles of *E. coli* isolates

İzole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Sitalce istasyonundan izole edilen bakterilerin %85.71'inin ÇAD indeksinin 0.2'den büyük olduğu belirlenmiştir. İstasyonun ortalama ÇAD değeri ise 0.37 olup, izole edilen iki bakteride ÇAD indeksinin oldukça yüksek (0.5) olduğu tespit edilmiştir. Eğri çayı istasyonu için izole edilen bakterilerin %50'sinin ÇAD indeksleri 0.2'den büyük olmakla birlikte, istasyonun ortalama ÇAD indeksi ise 0.26 olarak hesaplanmıştır. Kahta, Gerger ve Samsat istasyonlarından izole edilen bakterilerin tamamının ÇAD indeksleri 0.2'den küçük veya eşittir.



Şekil 3. Örnekleme istasyonlarının ÇAD indeks oranları

Figure 3. Multiple antibiotic resistance (MAR) indexes of sampling locations

İstasyonların ÇAD indekslerinin istatistiksel olarak analizine ait veriler Tablo 3'de gösterilmiştir. Bölgeler arasında Kahta 1 ve 2, Gerger 1 ve 2 ve Samsat 1 ve 2 bölgelerinde ÇAD indeksleri bakımından önemli bir fark olmamakla birlikte, ÇAD indeksleri bakımından Stilce 1 ve 2 ile Eğriçayı 1 ve 2 bölgelerinin bu bölgelere göre önemli ölçüde yüksek değerde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. ÇAD indekslerinin istatistiksel analizleri

Table 3. Statistical analyses of MAR indexes

	ÇAD İndeksi Ort±std hata
Sitilce 1	0.386±0.034 ^a
Sitilce 2	0.357±0.037 ^{ac}
Eğriçayı 1	0.243±0.020 ^{bd}
Eğriçayı 2	0.271±0.029 ^{cd}
Kahta 1	0.100±0.000 ^e
Kahta 2	0.071±0.029 ^e
Gerger 1	0.114±0.014 ^e
Gerger 2	0.114±0.014 ^e
Samsat 1	0.143±0.020 ^e
Samsat 2	0.100±0.000 ^e

Veriler aritmetik ortalama±standart hata olarak sunulmuştur (N=7). Aynı harf içermeyen veriler arasında istatistiksel fark vardır ($P<0.05$)

Daha önce yapılan çalışmalarda özellikle durgun su özelliği olan göllerde ve bunları besleyen akarsularda yüksek ÇAD indekslerine rastlandığı görülmektedir. Örneğin, Seyhan Barajı Gölü ve Seyhan Nehri'nden izole edilen gram negatif bakterilerde yapılan çalışmada antibiyotik kontaminasyonuna maruz kaldığını düşündürülen çoklu antibiyotik direnç indekslerinin 0.2 ile 0.81 arasında değiştiğini saptamışlardır (Matyar et al., 2014). Kaya & Dinçer (2016) Çatalan Barajı Gölü'nden 779 gram negatif bakteri izole ederek bunların ÇAD indeks oranlarının 0.024 ile 0.951 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Büyükaya Kayış et al. (2018), Gölbaşı ve Azaplı (Adıyaman) göllerinden izole ettikleri bakterilerde yapmış oldukları çalışmada ÇAD indeksinin 0.2 ile 1 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Akkan (2017),

Giresun Batlama Çayı'ndan izole ettiği Enterobacteriaceae grubu bakterilere ait, tüm izolatların %77'si için çoklu antibiyotik direnç indeks değerlerini 0,2'den yüksek bulmuştur. Bu tür akarsular ile beslenen göllerde yüksek ÇAD indeksine rastlanması evsel atıkların, hayvan dışkıların ve tarımda kullanılan çeşitli ilaçların akarsular vasıtasıyla sucul ekosisteme karıştığını işaret etmektedir. Atatürk Barajı gölü coğrafik olarak incelendiğinde Adıyaman ili sınırları içerisinde geçerek göle dökülen çok sayıda akarsu tarafından beslenmektedir. Adıyaman'ın merkezinden geçerek Atatürk Barajı gölüne dökülen Sitilce ve Eğri çayı akarsularının döküldüğü bölgelerdeki Sitilce ve Eğri çayı istasyonlarında en yüksek MAR indeksleri elde edilmiş olup bu bölgeler nüfus olarak en yoğun bölgelerdir. Sitilce ve Eğri çayı istasyonlarında yoğun dirençlilik profilleri, söz konusu akarsuların yerleşim yerlerinden geçerek baraj gölüne dökülmeleri sırasında toksik çevresel kirleticilerinin yanı sıra antibiyotik kalıntılarını da baraj gölüne taşımaları ile açıklanabilmektedir.

Sonuç olarak Adıyaman Atatürk Barajı gölünden elde edilen fizikokimyasal parametreler su kalitesinin belirlenen sınır değerler içerisinde olduğunu göstermekle birlikte fekal kirlilik açısından riskli bölgelerdir. Özellikle Eğri çayı ve Sitilce bölgelerinde yüksek çoklu antibiyotik direncine sahip *Escherichia coli* tespit edilmesi su kaynaklarının insan ve hayvan orjinli dışkı kökenli kirleticilere maruz kaldığını göstermektedir. Bu çalışma, Adıyaman Atatürk Barajı gölünün mikrobiyolojik su kalitesi ve antibiyotik dirençliliği üzerine daha sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutabilecek olması bakımından da önemlidir.

Etik kurul onayı: Bu çalışma için etik kurul onayı alınmasına gerek yoktur.

Çıkar çatışması: Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Kaynaklar

- Akın, M., & Akın, G. (2007). Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47, 107-109.
- Akkan, T. (2017). Antibiotic Resistance Case Study: Enterobacteriaceae isolated from Batlama Creek in Giresun, Turkey. *Turkish Journal of*

- Agriculture-Food Science and Technology*, 5(8), 969-972. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i8.969-972.1262>
- Akkan, T., & Topkaraoğlu, T. (2019). Tatlısu Kaynaklarımızdaki *Escherichia coli* İzolatlarının Antibiyotik Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi: Batlama Deresi Örneği, Giresun. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 539-544. <https://doi.org/10.35229/jaes.650210>
- Akkan, T., Kaya, A., & Dinçer, S. (2019). Antibiotic Levels and heavy metal resistance in gram-negative bacteria isolated from seawater, Iskenderun Organized Industrial Zone. *Journal of Applied Biological Sciences*, 7(1), 10-14.
- Anonim, (2003). Adıyaman il çevre durum raporu. Adıyaman: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Adıyaman Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü.
- APHA (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st edn. American Public Health Association, Washington, DC.
- Arsène-Pløetze, F., Chiboub, O., Lièvreumont, D., Farasin, J., Freel, K., Fouteau, S., & Barbe, V. (2018). Adaptation in toxic environments: comparative genomics of loci carrying antibiotic resistance genes derived from acid mine drainage waters. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(2), 1470-1483. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.10.04910.1007/s11356-017-0535-8>
- Bauer, A.W., Kirby, W.M., Sherris, J.C., & Turck, M. (1966). Antibiotic Susceptibility Testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45(4), 493-496.
- Buyukkaya-Kayış, F., Dincer, S., & Matyar, F. (2018). Isolation, Identification and Antibiotic Resistance of *Aeromonas* Spp. and *Pseudomonas aeruginosa* From Azaplı and Golbasi Lakes, Adıyaman, Turkey (Southeast Anatolian Region). *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(1), 116-124.
- CLSI, (2020). Retrieved form: <https://www.nih.org.pk/wp-content/uploads/2021/02/CLSI-2020.pdf>
- EİE, (2003). Türkiye Akarsularında Su Kalitesi Gözlemleri, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Eucast, (2019). The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 9.0. Retrieved from: <http://www.eucast.org>
- Gölbaşı, S., & Şen, B. (2019). Atatürk Baraj Gölü'ne dökülen Kahta Çayı'nın (Adıyaman) su kalitesi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(4), 337-346. <https://doi.org/10.12714/egejfas.36.4.04>
- Güngör, N., İpek, Z.Z., Er, A., & Kayış, Ş. (2021). Farklı Sucul Sistemlerden İzole Edilen Bakterilerin Antibiyotik Dirençliliklerinin Karşılaştırılması. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(1), 25-30. <https://doi.org/10.35229/jaes.804414>
- Katakweba, A.A.S., Muhairwa, A.P., Lupindu, A.M., Samborg, P., Rozenkrantz, J.T., Minga, U.V., ... & Olsen, J.E. (2018). First report on a randomized investigation of antimicrobial resistance in fecal indicator bacteria from Livestock, Poultry, and humans in Tanzania. *Microbial Drug Resistance*, 24(3), 260-268. <https://doi.org/10.1089/mdr.2016.0297>
- Kaya, Y., & Dinçer, S. (2016). Çatalan Baraj Gölü'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Düzeyi ve Antibiyotik Dirençlilik Profilinin Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(6), 80-89.
- Krumperman, P.H. (1983). Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of fecal contamination of foods. *Applied and Environmental Microbiology*, 46, 165-70. <https://doi.org/10.1128/aem.46.1.165-170>
- Kurekci, C., Aydın, M., Yipel, M., Katouli, M., & Gundogdu, A. (2017). Characterization of extended spectrum β -lactamase (ESBL)-producing *Escherichia coli* in Asi (Orontes) River in Turkey. *Journal of Water and Health*, 15(5), 788-798. <https://doi.org/10.2166/wh.2017.257>
- Matyar, F., Gülnaz, O., Guzeldag, G., Mercimek, H.A., Akturk, S., Arkut, A., & Sumengen, M. (2014). Antibiotic and heavy metal resistance in Gram-negative bacteria isolated from the Seyhan Dam Lake and Seyhan River in Turkey. *Annals of Microbiology*, 64(3), 1033-1040. <https://doi.org/10.1007/s13213-013-0740-8>
- Matyar, F. (2012). Antibiotic and Heavy Metal Resistance in Bacteria Isolated from the Eastern Mediterranean Sea Coast. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 89, 551-556. <https://doi.org/10.1007/s00128-012-0726-4>
- Matyar, F., Akkan, T., Uçak, Y., & Eraslan, B. (2010). *Aeromonas* and *Pseudomonas*: antibiotic and heavy metal resistance species from Iskenderun Bay, Turkey (northeast Mediterranean Sea). *Environmental Monitoring and Assessment*, 167, 309-320. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1051-1>
- Mercimek Takcı, H.A., Toplar, S., Sumengen Özdenefe, M. (2021). Antibiotic and Heavy Metal Resistance of *Escherichia coli* Strains Isolated from the Seve Dam, and Konak Pond, Kilis, Turkey. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 290-297. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.801564>
- Odonkor, S.T., & Kennedy, K.A. (2018). Prevalence of Multidrug-Resistant *Escherichia coli* Isolated from Drinking Water Sources. *International Journal of Microbiology*, 7204013. <https://doi.org/10.1155/2018/7204013>
- Schlusener, M.P., & Bester, K., (2006). Persistence of Antibiotics such as Macrolides, Tiamulin and Salinomycin in Soil. *Environmental Pollution*, 143, 565-571. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.10.049>
- Taş, M., Kırgız, T., Arslan, N., Çamur Elipek, B., & Güher, H. (2008). Çorlu Deresi'nin (Tekirdağ) Oligochaeta Faunası ve Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Zamana Bağlı Değişimi. *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 25(4), 253-257.
- Toroğlu, E., Toroğlu, S., & Alaeddinoğlu, F. (2006). Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), 93-103.
- World Health Organization [WHO], (2018). Global Antimicrobial Resistance Surveillance System (GLASS) Report: 2016-2017. Geneva.
- Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarihi: 30.11.2012 Resmî Gazete Sayısı: 28483
- Yorulmaz, B. (2006). Esen Çayı (Kocaçay) Su Kalitesinin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Açından İncelenmesi. Retrieved form: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

Gillnet selectivity for pikeperch (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) in Suğla Lake (Konya-Türkiye)

Mehmet CILBİZ^{1*}, Abdulkadir YAĞCI², Osman YENER³, Bayram KORKMAZ⁴

¹Isparta University of Applied Sciences, Egirdir Fisheries Faculty, Isparta, TÜRKİYE

²Sheep Breeding Research Institute, Bandırma, Balıkesir, TÜRKİYE

³Bahri International Agricultural Research Institute, Karatay, Konya, TÜRKİYE

⁴District Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Eğirdir, Isparta, TÜRKİYE

ORCID ID: Mehmet CILBİZ: <https://orcid.org/0000-0002-7686-7570>; Abdulkadir YAĞCI: <https://orcid.org/0000-0002-7897-1734>; Osman YENER: <https://orcid.org/0000-0002-9539-1467>; Bayram KORKMAZ: <https://orcid.org/0000-0002-9122-6966>

Received: 18.05.2022

Accepted: 28.06.2022

Published online: 29.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: The aim of this study was to determine the length selectivity of gillnet with 3.2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 cm mesh size fishing of the *Sander lucioperca* in Suğla Lake. Fieldwork was carried out in eight different stations of Suğla Lake in 2014 commercial fishing season. The Select method was used to determine the selectivity parameters. A total of 801 *S. lucioperca* were caught in the fishing trial length range between 15.6 and 48.3 cm. According to the *bi-modal* which gave the lowest deviation for gillnets, model lengths were estimated as 16.28, 20.35, 25.44, 30.53, 35.61, 40.70 and 45.79 cm for 3.2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 cm mesh sizes respectively. In consideration of both *MLS* and length at first maturity, gillnets with fewer than 6 cm mesh size should not be used for *S. lucioperca* fishing in Suğla Lake.

Keywords: Small scale fisheries, length selectivity, sustainability, fisheries management.

Suğla Gölü (Konya-Türkiye) Sudak Balığı (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) Avcılığında Sade Uzatma Ağı Seçiciliği

Öz: Bu çalışmada, monofilament materyalden yapılmış 3.2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 cm göz açıklığındaki sade uzatma ağlarının *Sander lucioperca* avcılığındaki seçiciliği araştırılmıştır. Saha çalışması, Suğla Gölü'nde sekiz farklı istasyonda 2014 yılı avcılık sezonu içerisinde gerçekleştirilmiştir. Seçicilik parametrelerinin belirlenmesinde *SELECT* metot kullanılmıştır. Araştırma süresince 15.6 - 48,3 cm toplam boy aralığında 801 adet balık yakalanmıştır. En düşük sapmayı veren *bi-modal'e* göre yapılan değerlendirmeler sonucunda, 3.2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 mm göz açıklığındaki solungaç ağlarının model boyları sırasıyla 16.28, 20.35, 25.44, 30.53, 35.61, 40.70 ve 45.79 cm olarak tahmin edilmiştir. Türün hem ilk üreme boyu hem de yasal boy sınırı göz önünde bulundurulduğunda Suğla Gölü'nde *S. lucioperca* avcılığında 6 cm'den daha küçük göz açıklığındaki monofilament ağlar kullanılmamalıdır.

Anahtar kelimeler: Küçük ölçekli balıkçılık, boy seçiciliği, sürdürülebilirlik, balıkçılık yönetimi.

1. Giriş

Avrupa orjinli bir tür olan Sudak balığı (*Sander lucioperca*)'nın, Türkiye'de Bafra Lagünleri'nde ve Marmara Bölgesi'nde Çekmece ve Terkos Gölleri'nde doğal stokları olmasına karşın, 1955 yılında Eğirdir Gölü'nde ekonomik değeri olmayan diğer balık türlerinin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen bir aşılama çalışması sonrasında göller bölgesindeki dağılımı hız kazanmıştır (Sarıhan, 1979; Balık et al., 2006). Türün Beyşehir Gölü'ne girişi 1978-1980'li yıllara dayanmaktadır (Balık, 1999a), Suğla Gölü'ne de Beyşehir Gölü'nden geçtiği düşünülmektedir. Gölde *Tinca tinca*, *Vimba vimba tenella*, *Capoeta capoeta*, *Carassius gibelio*, *Pseudophoxinus anatolicus* ve *S. lucioperca* türlerinin yaşadığı bildirilmektedir (Cakmak et al., 2012).

Kullanım kolaylığı (hafif olması nedeniyle küçük teknelerde taşınmasının kolay olması, avcılık sürecinin herhangi bir motor gücüne ihtiyaç duyulmadan insan gücü ile başarılı bir şekilde tamamlanabiliyor olması), düşük maliyeti, dayanıklı ve verimli olması nedeniyle monofilament uzatma ağları Türkiye'de iç su balıkçıları tarafından en çok tercih edilen av araçlarından bir

tanesidir ve Suğla Gölü balıkçıları tarafından da yaygın olarak kullanılmaktadır.

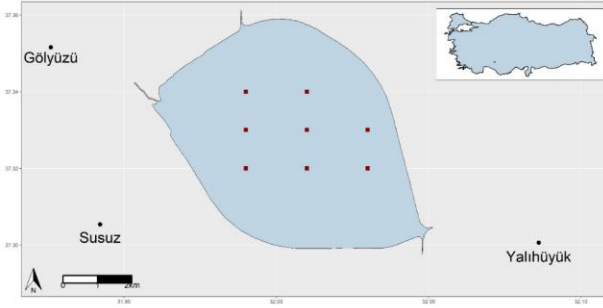
Uzatma ağları, boy seçiciliği oldukça yüksek olan av araçlarından bir tanesidir ve ağın göz açıklığı ile yakalanan balık boyu arasında önemli bir ilişki vardır (Yüksel & Aydın, 2012). Bu ilişki küçük balıkların ağ gözünden diğer tarafa sorunsuzca geçebilmesi, büyük balıkların ise kafalarının ağ gözüne sığmamasından dolayı yakalanmaması esasına dayanmaktadır. Sade uzatma ağları ile balığın yakalanabilmesi için ağ göz açıklığının balık başından büyük, gövdesinden küçük olması gerekmektedir (Yüksel & Aydın, 2012). Bu durum tür bazında belli bir boy aralığının avlanmasına imkân vermektedir. Bu sayede hem ilk üreme boyunun altındaki balıkların hem de yüksek üreme potansiyeline sahip balıkların (super-spawner) eş zamanlı olarak korunması sağlanmış olur. Uzatma ağları ile ilgili olarak yapılan seçicilik çalışmalarının sonuçlarının uygulamaya aktarılması oldukça kolaydır. Bu bakımdan balık stoklarının sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için gerçekleştirilecek yasal düzenlenmelerde seçicilik çalışmalarının sonuçları çok değerlidir.

*Corresponding author: mehmetcilbiz@gmail.com

Yaklaşık 90 üyesi bulunan S. S. Suğla Su Ürünleri Kooperatifi tarafından yürütülen avcılık faaliyetlerinde *Sander lucioperca* dışında; *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Tinca tinca* ve *Pontastacus leptodactylus* türlerinin de avcılığı yapılmaktadır. Bu çalışmada Suğla Gölü'nde *S. lucioperca* avcılığında kullanılmakta olan monofilament sade uzatma ağlarının boy seçiciliği araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Göller Bölgesi'nin en önemli sulak alanlarından birisi olan (Ergun, 2020) Suğla Gölü (Şekil 1), Bozkır-Seydişehir-Beyşehir çöküntü teknesinin güney bölümündeki yayvan bir çanakta oluşmuş, önceleri Beyşehir Gölü'nden beslenmekteyken daha sonraları Beyşehir Gölü'nün sularının Kurukafa Kanalı ile Çumra Ovası sulamasına aktarılması sonrası sadece karstik kaynaklardan beslenir hale gelmiştir (KOP, 2014). Suğla Gölü, 1996 yılında DSİ'nin çalışmaları ile gölün etrafı toprak seddeler ile çevrilerek bir depolama haline dönüştürülmüş ve Konya ovasını sulamak için 40 km²lik bir rezervuar haline getirilmiştir (KOP, 2014).



Şekil 1. Suğla Gölü ve örnekleme istasyonları

Figure 1. Suğla Lake and sampling stations

Avcılık denemeleri Suğla Gölü'nün 8 farklı istasyonunda 2014 yılı avcılık sezonu içerisinde gerçekleştirilmiştir. Örnekleme her birisi 100 m uzunluğunda olan 3.2, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 cm göz açıklıklarındaki monofilament sade uzatma ağları kullanılmıştır. Avlanan balıklar avlandıkları ağ göz açıklığına göre gruplandırılarak total boyları 0.1 cm hassasiyetinde ölçülmüştür.

Seçiciliğin belirlenmesinde, bir endirekt metot olan, *SELECT* (Share Each Lengthclass Catch Total) metot kullanılmıştır (Millar, 1992; Millar & Holst, 1997; Millar & Fryer, 1999). Verilerin değerlendirilmesinde Millar (2015, 2017) tarafından geliştirilmiş olan *R* kodlarından yararlanılmış, parametrelerin belirlenmesinde ve grafiklerin oluşturulmasında *RStudio* (v 2021.09.0) bilgisayar programı kullanılmıştır. Veriler 5 farklı model çerçevesinde (bimodal, log-normal, gamma, normal scale ve normal location) değerlendirilmiş ve en düşük sapma değeri veri seti için uygun model olarak belirlenmiştir.

Ağ göz açıklığına göre balık boylarının karşılaştırılmasında *ANOVA-Tukey^{HSD}* testi kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi ve görselleştirilmesinde *agricolae v 1.3-5* (Mendiburu, 2021), *ggplot2 v 3.3.5* (Wickham, 2016) *R* paketlerinden yararlanılmıştır.

3. Bulgular

Avcılık denemeleri sonucunda 15.6-48.3 cm toplam boy aralığında 801 adet *Sander lucioperca* yakalanmıştır. Avın

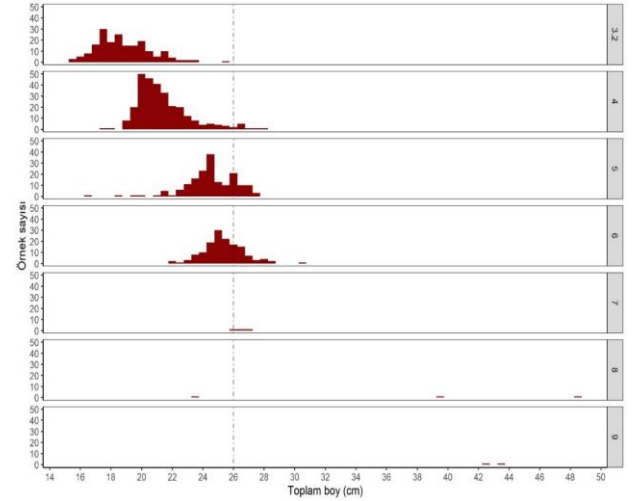
ortalama boyu 22.28±3.31 cm olarak bulunmuştur. 26 cm olan "Avlanılabilir Aşgari Boyu" (AAB) baz alındığında avın %87.9'unun (704) yasal av boyunun altında, %12.1'inde (97) yasal av boyunun üzerinde olduğu görülmüştür. Ağ göz açıklığının artışa bağlı olarak avın ortalama boy değerlerinde de bir artış olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Ağ göz açıklıklarına göre ortalama balık boyları arasında istatistiksel farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). Göz açıklığı 7, 8 ve 9 cm olan ağ ağlardan alınan avın ortalama boylarının güven aralıkları, diğer ağ göz açıklıklarına göre görece daha yüksek bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Ağ göz açıklığına göre avın toplam boy dağılımı (cm)

Table 1. Total length distribution of caught fish by mesh size (cm)

Göz açıklığı	N	Min-Max	Ort.±SE	%95 CI
3.2	190	15.6-25.6	18.83±0.13 ^e	0.250
4.0	287	17.7-28.0	21.36±0.10 ^d	0.199
5.0	172	16.3-27.7	24.51±0.13 ^c	0.248
6.0	144	21.9-30.3	25.36±0.11 ^c	0.214
7.0	3	25.8-27.0	26.40±0.35 ^c	1.490
8.0	3	23.5-48.3	37.10±7.26 ^b	31.233
9.0	2	42.6-43.7	43.15±0.55 ^a	6.988

Avlanıldıkları ağ göz açıklığına göre avın boy frekans dağılımı Şekil 2'de verilmekte olup, ağ göz açıklığındaki artışa bağlı olarak, boy sınıflarında x ekseninin sağ kısmına doğru kitlesel kayma gözlenmektedir. Göz açıklığı 7, 8 ve 9 cm olan ağların av verimlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Ağ göz açıklığına göre avın boy frekans dağılımı (Kesikli çizgi avlanabilir aşgari av boyunu temsil etmektedir)

Figure 2. Length frequency distribution of catch according to mesh size (the dashed line represents the minimum landing size)

Göz açıklığı 3.2 cm olan ağ için tahmin edilen seçicilik parametreleri, model boyları ve yayılım değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Model boyları 15.72-16.71 cm aralığında değişim gösterdiği, yayılım değerlerinin de 2.16-3.19 cm aralığında değişim göstermektedir. En düşük sapmayı veren bi-normal model mevcut veri seti için en uygun model olarak belirlenmiştir. Öte yandan tüm modeller için saçılım parametresi (sapma/serbestlik derecesi) 1'in üzerinde bulunmuştur.

Şekil 3-A’te verilmiş olan sapma artıkları grafiğindeki negatif (renksiz daireler) ve pozitif sapmaların (renkli daireler) tüm ağ göz açıklıkları için eşit olmadığı söylenebilir. Millar (2015, 2017)’ın *R*

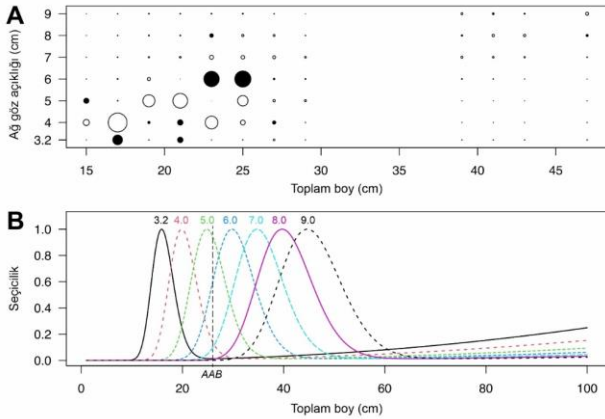
fonksiyonları ile *bi-normal* model’e göre çizilen seçicilik eğrilerinde, 3.2 – 5 cm göz açıklığındaki deneme ağlarının AAB altındaki, diğer ağlarının ise AAB üzerindeki *Sander lucioperca*’ları avlayacağı öngörülmektedir (Şekil 3-B).

Tablo 2. 3.2 cm ağ göz açıklığı için seçicilik parametreleri ve model boyları

Table 2. Selectivity parameters and model length for gillnet net with 3.2 cm mesh size

Model	Parametre	Eşit av gücü						
		Model boyu (1)	Yayılm Değ. (1)	Model boyu (2)	Yayılm Değ. (2)	Sapma	Serbestlik derecesi	
Normal location	k	4.91(0.03)	15.72(0.08)	3.19(0.09)	-	-	375.41	112
	σ	3.20(0.09)						
Normal scale	k ₁	5.22(0.02)	16.71(0.08)	2.16(0.05)	-	-	328.99	112
	k ₂	0.45(0.02)						
Lognormal	μ_1	2.81(0.00)	16.28(0.08)	2.30(0.07)	-	-	309.46	112
	σ	0.13(0.00)						
Gamma	k	0.09(0.00)	16.43(0.08)	2.24(0.06)	-	-	311.13	112
	α	55.78(2.75)						
Bi-normal	k ₁	2.80	16.28(0.09)	2.25(0.07)	-	-	307.81	109
	k ₂	0.13						
	k ₃	27.53						
	k ₄	-2.67						
	c	-15.38						

Model	Parameters	Av gücü α ağ göz açıklığı						
		Model boyu (1)	Yayılm Değ. (1)	Model boyu (2)	Yayılm Değ. (2)	Sapma	Serbestlik derecesi	
Normal location	k	5.01(0.03)	16.05(0.09)	3.27(0.09)	-	-	397.49	112
	σ	3.27(0.10)						
Normal scale	k ₁	5.31(0.03)	16.99(0.08)	2.14(0.05)	-	-	329.51	112
	k ₂	0.45(0.02)						
Lognormal	μ_1	2.82(0.00)	16.59(0.08)	2.34(0.07)	-	-	309.46	112
	σ	0.13(0.00)						
Gamma	k	0.09(0.00)	16.73(0.09)	2.26(0.06)	-	-	311.13	112
	α	56.78(2.75)						
Bi-normal	k ₁	2.83	16.59 (0.09)	2.30(0.08)	-	-	307.96	109
	k ₂	0.13						
	k ₃	27.83						
	k ₄	-2.68						
	c	-15.80						



Şekil 3. A) Sapma artıkları grafiği (açık ve koyu renkli daireler negatif ve pozitif sapmayı temsil etmektedir, dairenin boyutları sapmaların karesi ile orantılıdır) ve B) *Sander lucioperca* için seçicilik eğrileri (dikey kesikli çizgi AAB’ temsil etmektedir)

Figure 3. A) Deviance residual plots (open and filled circles correspond to negative and positive residuals, respectively, and the size of the circle is proportional to the square of the residual) and B) Selection curves of gillnets for the *Sander lucioperca* (vertical dashed line represented as MLS)

3.2 cm göz açıklığındaki panel için tahmin edilmiş olan model boyları ve yayılım değerleri örneklemelerde kullanılan diğer panellere uyarlanmış olup sonuçlar Tablo 3 çerçevesinde verilmiştir. Buna göre 3.2, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 cm göz açıklıkları için model boyları aynı sıra ile 16.28, 20.35, 25.44, 30.53, 35.61, 40.70 ve 45.79 cm olarak

hesaplanmıştır. Şekil 3-A ile uyumlu bir şekilde 5 cm’nin altındaki göz açıklığına sahip tüm panellerin) uygulamada olan AAB altındaki bireyleri avlayacakları öngörülmektedir.

Tablo 3. Deneme ağlarının hesaplanan optimum boy ve yayılım değerleri

Table 3. Calculated optimum length and spread values of trial nets

Ağ göz açıklığı (cm)	Model boyu (cm)	Yayılm değeri (cm)
3.2	16.28	2.25
4	20.35	2.81
5	25.44	3.52
6	30.53	4.22
7	35.61	4.92
8	40.70	5.63
9	45.79	6.33

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma toplam 801 balık üzerinden yürütülmüş olup iç sularda yürütülmüş olan diğer seçicilik çalışmalarına bakıldığında (Cilbiz et al., 2017; Dereli et al., 2022; Yüksel et al., 2020) örnek sayısının yeterli olduğu söylenebilir. Örneklenen balıkların boy aralığı 15,6–48,3 olarak belirlenmiş olan popülasyonunun boy aralığı diğer çalışmalarda; Beyşehir Gölü’nde çatal boy olarak 12–38 cm (Balık & Çubuk, 2001) ve Eğirdir Gölü’nde yine çatal boy olarak 16–47 cm (Balık et al., 2004) aralığında bildirilmiştir.

Türün Suğla Gölü'ndeki boy kompozisyonunun diğer habitatlar ile benzer olduğu söylenebilir. Çalışmada popülasyonu oluşturan bireylerin AAB altındaki ve üzerindeki birey oranı aynı sıra ile %87,9 ve %12,1 olarak bulunmuş olup oranlar arasındaki ciddi farkın önceki dönemlerde uygulanmış olan aşırı avcılık kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Ağ göz açıklığının artması ile avın ortalama boyunda düzenli bir artış olduğu gözlemlenmiş olup (Tablo 1), bu durumun deneme ağlarının türün avcılığındaki boy seçiciliğinin oldukça başarılı olmasının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Bu durum benzer çalışmalar ile (Aydın et al., 2018; Cilbiz et al., 2017) uyum göstermektedir.

Farklı panellerden alınan avın boy dağılımında 7, 8 ve 9 cm ağ göz açıklıklarında bir düzensizlik gözlemlenmektedir. Bu durumun popülasyonun boy dağılımına bağlı örnek yetersizliğinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 2'de verilmekte olan seçicilik parametreleri doğrultusunda tüm modeller için saçılım değerinin 1'in üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum yüksek dağılım (over-dispersion) olarak ya yetersiz uygunluk ya da Poisson dağılımı varsayımının ihlal edildiğinin bir göstergesidir (Holst et al., 1998; Tesfaye, 2019). Uzatma ağı seçiciliğine yönelik olarak yürütülen diğer çalışmaların büyük çoğunluğunda saçılım değerinin 1'in üzerinde olduğu görülmektedir (Acarli et al., 2013; Ayaz et al., 2010; Cilbiz et al., 2017; Dereli et al., 2022; Queirolo & Flores,

2017; Shoup & Ryswyk, 2016; Xu et al., 2021; Yuksel et al., 2020).

Bu çalışmada *Sander lucioperca* avcılığında monofilament uzatma ağları için en uygun model bi-normal bulunmuştur. *Bi-model* modeller özellikle, balıkların solungaçlarından yakalanmalarına ek olarak, ağ gözüne sıkışmayla, dolaşmayla, torbalanmayla yakalandıkları ve boy dağılım aralığının daha geniş olduğu durumlarda en uygun model olarak kabul edilmektedir (Akamca et al., 2010; Holt, 1963; Hovgard, 1996). Bu iddiayı destekler şekilde, çalışmamızda avcılık operasyonları esnasında özellikle keskin dişleri ile ağ ipine dolanmış fazla sayıda balık gözlemlenmiştir.

Sander lucioperca avcılığında uzatma ağı seçiciliğine yönelik yürütülmüş olan önceki çalışmaların özet bulguları ile mevcut çalışmaya ait olanlar Tablo 4'te verilmektedir. Metot ve materyal bakımından karşılaştırılabilir olması bakımından 40 mm göz açıklığındaki panel baz alındığında model boyu Ozyurt et al. (2011) tarafından 21,19 cm, Kiyaga (2008) tarafından da 20,64 cm olarak bildirilmiş, bizim çalışmamızda ise 20,35 cm bulunmuştur. Küçük farklılıklar olmakla birlikte sonuçlar uyumludur. Ancak Carol & Garcia-Berthou (2007) tarafından 51 mm göz açıklığındaki ağ için 29,23 cm olarak bildirilen model boyu mevcut çalışmada 50 mm göz açıklığı için öngörülen 25,44 cm model boyundan oldukça yüksektir. Bu durumun popülasyonların boy dağılımındaki farklılıktan kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 4. *Sander lucioperca* avcılığında uzatma ağı seçiciliğine yönelik yürütülmüş olan önceki çalışma sonuçlarının mevcut çalışma ile karşılaştırılması

Table 4. Comparison of the current and previously selectivity studies conducted on *Sander lucioperca* gillnet fisheries

Yazar	Bölge	Metot	N	Göz açıklığı (mm)	Ağ materyali	Model boyu (cm)	
Ozyurt et al. (2011)	Seyhan Baraj Gölü Türkiye	SELECT	778	40 ^a	-	21,19	
				44 ^a		23,31	
				48 ^a		25,43	
				52 ^a		27,54	
Kiyaga (2008)	Seyhan Baraj Gölü Türkiye	Holt	465	20 ^b	Monofilament	20,64	
				22 ^b		22,70	
				24 ^b		24,76	
				26 ^b		28,83	
Balık (1999b)	Beyşehir Gölü Türkiye	Holt	1391	34 ^a -40 ^a	Multifilament	15,61-18,37	
				40 ^a -50 ^a		19,13-23,92	
				50 ^a -60 ^a		23,62-28,34	
				60 ^a -70 ^a		27,54-32,13	
				830	36 ^a -40 ^a	Monofilament	16,63-18,47
					40 ^a -44 ^a		18,80-20,68
					44 ^a -50 ^a		21,09-23,96
					50 ^a -60 ^a		24,00-28,80
					60 ^a -70 ^a		27,61-32,22
Carol & Garcia-Berthou (2007)	Bazı Katalan rezervuarları İspanya	SELECT	23	29 ^a	Monofilament	16,62	
				38 ^a		21,78	
				51 ^a		29,23	
				64 ^a		36,69	
				84,5 ^a		48,44	
				101,5 ^a		58,18	
				135,5 ^a		77,67	
				17,5 ^a		101,74	
201,5 ^a	115,50						
Mevcut çalışma	Suğla Gölü, Türkiye	SELECT	801	32 ^a	Monofilament	16,28	
				40 ^a		20,35	
				50 ^a		25,44	
				60 ^a		30,53	
				70 ^a		35,61	
				80 ^a		40,70	
				90 ^a		45,79	

^a: Ağ göz açıklığı; ^b: Ağ gözü genişliği

Becer & İkiz (1999) Eğirdir Gölü'nde sudak balığının üreme özelliklerini belirledikleri çalışmalarında, eşeyssel olgunluğa erişen en küçük erkek ve dişinin boylarını 18,8 - 20 cm (çatal boy) olarak bildirmişlerdir. Türkiye'de ticari su ürünleri avcılığını düzenleyen Tebliğ'e göre (TEBLİĞ NO: 2020/20) *Sander lucioperca*'nın avlanabilir asgari boyu 26 cm'dir. Bu çerçevede hem ilk üreme boyu hem de yasal boy sınırı göz önünde bulundurulduğunda, tahmin edilmiş olan model boylarına göre, Suğla Gölü'nde *S. lucioperca* avcılığında 6 cm'den daha küçük göz açıklığındaki monofilament ağlar kullanılmamalıdır.

Teşekkür: Bu çalışma 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu'nda poster bildiri olarak sunulmuştur. Yazarlar Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne arazi çalışmalarındaki desteğinden ötürü teşekkürlerini sunmaktadır.

Etik kurul onayı: Bu çalışma için etik kurul onayı alınmasına gerek yoktur.

Çıkar çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Yazar katkısı: Fikir/Kavram - M.C., A.Y., O.Y., B.K.; Tasarım - M.C., A.Y., O.Y., B.K.; Denetleme/Danışmanlık - M.C., A.Y., O.Y., B.K.; Kaynaklar/Fon Sağlama - M.C., A.Y., O.Y., B.K.; Materyaller - M.C., A.Y., O.Y., B.K.; - Veri Toplama veya İşleme - A.Y., O.Y., B.K.; Analiz Yorumlama - M.C.; Kaynak Taraması - M.C., A.Y., O.Y., B.K.; Makalenin Yazımı - M.C., A.Y., O.Y., B.K.; Eleştirel İnceleme - M.C., A.Y., O.Y., B.K.

Kaynaklar

Acarli, D., Ayaz, A., Ozekinci, U., & Oztekin, A. (2013). Gillnet selectivity for bluefish (*Pomatomus saltatrix*, L. 1766) in Çanakkale Strait, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(2), 349-353. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v13_2_17

Akamca, E., Kiyaga, V.B., & Özyurt, C.E. (2010). The selectivity of monofilament trammel nets used in catch of gilt head bream (*Sparus aurata*, Linnaeus, 1758) in İskenderun Bay-Turkey [in Turkish]. *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(1), 28-37. <https://doi.org/10.3153/jfscom.2010004a>

Ayaz, A., Altınagac, U., Ozekinci, U., Cengiz, O., & Oztekin, A. (2010). Effects of hanging ratio on gill net selectivity for annular sea bream (*Diplodus annularis*) in the Northern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(7), 1137-1142.

Aydın, C., Cilbiz, M., İlhan, A., & Sari, H. (2018). Gillnet and trammel net selectivity for Prussian carp (*Carassius gibelio*) in Marmara Lake, (Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35, 79-87. <https://doi.org/10.12714/egjefas.2018.35.1.13>

Balık, İ. (1999a). The feeding features of the pike-perch (*Stizostedion lucioperca*) population in Lake Beyşehir. *Turkish Journal of Zoology*, 23(2), 189-194.

Balık, İ. (1999b). Investigation of the selectivity of multifilament and monofilament gill nets on pike perch [*Stizostedion lucioperca* (L., 1758)] fishing in Lake Beyşehir. *Turkish Journal of Zoology*, 23(2), 179-183. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0039185597&partnerID=40&md5=d58bed9a77df34c129f14553c39fda5d>

Balık, İ., & Çubuk, H. (2001). Sudak [*Stizostedion lucioperca* (L.)] ve Kadife (*Tinca tinca* L.) Balığı Avcılığında Galsama Ağlarının Av Verimleri ve Seçicilikleri Üzerine Donam Faktörünün Etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18(1-2), 149-154.

Balık, İ., Çubuk, H., Özkök, R., & Uysal, R. (2004). Size Composition, Growth Characteristics and Stock Analysis of the Pikeperch, *Sander lucioperca* (L. 1758), Population in Lake Eğirdir. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 715-722.

Balık, İ., Çubuk, H., Özkök, R., & Uysal, R., (2006). Eğirdir Gölü balık faunası ve balıkçılığı: sudak balığının (*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)) aşılandığı 1950'li yıllardan günümüze değişimler. I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 105-118, Antalya

Becer, Z., & İkiz, R. (1999). Eğirdir Gölündeki sudak (*Stizostedion lucioperca* (L., 1758))'in Üreme Özellikleri [Reproductive characteristics of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L., 1758)) in Eğirdir Lake]. *Turkish Journal of Zoology*, 23(supplement 3), 919-926.

Cakmak, S.Y., Zengin, G., Guler, O.G., Aktumsek, A., & Ozparlak, H. (2012). Fatty acid composition and $\Omega3/\Omega6$ ratios of the muscle lipids of six fish species in Sugla Lake, Turkey. *Archives of Biological Sciences*, 64(2), 471-477.

Carol, J., & García-Berthou, E. (2007). Gillnet selectivity and its relationship with body shape for eight freshwater fish species. *Journal of Applied Ichthyology*, 23(6), 654-660. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.00871.x>

Cilbiz, M., Uysal, R., Alp, A., Yeğen, V., Apaydin Yağcı, M., Yağcı, A., & Küçükara, R. (2017). Mesh Size Recommendation for Turkey Pike (*Esox lucius* L., 1758) Gillnet Fishery. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(4), 815-820. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v17_4_17

Dereli, H., Şen, Y., Kebapçıoğlu, T., Erdoğan, M., Ölçek, Z.S., Özdemir, M., & Ulman, A. (2022). Management Recommendations for Common Carp Fisheries in Turkey in Light of Their Reproductivity and Gear Selectivity. *Journal of Fisheries and Environment*, 46(1), 141-156.

Ergun, Z. (2020). Suğla Gölü (Seydişehir, Konya) çökelirinin sedimentolojik ve palinolojik incelemesi; göller bölgesi kuvaterner paleocoğrafyasının gelişimi. Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

Holt, S.J. (1963). A method for determining gear selectivity and its application, ICNAF Special Publication, 5: 106-115

Holst, R., Madsen, N., Moth-Poulsen, T., Fonseca, P., & Campos, A. (1998). Manual for GillNet Selectivity. European commission. ConStat. DK, 43p.

Hovgard, H. (1996). A two-step approach to estimating selectivity and fishing power of research gill nets used in Greenland waters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53, 1007-1013.

Kiyaga, V.B. (2008). The Investigation of the Selectivity of Monofilament Gill Nets Used in Catch of Pike Perch (*Sander lucioperca* Bogustkaya & Naseka, 1996) In Seyhan Dam Lake [in Turkish]. Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=73ugKjBPvuYn6LuGtjYoNw&no=bPat2FDu9t0wgp6ahD01mg>

KOP (2014). KOP bölgesi gölleri, depolamaları ve sulak alanları. Kalkınma Bakanlığı Konya Ovası Projeleri Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı Raporu, 32 s, Konya.

Mendiburu, de F. (2021). Agricola: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.3-5. Retrieved from: <https://CRAN.R-project.org/package=agricola>

Millar, R.B. (1992). Estimating the Size-Selectivity of Fishing Gear by Conditioning on the Total Catch. *Journal of the American Statistical Association*, 87(420), 962-968. <https://doi.org/10.2307/2290632>

Millar, R.B. (2015). R Code for fitting *SELECT* models to gillnet data. In: Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand. Retrieved from <https://www.stat.auckland.ac.nz/~millar/selectware/R/gillnets/> (Accessed: April 19, 2022).

Millar, R.B. (2017). R Code for fitting *SELECT* models to gillnet data. In: Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand. Retrieved from <https://www.stat.auckland.ac.nz/~millar/selectware/RNext/> (Accessed: April 19, 2022).

Millar, R.B., & Fryer, R.J. (1999). Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9(1), 89-116. <https://doi.org/10.1023/A:1008838220001>

Millar, R.B., & Holst, R. (1997). Estimation of gillnet and hook selectivity using log-linear models. *ICES Journal of Marine Science*, 54(3), 471-477. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1996.0196>

Ozyurt, C.E., Kiyaga, V.B., Mavruk, S., & Akamca, E. (2011). Spawning, Maturity Length and Size Selectivity for Pikeperch (*Sander lucioperca*) in Seyhan Dam Lake. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(4), 545-551.

Queirolo, D., & Flores, A. (2017). Seasonal variability of gillnet selectivity in Chilean hake *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848). *Journal of Applied Ichthyology*, 33(4), 699-708. <https://doi.org/10.1111/jai.13336>

RStudio Team (2021). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. Retrieved from <http://www.rstudio.com>

Sarıhan, E. (1979). Eğirdir Gölü Sudak (*Lucioperca lucioperca* (Linnaeus, 1758)) Populasyonunun Metrik (ölçülebilir) ve Meristik (sayılabilir) Özellikleri. *Doğa Bilim Dergisi*, 3(2), 121-124.

Shoup, D.E., & Ryswyk, R.G. (2016). Length Selectivity and Size-Bias Correction for the North American Standard Gill Net. *North American Journal of Fisheries Management*, 36(3), 485-496. <https://doi.org/10.1080/02755947.2016.1141809>

- Tesfaye, G. (2019). Gillnet selectivity of commercially important fish species in Lake Hashenge, Ethiopia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(5), 403-409.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.
- Xu, G.Q., Zhu, W.B., & Xu, L.X. (2021). Gillnet selectivity for swimming crab *Portunus trituberculatus* in the East China Sea. *Fisheries Science*, 87(1), 31-38. <https://doi.org/10.1007/s12562-020-01488-0>
- Yuksel, F., Demiroglu, F., Gündüz, F., & Çoban, M. (2020). Estimation of Gillnet Selectivity for Shabbout (*Arabibarbus grypus* Heckel, 1843). *Fresenius Environmental Bulletin*, 29, 8675-8681.
- Yuksel, F., & Aydın, F. (2012). Galsama ağlarının seçiciliği ve seçiciliği etkileyen faktörler. *Ecological Life Sciences*, 7(2), 12-21.
-

An Anomaly of Pecten in *Mesobuthus turcicus* Kovařík et al., 2022 (Scorpiones: Buthidae)

Ersen Aydın YAĞMUR*¹, Özgün SIPAHIOĞLU², Ömer YILMAZ³, Mehmet Sait KILIÇ⁴

¹Manisa Celal Bayar University, Alaşehir Vocational School, Alaşehir, Manisa, 45600, TÜRKİYE

²Göztepe Neighborhood, Ege Street, 3/15, Kadıköy, İstanbul, TÜRKİYE

³Mimar Sinan Anatolian High School, Bostancı Neighborhood, Koçmustafa Street, No. 3, Şahinbey, Gaziantep, TÜRKİYE

⁴Sarsalkım Secondary School, No. 285, Sarisalkım Neighborhood, Street No. 121001, Şahinbey, Gaziantep, TÜRKİYE

ORCID ID: Ersen Aydın YAĞMUR: <https://orcid.org/0000-0002-0396-3975>; Özgün SIPAHIOĞLU: <https://orcid.org/0000-0001-7160-8775>;

Ömer YILMAZ: <https://orcid.org/0000-0002-6214-6510>; Mehmet Sait KILIÇ: <https://orcid.org/0000-0003-2858-037X>

Received: 27.03.2022

Accepted: 16.04.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: An anomaly was recorded in the pecten shape of the scorpion species *Mesobuthus turcicus* Kovařík et al., 2022 that was recently described from Turkey. In this case, it is observed that marginal and median lamellae and fulcræ are fused in the right pecten. For this reason, the pecten is bent counter clockwise. Different from other pectinal anomalies, the size of teeth is developed normally but teeth number is fewer. This teratological anomaly on pecten is described and illustrated. This is the first report of pecten anomaly based on marginal and median lamellae.

Keywords: Teratology, Türkiye, first report, scorpion.

Mesobuthus turcicus Kovařík et al., 2022'ta bir pektin anomalisi (Scorpiones: Buthidae)

Öz: Yakın zamanda Türkiye'den tanımlanan *Mesobuthus turcicus* Kovařík et al., 2022 akrep türünün pekten şeklinde bir anomali kaydedilmiştir. Bu vakada sağ pektende marjinal ve medyan lameller ve fulkraların kaynaştığı gözlenmiştir. Bu sebeple pekten saat yönünün tersine bükülmüştür. Diğer pektin anomalilerinden farklı olarak diş boyutları normal gelişmiştir ancak diş sayısı daha azdır. Pecten üzerindeki bu teratolojik anomali tanımlanmış ve resimlendirilmiştir. Bu, marjinal ve medyan lamellerden kaynaklanan ilk pekten anomalisinin raporudur.

Anahtar kelimeler: Teratoloji, Türkiye, ilk rapor, akrep.

Anomalies on scorpion body occurring during embryonic development cause teratologic disorders (Yağmur et al., 2021). Anomalies may be deformations (malformations) on body parts of the scorpion body. Some parts may be absent; in addition, duplications, division or fusion may be seen on some scorpion parts. Duplications cases were reported by Berland (1913), Karataş & Kürtüllü (2006), and Teruel & Baldazo-Monsivaiz (2015) on prosoma, pedipalp, and pectinal organs, respectively. Metasoma, vesicle, and aculeus duplications are most common duplication types reported by many scholars (Alqahtani & Badry, 2021; Berland, 1913; Briseño, 1963; Campos, 1918; Galvis & Flórez-D., 2016; Lourenço & Hypolite, 2010; Sadine, 2021; Salabi et al., 2021; Seiter & Teruel, 2014; Sergeant, 1946; Shulov & Amitai, 1955; Sissom & Shelley, 1995; Vachon, 1952, 1953, 1972; Williams, 1971). Pedipalp fusion was reported by Cao & Solórzano (1991) and pedipalp malformation cases were reported by Mattoni (2005), Graham (2006), and Jahanifard et al. (2008).

Fusion and division cases on carapace and tergites were reported by Armas (1976), Teruel (2003) and Mattoni (2005); pedipalp fusion by Cao & Solórzano (1991); leg malformation by Armas (1977); pectinal malformation by Ayrey (2011) and Šarić & Tomić (2020), and pedipalp malformation by Mattoni (2005), Graham (2006), and Jahanifard et al. (2008). In addition, Jahanifard et al. (2008) reported a vesicle malformation case and David (2012) reported a leg absence. Teruel (2003) compiled pedipalp,

tergite, and cheliceral anomalies. Yağmur et al. (2021) reported a malformation on chelicera.

Only a few anomaly cases reported on scorpion pectines. Teruel & Baldazo-Monsivaiz (2015) reported a pectinal duplication based on gynandromorphism but pectines were well developed. Ayrey (2011) and Šarić & Tomić (2020) reported malformation on pectines. Ayrey (2011) reported that a pectinal anomaly on a female *Vaejovis lapidicola* on both two pectines. Pectines of the specimen are quite shriveled and shorter than the normal pectines. The abnormal pectines have significantly shorter anterior lamellae than the normal pectines. On the abnormal pectens the tooth area is abnormal, large majority of the teeth are fused into a single irregularly shaped sclerite but only the most distal tooth developed. Šarić & Tomić (2020) reported in the scorpion *Euscorpis* sp. that some pecten teeth are fused or malformed. They also reported that some of the fulcræ are also malformed.

Mesobuthus turcicus was described by Kovařík et al. (2022) just recently from Konya (Karapınar District), Turkey in two localities. This species is known in these two localities. The adult female of *M. turcicus* (Figs. 1A-B) was collected from Meke Salt Lake, Karapınar, Konya Province, Turkey (37°41'39"N 33°38'33"E, 1033 m, 09.07.2021, leg. E. A. Yağmur & Ö. Sipahioğlu, AZMM/SCO-2021:18). This specimen was collected with type specimens of *M. turcicus*. It is preserved in 96% ethanol and deposited in AZMM (Alaşehir Zoological

*Corresponding author: ersen.yagmur@gmail.com

Museum, Manisa Celal Bayar University, Alaşehir, Manisa, Turkey). Identification of the specimen was done according to Kovařík et al. (2022). Terminology for pectines follows Hjelle (1990).

The examined specimen has an abnormal right pecten whereas left pecten is normal (Figs. 2A-B). The pectines are comb-like sensory organs which are present only in scorpions. The pectines consist of three marginal lamellae and a variable number of median lamellae, fulcra, and pectinal teeth (Hjelle, 1990). An area called the peg sensilla is always located at the anteroventral edge of each pectinal tooth (Hjelle, 1990). Besides, the pectines generally are with various macrosetae and microsetae (Hjelle, 1990). The normal pecten has 3 marginal lamellae, 7 median lamellae, 21 fulcra and 21 pectinal teeth. Besides there are numerous macrosetae and microsetae on marginal lamellae and median lamellae. All marginal and median lamellae and fulcrae are fused (except one fulcrum exist on proximal of the pecten) but size of teeth is developed normally. Therefore, the pecten is bent counter clockwise; besides, the teeth number is fewer. The abnormal pecten has 11 teeth whereas normal pecten has 21 teeth. Numerous setae present on normal pecten. Only one seta was detected on fulcrum and six setae on the rest of the abnormal pecten (Figs. 3A-B).

A few cases of pectinal anomaly have been reported up to now. Teruel & Baldazo-Monsivaiz (2015) reported a pectinal duplication because of gynandromorphism. There are two couple pectens in this case that normally developed. The cases of Ayrey (2011) and Šarić & Tomić (2020) are simply about fusion of teeth. The teeth sizes and shapes are normal and they are not fused but fewer in number in this case. Pectens are not bent and some teeth are fused in the cases by Ayrey (2011) and Šarić & Tomić (2020) that is different from our case. This is the first report of the anomaly based on undeveloped marginal lamellae and median lamellae.

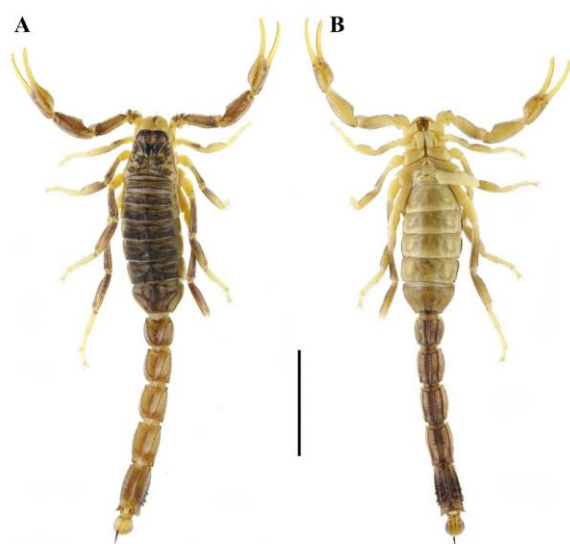


Figure 1. Female *Mesobuthus turcicus*. A. Dorsal view. B. Ventral view. Scale bar: 10 mm.

Ethics committee approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

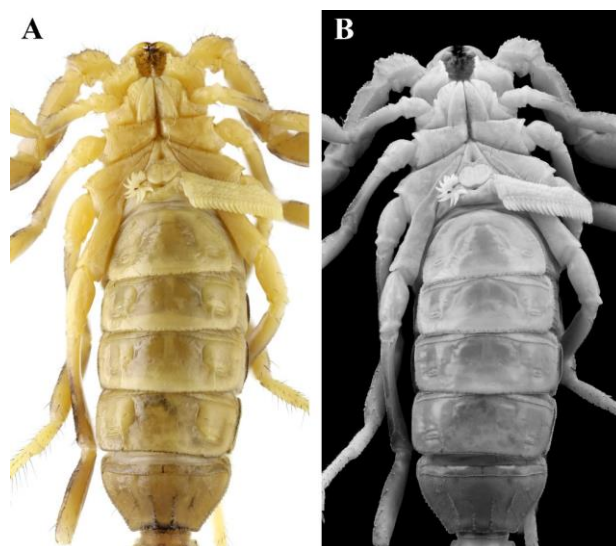


Figure 2. Carapace and mesosoma of ventral view of *Mesobuthus turcicus*. A. Under white light. B. Under UV light.

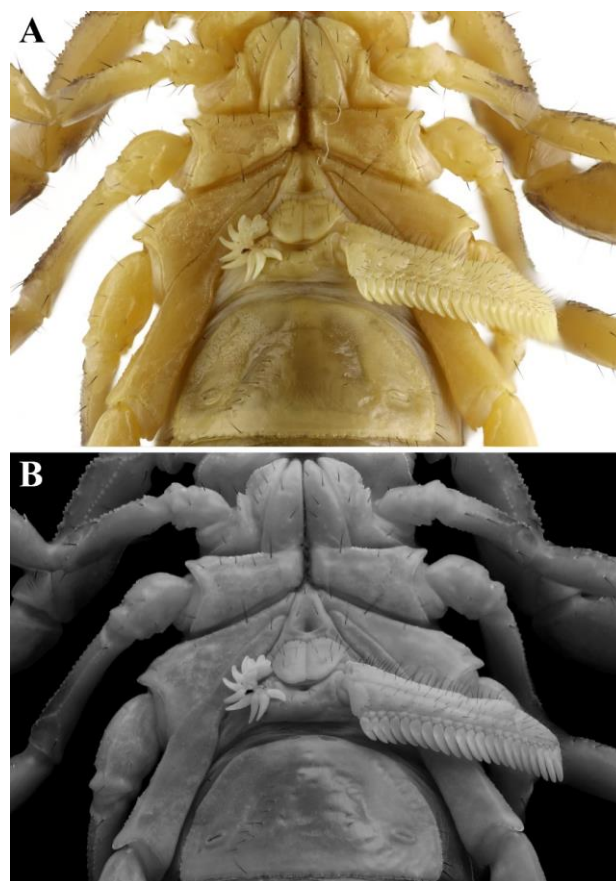


Figure 3. ventral view of coxosternal area of *Mesobuthus turcicus*. A. Under white light, B. Under UV light.

Author Contributions: Conception – Ö.Y.; Design – M.S.K.; Supervision – E.A.Y.; Fund – M.S.K.; Materials – E.A.Y., Ö.S.; Data Collection or Processing – E.A.Y.; Analysis Interpretation – E.A.Y.; Literature Review – E.A.Y.; Writing – E.A.Y., Ö.S.; Critical Review – M.S.K., Ö.Y.

References

- Alqahtani, A.R., & Badry, A. (2021). A rare telson anomaly in *Parabuthus liosoma* (Ehrenberg, 1828) (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpium*, 336, 1-4. <http://doi.org/10.5281/zenodo.5742109>
- Armas, L.F. (1976). Escorpiones del archipiélago Cubana. Familia Diplocentridae (Arachnida: Scorpionida). *Poeyana*, 147, 1-35.

- Armas, L.F. (1977). Anomalías en algunos Buthidae (Scorpionida) de Cuba y Brasil. *Poeyana*, 176, 1-6.
- Ayrey, R.F. (2011). An anomaly of pectinal organs in *Vaejovis lapidicola* (Scorpiones: Vaejovidae). *Euscorpius*, 130, 1-6. <https://dx.doi.org/10.18590/euscorpius.2011.vol2011.iss130.1>
- Berland, L. (1913). Note sur un Scorpion muni de deux queues. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 18, 251-252.
- Briseno, C. (1963). Presencia de un ejemplar de alacran de la especie *Centruroides noxius*, con dos colas. *Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales (México)*, 23(3/4), 185-186.
- Campos, F. (1918). Algunos casos teratologicos observados en los Arthropodos. *Annals of the Entomological Society of America*, 11, 97-98.
- Cao, J., & Solórzano, L. (1991). Escorpión con pedipalpo anómalo. *Resúmenes II Simposio de Zoología, La Habana*: p. 48.
- Galvis, W., & Flórez-D, E. (2016). A new telson teratology in the scorpion *Opisthacanthus* Peters, 1861 (Scorpiones: Hormuridae). *Arachnology*, 17(3), 157-158. <https://doi.org/10.13156/arac.2006.17.3.157>
- David, D. (2012). A seven-legged scorpion: the first teratological leg absence found in *Scorpio maurus fuscus* (Scorpiones: Scorpionidae). *Euscorpius*, 151, 1-4. <https://dx.doi.org/10.18590/euscorpius.2012.vol2012.iss151.1>
- Graham, M.R. (2006). Malformed pedipalp finger dentition of the scorpion *Superstitionia donensis* (Scorpiones: Superstitioniidae). *Euscorpius*, 42, 1-4. <https://dx.doi.org/10.18590/euscorpius.2006.vol2006.iss42.1>
- Hjelle, J.T. (1990). Anatomy and morphology. Pp. 9–63 in: Polis, G.A. (ed.), *Biology of Scorpions*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Jahanifard, E., Navidpour S., & Mashipour, B. (2008). Pedipalps and venom vesicle anomalies in two families of scorpions (Scorpiones: Hemiscorpiidae, Buthidae) from Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(2), 309-311. <https://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2008.309.311>
- Karatas, A., & Kürtüllü, M. (2006). Duplication of pedipalp segments in the scorpion *Androctonus crassicauda* (Olivier, 1807) (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpius*, 43, 1-4. <https://dx.doi.org/10.18590/euscorpius.2006.vol2006.iss43.1>
- Kovarik, F., Fet, V., Gantenbein, B., Graham, M.R., Yağmur, E.A., Štáhlavský, F., Poverennyi, N.M., & Novruzov, N.E. (2022). A revision of the genus *Mesobuthus* Vachon, 1950, with a description of 14 new species (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpius*, 348, 1-189.
- Lourenço, W.R., & Hypolite, F. (2010). A new case of duplication of the metasoma and telson in the scorpion *Euscorpius flavicaudis* (DeGeer, 1778) (Euscorpiidae). *Euscorpius*, 102, 1-2. <https://dx.doi.org/10.18590/euscorpius.2010.vol2010.iss102.1>
- Mattoni, C.I. (2005). Tergal and sexual anomalies in bothriurid scorpions (Scorpiones, Bothriuridae). *The Journal of Arachnology*, 33(2), 622-628. <https://doi.org/10.1636/04-125.1>
- Sadine, S.E. (2021). A remarkable bifid aculeus in *Androctonus amoreuxi* (Audouin, 1826) from central Algeria (Scorpiones: Buthidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 38, 191-192.
- Salabi, F., Jafari, H. & Forouzan, A. (2021). Report of a Rare Anomaly in the Metasoma of *Hottentotta zagrosensis* (Scorpiones: Buthidae). *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 45(2), 405-408. <https://doi.org/10.1007/S40995-020-01057-1>
- Šarić, M., & Tomić, J. (2016). The first record of malformed pectines in genus *Euscorpius* (Scorpiones: Euscorpiidae). *Euscorpius*, 221, 1-10. <https://dx.doi.org/10.18590/euscorpius.2016.vol2016.iss221.1>
- Seiter, M., & Teruel, R. (2014). Two new cases of metasomal duplication in scorpions, with notes on their reproductive biology (Scorpiones: Buthidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 24, 127-129.
- Sergent, E. (1946). Anomalies chez les scorpions. *Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie*, 24(1), 80-82.
- Shulov, A., & Amitai, P. (1955). A scorpion *Leiurus quinquestriatus* H. et E. with two stings. *Bulletin of the Research Council, Israel*, 5B(2), 193-194.
- Sissom, W.D., & M. Shelley, R. (1995). Report on a rare developmental anomaly in the scorpion, *Centruroides vittatus* (Buthidae). *The Journal of Arachnology*, 23, 199-201.
- Teruel, R. (2003). Nuevos casos de anomalías morfológicas en escorpiones (Scorpiones: Bothriuridae, Euscorpiidae, Hemiscorpiidae, Ischnuridae, Iuridae, Buthidae, Chactidae, Chaerilidae, Diplocentridae, Scorpionidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 7, 235-238.
- Teruel, R., & Baldazo-Monsivaiz, J.G. (2015). Hermaphroditism, gynandromorphism, and four pectines: an extreme case of developmental anomaly in scorpions (Scorpiones: Vaejovidae). *Euscorpius*, 197, 1-7. <https://dx.doi.org/10.18590/euscorpius.2015.vol2015.iss197.1>
- Vachon, M. (1952). Etudes sur les Scorpions. Institut Pasteur d'Algérie, Algér, 482 pp.
- Vachon, M. (1953). The biology of scorpions. *Endeavour*, 12, 80-87.
- Vachon, M. (1972). Remarques sur les scorpions appartenant au genre *Isometrus* H. et E. (Buthidae). A propos de l'espèce *Isometrus maculatus* (Geer) habitant l'Île de Pâques. *Cahiers du Pacifique*, 16, 169-180.
- Williams, S.F. (1971). Developmental anomalies in the scorpion *Centruroides sculpturatus*. *Pan-Pacific Entomologist*, 47 (1), 76-77.
- Yağmur, E.A., Kılıç, M.S., & Yılmaz, Ö. (2021). An anomaly of chelicera in *Scorpio kruglovi* Birula, 1910 (Scorpiones: Scorpionidae). *Euscorpius*, 335, 1-4. <http://doi.org/10.5281/zenodo.5742101>

First Observation of Tail Bifurcation in the Clark's Lizard, *Darevskia clarkorum* (Darevsky & Vedmederja, 1977) and the Spiny-Tailed Lizard, *Darevskia rudis* (Bedriaga, 1886) (Squamata: Lacertidae)

Ufuk BÜLBÜL*, Sema SARIKURT

Karadeniz Technical University, Faculty of Science, Department of Biology, Trabzon, TÜRKİYE

ORCID ID: Ufuk BÜLBÜL: <https://orcid.org/0000-0001-6691-6968>; Sema SARIKURT: <https://orcid.org/0000-0002-0660-6957>

Received: 29.04.2022

Accepted: 11.06.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: Tail anomalies, such as bifurcation and trifurcation, are observed in different species of Lacertid lizards. In the present study, bilateral tail bifurcation was observed in male specimens belonging to *Darevskia clarkorum* and *Darevskia rudis* in the Eastern Black Sea Region of Turkey. In the specimen of *D. clarkorum*, SVL and TL are 55.37 mm and 66.43 mm, respectively. Bifurcation from the base of the tail occurred at 42.82 mm. The regenerated tail is 8.45 mm. SVL and TL are 83.56 mm and 128.93 mm, respectively in the specimen of *D. rudis*. Bifurcation from the base of the tail occurred at 33.38 mm. The length of the regenerated tail is 46.77 mm.

Keywords: Tail bifurcation, regeneration, anomalies, Black Sea Region, Türkiye.

Klark Kertenkelesi, *Darevskia clarkorum* (Darevsky & Vedmederja, 1977) ve Trabzon Kertenkelesi, *Darevskia rudis* (Bedriaga, 1886) (Squamata: Lacertidae)'te İlk Kuyruk Çatallanması Gözlemi

Öz: İkili ve üçlü çatallanma gibi kuyruk anomalileri farklı Lacertid türlerinde gözlenmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde *Darevskia clarkorum* ve *Darevskia rudis* türlerine ait erkek bireylerde ikili kuyruk çatallanması gözlenmiştir. *D. clarkorum* örneğinde, SVL ve TL sırasıyla 55,37 ve 66,43 mm'dir. Kuyruk tabanından çatallanma 42,82 mm'de meydana gelmiştir. Rejenere kuyruk 8,45 mm uzunluğundadır. *D. rudis* örneğinde, SVL ve TL sırasıyla 83,56 ve 128,93 mm'dir. Kuyruk tabanından çatallanma 33,38 mm'de meydana gelmiştir. Rejenere kuyruk ise 46,77 mm uzunluğundadır.

Anahtar kelimeler: Kuyruk çatallanması, rejenerasyon, anomaliler, Karadeniz Bölgesi, Türkiye.

Many lizard species use caudal autotomy, a special anatomical structure that separates their tails to escape from wild animals (Bateman & Fleming, 2009; Zani, 1996). The severed tail distracts predators and gives the lizards a chance to escape from its predator (Clause & Capaldi, 2006). It is not only a predation prevention strategy but it can also occur during social interactions such as intraspecific competition, mating, and threatening rivals in the living areas of the lizards (Iverson et al., 2004; Koleska et al., 2017). Tail loss occurs when the vertebrae (intravertebral) or between the vertebrae (intervertebral) are broken by contraction along the fracture planes and the veins in that area are occluded (Arnold, 1984). In a few weeks, a new cartilaginous bone is formed in place of the severed tail and it does not separate again (Zani, 1996; Clause & Capaldi, 2006; Alibardi, 2010).

In some cases, complications occur with incomplete autotomy. An additional tail grows in that part and two tails, called bifurcation, and related malformations develop (Tamar et al., 2013a). The presence of more than one tail in a lizard can adversely affect its adaptability because the tail can affect activities such as the balance in movement, foraging, mating, and escaping from predators (Passos et al., 2014).

In the present study, we report the first observation of tail bifurcation for the Clark's Lizard, *Darevskia*

clarkorum (Darevsky & Vedmederja, 1977) and the Spiny-Tailed Lizard, *D. rudis* (Bedriaga, 1886) from eastern Black Sea Region of Turkey.

Darevskia clarkorum is a medium sized lizard. It is currently known from southwest Georgia (Adzharia) and part of northeastern Turkey, from Artvin to Giresun (Arribas et al., 2021). The number of the known populations of *D. clarkorum* is decreasing. The species is classified as Endangered (EN) according to the IUCN Red List of the Threatened Species and the number of the mature individuals is continuing to decline in its known populations (Tuniyev et al., 2009).

Darevskia rudis lives in the northeastern and central Anatolia; southern, southeastern, and western Georgia; northern slope of the central Caucasus; Dagestan Russia and northwestern Azerbaijan at elevation up to 2000 m (Arribas et al., 2013). The species is classified as Least Concern (LC) according to the IUCN Red List of the Threatened Species (Tok et al., 2009).

During the field research on 16 May 2021, tail bifurcation was observed in a male specimen of *Darevskia clarkorum* captured from Çayırcı Village, Tonya, Trabzon Province, (GPS Data, N: 40° 49' 44.5'' and E: 39° 18' 03.54'', 960 m a.s.l.). The specimen was caught by hand and anaesthetized with a MS-222 solution. Sex was identified by the absence/presence of palpable hemipenis pockets.

This is the characteristic feature used for sex determination in Squamates (Budak & Göçmen, 2008). After measurements, the lizard was released back into its habitat. SVL [(snout-vent length), tip of snout to anal cleft] and TL [(tail length), anal cleft to the tip of tail] were measured using a digital caliper with an accuracy of 0.01 mm. Bifurcation from the base of the tail occurred at 42.82 mm. The regenerated tail is 8.45 mm (Fig. 1).



Figure 1. Tail bifurcation in a male specimen of *Darevskia clarkorum*

On May 23, 2020, tail bifurcation was observed in a male specimen of *Darevskia rudis* during the field research between the Murgul and Borçka districts of Artvin Province in Turkey (GPS Data, N: 41° 18' 40.7" and E: 41° 37' 40.3", 302 m a.s.l.). The specimen was caught by hand and anaesthetized with a MS-222 solution. Sex was identified by the absence/presence of palpable hemipenis pockets. After measurements, the lizard was released back into its habitat. SVL and TL are 83.56 mm and 128.93 mm, respectively. Bifurcation from the base of the tail occurred at 33.38 mm. The length of the regenerated tail is 46.77 mm (Fig. 2).



Figure 2. Tail bifurcation in a male specimen of *Darevskia rudis*

Tail bifurcation was recorded in the different lacertids [*Acanthodactylus aegyptius* Baha El Din, 2007 (Stark et al., 2018), *Algyroides nigropunctatus* Dumeril & Bibron, 1839 (Koleska & Jablonski, 2015), *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 (Dudek & Ekner-Grzyb, 2014; Kolenda et al., 2017; Ramadanović & Zimić, 2019), *Lacerta viridis* Laurenti, 1768 (Stojanov et al., 2011), *Ophisops elegans* Ménétries, 1832 (Tamar et al., 2013b), *Podarcis erhardii* Bedriaga, 1882 (Brock et al., 2014), *Podarcis muralis* Laurenti, 1768 (Pola & Koleska, 2017; Badiane, 2017; Sorlin et al., 2019), *Teira dugesii* Milne-Edwards, 1829 (Koleska et al., 2017), and *Zootoca vivipara* Lichtenstein, 1823 (Dudek & Ekner-Grzyb, 2014; Kolenda et al., 2017)].

This study indicates that tail bifurcation is present in *Darevskia* Arribas, 1997 species as well as in species from other lacertid genera. The status of other species in the genus *Darevskia* may be revealed in future studies.

Ethics committee approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Author Contributions: Conception – U.B., S.S.; Design – U.B., S.S.; Supervision – U.B.; Fund – U.B.; Materials – U.B., S.S.; Data Collection or Processing – U.B., S.S.; Analysis Interpretation – U.B., S.S.; Literature Review – U.B., S.S.; Writing – U.B., S.S.; Critical Review – U.B., S.S.

References

- Alibardi, L. (2010). Morphological and cellular aspects of tail and limb regeneration in lizards: A model system with implications for tissue regeneration in mammals. *Advances in Anatomy, Embryology and Cell Biology*, 207, iii, 1-109.
- Arnold, E.N. (1984). Evolutionary aspects of tail shedding in lizards and their relatives. *Journal of Natural History*, 18(1), 127-169. <https://doi.org/10.1080/00222938400770131>
- Arribas, O., Ilgaz, Ç., Kumlutaş, Y., Durmuş, S.H., Avcı, A., & Üzümlü, N. (2013). External morphology and osteology of *Darevskia rudis* (Bedriaga, 1886), with a taxonomic revision of the Pontic and Small-Caucasus populations (Squamata: Lacertidae). *Zootaxa*, 3626(4), 401-428. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3626.4.1>
- Arribas, O., Candan, K., Kumlutaş, Y., & Ilgaz, Ç. (2021). Multivariate analysis of the geographic variation in *Darevskia clarkorum* (Darevsky & Vermederja, 1977), its relation with geographic and climatic parameters, and the true status of *D. dryada* (Darevsky & Tuniyev, 1997). *Zootaxa*, 4990, 1-22. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4990.1.1>
- Badiane, A. (2017). Trifurcation caudale chez le lézard des murailles *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) (Squamata : Lacertidae). *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 163, 106-107.
- Bateman, P.W., & Fleming, P.A. (2009). To cut a long tail short: A review of lizard caudal autotomy studies carried out over the last 20 years. *Journal of Zoology*, 277, 1-14. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2008.00484.x>
- Brock, K.M., Belasen, A., & Fofopoulos, J. (2014). *Podarcis erhardii* (Erhard's wall lizard) bifurcated tail, post-autotomy. *Herpetological Review*, 45(2), 332.
- Budak, A., & Göçmen, B. (2008). Herpetoloji. 2. Baskı. İzmir, Ege Üniversitesi Yayınları, Fen Fakültesi Yayın No.194. 230 pp.
- Clause, A.R., & Capaldi, E.A. (2006). Caudal autotomy and regeneration in lizards. *Journal of Experimental Zoology*, 305A, 965-973. <https://doi.org/10.1002/jez.a.346>
- Dudek, K., & Ekner-Grzyb, A. (2014). Field observation of two-tailed sand lizard *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 and a common lizard *Zootoca vivipara* (Jacquin, 1787) in Poland. *Natura Sloveniae*, 16(1), 65-66.
- Iverson, J.B., Smith, G.R., & Pieper, L. 2004 Factors affecting long-term growth of the Allen Cays rock iguana in the Bahamas. In: Alberts A.C., Carter R.L., Hayes W.K., & Martins E.P. (eds) *Iguanas: Biology and conservation*. University of California Press, Berkeley, USA, 176-192.
- Kolenda, K., Wiczorek, M., Najbar, A., Najbar, B., & Skawiński, T. (2017). Limb malformation and tail bifurcation in sand lizards (*Lacerta agilis*)

- and common lizards (*Zootaca vivipara*) from Poland. *Herpetology Notes*, 10, 713-716.
- Koleska, D., Kulma, M., & Vrabec, V. (2017). *Teira dugesii* (Madeiran wall lizard). Tail bifurcation. *Herpetological Review*, 48(2), 440-441.
- Koleska, D., & Jablonski, D. (2015). Tail bifurcation in *Algyroides nigropunctatus* (Duméril & Bibron, 1839). *Ecologica Montenegrina*, 3, 26-28. <https://doi.org/10.37828/em.2015.3.4>
- Passos, D.C., Pinheiro, L.T., Galdino, C.A.B., & Rocha, C.F.D. (2014). *Tropidurus semitaeniatus* (Calango de Lagedo). Tail bifurcation. *Herpetological Review*, 45(1), 138. <https://doi.org/10.17161/randa.v27i2>
- Pola, L., & Koleska, D. (2017) Tail bifurcation in Common Wall lizard (*Podarcis muralis Laurenti, 1768*) from Liguria, Italy. 9th Workshop on Biodiversity, July 8-9 2017, Proceedings of the 9th Workshop on Biodiversity pp. 93-97, Jevany, Czech Republic.
- Ramadanović, D., & Zimić, A. (2019). Record of a *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 with *erythronotus* colour morph and tail bifurcation. *Herpetology Notes*, 12, 779-781.
- Sorlin, M.V., Gangloff, E., Kouyoumdjian, L., Cordero, G., Darnet, E., & Aubret, F. (2019). *Podarcis muralis* (Common wall lizard). Tail bifurcation. *Herpetological Review*, 50(2), 377-378.
- Stark, G., David, D., Lewin, A., & Meiri, S. (2018). Natural history notes: *Acanthodactylus aegyptius* (Egyptian fringed-fingered lizard). Tail bifurcation. *Herpetological Review*, 49(2), 324-325.
- Stojanov, A., Tzankov, N.D., & Naumov, B. (2011). Die Amphibien und Reptilien Bulgariens. Frankfurt am Main, Chimaira, 582 pp.
- Tamar, K., Maza, E., & Meiri, S. (2013a). *Acanthodactylus boskianus* (Bosk's fringe-fingered lizard) bifurcation. *Herpetological Review*, 44, 135-136.
- Tamar, K., Maza, E., & Meiri, S. (2013b). *Ophisops elegans* (Snake-eyed lizard): Bifurcation. *Herpetological Review*, 44, 146.
- Tok, V., Uğurtaş, İ., Sevinç, M., Böhme, W., Crochet P.A, Tuniyev, B., & Kaya, U. (2009). *Darevskia rudis*. IUCN Red List of Threatened Species. Retrieved from <https://www.iucnredlist.org/species/164633/5913665>
- Tuniyev, B., Ananjeva, N.B., Agasyan, A., Orlov, N.L., & Tuniyev, S. (2009). *Darevskia clarkorum*. The IUCN Red List of Threatened Species. Retrieved from <https://www.iucnredlist.org/species/11117/114549398>
- Zani, P.A. (1996). Patterns of caudal-autotomy evolution in lizards. *Journal of Zoology*, 240, 201-220. <https://doi.org/10.1086/673875>
-

The Parasites that can be Found in the *Mus musculus* House Mice

Dilara KARAMAN*¹, Ahmet Onur GİRİŞGİN²

¹Bursa Uludağ University, Institute of Natural Sciences, Biology Department, Bursa, TÜRKİYE

²Bursa Uludağ University, Veterinary Faculty, Parasitology Department, Bursa, TÜRKİYE

ORCID ID: Dilara KARAMAN: <https://orcid.org/0000-0003-4386-8531>; Ahmet Onur GİRİŞGİN: <https://orcid.org/0000-0002-0020-2708>

Received: 14.02.2022

Accepted: 09.05.2022

Published online: 20.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: Knowing the parasites that *Mus musculus*, the house mouse, can carry is important both for the reliability of the experiments and for public health. In this review, a list of endo and ectoparasite species that can be carried on *M. musculus* is given and attention is drawn to the zoonotic species that pose a danger to public health. Various databases, including PubMed, Researchgate, Scencedirect, Google Scholar, and Pubmed Central, were used to collect the data. Parasite species detected in *M. musculus* are presented in a table that provides localization and country information. The zoonotic species in the created table were investigated again and their related diseases were mentioned briefly. As a result of the literature review, 2 species of Acantocephala, 15 species of Trematoda, 18 species of Cestoda, 56 species of Nematoda, 23 species of ectoparasites and 9 species of protozoans were found. 17 species were identified at the genus level in the total of 91 species of helminths. It has been reported that mice can be artificially infected in the laboratory with five helminth species. It was concluded that laboratory mice can be the host of at least 109 different types of parasites in total. Among the ectoparasites carried by the house mouse, *Xenopsylla cheopis*, *Nosopsyllus* spp., and *Rhipicephalus* spp. species are vectors for important zoonotic diseases. Among endoparasites, 12 helminth species and 2 protozoan species can cause disease in humans as well. It will be beneficial to inform the public about these infections.

Keywords: Helminthic infections, public health, safety of laboratory, zoonosis.

Ev Fareleri *Mus musculus*'ta Bulunabilen Parazitler

Öz: *Mus musculus* türü ev faresinin taşıyabileceği parazitlerin bilinmesi, hem deneylerin güvenilirliği hem de halk sağlığı açısından önem arz etmektedir. Bu derleme çalışmasında *M. musculus* üzerinde taşınabilen endo ve ekto parazit türlerinin bir listesinin verilmesi ve halk sağlığı açısından tehlike yaratan zoonoz türlerine dikkat çekilmesi amaçlanmıştır. Verilerin toplanması için PubMed, Researchgate, Scencedirect, Google Scholar ve Pubmed Central'in de aralarında bulunduğu çeşitli veri tabanlarından yararlanılmıştır. *M. musculus*'ta saptanmış parazit türleri lokalizasyonları ve ülke bilgileri verilerek bir tablo halinde sunulmuştur. Oluşturulan tablodaki zoonoz türler tekrar araştırılarak ilgili oldukları hastalıklara kısaca değinilmiştir. Literatür araştırması sonucunda 2 tür Acantocephala, 15 tür Trematoda, 18 tür Cestoda, 56 tür Nematoda, 23 tür ekto parazit ve 9 tür protozoona rastlanmıştır. Toplam 91 tür helmint içinde 17 tür cins düzeyinde tanımlanabilmiştir. Farelerin, beş helmint türü ile laboratuvarda yapay olarak enfekte edilebildiği bildirilmiştir. Laboratuvar farelerinin toplamda en az 109 farklı tür parazitin konağı olabileceği sonucuna varılmıştır. Ev faresinin taşıdığı ekto parazitlerden *Xenopsylla cheopis*, *Nosopsyllus* spp. ve *Rhipicephalus* spp. türleri önemli zoonoz hastalıklar için vektördür. Endoparazitlerden 12 tür helmint ve 2 tür protozoon insanlarda da hastalık yapabilen türlerdir. Toplumun bu enfeksiyonlar hakkında bilgilendirilmesi faydalı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Halk sağlığı, helmintik enfeksiyon, laboratuvar güvenliği, zoonoz.

1. Giriş

Kemirgenler, Antarktika ve bazı izole adalar dışında tüm dünyaya yayılmıştır (Wilson & Reeder, 1993). Kemirgenler, insanlarda önemli parazitik zoonoz kaynaklarıdır ve 16'sı helmint paraziti olan en az 70 zoonotik hastalığın rezervuarı ve vektörü olarak hizmet ederler (Rabiee et al., 2018). Bu açıdan bakıldığında, çeşitli zoonotik elemanları taşıma konusunda diğer pek çok hayvandan daha büyük bir bulaşa sahiptirler (Kataranovski et al., 2008). Kemirgenlerin toprağı havalandırmak, su emilimini artırmak, biotik geri dönüşümü olanaklı hale getirmek ve böcek popülasyonlarını kontrol altında tutmak gibi faydaları olmakla beraber, birincil tüketici olarak depolanmış gıdalar üzerinden beslenmeleri nedeniyle önemli ekonomik kayıplara neden olabilmekte ve çeşitli hastalıkların insanlara geçiş riskini artırmaktadırlar (Khaghani, 2007). Farelerin de dahil olduğu çeşitli

laboratuvar hayvanlarından insanlara yaklaşık 150 ila 200 hastalık aktarılabilir. *Hymenolepis nana*, *H. diminuta*, *Syphacia muris*, *S. obvelata*, *Physaloptera*, *Schistosoma*, *Trichinella* gibi çeşitli parazitler helmintlerin yanı sıra rat ısırığı ateşi, tüberküloz, leptospiroz, lenfositik koriomenenjit, salmonelloz ve kanamalı ateş etkeni olan çok sayıda zoonoz, insanlara laboratuvar hayvanları aracılığıyla geçebilmektedir (Huq et al., 1985). Laboratuvar fareleri *in vivo* deneysel çalışmalar için en çok tercih edilen deney hayvanlarıdır. Deney hayvanı olarak kullanılan *Mus musculus* türü ev faresi, kozmopolit bir türdür ve dünyada geniş bir coğrafyada doğal olarak yayılış gösterir. Ev faresi *M. musculus*'ta bulunabilen helmintlerden *Trichinella*, *Echinococcus*, *Hymenolepis*, *Capillaria* ve *Angiostrongylus* halk sağlığını ilgilendiren cinslerdir. *C. hepatica* insanlarda ve diğer hayvanlarda şiddetli sendromlara neden olmaktadır (Fuehrer et al., 2011). Deney farelerinde görülen helmintik enfeksiyonlar ise deney sonuçlarını olumsuz etkileyebilmektedir.

*Corresponding author: 511503003@ogr.uludag.edu.tr

Araştırmacılar laboratuvar farelerinde *S. obvelata* ve *Aspicularis tetraptera* türü oksyurid nematodlara ve *H. nana* türü sestoda rastlandığını göstermişlerdir (Göksu et al., 1972; Tanideh et al., 2010). Yeterli sanitasyonun sağlandığı laboratuvarlarda üretilen ve bakılan deney farelerinde az sayıda helmint türü bulunabilirse de, sanitasyonun şüpheli olduğu laboratuvarlarda sürpriz helmint türleri ile karşılaşmak da mümkündür. Hedrich (2012), laboratuvar farelerinde *Taenia taeniaeformis* türü parazite rastlanabildiğini ve bu türün kedileri konak olarak kullandığını ifade etmiştir. Bu gibi örnekler *M. musculus* türü fareleri enfekte edebilen helmint türlerinin bilinmesini zorunlu kılmaktadır. Yeryüzünde keşfedilmiş ve keşfedilmeyi bekleyen yüz binlerce helmint türü mevcut olmakla beraber, parazit-konak spesifliği belli bir tür konağı enfekte edebilen parazit türlerinin sayıca sınırlı kalmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada *M. musculus* türünü enfekte edebilen helmint parazitlerinin hangileri olabileceği, konakta nerede bulunabileceği ve hangi ülkede tespit edildikleri konusunda bilgi verilmesi ve halk sağlığını ilgilendiren zoonotik türlere dikkat çekilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu bir derleme çalışması olduğu için konuyla ilgili makaleler Google Scholar (2022), Pubmed Central (2022), Pubmed (2022), Researchgate (2022) ve Science Direct (2022) veritabanlarından ve internet sitelerinden araştırıldı. Ayrıca Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphanesi (2022)'nin online olanaklarından yararlanılarak abone olduğu dergilere erişildi. Arama motorlarında kullanılan anahtar kelimeler olarak ilk önce "helminths of laboratory mice", sonra "helminths of mice", "helminths of *Mus*

musculus", "endoparasites of mice", "parasites of laboratory mice" ve "parasites of *Mus musculus*" terimleri yazıldı. Bulunan parazitler, ev ve laboratuvar farelerinde bulunan endo ve ektoparazitler olarak kaydedildikten sonra, bunların tümü *M. musculus*'ta bulunan parazitler başlığı altında birleştirildi. Daha sonra bu parazitler zoonoz olup olmadıkları açısından araştırıldılar. Bu parazitler sistematik gruplarına göre gruplandırılarak buldukları vücut bölümü ve saptandıkları ülke bilgileri ile birlikte bir tablo halinde verildi.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu derleme çalışmasında *Mus musculus*'ta bulunabilecek parazit türleri, bu parazitlerin enfeksiyon bölgeleri ve saptandıkları ülkeler ortaya konulmuştur. Listedeki parazitlerin büyük çoğunluğu, doğal ortamdan yakalanan ev farelerinde teşhisi yapılmış türlerden oluşmaktadır. İtalya ve Kanarya Adaları'nda yakalanan farelerin çok sayıda helmint türü bulundukları rapor edildiği için listedeki türlerin önemli bir kısmı bu bölgelerde bulunan fare parazitlerinden oluşmaktadır. Ayrıca İran ve Nijerya'da doğadan yakalanan farelerin parazitlerine dair yayınlar mevcut olduğu için, özellikle nematod türlerinin sıralanmasında bu verilerden yararlanılmıştır. İran ve Nijerya'da yakalanan farelerdeki nematodların dördü (*Trichuris* sp., *Angiostrongylus* sp., *Strongyloides* sp. ve *Trichosomoides* sp.) ancak cins düzeyinde tanımlanabilmişse de bunlardan *Trichuris*, *Angiostrongylus* ve *Strongyloides*, insanlarda da hastalık yapabilen cinsler oldukları için bu sonuçlar dikkate değerdir. Farelerde bulunan parazitlerin listesi Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. *Mus musculus*'u enfekte edebilen parazit türleri

Table 1. The parasite species that can infect *Mus musculus*

Helmintin türü	Bulunduğu organ	Bulunduğu ülke	Referans
Acanthocephala			
<i>Moniliformis moniliformis</i>	İnce bağırsak	İran, Kanarya adaları, Moldova, Rusya	Zarei et al. 2016, Feliu et al. 2012; Andreiko, 1973; Rizhikov, 1978
<i>Prosthorhynchus cylindraceus (larva)</i>	Peritoneal boşluk	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
Trematoda			
Digenea			
<i>Brachylaima</i> spp.	Bağırsak	İtalya	Milazzo et al. 2003
<i>Brachylaemus aequans</i>		Bulgaristan, Rusya	Genov, 1984; Rizhikov, 1979
<i>Corrigia</i> spp.		Fransa	Jiménez, 1992
<i>Corrigia vitta</i>		Bulgaristan	Genov, 1984
<i>Fasciola hepatica</i>		Fransa	Jiménez, 1992
<i>Mesostephanus aegypticus</i>		Mısır	Elshazly et al. 2008
<i>Plagiorchis elegans</i>		Rusya	Rizhikov, 1978
<i>Plagiorchis maculosus</i>		Ukrayna, Rusya	Sharpilo, 1966; Rizhikov 1978
<i>Plagiorchis</i> sp.		Rusya	Rizhikov, 1978
<i>Prosthodendrium ascidia</i>		Mısır	Elshazly et al. 2008
<i>Psilotrema simillimum</i>		Bulgaristan	Genov, 1984
<i>Stictodora tridactyla</i>		Mısır	Elshazly et al. 2008
<i>Zoonorchis</i> sp.		Fransa	Jiménez, 1992
<i>Artyfinostomum indicum</i>		Pakistan	Rajper et al. 2018
<i>Artyfinostomum sufrartyfex</i>		Pakistan	Rajper et al. 2018

Tablo 1. (Devamı)

Table 1. (Continued)

Helmintin türü	Bulunduğu organ	Bulunduğu ülke	Referans
Cestoda			
<i>Catenotaenia pusilla</i>	Bağırsak	Sırbistan, Bulgaristan, Moldova, Ukrayna, Rusya, Fransa	Kataranovski et al., 2008; Genov, 1984; Andreiko, 1973; Sharpilo, 1966; Rizhikov, 1978; Milazzo et al. 2003; Jiménez, 1992
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	Karaciğer	Portekiz, İran	Zarei et al. 2016; Pakdel et al. 2013; Sumangali et al. 2012; Allymehri et al. 2012
<i>Echinococcus multilocularis</i>	Karaciğer	İran, Moldova, Rusya	Beiomvand et al. 2013; Andreiko, 1973; Rizhikov, 1978
<i>Hydatigera taeniaeformis</i>	Karaciğer	Meksika	Panti-May et al. 2019
<i>Hymenolepis diminuta</i>	Bağırsak	Türkiye, İtalya, Nijerya, Kanarya Adaları, Hindistan, İran, Azerbaycan	Gürler & Bakan, 2017; Milazzo et al. 2003; Isaac et al. 2018; Feliu et al. 2012; Sharma et al. 2013; Pakdel et al. 2013; Allymehri et al. 2012; Ebrahimi et al. 2016
<i>Hymenolepis nana</i>	İnce bağırsak	Türkiye, Nijerya, Mısır, Brezilya, İran, Azerbaycan	Göksu et al. 1972; Isaac et al. 2018; Elshazly et al. 2008; Guimarães et al. 2014; Pakdel et al. 2013; Zarei et al. 2016; Ebrahimi et al. 2016
<i>Hymenolepis</i> sp.	Bağırsak	İtalya	Mas-Coma et al. 1998
<i>Matheoetaenia symmetrica</i>	Gastrointestinal sistem	Senegal, Moldova, Ukrayna, Rusya	Diagne et al. 2016; Andreiko, 1973; Sharpilo, 1966; Rizhikov, 1978
<i>Mesocestoides lineatus</i>		Moldova, Rusya	Andreiko, 1973; Rizhikov, 1978
<i>Mesocestoides</i> sp.	Peritonal boşluk	İtalya, Kanarya Adaları	Mas-Coma et al. 1998; Feliu et al. 2012
<i>Paranoplocephala</i> sp.	İnce bağırsak	İran	Zarei et al. 2016
<i>Rodentolepis akodontis</i>	İnce bağırsak	Brezilya	Benatti et al. 2021
<i>Rodentolepis fraterna</i>	İnce bağırsak	Kanarya adaları, Sırbistan	Feliu et al. 2012; Kataranovski et al. 2008
<i>Rodentolepis microstoma</i>	Bağırsak	İtalya, Kanarya Adaları, Meksika	Milazzo et al., 2003; Feliu et al., 2012; Panti-May et al., 2019
<i>Rodentolepis straminea</i>	Karaciğer	Fransa, Kanarya Adaları	Jiménez, 1992; Feliu et al., 2012
<i>Taenia mustelae</i>		Bulgaristan	Genov, 1984
<i>Taenia taeniaformis</i>	Karaciğer	Kanarya adaları, Mısır, Pakistan, Sırbistan	Feliu et al., 2012; Elshazly et al., 2008; Rajper et al., 2018; Kataranovski et al., 2008
<i>Tetratirotaenia polyacantha</i>		Bulgaristan, Moldova, Rusya	Genov, 1984; Andreiko, 1973; Rizhikov, 1978
Nematoda			
<i>Angiostrongylus</i> sp.		Nijerya, İran	Isaac et al. 2018; Gholipoury et al. 2018
<i>Aonchotheca annulosa</i>		İtalya	Milazzo et al. 2003
<i>Aspicularis schulzi</i>		Moldova, Ukrayna, Rusya	Andreiko, 1973, Sharpilo, 1966; Rizhikov, 1979
<i>Aspicularis tetraptera</i>	Sekum	Türkiye, Senegal, Sırbistan, Litvanya, İtalya, Filistin, Şili, Mısır, Brezilya, Pakistan, İran, Azerbaycan	Göksu et al. 1972; Diagne et al. 2016; Kataranovski et al. 2008; Mažeika et al. 2003; Milazzo et al. 2003; Al-Hindi et al. 2021; Landaeta-Aqueveque et al. 2007; Elshazly et al. 2008; Guimarães et al. 2014; Rajper et al. 2018; Pakdel et al. 2013; Allymehri et al. 2012; Arzamani et al. 2017; Ebrahimi et al. 2016
<i>Capillaria hepatica</i> (<i>Calodium hepaticum</i>)	Karaciğer, Sekum, Bağırsak	İtalya, Portekiz, Kanarya adaları, Hindistan, İran	Milazzo et al. 2003; Valente et al. 2014; Feliu et al. 2012; Sharma et al. 2013; Zarei et al. 2016; Pakdel et al. 2013
<i>Eucolens bacillatus</i>		İtalya, Mısır	Guimarães et al. 2014
<i>Hassalstrongylus dollfusi</i>	İnce bağırsak	Venezuela	Díaz-Ungria, 1963
<i>Hassalstrongylus musculi</i>	İnce bağırsak	Meksika	Panti-May et al. 2019
<i>Heligmonoides josephi</i>		Filistin	Al-Hindi et al. 2021
<i>Heligmosomoides polygyrus</i>		Fransa, Sırbistan, Kore, Bulgaristan, Moldova, Rusya	Jiménez, 1992; Kataranovski et al. 2008; Kim et al. 2015, Genov, 1984; Andreiko, 1973; Rizhikov, 1979
<i>Heligmosomum aberrans</i>		Moldova	Andreiko, 1973
<i>Heligmosomum</i> sp.	İnce bağırsak	İran, G. Kore	Zarei et al. 2016; Seo et al. 1968
<i>Hepaticola hepatica</i>	Karaciğer	Rusya	Rizhikov, 1979
<i>Heterakis spumosa</i>	Sekum	Nijerya, Kanarya adaları, İran, Sırbistan, G. Kore	Isaac et al. 2018; Feliu et al. 2012; Pakdel et al. 2013; Kataranovski et al. 2008; Kim et al. 2015
<i>Callegostrongylus ibicensis</i>		İtalya	Mas-Coma et al. 2000
<i>Ganguleterakis</i> sp.		Ukrayna	Sharpilo, 1966
<i>Ganguleterakis spumosa</i>		Ukrayna, Rusya, Almanya, Bulgaristan	Sharpilo, 1966; Rizhikov, 1979; Genov, 1984
<i>Gongylonema brevispiculum</i>		Kanarya Adaları	Feliu et al. 2012

Tablo 1. (Devamı)

Table 1. (Continued)

Helmintin türü	Bulunduğu organ	Bulunduğu ülke	Referans
<i>Gongylonema musculi</i>	Mide	İtalya	Milazzo et al. 2003
<i>Gongylonema neoplasticum</i>	Mide	Kanarya Adaları, Meksika, Rusya	Feliu et al. 2012; Panti-May et al. 2019; Rizhikov, 1979
<i>Gongylonema</i> sp.		Senegal, Sirbistan, İtalya	Diagne et al. 2016; Kataranovski et al. 2008; Mas-Coma et al. 1998; Mas-Coma et al. 2000; Milazzo et al. 2003
<i>Mastophorus muris</i>		Fransa, Nijerya, Kanarya Adaları, Sirbistan, Litvanya	Milazzo et al. 2003; Jiménez, 1992; Isaac et al. 2018; Feliu et al. 2012; Kataranovski et al. 2008; Mažeika et al. 2003
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>		Nijerya, Meksika, Arjantin, Kore	Isaac et al. 2018; Cigarroa-Toledo et al. 2017; Hancke & Suárez, 2018; Kim et al. 2015
<i>Nippostrongylus muris</i>	Bağırsak	G. Kore	Seo et al. 1968
<i>Paucipectines zygonodontomus</i>	İnce bağırsak	Brezilya	Lucio et al. 2021
<i>Physaloptera calnuensi</i>	Gastrointestinal sistem	Şili	Landaeta-Aqueveque et al. 2007
<i>Physaloptera getula</i>		İtalya	Mas-Coma et al. 1998; Milazzo et al. 2003
<i>Protospirura marsupialis</i>		Mısır	Elshazly et al. 2008
<i>Protospirura muris</i>		Mısır	Elshazly et al. 2008
<i>Protospirura numidica criceticola</i>	Mide	Brezilya	Lucio et al. 2021
<i>Protospirura seurat</i>		İran	Arzamani et al. 2017
<i>Protospirura</i> sp.	Mide	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
<i>Pterygodermatites coloradensis</i>		Georgia (ABD)	Conn et al. 2021
<i>Pterygodermatites senegalensis</i>	Gastrointestinal sistem	Senegal	Diagne et al. 2016
<i>Rictularia</i> sp.	Mide	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
<i>Spiruridae</i> gen sp.	Mide	İran	Zarei et al. 2016
<i>Stilestrongylus aculeata</i>	İnce bağırsak	Brezilya	Benatti et al. 2021
<i>Streptopharagus greenbergi</i>	Mide	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
<i>Streptopharagus kuntzi</i>	İnce bağırsak	İran	Zarei et al. 2016
<i>Strongyloides ratti</i>		Mısır, Meksika	Elshazly et al. 2008; Cigarroa-Toledo et al. 2017
<i>Strongyloides</i> sp.	Gastrointestinal sistem	Nijerya, Hindistan	Isaac et al. 2018; Sharma et al. 2013
<i>Syphacia criceti</i>	Sekum	Brezilya	Benatti et al. 2021
<i>Syphacia evaginata</i>	Sekum	Brezilya	Benatti et al. 2021
<i>Syphacia frederici</i>	Kalın bağırsak	İran	Zarei et al. 2016
<i>Syphacia freitasi</i>	İnce bağırsak	Brezilya	Lucio et al. 2021
<i>Syphacia musculi</i>	Bağırsak	İran	Yousefi, 2012
<i>Syphacia muris</i>	Sekum	Türkiye, Kanarya adaları, Hindistan, Meksika, Pakistan, İran	Gürler & Bakan, 2017; Feliu et al. 2012; Sharma et al. 2013; Pulido-Flores et al. 2005; Rajper et al. 2018; Pakdel et al. 2013; Allymehri et al. 2012
<i>Syphacia obvelata</i>	Sekum	Türkiye, Azerbaycan, Arjantin, Senegal, Sirbistan, İtalya, Fransa, Kanarya adaları, Filistin, Kore, Şili, Brezilya, Mısır, İran, Meksika, Kerguelen adaları	Göksu et al. 1972; Ebrahimi et al. 2016; Hancke & Suárez, 2018; Diagne et al. 2016; Kataranovski et al. 2008; Mas-Coma et al. 1998; Mas-Coma et al. 2000; Jiménez, 1992; Milazzo et al. 2003; Feliu et al. 2012; Al-Hindi et al. 2021; Seo et al. 1968; Landaeta-Aqueveque et al. 2007; Guimarães et al. 2014; Elshazly et al. 2008; Rahdar et al. 2017; Pakdel et al. 2013; Allymehri et al. 2012; Arzamani et al. 2017; Panti-May et al. 2019; Cigarroa-Toledo et al. 2017; Pisanu et al. 2001
<i>Syphacia ratti</i>		İran	Rahdar et al. 2017
<i>Tenorastrongylus josephi</i> n. sp.		İsrail	Wertheim & Durette-Desset, 1975
<i>Trichocephalus muris</i>		Moldova, Ukrayna, Rusya, Almanya, Bulgaristan	Andreiko, 1973; Sharpilo, 1966; Rizhikov, 1979; Genov, 1984; Kriska, 1993
<i>Trichosomoides crassicauda</i>	Safra kesesi	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
<i>Trichosomoides</i> sp.		Nijerya	Isaac et al. 2018
<i>Trichuris muris</i>	Sekum	İtalya, Fransa, Kanarya adaları, Filistin, Hindistan, Mısır, İran, Sirbistan, G. Kore, Meksika	Milazzo et al. 2003; Mas-Coma et al. 1998; Jiménez, 1992; Feliu et al. 2012; Al-Hindi et al. 2021; Sharma et al. 2013; Elshazly et al. 2008; Pakdel et al. 2013; Kataranovski et al. 2008; Kim et al. 2015; Panti-May et al. 2019; Cigarroa-Toledo et al. 2017

Tablo 1. (Devamı)

Table 1. (Continued)

Helmint türü	Bulunduğu organ	Bulunduğu ülke	Referans
<i>Trichuris rombooidis</i>	Kalın bağırsak	İran	Zarei et al. 2016
<i>Trichuris</i> sp.	Kalın bağırsak	İran, Nijerya	Zarei et al. 2016; Isaac et al. 2018
Laboratuvarı yapay enfeksiyon oluşturulan helmint türleri			
<i>Heligmosomoides bakeri</i>			Clark et al. 2013
<i>Nematospirroides dubius</i>			Behnke & Robinson, 1985
<i>Schistosoma mansoni</i>			Simões et al. 2015
<i>Strongyloides venezuelensis</i>			Marra et al. 2007
<i>Trichinella spiralis</i>			Wakelin et al. 1980
Protozoa	Bulunduğu organ	Bulunduğu ülke	Referans
<i>Babesia</i> sp.		Nijerya, Brezilya	Isaac et al. 2018; Guimarães et al. 2014
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Bağırsak	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
<i>Eimeria</i> sp.	Bağırsak	Nijerya, Kanarya adaları, Türkiye	Isaac et al. 2018; Feliu et al. 2012; Göksu et al. 1972; Çetinkaya et al. 2017
<i>Giardia muris</i>	Bağırsak	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
<i>Isospora</i> sp.		Nijerya	Isaac et al. 2018
<i>Plasmodium</i> sp.	Kan	Nijerya	Isaac et al. 2018
<i>Toxoplasma gondii</i>		Nijerya	Isaac et al. 2018
<i>Trypanosoma lewis</i>		Nijerya	Isaac et al. 2018
<i>Trypanosoma musculi</i>	Kan	Finlandiya	Laakkonen et al. 2007
Ektoparazitler			
<i>Ctenophthalmus agrytes agrytes</i>		Finlandiya	Laakkonen et al. 2007
<i>Ctenophthalmus</i> sp.	Sırt	İran	Moravej et al. 2016
<i>Dermanyssus gallinae</i>	Kürk	İran	Allymehri et al. 2012
<i>Echidnophaga murina</i>	Kürk	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
<i>Haemaphysalis punctata</i>	Kulaklar, parmaklar, burun, kuyruk	İran	Moravej et al. 2016
<i>Haemaphysalis</i> sp.	Kulaklar, parmaklar, burun, kuyruk	İran	Moravej et al. 2016
<i>Haemolaelaps</i> sp.	Sırt, karın ve arka bacaklar	İran	Moravej et al. 2016
<i>Hoplopleura captiosa</i>		İran	Moravej et al. 2016
<i>Laelaps algericus</i>	Sırt, karın ve arka bacaklar	İran	Moravej et al. 2016
<i>Laelaps nuttalli</i>		İran	Gholipoury et al. 2018
<i>Leptosylla segnis</i>	Kürk	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
<i>Liponyssoides sanguineus</i>	Kürk	Kuzey Karolina, ABD	Reeves & Cobb, 2005
<i>Myobia musculi</i>	Kürk	Kuzey Karolina, ABD	Reeves & Cobb, 2005
<i>Myocoptes musculinus</i>	Kürk	Kuzey Karolina, ABD, İran	Reeves & Cobb, 2005; Allymehri et al. 2012
<i>Nosopsyllus barbarus</i>	Kürk	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
<i>Nosopsyllus fasciatus</i>	Kürk	Finlandiya, İran	Laakkonen et al. 2007; Gholipoury et al. 2018; Moravej et al. 2016
<i>Radfordia affinis</i>	Kürk	Kuzey Karolina, ABD	Reeves & Cobb, 2005
<i>Ornithonyssus bacoti</i>	Kürk	Kuzey Karolina, ABD, İran	Reeves & Cobb, 2005; Allymehri et al. 2012
<i>Peromyscopsylla silvatica</i>		Finlandiya	Laakkonen et al. 2007
<i>Polyplax serrate</i>	Kürk	Kuzey Karolina, ABD, İran	Reeves & Cobb, 2005; Allymehri et al. 2012
<i>Rhipicephalus</i> spp.		İran	Gholipoury et al. 2018
<i>Stenoponia tripectinata tripectinata</i>	Kürk	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012
<i>Xenopsylla cheopis</i>	Kürk	Kanarya adaları	Feliu et al. 2012

4. Tartışma ve Sonuç

Farelerde bulunabilen parazitlerin bazıları insanlara da bulaşabilmektedir. Bu parazitlere örnek olarak karaciğer kelebeği *Fasciola hepatica*, cüce tenya *Hymenolepis nana*, *H.*

diminuta, oksyurid türlerinden *Syphacia obvelata*, trişin *Trichinella spiralis* ve karaciğere yerleşen *Capillaria hepatica* türleri verilebilir. *C. hepatica*, *H. diminuta*, *H. nana* ve *Cysticercus fasciolaris* gibi helmintleri de kapsayan 22'den

fazla kemirgen-ilişkili zoonotik helmint, en fazla Orta Doğu ülkelerinde görülmektedir (Islam et al., 2020). Protozoonlar içinde ise *Toxoplasma gondii* ve *Cryptosporidium parvum* insanlarda enfeksiyonlara sebep olmaktadır. Bu nedenle özellikle yabancı farelerle çalışan araştırmacıların bu tür bulaşlara karşı dikkatli olmaları gerekir. Ayrıca ev farelerinde bulunan bu tür parazitlerin bulaşmasında fekal kontaminasyonun en önemli bulaş yolu olduğu göz önüne alındığında, farelerin özellikle kiler gibi gıda depolanan alanlardan uzak tutulmasının önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Ev farelerinin Tablo 1'deki beş tür helmint ile laboratuvarlarda yapay olarak enfekte edilebildikleri bildirilmiştir (*Heligmosomoides bakeri*, *Nematospiroides dubius*, *Schistosoma mansoni*, *Strongyloides venezuelensis*, *Trichinella spiralis*). Bu türler içerisinde bulunan *Schistosoma mansoni* özellikle Afrika'da ve Güney Amerika'nın doğusunda yaygındır ve yüz milyonlarca insanı etkilemektedir (Masamba et al., 2016). *S. mansoni* enfeksiyonu tedavi edilmediğinde mesane kanserine neden olabilmektedir. *S. mansoni* arakonağı tatlı su salyangozları olmakla beraber, kanalizasyon sistemlerine girip çıkan farelerin bu hastalığın yayılmasında önemli bir faktör olabileceği göz önünde bulundurularak, kanalizasyon sistemlerinin haliç gibi durgun sulardan uzak alanlara deşarjının sağlanması, halk sağlığının korunması açısından oldukça önemli görünmektedir.

Tablodaki iki Acanthocephala türünden biri olan *Moniliformis moniliformis* insanlara geçebilen türlerdendir. Ev farelerinde bulunabilen yedi tür trematod içinde yer alan *Fasciola hepatica* hem insanlarda hem de koyunlarda önemli bir sağlık problemi olan fasioliyazise neden olmaktadır. Bu tür, daha çok sığır ve koyunlarda görülmektedir. Türkiye'de koyunlarda endemiktir ancak insanlarda seyrek olarak rastlanmaktadır (Emir et al., 2013). Tablodaki trematod türlerinden *Artyfinostomum sufrartyfex*, Pakistan'da ev farelerinde saptanmış olup aynı zamanda Hindistan'da bir kızda da bu türe rastlanmıştır. Bu nedenle ratlarda, kedi, köpek ve domuzlarda da bulunabilen bu tür, zoonoz olarak tanımlanmaktadır (Rajper et al., 2018; Premvati & Pande Vibha, 1974).

Tablodaki on bir tür sestoed içerisinde yer alan *Hymenolepis diminuta*, *H. nana*, *Mesocestoides* sp. ve *Taenia taeniaformis* türü şeritler insanlara oral yolla bulaşabilmektedir. Bu türlerden *H. nana* daha çok büyüme çağındaki çocuklarda bulunabilmekte ve gelişim geriliğine neden olabilmekte ancak çoğu zaman semptom vermemektedir. *T. taeniaformis* (ve larvası *Cysticercus fasciolaris*) enfeksiyonu insanlarda çok nadiren rastlanmakla birlikte önem arz etmektedir (Bowman et al., 2002).

Echinococcus spp. Mısır, İran ve Türkiye'deki kemirgenlerde tespit edilen, insan sağlığı için önemli bir helminttir. İran, Kuveyt, Suudi Arabistan ve Türkiye'den insan alveolar kist hidatik vakaları bildirilmiştir (Geramizadeh & Baghernezhad, 2016; Al-Aboody et al., 2020). Ev farelerinde bulunabilen en tehlikeli sestoedlerden biri olan *E. multilocularis* metastesodunun sebep olduğu alveolar ekinokokkozis, potansiyel olarak ölümcül zoonotik bir hastalıktır (Beiromvand et al., 2013).

Laboratuvar farelerini en sık enfekte eden nematod türü olan *Syphacia obvelata* insanlara oral yolla bulaşabilmekte ve nadiren hastalığa neden olabilmektedir. Laboratuvar farelerinde sıklıkla rastlanan diğer iki tür

helmint ise *Aspicularis tetraptera* ve *Hymenolepis nana*'dır. Sağlıklı deney farelerinde sindirim sistemindeki hafif helmintik enfeksiyonlar önemli bir olumsuz etkiye sebep olmasa bile, deneysel çalışmalarda helmintlerin bulunmasından ileri gelen bir direnç düşüklüğü araştırmacıları yanlış bir sonuç çıkarımına sevk edebilir (Göksu et al., 1972; Haberman & Williams, 1958). Bıyıkoglu (1996), laboratuvar hayvanlarındaki parazitler enfeksiyonları araştırdığı çalışmasında, Ankara'daki bir laboratuvar beyaz fare barındıran 136 kafesten 134'ünü (%94.85) en az bir helmint türü ile enfekte bulmuştur. Fare kafeslerinde *Aspicularis tetraptera* %6.6; *Hymenolepis nana* %6.6; *Syphacia obvelata* %4.41; *H. nana* ve *A. tetraptera* %27.9; *S. obvelata* ve *A. tetraptera* %8.82; *S. obvelata* ve *H. nana* %5.88; *H. nana*, *S. obvelata* ve *A. tetraptera* %38.9 oranında tespit edilmiştir. Çetinkaya et al. (2017) İstanbul'daki laboratuvar ve pet farelerindeki parazitler enfeksiyonları araştırdıkları çalışmalarında farelerin *Syphacia* spp. ve *Aspicularis* spp. ile enfeksiyon oranlarını sırasıyla %20 ve %40 bulmuşlardır.

Farelerde bulunduğu gösterilen *Gongylonema* cinsine ait bazı türlerin ratlarda karaciğer kanserine neden olması dikkat çekicidir. *G. neoplasticum* özellikle *Rattus rattus* ve *R. norvegicus*'un özefagusunda bulunur ve ratlarda karsinomatöz büyümenin bir enstrümanı olarak büyük öneme sahiptir (Seo et al., 1968). Bu örnek, parazitler enfeksiyonlardan korunmanın hayati önemini bir kez daha göstermektedir.

Rickettsia enfeksiyonu için fare ektoparazitleri vektör olarak risk oluşturmaktadır. Farelerde bulunabilen *Xenopsylla cheopis* türü pire, veba (*Yersinia pestis*) ve endemik tifüs (*Rickettsia typhi*) taşıyabilen bir vektördür. Ayrıca *Hymenolepis diminuta* ve *H. nana* için ara konaktır. *Nosopsyllus* spp. türü pire de *R. typhi* taşıyabilir. *Rhipicephalus* spp. türü kene, benekli humma (*R. rickettsii*) vektördür ve ayrıca *Babesia* spp. ve *Theileria* spp. taşıyabilir. *Theileria* spp. sığır, koyun ve keçilerde hastalık oluştururken, *Babesia* spp. bu hayvanlara ilaveten insanlara da bulaşabilir (İnci & Düzlü, 2009; Mathison & Pritt, 2014).

Rabiee et al. (2018) tarafından yazılan bir derlemeye göre *Mus musculus* 14 tür zoonotik hastalık taşıyabilmektedir ve bunların büyük çoğunluğu bakteriyel ve parazitiktir.

Sonuç olarak farelerin dünyada çok yaygın olmaları ve taşıdıkları bazı parazitlerin insanlar için büyük bir sağlık riski oluşturması nedeniyle bu derlemede konunun önemine dikkat çekilmiştir. Farelerde bulunan parazitler ile ilgili daha fazla araştırma yapılması ve bunların insan ve hayvan sağlığı üzerine olası etkilerinin topluma açıklanması halk sağlığının korunması açısından faydalı olacaktır.

Teşekkür: Bu çalışmamızı bizlere zoolojiyi sevdiiren Saygıdeğer Hocamız merhum Prof. Dr. Metin AKTAŞ'a ithaf etmek istiyoruz. Onu daima sevgi ve minnetle anıyoruz.

Bu derleme Dilara KARAMAN'ın doktora tez çalışmasından üretilmiştir. Doç. Dr. Ahmet Onur GİRİŞGİN tez çalışmasının danışmanıdır. Bu çalışma için hiçbir kurumdan finansal destek alınmamıştır.

Etik kurul onayı: Bu çalışma için etik kurul onayı alınmasına gerek yoktur.

Çıkar çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Yazar katkısı: Fikir/Kavram - D.K.; Tasarım - D.K., A.O.G.; Denetleme/Danışmanlık - D.K.; Analiz Yorumlama - D.K., A.O.G.; Kaynak Taraması - D.K.; Makalenin Yazımı - D.K.; Eleştirel İnceleme - A.O.G.

Kaynaklar

- Al-Aboudy, M.S., Omar, M.A., & Alsayeqh, A.F. (2020). Epizootiology of zoonotic parasites in Middle East: A comprehensive review. *Annual Parasitology*, 66(2), 125-133. <https://doi.org/10.17420/ap6602.247>
- Al-Hindi, A.I., Meqdad, B., & Kishta, R. (2021). Occurrence of intestinal parasitic diseases of mice *Mus musculus* in Gaza and Rafah, Gaza Strip, Palestine. *Munis Entomology & Zoology*, 16(1), 268-274.
- Allymehr, M., Tavassoli, M., Manoochehri, M.H., & Ardavan, D. (2012). Ectoparasites and Gastrointestinal Helminths of House Mice (*Mus musculus*) from Poultry Houses in Northwest Iran *Comparative Parasitology*, 79(2), 283-287. <https://doi.org/10.1654/4534.1>
- Andreiko, O.F. (1973). *Parasites of Moldavian mammals*. Kishinev, Izd. Stiinca, 186 pp. (in Russian).
- Arzamani, K., Salehi, M., Mobedi, I., Adinezade, A., Hasanpour, H., Alavinia, M., ... & Mohammadi, Z. (2017). Intestinal Helminths in Different Species of Rodents in North Khorasan Province, Northeast of Iran. *Iranian journal of parasitology*, 12(2), 267-273.
- Behnke, J.M., & Robinson, M. (1985). Genetic control of immunity to *Nematospiroides dubius*: a 9-day anthelmintic abbreviated immunizing regime which separates weak and strong responder strains of mice. *Parasite immunology*, 7(3), 235-253. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3024.1985.tb00073.x>
- Beirromvand, M., Akhlaghi, L., Fattahi Massom, S.H., Meamar, A.R., Darvish, J., & Razmjou, E. (2013). Molecular Identification of *Echinococcus multilocularis* Infection in Small Mammals from Northeast, Iran. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(7), e2313. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002313>
- Benatti, D., Andrietti, L.F., Cândido Júnior, J.F., Vogliotti, A., Moraes, M.F.D., Tebaldi, J.H., & Hoppe, E.G.L. (2021). Rodent helminths in fragmented Atlantic Forest areas in the western region of the state of Paraná. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 30(3), e009521. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612021058>
- Bıyıkoğlu, G. (1996). Bazı Laboratuvar Hayvanlarında Dışkı Bakılarında Saptanan Helmintler. *Etilik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 8(4), 137-146.
- Bowman, D.D., Hendrix, C.M., Lindsay, D.S., & Barr, S.C. (2002). *Feline Clinical Parasitology*. Ames, Iowa State University Press, 469 pp.
- Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphanesi (2022). Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphanesi. Retrieved from: <http://uludag.edu.tr/kutuphane>
- Cigarroa-Toledo, N., Santos-Martinez, Y., Zaragoza-Vera, C.V., Garcia-Rodriguez, M.M., Baak-Baak, C.M., Machain-Williams, C., ... & Torres-Chable, O.M. (2017). Occurrence of gastrointestinal helminths in commensal rodents from Tabasco, Mexico. *Helminthologia*, 54(2), 170 - 173. <https://doi.org/10.1515/helm-2017-0014>
- Clark, P.R., Ward, W.T., Lang, S.A., Saghbini, A., & Kristan, D.M. (2013). Order of Inoculation during *Heligmosomoides bakeri* and *Hymenolepis microstoma* Coinfection Alters Parasite Life History and Host Responses. *Pathogens*, 2(1), 130-152. <https://doi.org/10.3390/pathogens2010130>
- Conn, D.B., Hefty, C.A., & Owen, S.C. (2021). Infection of Mammary Glands of Small Mammals in Eastern North America by Helminths. *Animals*, 11, 3207. <https://doi.org/10.3390/ani1113207>
- Çetinkaya, H., Taş, T., & Vuruşaner, C. (2017). Determination of the parasitic stages in the faeces of some laboratory and pet animals by using flotation technique in Istanbul, Turkey. *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 1(2), 35-39. <https://doi.org/10.30704/http-www-ijvs-net.322964>
- Diagne, C., Ribas, A., Charbonnel, N., Dalecky, A., Tatar, C., Gauthier, P., ... & Brouat, C. (2016). Parasites and invasions: changes in gastrointestinal helminth assemblages in invasive and native rodents in Senegal. *International Journal for Parasitology*, 46(13-14), 857-869. <http://doi.org/10.1016/j.ijpara.2016.07.007>
- Díaz-Ungria, C. (1963). Nematodes parasites, nouveaux ou intéressants, du Venezuela. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 38(6), 893-914. <https://doi.org/10.1051/parasite/1963386893>
- Ebrahimi, M., Sharifi, Y., & Nematollahi, A. (2016). Assessment of gastrointestinal helminths among house mice (*Mus musculus*) caught in the north-west of Iran, with a special view on zoonotic aspects. *Comparative Clinical Pathology*, 25, 1047-1051. <https://doi.org/10.1007/s00580-016-2308-z>
- Elshazly, A.M., Awad, S.I., Azab, M.S., Elsheikha, H.M., Abdel-Gawad, A.G., Khalil, H.H., & Morsy, T.A. (2008). Helminthes of synanthropic rodents (Rodentia: Muridae) from Dakahlia and Menoufia, Egypt. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 38(3), 727-740.
- Emir, S., Yazar, M.F., Sözen, S., Altınsoy, H.B., Bulut, H.T., & Özkan, Z. (2013). *Fasciola hepatica*'ya Bağlı Olarak Gelişen Akut Kolanjit Ve Pankreatit: Olgu Sunumu. *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 14(3), 27-29.
- Feliu, C., López, M., Gómez, M.S., Torres, J., Sánchez, S., Miquel, J., ... & Foronda, P. (2012). Parasite fauna of rodents (Murinae) from El Hierro (Canary Islands, Spain): a multidisciplinary approach. *Acta parasitologica*, 57(2), 171-178. <https://doi.org/10.2478/s11686-012-0016-7>
- Fuehrer, H.P., Petra Igel, P., & Auer, H. (2011). *Capillaria hepatica* in man: An overview of hepatic capillariosis and spurious infections. *Parasitology Research*, 109, 969-979. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2494-1>
- Genov, T. (1984). Helminths of insectivorous mammals and rodents in Bulgaria. Sofia, Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, 348 pp. (in Bulgarian).
- Geramizadeh, B., & Baghernezhad, M. (2016). Hepatic Alveolar Hydatid Cyst: A Brief Review of Published Cases from Iran in the Last 20 Years. *Hepatitis monthly*, 16(10), e38920. <https://doi.org/10.5812/hepatmon.38920>
- Gholipoury, M., Rezai, H.R., Namroodi, S., & Arab Khazaeli, F. (2018). Response to: Comment on "Zoonotic and Non-zoonotic Parasites of Wild Rodents in Turkman Sahra, Northeastern Iran". *Iranian journal of parasitology*, 13(4), 681-682.
- Google Scholar (2022). Google Scholar. Retrieved from: <https://scholar.google.com>
- Göksu, K., Alibaşoğlu, M., & Dinçer, Ş. (1972). Beyaz Fareler (*Mus musculus* var. *albinos*) ve Beyaz Kemelerde (*Rattus norvegicus* var. *albinos*) Helminthiasis'ler. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(01/02), 118-126. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002386
- Gürler, A.T., & Bakan, N. (2017). Türkiye'de Laboratuvar Hayvanlarında Görülen Helmintler. *Türkiye Klinikleri Journal of Laboratory Animals*, 1(1), 41-48. <https://doi.org/10.5336/jlabanim.2016-51547>
- Guimarães, A.O., Valença, F.M., Sousa, J.B.S., Souza, S.A., Madi, R.R., & Melo, C.M. (2014). Parasitic and fungal infections in synanthropic rodents in an area of urban expansion, Aracaju, Sergipe State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 36(1), 113-120. <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v36i1.19760>
- Haberman, R.T., & Williams J.P. (1958). The identification and control of helminths in Laboratory Animals. *Journal of the National Cancer Institute*, 20(5), 979-1009.
- Hancke, D., & Suárez, O.V. (2018). Structure of parasite communities in urban environments: the case of helminths in synanthropic rodents. *Folia Parasitologica*, 65, 009. <https://doi.org/10.14411/fp.2018.009>
- Hedrich, H.J. (2012). *The Laboratory Mouse*. Second Edition. London, Elsevier, 512 pp.
- Huq, M.M., Karim, M.J., & Sheikh, H. (1985). Helminth parasites of rats, house mouse and moles in Bangladesh. *Pakistan Veterinary Journal* 5, 143-144.
- Isaac, C., Igbiosa, B.I., Ohiole, J.A., & Osimen, C.E. (2018). Endoparasites of Small Mammals in Edo State, Nigeria: Public Health Implications. *The Korean Journal of Parasitology*, 56(1), 93-100. <https://doi.org/10.3347/kjp.2018.56.1.93>
- Islam, M., Farag, E., Hassan, M.M., Bansal, D., Awaidy, S., Abubakar, A., Al-Romaihi, H., & Mkhize-Kwitshana, Z. (2020). Helminth Parasites among Rodents in the Middle East Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Animals*, 10, 2342. <https://doi.org/10.3390/ani10122342>
- İnci, A., & Düzü, Ö. (2009). Vektörler ve Vektörlerle Bulaşık Hastalıklar. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 6(1), 53-63.
- Jiménez, A.M. (1992). Contribución al conocimiento de la parasitofauna de micromamíferos de la isla de Córcega (Francia). Thesis Doctoral, Universidad de Valencia, Valencia, 421 pp.
- Kataranovski, D.S., Vukićević-Radić, O.D., Kataranovski, M.V., Radović, D.L., & Mirkov, I.I. (2008). Helminth Fauna of *Mus musculus* Linnaeus, 1758 From The Suburban Area of Belgrade, Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 60(4), 609-617. <https://doi.org/10.2298/ABS0804609K>
- Khaghani, R. (2007). The Economic and Health Impact of Rodent in Urban Zone and Harbours and their Control Methods. *Annals of Military and Health Sciences Research*, 4(4), 1071-1078.

- Kim, D.G., Park, J.H., Kim, J.L., Jung, B.K., Jeon, S.J., Lim, H., ... & Chai, J.Y. (2015). Intestinal nematodes from small mammals captured near the demilitarized zone, Gyeonggi province, Republic of Korea. *The Korean journal of parasitology*, 53(1), 135-139. <https://doi.org/10.3347/kjp.2015.53.1.135>
- Kriska, T. (1993). Parasitic helminths of house mouse (*Mus musculus* Linnaeus, 1758) in Hungary. *Miscellanea Zoologica Hungarica*, 8, 13-23.
- Laakkonen, J., Kallio-Kokko, H., Vapalahti, O., Vaheri, A., Vyskočilová, M., Munclinger, P., ... & Henttonen, H. (2007). The screening of parasites and viral pathogens of small mammals from a farm in southern Finland, and genetic identification of the Finnish house mouse, *Mus musculus*. *Annales Zoologici Fennici*, 44, 202-208.
- Landaeta-Aqueveque, C., Robles, M., & Cattan, P. (2007). The community of gastrointestinal helminthes in the house mouse, *Mus musculus*, in Santiago, Chile. *Parasitology*, 62, 165-169.
- Lucio, C., Gentile, R., Cardoso, T., de Oliveira Santos, F., Teixeira, B.R., Maldonado Júnior, A., & D'Andrea, P.S. (2021). Composition and structure of the helminth community of rodents in matrix habitat areas of the Atlantic forest of southeastern Brazil. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 15, 278-289. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2021.07.001>
- Marra, N.M., Amarante, A.F.T., & Amarante, M.R.V. (2007). Genetic basis of the resistance to *Strongyloides venezuelensis* (Nematoda, Rhabdiasidae) infection in mice (*Mus musculus*). *Genetics and Molecular Biology*, 30(1), 60-64. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572007000100012>
- Masamba, P., Adenowo, A.F., Oyinloye, B.E., & Kappo, A.P. (2016). Universal Stress Proteins as New Targets for Environmental and Therapeutic Interventions of Schistosomiasis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(10), 972. <https://doi.org/10.3390/ijerph13100972>
- Mas-Coma, S., Esteban, J.G., Fuentes, M.V., Bargues, M.D., Valero, M.A., & Galan-Puchades, M.T. (1998). Helminth parasites of small mammals (insectivores and rodents) on the pityusic island of Formentera (Balearic ½sn18 Archipelago). *Research and Reviews in Parasitology*, 58, 125-133.
- Mas-Coma, S., Esteban, J.G., Fuentes, M.V., Bargues, M.D., Valero, M.A., & Galan-Puchades, M.T. (2000). Helminth parasites of small mammals (insectivores and rodents) on the pityusic island of Eivissa (Balearic Archipelago). *Research and Reviews in Parasitology*, 60(1-2), 41-49.
- Mathison, B.A., & Pritt, B.S. (2014). Laboratory Identification of Arthropod Ectoparasites. *Clinical Microbiology Reviews*, 27(1), 48-67. <https://doi.org/10.1128/CMR.00008-13>
- Mažeika, V., Paulauskas, A., & Balčiauskas, L. (2003). New Data on the Helminth Fauna of Rodents of Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*, 13(1), 41-47. <https://doi.org/10.1080/13921657.2003.10512542>
- Milazzo, C., Bellocq, J.G., Cagnin, M., Casanova, J.C., Bella, C., Felio, C., ... & Santalla, F. (2003). Helminths and Ectoparasites of *Rattus rattus* and *Mus musculus* from Sicily, Italy. *Comparative Parasitology*, 70(2), 99-104. <https://doi.org/10.1654/4109.1>
- Moravej, G., Hamidi, K., & Nourani, L. (2016). Relationship between the sex and age of *Mus musculus* (Rodentia: Muridae) with ectoparasites prevalence in northeast of Iran. *Persian Journal of Acarology*, 5(1), 51-62. <https://doi.org/10.22073/pja.v5i1.15893>
- Pakdel, N., Naem, S., Rezaei, F., & Chalehchaleh, A. A. (2013). A survey on helminthic infection in mice (*Mus musculus*) and rats (*Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*) in Kermanshah, Iran. *Veterinary Research Forum: An International Quarterly Journal*, 4(2), 105-109.
- Panti-May, J., Palomo-Arjona, E., Gurubel-González, Y., Barrientos-Medina, R., Digiani, M., Robles, M., ... & Machain-Williams, C. (2019). Patterns of helminth infections in *Rattus rattus* and *Mus musculus* from two Mayan communities in Mexico. *Journal of Helminthology*, 94, 1-8. <https://doi.org/10.1017/S0022149X19000063>
- Pisanu, B., Chapuis, J.-L., Durette-Desset, M.-C. (2001). Helminths from Introduced Small Mammals on Kerguelen, Crozet, and Amsterdam Islands (Southern Indian Ocean). *Journal of Parasitology*, 87(5), 1205-1208. [http://doi.org/10.1645/0022-3395\(2001\)087\[1205:HFISMO\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1645/0022-3395(2001)087[1205:HFISMO]2.0.CO;2)
- Premvati, G., & Pande Vibha (1974). On *Artyfechinostomum malayanum* (Leiper, 1911) Mendheim, 1943 (Trematoda: Echinostomatidae) with synonymy of allied species and genera. *The Helminthological Society of Washington*, 41, 151-160.
- Pubmed (2022). Pubmed. Retrieved from: www.ncbi.nlm.nih.gov
- Pubmed Central (2022). Pubmed Central. Retrieved from: <https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc>
- Pulido-Flores, G., Moreno-Flores, S., & Monks, S. (2005). Helminths of Rodents (Rodentia: Muridae) from Metztlán, San Cristóbal, and Rancho Santa Elena, Hidalgo, Mexico. *Comparative Parasitology*, 72(2), 186-192. <https://doi.org/10.1654/4146>
- Rabiee, M.H., Mahmoudi, A., Siaharsarie, R., Krystufek, B., & Mostafavi, E. (2018). Rodent-borne diseases and their public health importance in Iran. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 12(4), e0006256. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006256>
- Rahdar, M., Sadat Roointan, E., Vazirianzadeh, B., & Alborzi, A. (2017). Study of Internal Parasites of Rodents in Ahvaz, South-West of Iran, Jundishapur Journal of Health Sciences, 9(1), e29067. <https://doi.org/10.17795/jjhs-29067>
- Rajper, M., Birmani, N.B., Naz, S., & Abro, M.M. (2018). Statistical analysis of helminthic infection in house mouse (*Mus musculus*) district Nausharo Feroz, Sindh, Pakistan. *Pure and Applied Biology*, 7(1), 356-364. <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2018.70044>
- Reeves, W.K., & Cobb K.D. (2005). Ectoparasites of House Mice (*Mus musculus*) from Pet Stores in South Carolina, USA. *Comparative Parasitology*, 72(2), 193-195. <https://doi.org/10.1654/4178>
- Researchgate (2022). Researchgate. Retrieved from: www.researchgate.net
- Rizhikov, K.M. (1978). Identification key for helminth fauna of rodents in the USSR. Vol 1. (Cestoda, Trematoda). Moscow, Izd. Nauka, 232 pp. (in Russian).
- Rizhikov, K.M. (1979). Identification key for helminth fauna of rodents in the USSR. Vol 1 (Nematoda, Acanthocephala). Moscow, Izd. Nauka, 280 pp. (in Russian).
- Science Direct (2022). Science Direct. Retrieved from: www.sciencedirect.com
- Seo, B.S., Rim, H.J., Yoon, J.J., Koo, B.Y., & Hong, N.T. (1968). Studies on the Parasitic Helminths of Korea: III. Nematodes and Cestodes of Rodents. *Kisaengch' unghak chapchi. The Korean journal of parasitology*, 6(3), 123-131. <https://doi.org/10.3347/kjp.1968.6.3.123>
- Sharma, D., Joshi, S., Vatsya, S., & Yadav, C.L. (2013). Prevalence of gastrointestinal helminth infections in rodents of Tarai region of Uttarakhnad. *Journal of Parasitic Diseases*, 37, 181-184. <https://doi.org/10.1007/s12639-012-0158-4>
- Sharpilo, L.D. (1966). On the recent status in studies of the helminth fauna of insectivores, leporids and rodents in the Ukrainian SSR. In: *Problemy parazitologii*, 6, 232-242, Kiev, Izd. Naukova dumka (in Russian).
- Simões, L.F., Kawano, T., Allegritti, S.M., Linhares, A.X., Magalhães, L.A., & Zanotti-Magalhães, E.M. (2015). Effect of *Piper tuberculatum* Extract on Adult *Schistosoma mansoni*: in vitro and in vivo Tests. *Revista De Patologia Tropical / Journal of Tropical Pathology*, 44(1), 56-66. <https://doi.org/10.5216/rpt.v44i1.34803>
- Sumangali, K., Rajapakse, R.P.V.J., & Rajakaruna, R.S. (2012). Urban rodents as potential reservoirs of zoonoses: a parasitic survey in two selected areas in Kandy district. *The Ceylon Journal of Science (Bio. Sci.)* 41(1), 71-77. <http://doi.org/10.4038/cjsbs.v41i1.4539>
- Tanideh N., Sajadi S.M., Mohammadzadeh T., & Mehrbani D. (2010). *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 12(2), 151-157.
- Valente, A., Gabriel, S.I., Gomes, L., Correia, J., Mathias, M.L., & Madeira de Carvalho, L.M. (2014). *Helminthic infections in the liver of Mus musculus from Madeira Archipelago - Preliminary Results*. 14th Rodens et Spatium International Conference on on Rodent Biology, August 2014, Lisbon, Portugal. <https://doi.org/10.13140/2.1.4380.7041>
- Wakelin, D., & Donachie, A.M. (1980). Genetic control of immunity to parasites: adoptive transfer of immunity between inbred strains of mice characterized by rapid and slow immune expulsion of *Trichinella spiralis*. *Parasite immunology*, 2(4), 249-260. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3024.1980.tb00057.x>
- Wertheim, G., & Durette-Desset, M. (1975). Trichostrongyloides [Helminths of birds and mammals from Israel. VI. The taxonomy and ecology of Trichostrongylid Nematodes (author's transl)]. *Annales de parasitologie humaine et comparee*, 50(6), 735-762.
- Wilson, D.E., & Reeder D.M. (Ed.) (1993). *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference* (2nd edition). Washington, DC, Smithsonian Institution, 1206 pp.
- Yousefi, A., Eslami, A., & Mobeidi, I. (2012). *New Species of Rodents Oxyuridae in Hamadan Regions of Iran*. Parasitology and Parasitic Diseases in Iran. 1st International and 8th National Congress. Kerman University of Medical Sciences, Iran. <https://doi.org/10.13140/2.1.3074.4324>
- Zarei, Z., Mohebbali, M., Heidari, Z., Davoodi, J., Shabestari, A., Motevalli Haghi, A., ... & Kia, E.B. (2016). Helminth Infections of *Meriones persicus* (Persian Jird), *Mus musculus* (House Mice) and *Cricetulus migratorius* (Grey Hamster): A Cross-Sectional Study in Meshkin-Shahr District, Northwest Iran. *Iranian journal of parasitology*, 11(2), 213-220.