



ÇANKIRI KARATEKİN UNIVERSITY



Cilt / Volume: 9

Sayı / Number: 2

Kasım / November: 2023

e- ISSN: 2458-8474 Online



ANATOLIAN BRYOLOGY

Kapak fotoğrafi / Cover photo

1. *Palamocladium euchloron*
2. *Sphagnum capillifolium*
3. *Grimmia anodon*
4. *Pterygoneurum ovatum*

by Dr. Nevzat BATAN

by Dr. Nevzat BATAN

by Dr. Tülay EZER

by Dr. Tülay EZER

ÇANKIRI KARATEKİN UNIVERSITY
ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ



ANATOLIAN BRYOLOGY
ANADOLU BRİYOLOJİ DERGİSİ



Cilt / Volume: 9

Sayı / Number: 2

Kasım / November 2023

e-ISSN: 2458-8474

ÇANKIRI 2023

ANATOLIAN BRYOLOGY		
Cilt / Volume: 9	Sayı / Number: 2	Kasım / November 2023
İmtiyaz Sahibi = Grantee Prof. Dr. Harun ÇİFÇİ Rektör = Rector	Yazı İşleri Müdürü = Editor-in-Chief Dr. Serhat URSAVAŞ	
Yayın İdare Merkezi = Publication Administration Center Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Yeni Mah. Bademlik Cad. 18200 Çankırı / TÜRKİYE Tel.: +90 376 212 27 57 / 3261; Faks: +90 376 213 6983 E-posta: serhatursavas@gmail.com, anatolianbryology@gmail.com İnternet sitesi = Website: https://dergipark.org.tr/tr/pub/anatolianbryology		
Editör = Editor-in Chief Dr. Serhat URSAVAŞ	Yardımcı Editör = Associate Editor Dr. Tamer KEÇELİ	Alan Editörü = Section Editor Dr. Muhammet ÖREN (Marchantiophyta) Dr. Nevzat BATAN (Bryophyta)
Yayın Kurulu = Editorial Board		
Dr. Bernard GOFFINET Dr. Gökhan ABAY Dr. Güray UYAR Dr. Joan SİLVA Dr. Rayna NATCHEVA Dr. Ryszard OCHYRA Dr. Turan ÖZDEMİR Dr. William R. BUCK	University of Connecticut University of Recep Tayyip Erdoğan Ankara Hacı Bayram Veli University State University of Paraíba Bulgarian Academy of Sciences Polish Academy of Sciences Karadeniz Teknik University New York Botanical Garden	USA TÜRKİYE TÜRKİYE BRAZIL BULGARIA POLAND TÜRKİYE USA
Dil Editörü = Language Editor Dr. Okan ÜRKER Dr. Üstüner BİRBEN Sekretarya = Secretary Research Assistant: Simge ÇİZGEN		

ANATOLIAN BRYOLOGY		
Danışma Kurulu = Advisory Board		
Dr. Adnan ERDAĞ	Adnan Menderes Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Barbaros ÇETİN	Dokuz Eylül Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Bernard GOFFINET	University of Connecticut	USA
Dr. Gökhan ABAY	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Güray UYAR	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Hatice ÖZENOĞLU	Adnan Menderes Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. İsa GÖKLER	Dokuz Eylül Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Joan SİLVA	State University of Paraíba	BRAZIL
Dr. Mesut KIRMACI	Adnan Menderes Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Mevlüt ALATAŞ	Munzur Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Muhammet ÖREN	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Nevzat BATAN	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Rayna NATCHEVA	Bulgarian Academy of Sciences	BULGARIA
Dr. Recep KARA	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Ryszard OCHYRA	Polish Academy of Sciences	POLAND
Dr. Si HE	Missouri Botanical Garden	USA
Dr. Sushil Kumar SINGH	Botanical Survey of India	INDIA
Dr. Tamer KEÇELİ	Çankırı Karatekin Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Turan ÖZDEMİR	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Tülay EZER	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. William R. BUCK	New York Botanical Garden	USA
<p>Bu dergide öne sürülen fikirler makale yazar(lar)ına aittir. Anatolian Bryology’de yer alan yazılar, Yayın Kurulu’ndan izin almaksızın başka yerde yayınlanamaz.</p> <p>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesinin bir dergisi olan Anatolian Bryology yılda iki kez (Kasım-Haziran) yayınlanan Uluslararası Hakemli bir dergidir.</p> <p>Dergide yayınlanan makalelere: http://dergipark.gov.tr/anatolianbryology adresinden ulaşabilirsiniz.</p> <p>© 2023 Tüm hakları saklıdır.</p>		
<p>The articles in Anatolian Bryology present their author’s own opinions. Publication of any article in the journal is not allowed without permission of the Editorial Board.</p> <p>As a journal of Faculty of Forestry in Çankırı Karatekin University, Anatolian Bryology is an international refereed journal that is published twice a year (November – June).</p> <p>This journal is available online at http://dergipark.gov.tr/anatolianbryology</p> <p>© 2023 All rights reserved.</p>		

Contents = İçindekiler

Research Article / Araştırma Makalesi

- 58. Determination of Phytochemical Content and Antioxidant Activities of *Sphagnum divinum* Flatberg & K. Hassel and *Sphagnum girgensohnii* Russow (Sphagnopsida)**
Sphagnum divinum Flatberg & K. Hassel ve *Sphagnum girgensohnii* Russow (*Sphagnopsida*)'nin Fitokimyasal İçeriklerinin ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi
 Tülay AŞKIN ÇELİK, Özlem Sultan ASLANTÜRK, Gözde ASLAN, Mesut KIRMACI
- 70. Contributions to the Liverwort (Marchantiophyta = Hepaticae) Flora of İzmir Province (Türkiye)**
İzmir İli Ciğerotu (Marchantiophyta= Hepaticae) Florasına Katkılar (Türkiye)
 Sinem SARITAŞ, İsa GÖKLER
- 75. The Tiny Pleurocarpous Moss *Platydictya jungermannioides* (Brid.) H. A. Crum in Türkiye**
*Türkiye'deki Küçük Pleurokarp Yapraklı Karayosunu *Platydictya jungermannioides* (Brid.) H.A.Crum*
 Tülay EZER, Ali KESKİN, Ahmet UYGUR, Harun ÇULHA, Züleyha ASLAN, Nevzat BATAN, Mevlüt ALATAŞ
- 80. The Moss Flora of Soğanlı Valley (Kayseri)**
Soğanlı Vadisi (Kayseri) Karayosunu Florası
 Recep KARA, Cemal SEVİNÇ, Emrah URLU
- 86. Antimicrobial and Antifungal Activities of Some Mosses Collected from Beypazarı, Güdül and Nallıhan Districts of Ankara**
Ankara'nın Beypazarı, Güdül ve Nallıhan İlçelerinden Toplanan Bazı Karayosunlarının Antimikrobiyal ve Antifungal Aktiviteleri
 Gülen Nur HAŞİMOĞLU, Güray UYAR, Nazife ASLAN, Gülden VURAL

Review Article / Derleme Makaleleri

- 92. Notes on the Species of *Hookeria* (Hookeriaceae) in Türkiye**
*Türkiye'deki *Hookeria* (Hookeriaceae) Türleri Üzerine Notlar*
 Hüseyin ERATA , Nevzat BATAN
- 97. Notes on the Species of *Amphidium* (Amphidiaceae) in Türkiye**
*Türkiye'deki *Amphidium* (Amphidiaceae) Türleri Üzerine Notlar*
 Nevzat BATAN, Hüseyin ERATA

ABSTRACTED / INDEXED / ARCHIVED

Thomson Reuters/Clarivate Analytics (Biological Abstracts and BIOSIS Previews), DOAJ, EBSCO, TR Dizin, Türkiye Atıf Dizini, CrossRef, Google Scholar, ResearchBib, DRJI, Scientific Indexing Services, International Scientific Indexing, CiteFactor, ASOS Index, SOBIAD, EuroPub, OJOP (Online Journal Platform and Indexing Association), Academindex

HAKEMLER = REVIEWERS**Dr. Ahmet UYGUR****Aksaray (TÜRKİYE)****Dr. Ergin Murat ALTUNER****Kastamonu (TÜRKİYE)****Dr. Gökhan ABAY****Rize (TÜRKİYE)****Dr. Güray UYAR****Ankara (TÜRKİYE)****Dr. Hüseyin ERATA****Gümüşhane (TÜRKİYE)****Dr. Özcan ŞİMŞEK****Çanakkale (TÜRKİYE)****Dr. Marko SABOVLJEVIC****Belgrade (SERBIA)****Dr. Mesut KIRMACI****Aydın (TÜRKİYE)****Dr. Mevlüt ALATAŞ****Elazığ (TÜRKİYE)****Dr. Muhammet ÖREN****Zonguldak (TÜRKİYE)****Dr. Nevzat BATAN****Trabzon (TÜRKİYE)****Dr. Recep KARA****Nevşehir (TÜRKİYE)****Dr. Serhat URSAVAŞ****Çankırı (TÜRKİYE)****Dr. Tamer KEÇELİ****Çankırı (TÜRKİYE)****Dr. Turan ÖZDEMİR****Trabzon (TÜRKİYE)****Dr. Tülay EZER****Niğde (TÜRKİYE)**



<http://dergipark.org.tr/tr/pub/anatolianbryology>

DOI: 10.26672/anatolianbryology.1301057

Anatolian Bryology
Anadolu Briyoloji
Dergisi
Research Article
e-ISSN:2458-8474
Online



Determination of Phytochemical Content and Antioxidant Activities of *Sphagnum divinum* Flatberg & K. Hassel and *Sphagnum girgensohnii* Russow (Sphagnopsida)

Tülay AŞKIN ÇELİK¹, Özlem Sultan ASLANTÜRK¹, Gözde ASLAN², Mesut KIRMACI^{1*}

¹Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Science, Department of Biology, Aydın, TÜRKİYE

²Aydın Adnan Menderes University, Buharkent Vocational School, Aydın, TÜRKİYE

Received: 23 May 2023

Revised: 22 July 2023

Accepted: 25 September 2023

Abstract

This study aimed to explore the phytochemical constituents and antioxidant activity of methanol extracts from *Sphagnum divinum* and *Sphagnum girgensohnii*. Screening methods were employed to identify the phytochemical groups present in the methanol extracts of these two *Sphagnum* species, which have been relatively understudied for their antioxidant potential. The antioxidant properties of the extracts were evaluated using *in vitro* DPPH, CUPRAC, and phosphomolybdate assays. The experimental results revealed that the methanol extract of *S. divinum* exclusively contained phenols and tannins, while the methanol extract of *S. girgensohnii* contained phenols, tannins, and saponins. Alkaloids and flavonoids were not detected in either bryophyte. The methanol extracts of both *S. divinum* and *S. girgensohnii* exhibited DPPH scavenging activity exceeding 50% at all tested concentrations. An increase in DPPH scavenging ability was observed with increasing extract concentration. The DPPH scavenging activity of *S. divinum* methanol extract was consistently higher than that of *S. girgensohnii* methanol extract across all tested concentrations. These findings suggest that *S. divinum* and *S. girgensohnii* hold promise as potential sources of antioxidant compounds.

Key words: Bryophytes, Peatland, CUPRAC assay, DPPH, Phosphomolybdate assay

Sphagnum divinum Flatberg & K. Hassel ve *Sphagnum girgensohnii* Russow (Sphagnopsida)'nin Fitokimyasal İçeriklerinin ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi

Öz

Bu çalışmanın amacı, *Sphagnum divinum* ve *S. girgensohnii*'den elde edilen metanol ekstraktlarının fitokimyasal bileşenlerini ve antioksidan aktivitesini araştırmaktır. Antioksidan içeriği çok az çalışılmış olan iki farklı *Sphagnum* türünün metanol ekstraktındaki fitokimyasal aktif madde grupları tarama yöntemleri kullanılarak belirlenmiş ve antioksidan özellikleri *in vitro* DPPH deneyi, CUPRAC deneyi ve fosfomolibdat deneyi kullanılarak tespit edilmiştir. Deneylerden elde edilen sonuçlara göre, *S. divinum* 'un metanol ekstraktının sadece fenoller ve tanenler içerdiği, *S. girgensohnii* 'nin metanol ekstraktının ise fenoller, tanenler ve saponinler içerdiği, ancak her iki briyofitin de alkaloidler ve flavonoidler içermediği belirlenmiştir. Deneysel sonuçlar, *S. divinum* ve *S.girgensohnii* metanol ekstraktlarının test edilen tüm konsantrasyonlarda %50'den daha yüksek DPPH süpürme aktivitesine sahip olduğunu göstermektedir. Ekstrakt konsantrasyonundaki artışla birlikte DPPH süpürme kabiliyetinde artış olduğu gözlemlenmiştir. *S. divinum* metanol ekstraktının DPPH süpürme kabiliyeti, test edilen tüm konsantrasyonlarda *S. girgensohnii* metanol ekstraktından daha yüksek bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları, *S.divinum* ve *S. girgensohnii*'nin potansiyel antioksidan bileşik kaynakları olabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Karayosunları, Turbalık, CUPRAC Testi, DPPH, Fosfomolibdat testi

* Corresponding author: mkirmaci@gmail.com

© 2022 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Çelik T.A. Aslantürk Ö.S. Aslan G. Kırmacı M. 2023. *Determination of Phytochemical Content and Antioxidant Activities of Sphagnum divinum Flatberg & K. Hassel and Sphagnum girgensohnii Russow (Sphagnopsida). Anatolian Bryology. 9:2, 58-69.*



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

1. Introduction

It is known that the antioxidant properties of plants are effective in defense against oxidative destruction in cells, in different diseases such as cancer, vascular occlusion, and in protection against the aging process. Especially the development and utilization of natural antioxidant species are among the important research topics today. Although medicinal plants used in traditional medicine are preferred as natural antioxidant sources, it is a fact that new and different sources with high natural antioxidant capacity are needed today.

Approximately 1030 taxa in Türkiye represented bryophytes, which make up the second largest group of our plant biodiversity, according to 2015 data. According to the last updated bryophyte lists (Erdağ and Kürschner 2017; Kürschner and Frey 2020) and recent studies on bryophytes (Alataş et al., 2019; Batan et al., 2019; Ellis et al., 2019, 2020, 2021; Ursavaş and Işin 2019; Ursavaş and Keçeli 2019; Erata and Batan 2020; Erata et al., 2020; Uygur et al., 2020; Unan et al., 2020; Abay et al., 2020; Erata et al., 2021; Unan and Ören 2021; Ursavaş et al., 2021; Kırmacı et al., 2021, 2022; Özenoğlu and Kırmacı, 2022; Özen-Öztürk et al., 2023) including the studies conducted in the period from 1829 until the end of 2020, existing flora has reached ± 1047 taxa (± 844 mosses, ± 199 liverworts and 4 hornworts).

It is known that bryophytes produce various secondary metabolites to combat many stresses such as insect/animal predation, UV radiation, extreme temperature, and microbial decomposition. Secondary metabolites are compounds that do not directly affect the basic activities of plants but have primary metabolites directly related to basic activities (Shaw and Goffinet, 2000). Secondary metabolites have anti-cancer, anti-tumor, anti-fungal, anti-bacterial, and anti-oxidant activities and the anti-oxidant capacity of bryophytes is higher than some higher-structured plants (Xie and Lou, 2009). Because of reasons such as the region of distribution, seasonal changes, the amount of water and humidity to which it is exposed, and the substances taken from the environment, the secondary compounds in their content may vary according to the species and may show a rich diversity (Heinrichs et al., 2000).

Secondary metabolites are produced biosynthetically from primary metabolites in plants. Among the secondary compounds found in the structure of bryophytes are aromatic compounds, terpenoids, and fatty acids. Besides terpenoids, aromatic compounds are the most

important type of secondary metabolite found in bryophytes. The most commonly observed flavonoid species in bryophytes are flavone aglycones and glycosides, flavonol aglycones and glycosides, anthocyanins and derivatives, auronones, biflavonoids, flavanones, dihydrochalcones, dihydroflavonols, isoflavones, triflavones (Cowan, 1999., Dey and De, 2012). Also aromatic compounds, terpenoids and fatty acids (Serin, 2007), aromatic compounds, benzoic and cinnamic acid derivatives, phenolethers, alkylphenols, phenylglycosides, bisbibenzyls, bisbibenzyl dimers, stilbenes, phenanthrenes, naphthalenes, acetophenones, lignans, coumarins, isocoumarins, comestanes, and benzonaphthoxanthones (Heinrichs et al., 2000). These secondary compounds in bryophytes stand out with their anti-cancer, anti-tumor, anti-fungal, anti-bacterial and anti-oxidant properties (Bhattarai et al., 2009; Gaurav et al., 2018; Provenzano et al., 2019; Başer Canoğlu et al., 2019). There are many bryophytes with antioxidant potential and it is known that the antioxidant capacity of bryophytes is higher than some highly structured plants (Mukhopadhyay et al., 2013; Vats and Alam, 2013; Cansu et al., 2013; Çelik et al., 2014; Oyedapo et al., 2015; Aslanbaba et al., 2017; Karaoğlu et al., 2022; Karaoğlu et al., 2023; Çelik et al., 2023). Studies conducted with different species of bryophytes have revealed that bryophytes can be used as sources of antioxidants which are very useful in medical terms. Although there are examples of studies showing that flavonoids and phenolic compounds in the composition of black algae can affect the antioxidant activity of bryophytes, studies on this subject are very new and not yet sufficient.

Sphagnum is commonly referred to as peat moss because of its ecological significance in creating peat and bog. There are very limited bogs created by sphagnums in Türkiye and all of these are located in the north-eastern part of Türkiye (North-Eastern Black Sea Region) (Kırmacı et al., 2019). It represented the genus *Sphagnum* with 26 taxa in Turkish bryophyte flora (Kırmacı et al., 2022). In this study, two *Sphagnum* species, *S. divinum* and *S. girgensohnii*, were studied from Türkiye. *S. girgensohnii* is more common than *S. divinum* which has recently been given as a new record for the country (Ellis et al., 2019).

Studies on bryophytes in our country are mostly for bryofloristic purposes and studies on their biological characteristics are very limited. In this study, methanol extracts of two species belonging to two different taxa of the genus *Sphagnum*, of which there are very few studies on the antioxidant content, were got and the phytochemical active

substance groups in these crude extracts were investigated using screening methods. The antioxidant properties of the extracts were determined using *in vitro* antioxidant methods such as free radical scavenging (DPPH assay), reducing power (CUPRAC assay), and phosphomolybdate assay.

2. Materials and methods

2.1. Chemicals

1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl radical (DPPH), Ascorbic acid, and methanol were purchased from Sigma, Chem., Germany and CUPRAC assay kit was purchased from BQC (Bioquochem) Redox Technologies, Asturias, Spain.

2.2. Collection Localities

S. girgensohnii: Trabzon, Sürmene, Ağaçaş Yaylası, 2000 m., N 40° 42' 24.7" E 0.740° 05' 40.76" Collection date: 08.09.2021, MKIR 8557
S. divinum: Rize, Kavrun Yaylası, 2050m; N 40° 53' 49.8" E 41° 07' 48.4" Collection date: 09.09.2021, MKIR 8563

2.3. Preparation of methanol extracts from *S. divinum* and *S. girgensohnii*

15g powdered *S. divinum* and *S. girgensohnii* mosses were extracted with 500 mL methanol at room temperature for 24-48h. After filtration, the extracts were evaporated and yielded 0.3863 g and 0.8581g dried mass, respectively. The crude extracts were kept at +4°C until the experimental studies.

2.4 Preliminary phytochemical screening

Phytochemical analyses were carried out according to Ravishankara (2002) and Dominguez (1973). The details of the tests as are follows:

2.4.1 Detection of phenols

Methanol extracts prepared in ethanol were spotted on a filter paper. A drop of phosphomolybdic acid reagent was added to the spots and was exposed to ammonia vapors. Blue coloration of the spots indicates the presence of phenols.

2.4.2 Detection of tannins

To 2-3mL of methanolic extract, 10% alcoholic ferric chloride solution was added. Dark blue or greenish grey coloration of the solution indicates the presence of tannins in the extracts.

2.4.3 Detection of alkaloids

A drop of extracts prepared in methanol was spotted in a small piece of precoated TLC plate and the plate was sprayed with Dragendorff's reagent. Orange coloration of the spot indicates the presence of alkaloids.

2.4.5 Detection of flavonoids

To 2-3 ml of the extracts prepared in methanol, a piece of magnesium ribbon and 1mL of concentrated hydrochloric acid were added. Pink-red or red coloration of the solution indicates the presence of flavonoids.

2.4.6 Detection of saponins

10mg of the extracts were mixed with hot water and the mixtures were shaken for 30s. The formation of stable foam indicates the presence of saponins.

2.5. Folin-Ciocalteu assay for total phenolic content

Samples were analyzed spectrophotometrically for contents of total phenolic by a *Folin-Ciocalteu* colorimetric method (Singleton et al., 1999). 100 and 300µL of properly diluted extract solutions were mixed with 1mL of FC reagent. The reagent was pre-diluted, 10 times, with distilled water. After standing for 3min at room temperature, 3mL of (2 % w/v) sodium carbonate solution was added. The solutions were mixed and allowed to stand for 2h at room temperature. Then, the absorbance was measured at 760nm, using a UV spectrophotometer (Shimadzu PharmaSpec UV1700, Japan). A calibration curve was prepared, using a standard solution of gallic acid (20, 40, 60, 80 and 100mgmL⁻¹). The results were expressed as mg gallic acid per 100gram dry mosses.

2.6. Determination of Antioxidant Activity

2.6.1. DPPH free radical scavenging assay

The free radical scavenging activity of *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts were tested for their ability to bleach the stable 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl radical (DPPH) (Brand-Williams et al., 1995). This test is based on the change in purple color of DPPH solution to yellow by antioxidant molecules, because of the scavenging of stable free DPPH radicals, which from purple to yellow measured at 517 nm (Blois, 1958). A stronger yellow color shows a greater ability of the extract to scavenge free DPPH radicals and stronger antioxidant potential. One milliliter of 0.1 mM DPPH methanol solution was added to 3 ml of 5, 10, 20, 40, 60, 80, and 100µgmL⁻¹ concentrations of methanol extracts. The mixtures were vigorously shaken, then left at room temperature to stand. Using a micro-plate reader (Elisa Reader, Biotek Co, USA) the absorbance of the mixture was measured at $\lambda = 517\text{nm}$ after 30min. 10 and 50µgmL⁻¹ ascorbic acid, the commercially known antioxidant was used as a positive control. We performed all experiments in triplicate. We

calculated the percentage of the DPPH free radical using the following equation:

Where A_0 was the absorbance of the control and A_1 was the absorbance in the presence of the methanol extracts. We compared the actual decrease in absorption induced by the test with the positive controls.

$$\text{DPPH Scavenging capacity (\%)} = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$$

2.6.2. Phosphomolybdate assay (total antioxidant capacity)

The total antioxidant capacity (TAC) assay of samples was carried out by the phosphomolybdenum method (Ghafoor and Choi, 2009). A 0.1mL aliquot of the extract (10, 20, 40, 60, 80, and 100µgmL⁻¹) solution was shaken with 1mL of reagent solution (0.6 M sulfuric acid, 28 mM sodium phosphate, and 4 mM ammonium molybdate). The test tubes were covered with aluminum foil and incubated in a water bath at 95 °C for 90 min. After the samples were cooled, the absorbances were measured at 765nm. 10 and 50µgmL⁻¹ ascorbic acid was used as standard. All experiments were performed in triplicate. The total antioxidant capacity (TAC) of the extracts was estimated using the following formula:

$$\text{Total antioxidant capacity (\%)} = [(\text{Abs. of control} - \text{Abs. of sample}) / (\text{Abs. of control})] \times 100$$

2.6.3. CUPRAC spectrophotometric assay of total antioxidant capacity

The total antioxidant capacity of extracts was also measured using the BQC CUPRAC assay kit (Asturias, Spain), based on the oxidation of the copper (II)-neocuproine (2,9-dimethyl-1,10-phenanthroline) according to the manufacturer's protocol. A total of 40µL of the diluted extracts was added to 200µL of the previously prepared working solution. Trolox was used as standard in experiments. The mixture was incubated at room temperature for 30min, and the absorbance was measured at 450nm using a plate reader (Elisa Reader, Biotek Co, USA). Results were expressed as mM of Trolox equivalents (TE mM).

2.7. Statistical Analysis

Each experiment was performed in three replicates. Results were expressed as means ±SD and analyzed using One-way ANOVA (Analysis of Variance) in the SPSS 25.0 (USA) software package program. Level of significance was set at $p \leq 0.05$.

3. Results

3.1 Phytochemicals in extracts

The qualitative evaluation revealed the presence of all phytochemical classes analyzed in the methanol extract. However, only phenols and tannins were found in the methanol extract of *S. divinum* and only phenols, tannins, and saponins were found in the methanol extract of *S. girgensohnii*, while alkaloids and flavonoids were absent in the methanol extract of both mosses (Table 1).

Table 1. Preliminary phytochemical screening of methanol extracts of *S. divinum* and *S. girgensohnii*

Taxa	Phenols	Tannins	Alkaloids	Flavonoids	Saponins
<i>S. divinum</i>	+	+	-	-	-
<i>S. girgensohnii</i>	+	+	-	-	+

(+): present, (-): absent

3.2 Total phenolic content

The total phenolic contents of *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts were presented as mg of GAE/g in Table 2.

Table 2. Total phenolic content of *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts

Taxa	mg phenolic/g extract ± SD
<i>S. divinum</i>	50.00 ± 4.33
<i>S.girgensohnii</i>	52.50 ± 2.50

Each value is the average of three analyses ± standard deviation

The total phenolic contents in extracts were 50.00±4.336 mg GAE/g in *S. divinum* methanol extract, and 52.50±2.50 mg GAE/g in *S. girgensohnii* methanol extract. Phenol

concentration in *S. girgensohnii* methanol extract was found higher than in *S. divinum* methanol extract. However, the difference is not statistically significant.

3.3. Antioxidant activity

3.3.1. DPPH scavenging activity

The antioxidant potential of *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts was evaluated on the basis of their ability to scavenge stable free DPPH radicals. In the present study, the results of the antioxidant potential of methanol extracts of *S. divinum* and *S. girgensohnii* obtained at different concentrations (10-100 µgmL⁻¹) are given in Table 3. Experiment results show that all concentrations of *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts have DPPH scavenging activity higher

than 50%. We observed an increase in DPPH scavenging ability with an increase in the concentration of extracts. The DPPH scavenging ability of *S. divinum* methanol extract was higher than that of *S. girgensohnii* methanol extract at

each concentration tested. 10µgmL⁻¹ concentration and 50µgmL⁻¹ concentrations of ascorbic acid used as standard in the experiment also showed 81.56% and 82.79% DPPH scavenging activity, respectively.

Table 3. Antioxidant activities of *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts

Groups	Concentrations	DPPH scavenging activity (%±SD)	Total Antioxidant capacity (%±SD)
Askorbik asit	10 µgmL ⁻¹	81.56±0.001*	36.16±0.013
	50 µgmL ⁻¹	82.79±0.001*	97.98±0.008*
<i>S. divinum</i>	10 µgmL ⁻¹	65.16±0.003*	45.19±0.013
	20 µgmL ⁻¹	69.67±0.002*	59.75±0.017*
	40 µgmL ⁻¹	72.13±0.002*	61.58±0.035*
	60 µgmL ⁻¹	72.95±0.003*	65.93±0.045*
	80 µgmL ⁻¹	77.05±0.002*	70.06±0.034*
	100 µgmL ⁻¹	77.46±0.008*	78.79±0.014*
<i>S. girgensohnii</i>	10 µgmL ⁻¹	61.07±0.004*	41.81±0.021
	20 µgmL ⁻¹	64.75±0.002*	55.93±0.020*
	40 µgmL ⁻¹	65.98±0.002*	83.40±0.025*
	60 µgmL ⁻¹	67.62±0.002*	84.65±0.007*
	80 µgmL ⁻¹	70.49±0.001*	85.48±0.039*
	100 µgmL ⁻¹	70.49±0.019*	87.57±0.020*

*p<0.05

3.3.2. Total antioxidant capacity (TAC)

The total antioxidant capacity results determined by the phosphomolybdate assay are given in Table 3. According to the results, both methanol extracts showed high total antioxidant capacity from 20µg mL⁻¹ concentration, which increased depending on the concentration increase. The total antioxidant capacity of *S. girgensohnii* methanol extract was found to be higher than that of *S. divinum* methanol extract, and the difference was statistically significant (p<0.05). While 10µg mL⁻¹ concentration of ascorbic acid used as a standard in the experiment showed 36.16 % total antioxidant capacity, this value showed a significant increase and reached 97.98% at 20µg mL⁻¹ concentration.

Tablo 4. Total antioxidant capacity of *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts measured by CUPRAC assay

Taxa	CUPRAC value (mM TR/g)
<i>S. divinum</i>	0.0008
<i>S. girgensohnii</i>	0.0003
Troloks (Standart)	1,000

3.3.3. CUPRIC Ion Reducing Antioxidant Capacity

The total antioxidant capacity of *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts was also measured using the BQC CUPRAC assay kit (Asturias, Spain) based on the oxidation of copper (II)-neocuproine (2,9-dimethyl-1,10-phenanthroline) according to the manufacturer's protocol. The results of the CUPRAC method showed that the methanol extracts of *S. divinum* and *S. girgensohnii* had very low antioxidant activity compared to Trolox, which was used as a standard in the experiment (Table 4, Fig. 1-3).

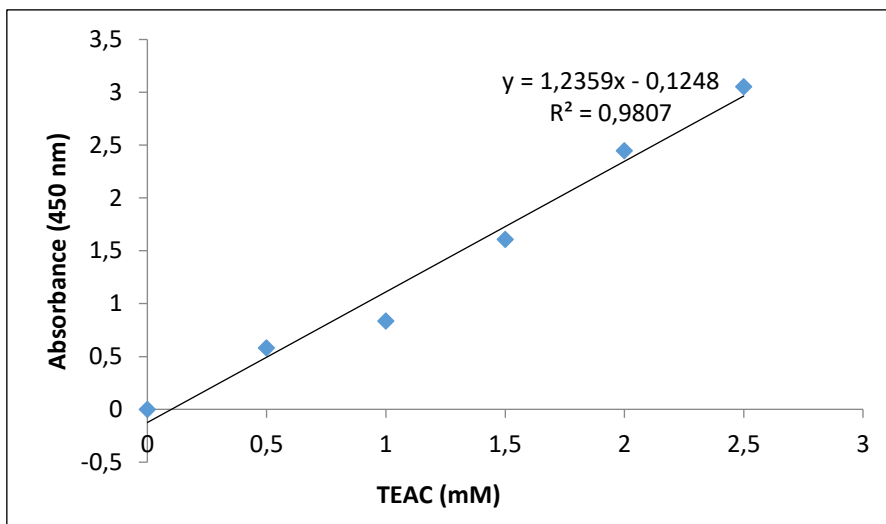


Figure 1. CUPRAC standard run graph for Trolox

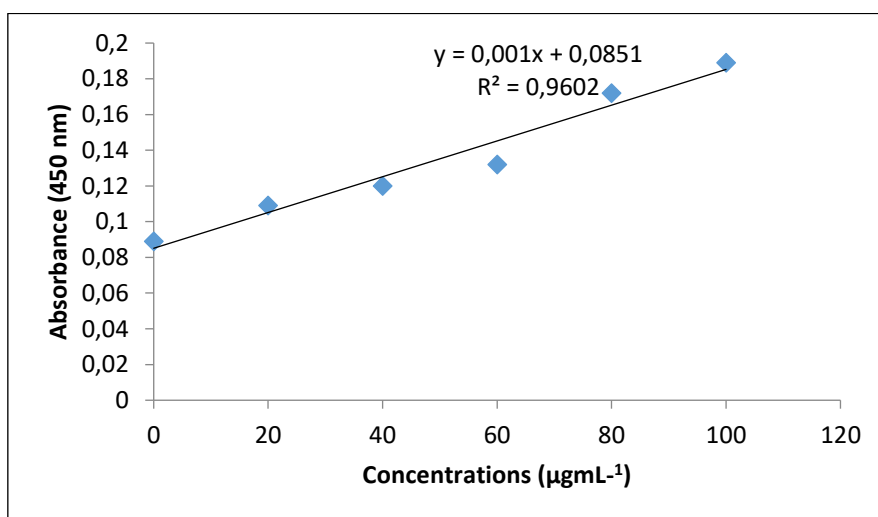


Figure 2. CUPRAC activity for *S. divinum* methanol extract

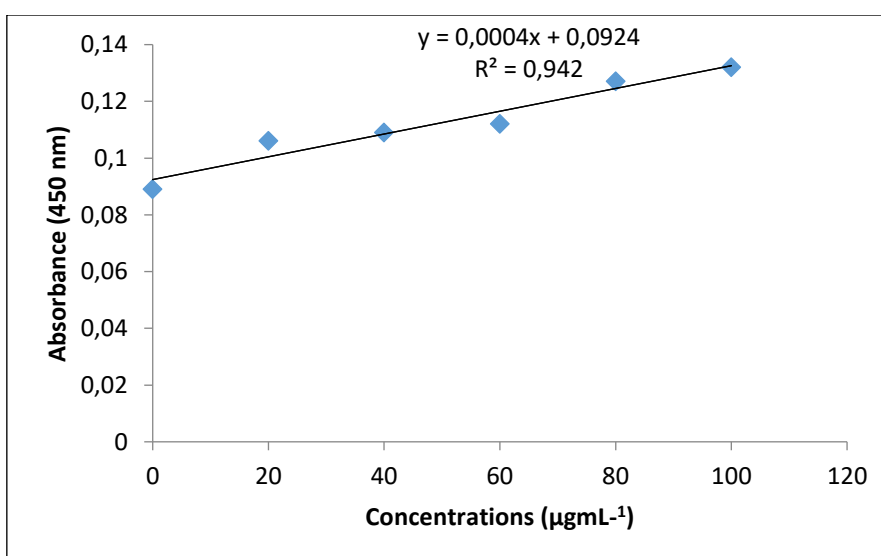


Figure 3. CUPRAC activity for *S. girgensohnii* methanol extract

4. Discussion

It is known that oxidized free radicals cause various degenerative diseases. Therefore, there is a great need to search for effective natural antioxidants to combat the onset of degenerative diseases and aging. The phytochemicals from plants are the major source of antioxidants. These phytochemicals play a role in the defense mechanisms of plants and in maintaining the redox balance in the body and protection from various diseases (Kandpal et al., 2016). In recent years, biologically active ingredients of plant origin have become crucial as highly promising, prophylactic, and restorative measures to combat diseases caused by oxidative stress. Although many studies have been carried out on flowering plants related to the subject, there are limited studies on cryptogams. Bryophytes, which consist of the largest group of cryptogams have not yet been much investigated, although they have a non-woody structure and possess unique phytochemicals that provide a strong defense mechanism for survival under a wide variety of habitats.

Bryophytes are rich in phenols (flavonoids and ibibenzyl derivatives), terpenoids, glucose, fatty acids and some aromatic compounds. Moreover, many of them have biological activity and contain novel natural products or secondary compounds that may provide great potential for biopharmaceutical applications (Krishnaiah et al., 2007; Vats and Alam, 2013; Cansu et al., 2013; Çelik et al., 2014; Aslanbaba et al., 2017; Gahtori and Chaturvedi, 2020; Karaoğlu et al., 2022; Karaoğlu et al., 2023; Çelik et al., 2023). Especially in Indian and Chinese medicine, liverwort, which is included in bryophytes, is an important natural product storehouse for the treatment of hepatitis and skin diseases (Gökbulut et al., 2012). Although mosses are more diverse than liverworts, they have been relatively less investigated in terms of medicinal usefulness.

Studies have shown that bryophytes are good sources of phytochemicals, nutrients, mineral elements, and cosmetics. Bryophytes produce several of the secondary metabolites that empower these delicate plants with powerful anti-oxidative mechanisms to cope with biotic and abiotic stresses (Xie and Lou, 2009; Dey and De, 2012). Secondary metabolites protect plants against oxidative stress, compensating for the absence of any morphological and anatomical defence mechanisms. Under unfavourable conditions, reactive oxygen species react with important cellular components such as proteins and lipids, leading to disruption of cell structure and cell

damage. Antioxidant enzymes protect the cell membrane and cell organelles against oxidative stress caused by both internal and external adverse conditions. It is thought that the high amount of antioxidants found in liverworts and mosses can be used as a future source of medicinal and cosmetic properties (Aslanbaba et al., 2017). However, research results on the biological properties of mosses belonging to *Sphagnum* species are limited. Therefore, in this study, qualitative phytochemical screening, total phenolic content (GAE/gm), antioxidant activity, and total antioxidant capacity of methanol extracts from *S. divinum* and *S. girgensohnii* were determined by different methods.

Biologically active components found in crude extracts of plants are known directly responsible for different activities, such as anti-oxidant, anti-microbial, anti-fungal, and anti-cancer. (Harborne, 1998., Beer et al., 2007., Hossain and Nagooru, 2011). All these secondary metabolites showed antioxidant and antimicrobial properties through different mechanisms (Hossain et al., 2011).

Previous investigations have shown that bryophytes possess an exorbitant amount of secondary metabolites such as terpenoids, phenolics (flavonoids and bi-benzyl derivatives), glycosides, fatty acids and some rare aromatic compounds (Sabovljvic et al., 2019). In some studies, it was reported that flavonoids were found in methanol, ethanol, and petroleum ether extracts got from bryophytes, but not in chloroform and acetone extracts. Qualitative phytochemical evaluation in our study revealed phenols and tannins in methanol extract of *S. divinum* and only phenols, tannins and saponins in methanol extract of *S. girgensohnii*. Alkaloids and flavonoids were absent in methanol extract of both mosses (Table 1).

In the present investigation, the total phenolic content was observed in *S. divinum* (50.00 mg GAE/g) and *S. girgensohnii* (52.50 mg GAE/g) (Table 2). The methanolic extract of the studied bryophytes showed a high total phenolic content. Total phenolic content is an indicator of antioxidant potential and phenolic compounds in plants are thought to be responsible for free radical scavenging activity. The phenolic concentration in the methanol extract of *S. girgensohnii* was higher than in the methanol extract of *S. divinum*. However, the difference was not statistically significant. Chobot et al. (2006); reported a very low total phenolic content in the bryophyte *D. scoparium* (3.8%). In a study by Karaoğlu et al. (2022); the antioxidant activity of methanol extract

of *D. scoparium* was determined by DPPH free radical scavenging method and the total flavonoid and total phenolic content was calculated as 289.43 µg/mL and 133.98 mg/g, respectively (DPPH; 38.98%). The researchers stated these data were higher than those reported in previous studies on the total phenolic content of *D. scoparium* extracts (Salvaroğlu et al., 2018; Bhadauriya et al., 2018). They suggested that geographical and environmental factors may have contributed to this difference. Preliminary phytochemical screening with the test reagents for the different extracts (petroleum ether, acetone, methanol, chloroform, and ethanol) of *D. scoparium* have been mentioned along with total phenolic content (45.42 mg/g GAE at the concentration of 60 µg/mL). In *Bryum capillare* Hedw., the total phenolic content was found to be 23.26 mg/g (Onbaşlı and Yuvalı, 2021). Some reports show higher and lower total phenolic content in mosses (Karim et al. 2014, Önder et al., 2021). Bhattari et al. (2008) reported that the extracts got from *S. uncinata* had high antioxidant activity, free radical scavenging activity, reducing power, superoxide radical scavenging activity, and ABTS [2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)] cation scavenging activity. Another study on the extracts of *Polytrichastrum alpinum* showed that the extracts of the isolated compounds have a top level of antioxidant activity (Bhattarai, et al, 2009).

The results of our study are in agreement with the results obtained in other studies carried out on this subject. A high total phenolic content was found in the methanol extract of the bryophytes studied. Good antioxidant potential is indicated by high total phenolic content. Phenolic compounds in plants are thought to be responsible for important free radical scavenging activity. The polarity of the solvent is an essential factor in enhancing phenolic solubility (Naczka and Shahidi, 2006).

The DPPH radical assay is important because of its reaction mechanisms. Quantitative responses are altered by many environmental factors and the radical site is highly hindered to be easily accessible by complex molecules (Baliyan et al, 2022). Due to its stability and ease of use, this assay is commonly used for rapid screening of antioxidant capacity. In the present work, the antioxidant activities of the extracts were evaluated using the DPPH assay. In the present study, the results of the antioxidant potential of the methanolic extracts of *S. divinum* and *S. girgensohnii* obtained at different concentrations (10-100 µg mL⁻¹) are given in Table 3. The results of the experiments show that all concentrations of the methanolic extracts of *S. divinum* and

S. girgensohnii have a DPPH scavenging activity higher than 50%. An increase in DPPH scavenging ability was observed with increasing concentration of the extracts. At each concentration tested, the DPPH scavenging ability of *S. divinum* methanol extract was higher than that of *S. girgensohnii* methanol extract. The results obtained in this study indicate that the *S. divinum* methanol extracts are radical scavengers and can react with the DPPH radical, which could be attributed to their electron donating ability. The antioxidant activity results of this research reveal that phenol and tannin in *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts, and saponin compounds additionally found in *S. girgensohnii* methanol extract have quite high DPPH radical scavenging activity and total antioxidant capacity, but no cupric ion reducing activity. Pigment production is an important criterion for increasing antioxidant capacity. Our results support this state for *S. divinum* with dark reddish burgundy color.

Plant phenolics are the main group of compounds that act primarily as antioxidants or free radical scavengers. Antioxidant activity is correlated with total phenolic content. Therefore, it is a reasonable practice to determine the total phenolic content in herbal extracts. The results show that the total phenolic content of methanol extracts of *S. divinum* and *S. girgensohnii* is high. The radical scavenging activity is correspondingly high. However, phenolics alone do not determine antioxidant activity. Extracts with high antioxidant activity have high phenolic content (Kumbhare et al, 2012). Previous studies have shown that there is a significant linear relationship between the total amount of phenolic compounds and antioxidant activity in the foods and plant species analysed (Karakaya et al., 1999; Ivanova et al., 2005). The relationship between the structure of polyphenolic compounds and their antioxidant activity has been demonstrated. Monophenols are known to have lower antioxidant activity than polyphenols (Sanchez-Moreno et al, 1998). The results show that there is a positive linear relationship between the total phenolic content and the DPPH radical scavenging activity and the total antioxidant capacity of the *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts. The CUPRAC test results show that the antioxidant compounds found in *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts do not have a thiol group. On the other hand, phenolic compounds (phenols, tannins and anthraquinones) found in *S. divinum* and *S. girgensohnii* methanol extracts can be an excellent source for radical scavenging antioxidants, although they show very low Cupric ion reducing activity.

5. Conclusion

Türkiye has a significant history of folk medicine and in recent years, researchers have conducted many studies on traditional medicine and medicinal plants in Türkiye. Studies have shown that bryophytes can be rich in secondary metabolites such as alkaloids, flavonoids, carbohydrates, terpenoids, tannins, and phenolic substances and have antioxidant, anti-cancer, and anti-microbial properties. Phytochemical analyses and investigation of the biological properties of bryophytes are important for the production of new drugs to treat various diseases.

Previous studies and the results of our study show that bryophytes have high antioxidant content and are very promising in this respect. The results from the present work provided a new framework for the utilisation of the *S. divinum* and *S. girgensohnii* as a natural source of bioactive agents, such as antioxidants.

Acknowledgements

This part was removed by the editor within the scope of blind refereeing.

Competing Interests

Authors have declared that no competing interests exist.

References

- Abay G, Erata H, Batan N, Özdemir T. 2022. Two new records for the bryophyte flora of Turkey and South west Asia. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*.156:4, 875-881.
- Alataş M, Batan N, Ezer T. 2019. The epiphytic bryophyte communities of Kamilet Valley (Artvin/Turkey). *Turk J Bot*. 43:4, 551-69.
- Aslanbaba B. Yılmaz S. Tonguc Yayintaş O. Ozyurt D. Ozyurt B.D. 2017. Total phenol content and antioxidant activity of mosses from Yenice forest (Ida mountain). *Journal of Scientific Perspectives*. 1:1, 1-12.
- Baliyan S. Mukherjee R. Priyadarshini A. Vibhuti A. Gupta A. Pandey R.P. Chang C.M. 2022. Determination of antioxidants by DPPH radical scavenging activity and quantitative phytochemical analysis of *Ficus religiosa*. *Molecules*. 27:4, 1326. doi: 10.3390/molecules27041326.
- Başer Canoğlu F. Başbülbul G. Kırmacı M. 2019. Determination of antibacterial activities of *Sphagnum centrale* C.E.O. Jensen and *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw. Which are Naturally Growing in Turkey. *Anatolian Bryology*. 5:2, 100-106.
- Batan N, Alataş M, Erata H, Özdemir T. 2019. Two remarkable moss species new to Turkey and South-west Asia. *Plant Biosyst*. 153:2, 195-198.
- Beer A.M. Lukanov J. Sagorchev P. 2007. Effect of thymol on the spontaneous contractile activity of the smooth muscles. *Phytomedicine*. 14:1, 65-69.
- Bhadauriya, G, Singh, S, Rathore K. S. 2018. Phytochemical screening and total phenolic content in the extract of bryophyte *Plagiochasma appendiculatum* and *Dicranum scoparium*, E. C. J. 19: 175-181.
- Bhattarai H.D. Paudel B. Lee H.S. Lee Y.K. Yim J.H. 2008. Antioxidant activity of *Sanionia uncinata*, a polar moss species from King George Island, Antarctica. *Phytotherapy Research*. 22:12, 1635-9.
- Bhattarai H.D. Paudel B. Lee H.K. Oh H. Yim J.H. 2009. *In vitro* antioxidant capacities of two benzonaphthoxanthones: ohioensins F and G, isolated from the Antarctic moss *Polytrichastrum alpinum*. *Zeitschrift fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*. 64:3-4,197-200. doi: 10.1515/znc-2009-3-408.
- Blois M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 181, 1199-1200.
- Brand-Williams W. Cuvelier M.E. Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*. 28: 25- 30.
- Cansu T. B., Yaylı B., Özdemir T., Batan N., Karaoğlu Ş.A., Yaylı N. 2013. Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oils of mosses (*Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. and *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwagr.) growing in Turkey. *Turkish Journal of Chemistry*, 37:2, 213-219.
- Chobot V. Kubicoval L. Nabbout S. Jahodarand L. Vytlačilova J. 2006. Antioxidant and free radical scavenging activities of five moss species. *Fitoterapia*. 77: 598-600.
- Cowan M.M. 1999 Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 12:4, 564-582.
- Çelik G., Şahin H., Baltaş N., Batan N., Alpay Karaoğlu Ş., Yaylı N. 2023. Chemical analysis and biological activity of the essential oils and extracts of two liverwort species growing in Turkey. *Botanica Serbica*, 47:1, 31-40.
- Çelik G., Korkmaz B., Özdemir T., Batan N., Bozdevci A., Yaylı N. 2014. Volatiles and Antimicrobial activity of the essential oils of the mosses *Pseudoscleropodium*

- purum*, *Eurhynchium striatum*, and *Eurhynchium angustirete* grown in Turkey. *Records of Natural Products*, 9:2, 237-242.
- Dey A. De J.N. 2012. Antioxidative potential of bryophytes: stress tolerance and commercial perspectives: a review. *Pharmacologia*. 3:6, 151-159.
- Dominguez X.A. 1973. Métodos de investigación Fitoquímica. Limusa, México D.F., México. pp. 39- 43.
- Ellis L. T. Afonina O. M. Czernyadjeva I. V. Ivchenko T. G. Kholod S. S. Kotkova, V.M. Kuzmina E. Y. Potemkin A. D. Sergeeva Y.M. Asthana A. K. et al. 2019. New national and regional bryophyte records, 61, *Journal of Bryology*. 41:4, 364-384, Doi: 10.1080/03736687.2019.1673601.
- Ellis L.T. Ah-Peng C. Aslan G. Bakalin V.A. Bergamini A. Callaghan D.A. Campisi P. Raimondo F.M. Choi S.S. Csiky J. et al. 2021. New national and regional bryophyte records ed Ellis 65". *Journal of Bryology*. 43:1, 78.
- Ellis L. T. Afonina O. M. Czernyadjeva I. V. Alegro A. Šegota V. Boiko M. Zagorodniuk N. Burghardt M. Alataş M. Aslan G. et al. 2022. New national and regional bryophyte records ed Ellis 69". *Journal of Bryology*. 44:1, 91.
- Erata H. Batan N. Özen Ö. Alataş M. 2020. Contributions to the bryophyte flora of Şalpaazarı and Tonya districts (Trabzon, Turkey). *Phytologia Balcanica*. 26: 71-79.
- Erata H, Öztürk-Özen Ö, Batan N, Alataş M. 2021. *Pohlia Hedw.* and *Oleolophozia L.* Söderstr., De Roo & Hedd. species new to Turkey and South-West Asia. *Cryptogam Bryol*. 42:1, 1–10.
- Erdağ A, Kürschner H. 2017. Türkiye Bitkileri Listesi. Karayosunları. İstanbul: Nurtan Ambalaj ve Matbaacılık Sanayi ve Ticaret A.Ş. Turkish.
- Gahtori D. Chaturvedi P. 2020. Bryophytes: A Potential Source of Antioxidants. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.84587.
- Gaurav B. Rathore Kajal S. Shivom S. 2018. Phytochemical screening and total phenolic content in the extract of bryophyte *Plagiochasma appendiculatum* and *Dicranum scoparium*. *Environment Conservation Journal*. 19:1-2, 175-181.
- Ghafoor K. Choi Y.H. 2009. Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds and antioxidants from grape peels through response surface methodology. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 52: 295–300.
- Gökbulut, A, Satılmış B, Batçioğlu K, Çetin N, Sarer E. 2012. Antioxidant activity and luteolin content of *Marchantia polymorpha* L. *Turkish Journal of Biology*. 36: 381-385.
- Harborne J. B. 1998. *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis*. 2 nd ed. London: Chapman and Hall. 54-84.
- Heinrichs J. Anton H. Gradstein S.R. Mues R. 2000. Systematics of *Plagiochila* Sect. *Glaucoscentes* Carl (Hepaticae) from Topical America. A Morphological and Chemotaxonomical Approach. 220: 1-2.
- Hossain M.A. Muhammad M.D. Charles G. Muhammad I. 2011. *In vitro* total phenolics, flavonoids contents and antioxidant activity of essential oil, various organic extracts from the leaves of tropical medicinal plant *Tetrastigma* from Sabah. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 4:9, 717-721.
- Hossain M.A. Nagooru M.R. 2011. Biochemical profiling and total flavonoids contents of leaves crude extract of endemic medicinal plant *Corydiline terminalis* L. Kunth. *Pharmacogn J*. 3:24, 25-30.
- Ivanova D. Gerova D. Chervenkov T. Yankova T. 2005. Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*. 96:1-2, 145-150.
- Kandpal V. Chaturvedi P. Negi K. Gupta S. Sharma A. 2016. Evaluation of antibiotic and biochemical potential of Bryophytes from Kumaun hills and Tarai belt of Himalayas. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 8:6, 65-69.
- Karakaya S. El S.N. 1999. Quercetin, luteolin, apigenin and kaempferol contents of some foods. *Food Chemistry*. 66: 289-292.
- Karaoğlu A.Ş, Yaylı N, Erik İ, Korkmaz B, Akpınar R, Bozdeveci A, Suyabatmaz S, Batan N, Yesilyurt A, Kaya S, Nisbet C, Guler A. 2022. Biological activity and phytochemical analysis of *Dicranum scoparium* against the bacterial disease for honey bee. *Chemistry & Biodiversity*, 10.1002/cbdv.202100887.
- Karaoğlu A.Ş, Yaylı N, Erik İ, Korkmaz B, Akpınar R, Bozdeveci A, Suyabatmaz S, Batan N, Yesilyurt A, Kaya S, Nisbet C, Güler A. 2023. Phytochemicals, antimicrobial, and sporicidal activities of moss, *Dicranum polysetum* Sw., against certain honey bee bacterial pathogens. *Veterinary Research Communications*.

- <https://doi.org/10.1007/s11259-023-10094-1>.
- Karim F.A. Suleiman M. Rahmat A. Abu B.M. 2014. Phytochemicals, antioxidant and antiproliferative properties of five moss species from Sabah, Malaysia. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 6: 292–297.
- Kırmacı M. Filiz F. Çatak U. 2019. Turkish blanket bogs and *Sphagnum* (Bryophyta) diversity of these blanket bogs. *Acta Biologica Turcica*. 32:4, 211–219.
- Kırmacı M. Armağan M. Özenoğlu H. 2021. "Asterella saccata (Wahlenb.) A. Evans a new genus and liverwort (Aytoniaceae, Hepaticae) species from Turkey". *Anatolian Bryology*. 7:2, 90-95.
- Kırmacı M. Çatak U. Filiz F. 2022. Preliminary Red List Assessment of Turkish *Sphagnum* (Sphagnopsida). *Anatolian Bryology*. 8:1, 1-10.
- Krishnaiah D. Sarbatly R. Bono A. 2007. Phytochemical antioxidants for health and medicine – A move towards nature. *Biotechnology and Molecular Biology Reviews*. 1:4, 097-104.
- Kumbhare M. Guleha V. Sivakumar T. 2012. Estimation of total phenolic content, cytotoxicity and *in vitro* antioxidant activity of stem bark of *Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 2:2, 144–150.
- Kürschner H, Frey W. 2020. Liverworts, mosses and hornworts of Southwest Asia (Marchantiophyta, Anthocerotophyta, Bryophyta). *Nova Hedwigia*. 149:1–267.
- Mukhopadhyay S.T. Mitra S. Biswas A. Das N. Poddar-Sarkar M. 2013. Screening of antimicrobial and antioxidative potential of Eastern Himalayan mosses. *Journal of Medicinal Plants*. 3:3, 422-428.
- Naczki M. Shahidi F. 2006. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 41: 1523-1542. doi:10.1016/j.jpba.2006.04.002.
- Onbaşlı D. Yuvalı G. 2021. *In vitro* medicinal potentials of *Bryum capillare*, a moss sample, from Turkey. *Saudi Journal of Biological Science*. 28:1, 478-483. doi: 10.1016/j.sjbs.2020.10.031.
- Oyedapo O.O. Makinde A.M. Ilesanmi G.M. Abimbola E.O. Akiwunmi K.F. Akinpelu B.A. 2015. Biological activities (anti-inflammatory and anti-oxidant) of fractions and methanolic extract of *Philonotis hastata* (Duby Wijk & Margadant). *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicine*. 12:4, 50-55.
- Önder A. Yıldız A. Çınar A.S. Zengin G. Ak G. Ozenoğlu H. 2021. The comparison of the phytochemical composition, antioxidant and enzyme inhibition activity of two moss species: *Plagiomnium ellipticum* (Brid.) T. Kop. and *Antitrichia californica* Sull., from Southwest ecological region in Turkey, *Natural Product Research*. Doi: 10.1080/14786419.2021.1916745.
- Özenoğlu H. Kırmacı M. 2022. *Riccia anatolica* sp. nov. a new liverwort (Ricciaceae) species from Turkey. *Phytotaxa*. 532:1, 78-84.
- Özen-Öztürk Ö. Özdemir T. Batan N. Erata H. 2023. Three *Sphagnum* taxa new to Turkey and South-West Asia. *Botanica Serbica*. 47:1, 47-53.
- Provenzano F. Sánchez J.L. Rao E. Santonocito R. Ditta L.A. Borrás Linares I. Segura-Carretero A. 2019. Water extract of *Cryphaea heteromalla* (Hedw.) D. Mohr bryophyte as a natural powerful source of biologically active compounds. *International Journal of Molecular Sciences*. 20:22, 55-60.
- Ravishankara M.N. Neeta S. Harish P. Rajani M. 2002. Evaluation of antioxidant properties root bark of *Hemidesmus indicus* R. Br. (Anantmul). *Phytomedicine*. 9: 153-160.
- Sabovljevic A. Sabovljevic M.S. Jockovic N. 2009. *In vitro* culture and secondary metabolite isolation in Bryophytes. *Methods in Molecular Biology* (Clifton, N.J.). 547: 117-28.
- Sanchez Moreno C. Larrauri J.A. Saura-Calixto F. 1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 76: 270-276.
- Savaroglu F, Filik İşçen, C, Öztopcu A. P, Vatan, S. Kabadere S. İlhan, R. Uyar. 2018. Screening of antimicrobial, cytotoxic effects and phenolic compounds of the moss *Dicranum scoparium*. *Bio Di Con*, 11: 87–94.
- Serin Ç. 2007. Zonguldak ve Çevresinde Bulunan İki Bitki Türünde Biyolojik Aktif Bileşiklerin Taranması, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Shaw A.J. Goffinet B. 2000. *Bryophyta biology* published by syndicate of the University of Cambridge. pp. 153-169.
- Singleton V.L. Orthofer R. Lamuela-Raventós R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants

- by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*. 299: 152-178.
- Unan AD, Potemkin A, Ursavaş S, Çalışkan S, Ören M. 2020. New records of two *Scapaniaspecies* (Scapaniaceae, Marchantiophyta) from north of Turkey. *Plant Biosyst*. 155:4, 679–684.
- Unan AD, Ören M. 2021. New and noteworthy records of deadwood dwelling bryophyte species for Turkey and Southwest Asia. *Cryptogam Bryol*. 42:4, 33–44.
- Ursavaş S, Işin Z. 2019. New records of *Bryum gemmiferum* and *Atrichum crispum* for Turkey. *Plant Biosyst*. 153:5, 686–690.
- Ursavaş S, Keçeli T. 2019. *Weissia multicapsularis*, a rare moss species new to Turkey and Asia. *Plant Biosyst*. 153:5, 669–672.
- Ursavaş S, Keçeli T, Uyar G, Ören M. 2021. *Dicranella staphylina* (Dicranaceae), a new moss record from Turkey and South West Asia. *Plant Biosyst*. 155:3, 483–486.
- Uygur, A, Ezer, T, Erkuland, S. K, Alataş, M. 2020. *Fissidens celticus* Paton In: New national and regional bryophyte records, 63. *Journal of Bryology*. 42: 284.
- Vats S. Alam A. 2013. Antioxidant activity of *Barbula javanica* Doz. Et Molk: A relatively unexplored bryophyte. *Elixir Applied Botany*. 65:3, 20103-20104.
- Xie C.F. Lou, H.X. 2009. Secondary metabolites in bryophytes: An ecological aspect. *Chemistry and Biodiversity*. 6:3, 303-312.



<http://dergipark.org.tr/tr/pub/anatolianbryology>

DOI: 10.26672/anatolianbryology.1365645

Anatolian Bryology
Anadolu Briyoloji
Dergisi
Research Article
e-ISSN:2458-8474
Online



İzmir İli Ciğerotu (Marchantiophyta=Hepaticae) Florasına Katkılar (Türkiye)

Sinem SARITAŞ^{1*}, İsa GÖKLER²

¹Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Buca – İzmir, TÜRKİYE.

²Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Fauna – Flora Araştırma ve Uygulama Merkezi, Buca – İzmir, TÜRKİYE,

Received: 24 September 2023

Revised: 15 October 2023

Accepted: 16 October 2023

Öz

Bu çalışmada İzmir İli merkezi ve çevresinin Ciğerotu florasının son durumu araştırılmıştır. Çalışma alanı Henderson kareleme sistemine göre B6 karede yer almaktadır. Gerçekleştirilen arazi çalışmalarında Marchantiopsida (Hepaticae) sınıfına bağlı 17 familyaya ait 19 ciğerotu türüne rastlanmıştır. Bunlardan 5 tanesinin (*Sphaerocarpos texanus* Austin, *Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort., *Jungermannia atrovirens* Dumort., *Cephaloziella hampeana* (Nees) Schiffn. ve *Lejeunea lamacerina* (Steph.) Schiffn.) İzmir İli için yeni kayıt özelliği taşıdığı anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ciğerotu, Marchantiophyta, Hepaticae, İzmir.

Contributions to the Liverwort (Marchantiophyta = Hepaticae) Flora of İzmir Province (Türkiye)

Abstract

A survey of the liverwort flora in İzmir city center and its surrounding areas was conducted. The research site is located within the B6 square according to the Henderson grid system. During the field studies, 19 liverwort species belonging to 17 families of the class Marchantiopsida (Hepaticae) were encountered. 5 of them (*Sphaerocarpos texanus* Austin, *Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort., *Jungermannia atrovirens* Dumort., *Cephaloziella hampeana* (Nees) Schiffn. and *Lejeunea lamacerina* (Steph.) Schiffn.) have been determined as new records for the province of İzmir.

Keywords: Liverwort, Marchantiophyta, Hepaticae, İzmir.

* Corresponding author: sinemmmssaritas@gmail.com

© 2022 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Sarıtaş S. Gökler İ. 2023. Contributions to the Liverwort (Marchantiophyta = Hepaticae) Flora of İzmir Province (Türkiye). *Anatolian Bryology*. 9:2, 70-74.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

1. Giriş

Ege Bölgesinde bulunan İzmir, Akdeniz iklim tipine ve Akdeniz fitocoğrafik bitki örtüsüne sahiptir. İl sınırları içerisinde rakımları birbirinden farklı 45 dağ bulunan İzmir, Henderson (1961) Türkiye kareleme sistemine (Şekil 1) göre B6 karesinde yer almaktadır. Bölgenin iklimsel koşulları genel olarak yazları kurak ve sıcak, kışları ise ılık ve yağışlı olan özellikleri ile yükseklik, bakı ve eğim gibi şartlarından kaynaklı birçok alanda lokal olarak ciğerotlarına ev sahipliği yapmaktadır.

Gözlemlenen maki formasyonuna ait çalı ve ağaç topluluklarının gölgelenme yapması, ortamda bulunan şelaleler, dere yatakları ve küçük akarsuların nemlendirmesi sebebiyle diğer briyofit türleri gibi ciğerotları da ağaç gövdeleri ve suya yakın kaya yüzeyleri gibi ortamları habitat seçerek yaşamlarını burada devam ettirmektedirler. Çalışmalarımızda titizlikle taranan habitatlar, gölgelenmenin çok olup nemin fazla olduğu alanlar olmuş ve toplanan örneklerin çoğu bu özelliği gösteren lokalitelerden rapor edilmiştir.



Şekil 1. Henderson (1961) Kareleme Sistemine Göre İzmir İli Sınırları

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmamızda belirlenen ciğerotu örnekleri İzmir il merkezi ve çevresinde yer alan, Henderson'un (1961) Türkiye kareleme sistemine göre B6 karesinde bulunan ve ekolojik yönden uygun şartları taşıyan alanlardan toplanmıştır. Ciğerotu örnekleri Şubat 2022 – Mayıs 2023 tarihleri arasındaki uygun dönemlerinde elde edilmiştir. Bitki lokaliteleri, tayinleri için önem arz eden renklerinin ayırt edilebilecek düzeyde temizlenerek seçilmiş, üstlerinde yer alan topraklarından arındırılmıştır. Geniş ağızlı spatula yardımı ile toplanan örnekler kilitli poşetlere konulmuş özellikle tallus yapılı olanların yapısının bozulmaması adına termal çantalara muhafaza edilerek laboratuvar ortamına getirilmiştir. Yaş hallerinde tayin yapılmak üzere petri kapları ile uygun sıcaklıkta ve nemde muhafaza edilmiştir. Folyoz yapılı örnekler, üzerine basınç gelmeden ışık alan ve hava akımı olmayan yerde kurutularak herbaryum zarflarında muhafaza edilmiştir. Örneklerin tayini, dünya genelinde kullanılan kaynak kitaplardan yapılırken (Watson,1981;

Smith, 1996, Crundwell ve Nyholm,1979; Grolle ve Long 2000) taksonların yenilik durumu ilgili makalelerden belirlenmiştir (Henderson ve Prentice 1969, , , Söderström ve ark. ,(2002), Kürschner ve Erdağ (2005), Özenoğlu Kiremit ve Keçeli (2009), Walther (1967, 1970),), Gökler ve Öztürk (1991, 1994), Gökler (1992, 2015, 2017, 2018), Gökler ve Özenoğlu (1999) ve Gökler, Yücel ve Sarıtaş (2022) yararlanılmıştır. Oluşturulan bitki listesi, Hodgetts ve ark. (2020) tarafından hazırlanan sisteme göre düzenlenmiştir. Örneklem listesinin ardından yakın bölge karşılaştırmaları yapılmıştır (Tablo 1). Tüm örnekler tayin çalışmalarının gerçekleştirildiği Dokuz Eylül Üniversitesi bünyesinde kurulan Fauna ve Flora Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde korunmaktadır.

Tablo 1. Çalışılan alana yakın il ve bölgelerde yapılan diğer flora çalışmaları ile karşılaştırması.

MAKALE / TEZ ADI	İzmir İli Ciğerotu (Marchantiophyta) Florasına Katkılar (2023)		Sultan Dağları Ciğerotu Florası Üzerinde Bir Araştırma (2022)		Kütahya İli Ciğerotu (Marchantiophyta) Florasına Katkılar (2018)		Uşak İli Ciğerotları Florasına Katkılar (2017)	
Toplam Takson Sayısı	19		22		23		19	
Familyalar	Tk. S.	%	Tk. S.	%	Tk. S.	%	Tk. S.	%
Sphaerocarpaceae	1	5	-	-	-	-	-	-
Targioniaceae	1	5	1	4,54	1	4,34	1	5,26
Aytoniaceae	2	10	2	9,09	2	8,68	2	10,52
Conocephalaceae	1	5	1	4,54	1	4,34	1	5,26
Lunulariaceae	1	5	1	4,54	1	4,34	1	5,26
Ricciaceae	2	10	-	-	-	-	-	-
Marchantiaceae	1	5	1	-	1	4,34	-	-
Metzgeriaceae	1	5	2	9,09	2	8,68	2	10,52
Pelliaceae	1	5	1	4,54	1	4,34	2	10,52
Lophoziaceae	2	10	3	13,63	1	4,34	-	-
Jungermanniaceae	1	5	-	-	-	-	-	-
Cepholoziellaceae	1	5	-	-	-	-	-	-
Fossombroniaceae	1	5	-	-	-	-	1	5,26
Geocalyceae	-	-	1	4,54	1	4,34	-	-
Lophocoleaceae	-	-	-	-	2	8,68	2	10,52
Gymnomitriaceae	-	-	1	4,54	1	4,34	-	-
Scapaniaceae	-	-	2	9,09	2	8,68	1	5,26
Radulaceae	-	-	2	9,09	2	8,68	1	5,26
Porellaceae	2	10	2	9,09	3	13,02	3	15,78
Frullaniaceae	1	5	1	4,54	1	4,34	1	5,26
Lejeuneaceae	1	5	1	4,54	1	4,34	1	5,26

Bulgular**Marchantiophyta****Cephaloziellaceae Douin**

- Cephaloziella hampeana* (Nees) Schiffn. Ex Loeske

İzmir, Menemen ilçesi – dereyatağı kenarı, Sarıtaş, 38°35'45.6"N 27°05'09.0"E ; 25.02.2023

İzmir, Karşıyaka ilçesi, Örnekköy şelale yakını, Sarıtaş, 38°30'31.8"N 27°07'44.8"E ; 28.02.2022

- Jungermannia atrovirens* Dumort.

İzmir, Karşıyaka ilçesi, Örnekköy şelale yakını, Sarıtaş, 38°30'31.8"N 27°07'44.8"E ; 28.02.2022

Lophoziaceae Cavers

- Lophocolea bidentata* (L.) Dumort.

İzmir, Karşıyaka ilçesi – dereyatağı üzeri; Sarıtaş, 38°30'29.7"N 27°07'47.1"E ; 20.03.2023

- Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort.

İzmir, Buca ilçesi- Gürlek şelalesi yanı, Sarıtaş, 38°21'32.8"N 27°18'49.8"E ; 26.04.2022

Frullaniaceae Lorch

- Frullania dilatata* (L.) Dumort.

İzmir, Bornova ilçesi – yol üzeri derekenarı ; Sarıtaş, 38°34'30.5"N 27°13'28.5"E ; 15.01.2023

Lejeuneaceae Cavers

- Lejeunea lamacerina* (Stephani) Schiffner

İzmir, Kemalpaşa ilçesi / Nif dağı, gölgelenmiş orman altı, Sarıtaş, 38°25'19.8"N 27°21'00.8"E ; 8.09.2022

Porellaceae Cavers

- Porella cordaeana* (Huebener) Moore

İzmir, Bornova ilçesi – yol üzeri derekenarı ; Sarıtaş, 38°34'30.5"N 27°13'28.5"E ; 15.01.2023

- Porella platyphylla* (L.) Pfeiff.

İzmir, Kemalpaşa ilçesi / Nif dağı, gölgelenmiş orman altı, Sarıtaş, 38°25'19.8"N 27°21'00.8"E ; 8.09.2022

Metzgeriaceae H.Klinggr.

- Metzgeria furcata* L.

İzmir, Bornova ilçesi – yol üzeri derekenarı ; Sarıtaş, 38°34'30.5"N 27°13'28.5"E ; 15.01.2023

Fossombroniaceae Hazsl.

- Fossombronia pusilla* (L.) Nees

İzmir, Balçova ilçesi – yürüyüş yolu kenarı; Sarıtaş, 38°23'08.1"N 27°02'04.6"E ; 23.04.2022

İzmir, Buca ilçesi- Gürlek şelalesi yanı, Sarıtaş, 38°21'32.8"N 27°18'49.8"E; 26.04.2022

Pelliaceae H.Klinggr.

11. *Apopellia endiviifolia* (Dicks.) Nebel & D.Quandt

İzmir, Pınarbaşı – kaynak kenarları, Sarıtaş, 38°29'46.4"N 27°14'10.9"E; 17.05.2022

İzmir, Kemalpaşa ilçesi / Nif dağı, gölgelenmiş orman altı, Sarıtaş, 38°25'19.8"N 27°21'00.8"E ; 8.09.2022

İzmir, Karşıyaka ilçesi – dereyatağı üzeri; Sarıtaş, 38°30'29.7"N 27°07'47.1"E ; 20.03.2023

Lunulariaceae H.Klinggr.

12. *Lunularia cruciata* (L.) Dumort. ex Lindb.

İzmir, Karaburun ilçesi – tarihi çeşme yanı,dere kenarı , Sarıtaş , 38°31'35.0"N 26°35'38.0"E ; 09.03.2022

İzmir, Buca ilçesi- Gürlek şelalesi yanı, Sarıtaş, 38°21'32.8"N 27°18'49.8"E; 26.03.2022

İzmir, Balçova ilçesi – yürüyüş yolu kenarı; Sarıtaş, 38°23'08.1"N 27°02'04.6"E ; 23.04.2022

İzmir, Bornova ilçesi – yol üzeri derekenarı ; Sarıtaş , 38°34'30.5"N 27°13'28.5"E ; 15.01.2023

İzmir, Karşıyaka ilçesi – Yamanlar Dağı Karagöl, Sarıtaş, 38°32'52.5"N 27°12'36.8"E ; 26.01

Aytoniaceae Cavers

13. *Plagiochasma rupestre* (J.R. Forst. et G. Forst.) Steph.

İzmir, Buca ilçesi- Gürlek şelalesi yanı, Sarıtaş, 38°21'32.8"N 27°18'49.8"E; 26.03.2022

İzmir, Balçova ilçesi – yürüyüş yolu kenarı; Sarıtaş, 38°23'08.1"N 27°02'04.6"E ; 23.04.2022

İzmir, Menderes ilçesi – Gümlüdüz yolu nemli kaya üstü, Sarıtaş, 8°08'28.1"N 27°02'21.7"E ; 09.10.2022

14. *Reboulia hemisphaerica* (L.) Raddi

İzmir, Buca ilçesi- Gürlek şelalesi yanı, Sarıtaş, 38°21'32.8"N 27°18'49.8"E; 26.03.2022

İzmir, Balçova ilçesi – yürüyüş yolu kenarı; Sarıtaş, 38°23'08.1"N 27°02'04.6"E; 23.04.2022

Conocephalaceae Müll.Frib. ex Grolle

15. *Conocephalum conicum* (L.) Dumort.

İzmir, Karaburun ilçesi – tarihi çeşme yanı,dere kenarı , Sarıtaş , 38°31'35.0"N 26°35'38.0"E ; 09.03.2022

İzmir, Karşıyaka ilçesi – dereyatağı üzeri; Sarıtaş, 38°30'29.7"N 27°07'47.1"E; 20.03.2023

Marchantiaceae Lindl.

16. *Marchantia polymorpha* L.

İzmir, Bornova ilçesi – yol üzeri derekenarı ; Sarıtaş , 38°34'30.5"N 27°13'28.5"E ; 15.01.2023

Ricciaceae Rchb.

17. *Riccia gluca* L.

İzmir, Buca ilçesi- Gürlek şelalesi yanı, Sarıtaş, 38°21'32.8"N 27°18'49.8"E; 26.03.2022

İzmir, Menemen ilçesi – Mersinli deresi kenarı, Sarıtaş 38°36'52.4"N 27°06'46.0"E 64;20.04.2023

Targioniaceae Dumort.

18. *Targionia hypophylla* L.

İzmir, Karaburun ilçesi – tarihi çeşme yanı,dere kenarı , Sarıtaş , 38°31'35.0"N 26°35'38.0"E ; 09.03.2022

İzmir, Buca ilçesi- Gürlek şelalesi yanı, Sarıtaş, 38°21'32.8"N 27°18'49.8"E; 26.03.2022

İzmir, Balçova ilçesi – yürüyüş yolu kenarı; Sarıtaş, 38°23'08.1"N 27°02'04.6"E ; 23.04.2022

Sphaerocarpaceae Heeg

19. *Sphaerocarpos europaeus* Lorb.

İzmir, Menemen ilçesi – dereyatağı kenarı, Sarıtaş, 38°35'45.6"N 27°05'09.0"E ; 25.02.2023

4. Tartışma ve Sonuç

Türkiye ciğerotları üzerine yapılan çalışmalar sonucunda günümüze kadar 173 tür kaydı yapılmış bulunmaktadır. Alataş ve ark., (2023) tarafından düzenlenen güncel listede İzmir ili için 6 tür ciğer otu listelenmiştir. İzmir il merkezi ve çevresinde yapılan ve ciğerotlarının son durumunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada 17 familyaya ait 19 tür rapor edilmiştir. Bu türlerden 5 tanesinin (*Sphaerocarpos europaeus* Lorb., *Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort., *Jungermannia atrovirens* Dumort., *Cephaloziella hampeana* (Nees) Schiffn. Ex Loeske ve *Lejeunea lamacerina* (Steph.) Schiffn.) İzmir İli için ilk kez toplandığı ve yeni kayıt özelliği gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışma ile yakın il ve bölgelerde gerçekleştirilen araştırmalar (Tablo 1) karşılaştırıldığında, çalışma sonuçlarının benzerlik taşıdığı ve tür sayılarının 19 – 23 arasında bulunduğu gözlenmektedir.

Ülkemizin flora çeşitliliği yönünden oldukça fazla türe ev sahipliği yaptığı bilinmektedir. Verimlilik bakımından oldukça zengin olan toprak yapısı, nem miktarı, bitki örtüsü, iklim koşulları ve batıdan doğuya kademeli yükselme gibi değerlerinden kaynaklı olarak bitki çeşitliliği artmaktadır. Tohumlu ve tohumuz bitkiler yönünden yüksek takson sayısı ve endemik türleri ile dikkat çeken bu floristik çeşitlilik, önce tohumlu daha sonra

tohumusuz bitkilerden oluşan zengin taksonomik düzeyi barındırmaktadır. Bu nedenle, Ciğerotları açısından uygun ekolojik koşullara sahip olan farklı habitatlarda yapılacak benzer çalışmalarla, floramıza yeni takson katkıları sağlanabileceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Alataş, M., Ezer, T., Erata, H. & Batan, N. (2023). Checklist of Turkish Bryophyte Vegetation. *Anatolian Bryology*, 9:1, 1-10.
- Crundwell C.C. and Nyholm E. 1979. Some additions to the bryophyte flora of Turkey I. Hepaticae. *Journal of Bryology*. 10: 479-489.
- Gökler İ. 1992. Batı Anadolu Ciğerotları Üzerine Bir Araştırma. *Doğa Türk Botanik Dergisi*. 16:1, 1-8.
- Gökler İ. 2015. Çanakkale İli Boynuzsu Otları ve Ciğerotları Üzerine Taksonomik ve Ekolojik Bir Araştırma. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*. 6:2, 35-43.
- Gökler İ. 2017. Contributions to the Liverworts Flora of Uşak Province. *Anatolian Bryology*. 3:1, 19-24.
- Gökler İ. and Özenoğlu H. 1999. Kazdağı Milli Parkı ve Çevresi Ciğerotlarının Taksonomisi ve Ekolojisi. *Ekoloji Çevre Dergisi*. 30: 22-26.
- Gökler İ. and Öztürk M. 1991. Liverworts of Turkey and their position in Southwest Asia. *Candollea*. 46: 359-366.
- Gökler İ. and Öztürk M. 1994. Kütahya İli Ciğerotları Üzerinde Taksonomik ve Ekolojik Bir Araştırma. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*. 16:1, 1525-1529.
- Gökler İ, Yücel K M. ve Sarıtaş S. 2022. Sultan Dağları'nın Ciğerotu (Marchantiophyta) Florası. *Anatolian Bryology* 8:2, 66-72.
- Grolle R. and Long D.G. 2000. An Annotated Check-List of the Hepaticae and Anthocerotae of Europae and Macaronesia. *Journal of Bryology*. 22: 103-140.
- Henderson, D.M. 1961. Contributions to the bryophyte flora of Turkey. IV. Notes from Royal Botanic Garden Edinburgh. 23: 263-278.
- Henderson, D.M. and Prentice, H. 1969. Contributions to the bryophyte flora of Turkey.VIII. Notes from Royal Botanic Garden Edinburgh. 29: 235-262.
- Hodgetts N.G. Söderström L. Blockeel T.L. Caspari S. Ignatov M.S. Konstantinova N.A.
- Lockhart N. Papp B. Schröck C. Sim-Sim M. et al. 2020. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology*. 42:1, 1-116.
- Kürschner H. and Erdağ A. 2005. Bryophytes of Turkey: An Annotated Reference List of the Species with Synonyms from the Recent Literature and an Annotated List of Turkish Bryological Literature. *Turkish Journal of Botany*. 29: 95-154.
- Özenoğlu Kiremit H. and Keçeli T. 2009. An Annotated Check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Turkey. *Cryptogamie Bryologie*. 30:3, 343-356.
- Smith A.E. 1996. The Liverworts of Britain and Ireland. Cambridge University Press Cambridge.
- Söderström L. Urmi E. Vana J. 2002. Distribution of Hepaticae and Anthocerotae in Europe and Macaronesia. *Lindbergia*. 27: 3-47.
- Walther K. 1967. Beitrage zur Moosflora Westanatoliens I. Mitteilungen aus dem Staatsinstitut für Allgemeine Botanik in Hamburg. 12: 129-186.
- Walther K. 1970. Beitrage zur Moosflora Westanatoliens II. Mitteilungen aus dem Staatsinstitut für Allgemeine Botanik in Hamburg. 13: 167-180.
- Watson E.V. 1981. British Mosses and Liverworts. Cambridge University Press. Cambridge.



<http://dergipark.org.tr/tr/pub/anatolianbryology>

DOI: 10.26672/anatolianbryology.1366902

Anatolian Bryology
Anadolu Briyoloji
Dergisi
Research Article
e-ISSN:2458-8474
Online



The Tiny Pleurocarpous Moss *Platydictya jungermannioides* (Brid.) H. A. Crum in Türkiye

Tülay EZER^{1*}, Ali KESKİN², Ahmet UYGUR³, Harun ÇULHA², Züleyha ASLAN²,
Nevzat BATAN⁴, Mevlüt ALATAŞ⁵

¹Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, Niğde, TÜRKİYE

²Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Science, Department of Biology, Niğde, TÜRKİYE

³Aksaray University, Faculty of Science, Department of Biology, Aksaray, TÜRKİYE

⁴Karadeniz Technical University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Trabzon, TÜRKİYE

⁵Munzur University, Vocational School of Tunceli, Department of Plant and Animal Production, Tunceli, TÜRKİYE

Received: 26 September 2023

Revised: 03 October 2023

Accepted: 04 October 2023

Abstract

In this study, *Platydictya jungermannioides*, a rare moss species, was recorded for the second time from Türkiye and reported for the third time from Southwest Asia. The present study provides a detailed description of the species, collected from the Bolkar Mountains, along with photographs. Additionally, the ecology and distribution of *Platydictya jungermannioides* in Türkiye are discussed.

Keywords: Bolkar Mountains, Bryophytes, Moss, Pleurocarpous, Türkiye.

Türkiye'deki Küçük Pleurokarp Yapraklı Karayosunu *Platydictya jungermannioides* (Brid.) H.A.Crum

Öz

Bu çalışmada, *Platydictya jungermannioides* Türkiye'den ikinci kez kaydedilmiş olup Güneybatı Asya'dan da üçüncü kaydı rapor edilmiştir. Bolkar Dağları'ndan toplanan türün detaylı tanımı fotoğraflarla birlikte verilmiş olup, ekolojisi ve Türkiye'deki yayılışı detaylı olarak anlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bolkar Dağları, Briyofitler, Karayosunu, Pleurokarp, Türkiye.

* Corresponding author: tuezer@gmail.com; tezer@ohu.edu.tr

© 2022 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Ezer T. Keskin A. Uygur A. Çulha H. Aslan Z. Batan N. Alataş M. 2023. The tiny pleurocarpous moss *Platydictya jungermannioides* (Brid.) H. A. Crum in Türkiye. *Anatolian Bryology*. 9:2, 75-79.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

1. Introduction

The bryophytes are land plants that constitute the second most diverse group of the plant kingdom on the earth (Goffinet and Shaw, 2009). The pleurocarpous moss family Plagiotheciaceae which have complanate-foliolate shoots and leaves with a short double costa, comprises nine genera according to the recent classification (*Herzogiella* Broth., *Isopterygiopsis* Z.Iwats., *Myurella* Bruch & Schimp., *Orthothecium* Schimp., *Plagiothecium* Bruch & Schimp., *Ortholimmobium* Dixon, *Platydictya* Berk., *Pseudotaxiphyllum* Z.Iwats., and *Struckia* Müll.Hal.). (Huttunen et al., 2013; Hodgetts et al., 2020). Among them, the genus *Platydictya* Berk. is characterised by its small size and filamentous appearance. Therefore, members of the genus, consisting of three species (*P. jungermannioides*, *P. minutissima* (Sull. & Lesq.) H.A. Crum, and *P. densissima* (Cardot.) H. Rob.), are easily recognised. However, the classification of *Platydictya* is still controversial (Ochyra 1999; Guo et al., 2023). This genus was included in Hypnaceae, Plagiotheciaceae and Amblystegiaceae families respectively (Crum and Anderson, 1981; Vitt, 1984; Huttunen et al., 2013; Crum and Hedenäs, 2014). According to Hodgetts et al. (2020) *Platydictya* is included in Plagiotheciaceae. In the present paper, *Platydictya* is classified within the family Plagiotheciaceae according to the latest literatures.

In Türkiye, the previously existing species of *Platydictya* were transferred to the genera

Pseudoamblystegium Vanderp. & Hedenäs and *Serpoleskea* (Limpr.) Loeske. Therefore, the genus was removed in the bryoflora. Then, with the addition of *P. jungermannioides* from Ardahan by Batan et al. (2017), it took its place in the Turkish bryoflora again (Erdağ and Kürschner, 2018). However, in the study of Batan et al. (2017) the species is only given in the floristic list and detailed information about the description, ecology and distribution in Türkiye is not given. In this study, the detailed description, ecology and distribution of the *P. jungermannioides*, which is recorded for the second time from Türkiye, are given together with photographs and will contribute to the book titled “Bryophyte Flora of Türkiye”, which is planned to be written in the future.

2. Material and Methods

2.1. Study area

Bolkar Mountains are located at the intersection of phytogeographic regions Mediterranean and Irano-Turanian in Türkiye and forms the eastern parts of the Central Taurus Mountains (Figure 1). The highest point is Medetsiz (3524 m). Covering an area of approximately 1290 km², the Bolkar Mountains has quite a variety of habitats such as mixed or pure forests of coniferous and broad-leaved trees, steppe, lake, rivers and streams. Microhabitats, especially in the alpine zone, show great changes due to the interactions between soil moisture, temperature and bedrock, which change depending on the effects of the sun and wind (Atay et al., 2009).



Figure 1. Topographic map of the Bolkar Mountains

The geological structure of the Bolkar Mountains forms in large part permo-carboniferous limestones (Ünaldı and Kömüşcü, 2007). Most parts of the study area are covered with steppe and rock vegetation type. Maquis shrublands and conifer forest which is typical vegetation of the Mediterranean climate are seen in the south of the study area (Kürschner, 1984; Gemici, 1992). The climatic diversity in the Bolkar Mountains is easily distinguished. While, according to data from the Mersin Meteorology Station (southern part of the study area), it has low rainy-genial Mediterranean climate, according to data from the Ulukışla Meteorology Station (northern part of study area), it has a semi-arid and cold Mediterranean climate (Akman, 2011).

2.2. Data source

This study is based on specimens collected from the Bolkar Mountains in June 2023 (Figure 1) and currently stored in the special bryophyte collection of Prof. Dr. Tülay EZER and Niğde Ömer Halisdemir University Herbarium. Specimens were identified using relevant literature (Ochyra 1999; Smith 2004; Cortini-Pedrotti 2006; Crum and Hedenäs, 2014; Lüth 2019).

3. Results and Discussions

Platydictya jungermannioides (Brid.) H.A. Crum. The Michigan Botanist 3(2): 60. 1964.

Basionym: *Hypnum jungermannioides* Brid.

Specimen examined: Türkiye: Central Anatolia: Niğde: Bolkar Mountains, On the pathway between Meydan Plateau and Karagöl Lake, on limestone rock, alt. c. 2550 m, (37° 24' 30" N, 34° 33' 57" E), Ezer 2453, 20 July 2023 (Herbarium of Niğde Ömer Halisdemir University).

Description of the Turkish specimens:

Plants very slender, delicate, soft, silky, light green or yellowish green, glossy, in loosely caespitose mats. **Stems** prostrate, irregularly branched. **Leaves** minute, erect-spreading to somewhat widely spreading, ovate-lanceolate or lanceolate, sometimes slightly subsecund, 0.1-0.3 mm, margins serrulate to sinuate, acuminate at apex. **Costa**

absent or indistinct. **Basal leaf cells** shortly rectangular. **Median leaf cells** rhomboidal, 6-8 μm \times 15-28 μm . **Alar cells** slightly differentiated, few, quadrate or rectangular. **Axillar rhizoids** purple-brown, granular-papillose. **Asexual propagules** clustered in leaf axils on stems and branches, 2-4-cellular, smooth, elongate, obtuse. Plants sterile, sporophytes not seen at Turkish species (Figure 2).

Ecology and distribution: *Platydictya jungermannioides* was growing on wet limestone rock surface and crevices together with *Pohlia cruda* (Hedw.) Lindb., *Pseudoleskeella catenulata* (Brid. ex Schrad.) Kindb., *Syntrichia norvegica* F.Weber, and *Homalothecium philippeanum* (Spruce) Schimp. in Bolkar Mountains. *P. jungermannioides* is easily recognized by its very small size, ecostate leaves, asexual propagules and axillary rhizoids. Especially axillary rhizoids differentiate it from the other species of *Platydictya*. *P. jungermannioides* is distributed in the north of Europe, Svalbard, Iceland, the Caucasus, North and South Asia, Greece, Japan, North America, Greenland, Iraq and, Türkiye (Smith, 2004; Batan et al., 2017; Kürschner and Frey, 2020; Kürschner and Erdağ, 2021). Due to in Türkiye, previously representative species of the genus were transferred to genera such as *Pseudoamblystegium* and *Serpoleskea*, the genus *Platydictya*, which was removed from the flora because it has re-entered the Turkish bryoflora with the record given from Ardahan province. *P. jungermannioides* is included in the IUCN Red List Category (Europe) as Least Concern (LC) (Hodgetts et al., 2019).

With this study, the second locality record of the species from Türkiye and the third record from Southwest Asia has been given, and it will contribute to the bryophyte flora of Türkiye.

Acknowledgements

We are indebted to the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) (Project Code: 222Z015) for financial support.

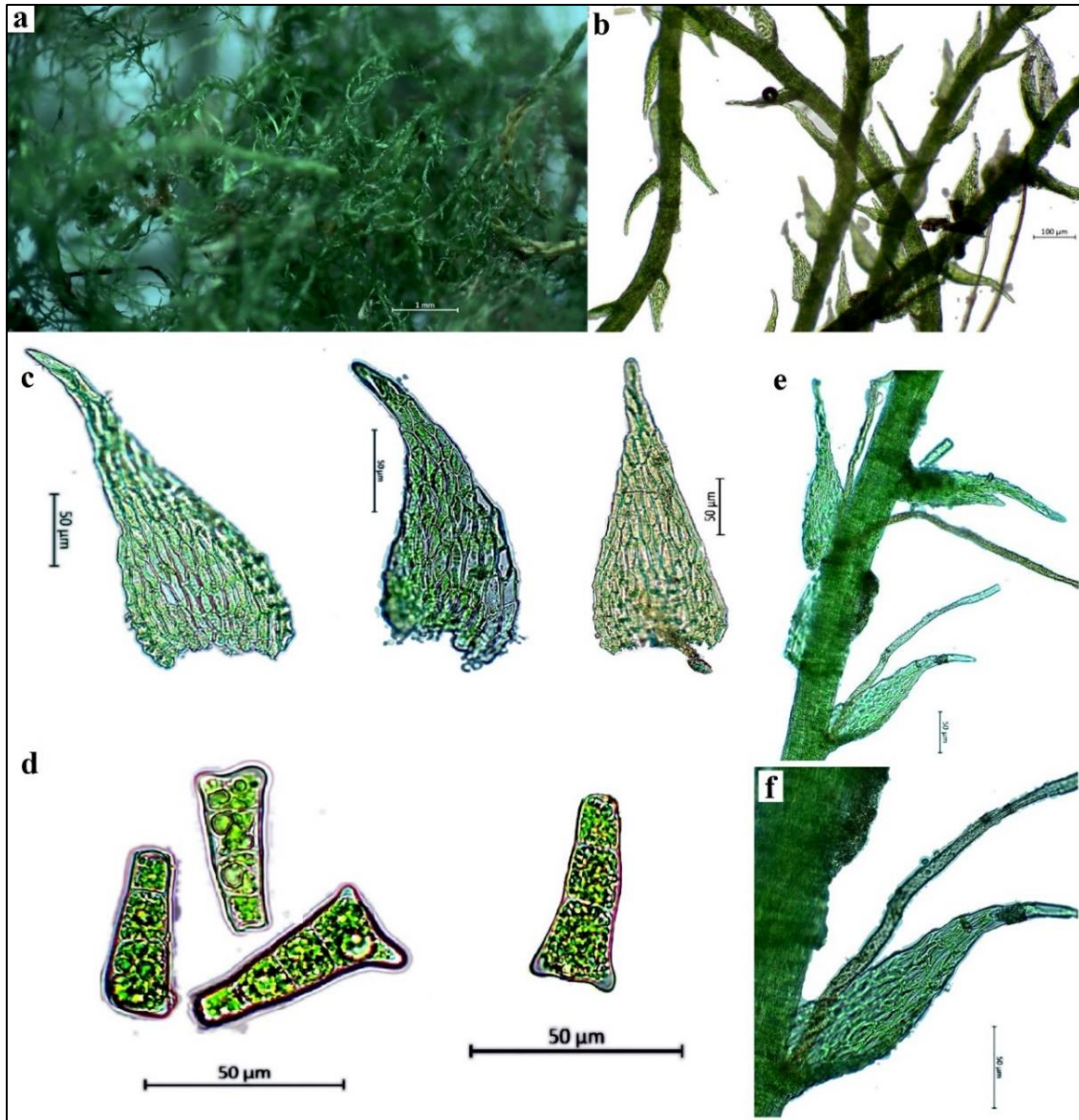


Figure 2. a. Habitus, b. shoots, c. leaves, d. asexual propagules, e-f. axillary rhizoids

References

- Akman Y. 2011. İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri). Palme Yayıncılık, 345s.
- Atay S. Gülerüz G. Orhun C. Seçmen Ö. Vural C. 2009. Dağlarımızdaki Zenginlik Türkiye'nin 120 Alpin Bitkisi. İstanbul: Rubicon Vakfı, Dönence Basım ve Yayın Hizmetleri.
- Batan N. Erata H. Özen Ö. Özdemir T. Alataş M. 2017. The bryophyte flora of Ardahan province (Turkey). *Arctoa*. 26: 187-197.
- Cortini-Pedrotti C. 2006. *Flora dei muschi d'Italia, Bryopsida (II parte)*. – Roma: Antonia Delfino Editore. 827-1235p.
- Crum H.A. Anderson L.E. 1981. *Mosses of Eastern North America.II*. New York: Columbia University Press, 916–1105.
- Crum H.A. Hedenäs L. 2014. 4. *Platydictya*. In: *Flora of North America*. Editorial Committee, editor. *Flora of North America North of Mexico*. Vol. 28. Bryophytes: Mosses, part 2. Oxford: Oxford University Press, p. 282–284.
- Erdağ A. Kürschner H. 2018. Türkiye bitkileri listesi, Karayosunları: eklentiler 2016 – 2017. *Bağbahçe Bilim Dergisi*. 5:2, 10-16.
- Gemici Y. 1992. Bolkar Dağları'nın (Orta Toroslar) Flora ve Vejetasyonu, Ege Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje. (1988/011), 318.
- Goffinet B, Shaw A.J. 2009. *Bryophyte Biology*. Second Edition. Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo: Cambridge University Press.

- Guo L. Xiao L. Li Y. Li X. Leng Q. Sun N. Guo J. Fu C. Wang J. Ji D. 2023. First Asian fossil record of *Platydictya* (Amblystegiaceae) from the lower Miocene and its paleoenvironmental significance. *Frontiers of Earth Science*. 17:1, 351-360.
- Hodgetts N.G. Söderström L. Blockeel T.L. Caspari S. Ignatov M.S. Konstantinova N. A. Lockhart N. Papp B. Schröck C. Sim-Sim M. et al. 2020. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology*. 42:1, 1-116.
- Hodgetts N. Cáliz M. Englefield E. Fettes N. García Criado M. Patin L. Nieto A. Bergamini A. Bisang I. Baisheva E. et al. 2019. A miniature world in decline: European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts. Brussels, Belgium: IUCN.
- Huttunen S. Ignatov M.S. Quandt D. Hedenäs L. 2013. Phylogenetic position and delimitation of the moss family Plagiotheciaceae in the order Hypnales. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 117:2, 330–353.
- Kürschner H. 1984. Der Östliche Orta Toroslar (Mittlerer Taurus) und angrenzende Gebiete. Eine formationskundliche Darstellung der Vegetation Südost-Anatoliens, Beihefte Zum Tübinger Atlas Des Vorderen Orients, Weisbaden.
- Kürschner H. Frey W. 2020. Liverworts, mosses and hornworts of Southwest Asia (Marchantiophyta, Anthocerotophyta, Bryophyta). *Nova Hedwigia*. 149: 1-267.
- Kürschner H. Erdağ A. 2021. Bryophyte locality data from the Near and Middle East 1775-2019 Bryophyta Vol. 2. Hiperyayın. İstanbul.
- Lüth M. 2019. Mosses of Europe-A Photographic Flora Set of 3 Volumes, ISBN 978-3-00-062952-5.
- Ochrya R. 1999. Antipodal mosses: IX. *Platydictya* (Bryopsida, Hypnaceae). *Annales Botanici Fennici*. 36: 51-58.
- Smith A.J.E. 2004. The Moss Flora of Britain and Ireland. Ed. 2. Cambridge University Press, Cambridge, London.
- Ünalı Ü.E. Kömüşcü A.Ü. 2007. Topografya ve vejetasyon arasındaki ilişkiler; Bolkar Dağları (Ereğli-Dümbelek düzü-Mersin arası) örneği. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 17:1, 1-15.
- Vitt D.H. 1984. Classification of the Bryopsida. In: Schuster R M, ed. *New Manual of Bryology*. 696–759.



<http://dergipark.org.tr/tr/pub/anatolianbryology>

DOI: 10.26672/anatolianbryology.1374434

Anatolian Bryology
Anadolu Briyoloji
Dergisi
Research Article
e-ISSN:2458-8474
Online



Soğanlı Vadisi (Kayseri) Karayosunu Florası

Recep KARA^{1*} , Cemal SEVİNÇ¹ , Emrah URLU¹ 

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Nevşehir, TÜRKİYE

Received: 11 October 2023

Revised: 31 October 2023

Accepted: 01 November 2023

Öz

Dünya mirası olarak kabul edilen Soğanlı Vadisi, Yeşilhisar (Kayseri) ve Derinkuyu (Nevşehir) arasında yer almaktadır. Vadi, yaklaşık olarak 25 km uzunluğunda 1-2 km genişliğinde bir kanyona sahiptir. Soğanlı Vadisi'nde güvercinlik, mağara ve barınak gibi ilginç kaya oluşumları da bulunmaktadır. 2022 ve 2023 yıllarında bu vadiden toplanan yaklaşık 300 karayosunu örneğinin değerlendirilmesi ile toplam 70 tür ve tür altı seviyede bitki taksonu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Briyofitler, Kapadokya, Harabe Habitat, Dünya Mirası, Türkiye

The Moss Flora of Soğanlı Valley (Kayseri)

Abstract

Soğanlı Valley, a UNESCO World Heritage Site, is located between Yeşilhisar (Kayseri) and Derinkuyu (Nevşehir). The valley features an impressive canyon that stretches approximately 25 kilometers in length and 1-2 kilometers in width. Soğanlı Valley boasts intriguing rock formations, including pigeon houses, caves, and shelters. A comprehensive evaluation of approximately 300 moss samples collected from Soğanlı Valley between 2022 and 2023 revealed a remarkable diversity of plant life; a total of 70 species and subspecies plant taxa were identified.

Keywords: Bryophytes, Cappadocia, Ruin Habitat, World Heritage, Türkiye

1. Giriş

Briyofitler bitkiler alemi içerisinde “iletim sistemleri, gerçek kök, yaprak ve gövdeleri olmayan çok hücreli, lignin içermeyen fotosentetik kara bitkiler olarak tanımlanmaktadır (Whittaker, 1959). Bryobiotina alt alemi içerisinde çevresel değişimlere ve kuraklığa en dayanıklı türler Bryophyta (=Karayosunları) şubesinde yer almaktadır (Glime, 2017). Bu şubeyi oluşturan yapraklı karayosunlarının, dünyada 12.000'den fazla türü olduğu tahmin edilmektedir (Vanderpoorten ve Goffinet, 2009). Şimdiye kadar Avrupa'dan ve yakın alanlardan ±1539 takson

tanımlanırken (Hodgets ve ark., 2020), Türkiye'den ±853 karayosunu taksonu tanımlanmıştır (Erata ve ark., 2023). Avrupa'da bulunan takson sayısı göz önüne alındığında hala Türkiye'de bulunması gereken en az ±500 takson vardır.

Bütün bitkilerde olduğu gibi Briyofitlerin de bir alandaki çeşitliliğini belirleyen maruz kaldıkları ekolojik faktörlerdir (Vanderpoorten ve ark., 2004; Söderström ve Doring, 2005). Bu faktörlerin şiddeti ve çeşitliliği ne kadar fazla olursa briyofit çeşitliliği de o kadar fazla olmaktadır (Shmida ve Wilson, 1985; Kara ve Taşpınar, 2021). Vadiler klimatolojik

* Corresponding author: recepkala@nevsehir.edu.tr.

© 2022 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Kara R. Sevinç C. Uurlu E. 2023. *The Moss Flora of Soğanlı Valley (Kayseri)*. *Anatolian Bryology*. 9:2, 80-85.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

faktörler başta olmak üzere birçok ekolojik faktörün ani olarak değişim gösterdiği briyofit çeşitliliğin de fazla olduğu coğrafik alanlardır. Sözlükte vadi kara kütleleri arasında kalmış veya aşağıya çökmüş bir coğrafik alan olarak tanımlanır. Vadiler; yerçekimi ve buzulların etkisiyle oluşabileceği gibi nehir ve derelerin aşındırmasıyla da oluşabilir (URL 1).

Kapadokya bölgesinde 60 milyon yıl önce Erciyes, Hasandağı ve Göllüdağ'ın püskürttüğü lav ve küllerin oluşturduğu yumuşak tabakaların milyonlarca yıl boyunca yağmur ve rüzgâr tarafından aşındırılmasıyla ortaya çıkmış birçok vadi bulunmaktadır (Kazancı ve Suludere, 2020; Kara, 2023). Bu vadilerde doğal olarak oluşmuş peri bacaları, antropojenik kökenli kiliseler, manastırlar, evler gibi harabe habitatlarda bulunmaktadır. Kapadokya'da yamaç eğimleri 90 dereceyi bulan çok sayıda (Soğanlı, Çat, Zemi, Gomed, Ihlara vb.) vadi bulunmaktadır ve hala birçoğunun briyofit florası bilinmemektedir (URL 2).

Bu çalışma Doğal ve Kültürel Miras Turizmi yönüyle değerli olan ve UNESCO tarafında korunacak alan olarak kabul edilen Soğanlı Vadisi'nin karayosunu florasını içermesi ve "Türkiye Briyofit Florasına" katkı sağlaması nedeniyle önem arz etmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırma Alanı

Kapadokya bölgesinin doğusuna, Kayseri il merkezinin güneybatısına konumlanan Soğanlı Vadisi, Yeşilhisar ilçesine bağlı bir mahallede yer almaktadır. Yeşilhisar merkeze 10 km uzaklıkta bulunan vadi, Akköy Baraj Gölü'nden (1270 m) başlayarak Batı ve Kuzeybatı yönünde çatallanır ve Derbentbaşı köyüne (1490 m) kadar uzanır. İçerisinde Güzelöz ve Başköy (eski) gibi yerleşim yerlerini bulunduran vadi, toplamda 20 km uzunluğunda geniş bir kanyona oturur (Şekil 1). Kayalara oyulmuş 200'e yakın kilise ve manastır kalıntısını barındıran vadi inanç turizmi açısından önemli özellikler taşımaktadır. Bu kalıntıların en ünlüleri; Aziz Barbara (Tahtalı), Karabaş, Kubbeli ve Yılanlı kiliseleridir. Bu yapıların dışında vadi güvercinlik, mağara, barınak gibi ilginç kaya oluşumlarına da rastlanmaktadır (URL 3). Güneye bakan vadi yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçen karasal iklim hüküm sürmektedir. Coğrafi olarak çok ilginç bir yapısı olan Soğanlı Vadisi'nde bahçecilik başta olmak üzere tarım faaliyetleri hala sürdürülmektedir. Bu alanlar dışında vadinin doğal vejetasyonunu steptir. Bu vejetasyon tipindeki baskın ağaç ve çalı taksonları *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, *Crataegus orientalis* Pall. ex M.Bieb.

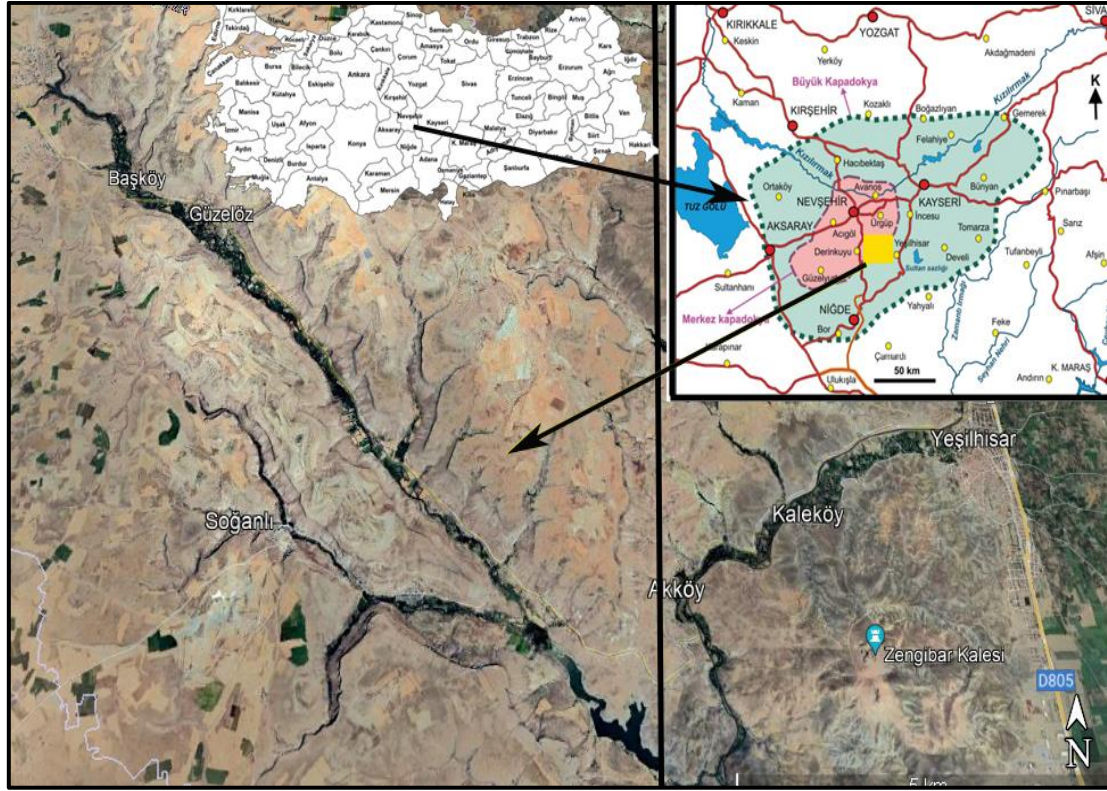
var. *orientalis*, *Cerasus prostrata* (Labill.) Ser. var. *prostrata*, *Quercus infectoria* Oliver subsp. *boissieri* (Reut.) O.Schwarz, *Populus tremula* L., *Betula pendula* Roth, *Berberis crataegina* DC., *Rosa foetida* Herrm., *Cotoneaster integerrimus* Medik. ve *Salix alba* L. dır. Ot taksonları ise *Astragalus angustifolius* Lam. subsp. *pungens* (Willd.) Hayek, *A. acicularis* Bunge, *Onobrychis argaea* Boiss. & Balansa, *O. cornuta*(L.) Desv., *Acantholimon acerosum* (Willd.) Boiss. var. *acerosum*, *Artemisia caucasica* Willd., *Achillea kotschyi* Boiss. subsp. *kotschyi*, *Alkanna orientalis* (L.) Boiss. var. *orientalis*, *Phlomis armeniaca* Willd., *Festuca cappadocica* (Hackel) Markgr.-Dann., *Stipa pulcherrima* K.Koch subsp. *crassiculmis* (P.Smirn.) Tzvelev, *Alyssum minutum* Schldl. ex DC., *Draba cappadocica* Boiss. & Balansa, *Dianthus zederbaueri* Vierh., *Minuartia juniperina* (L.) Maire & Petitm. ve *Herniaria argaea* Boiss'tir.

2.2. Materyal Metot

Vadinin karayosunlarının adlandırması yapılırken Kürschner (2006 ve 2007) tarafından hazırlanan teşhis anahtarları kullanılmıştır. Flora listesi hazırlanırken taksonların taksonomik durumları Hodgetts ve ark. (2020) ve URL 4'e göre düzenlenmiştir. Flora listesi alfabetik sıraya göre hazırlanmıştır. Teşhisi yapılan karayosunu örnekleri Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Herbaryumunda saklanmaktadır. Bu çalışma Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilen "Soğanlı Vadisi (Kayseri) Briyofit Florası" adlı tezin verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

3. Bulgular

Soğanlı Vadisi'nin karayosunu florası ile ilgili veriler 2022-2023 yılları arasında belirli aralıklarla vadiye yaptığımız seyahatlerden elde edilen bulgulara dayanmaktadır. Bu çalışma kapsamında ilkbahar ve son baharda beş gezi düzenlenmiştir. Vadiden 1275-1505 metreler arasından, 66 farklı GPS noktasından 300 karayosunu örneği toplanmıştır (Tablo 1). Bu çalışmada 2022 ve 2023 yılları arasında Soğanlı Vadisinden toplanan 300 karayosunu örneğinin teşhis edilmesiyle, 11 familyaya ve 23 cinse bağlı 70 karayosunu taksonu tespit edilmiştir (Tablo 2).



Şekil 1: Soğanlı Vadisinin konumu (Google Earth ve Kazancı ve Suludere, 2020'den değiştirilerek)

Tablo 1. Karayosunu örneklerinin toplandığı lokalite ve substrat bilgileri

N°	Yükseklik	GPS (K)	GPS (D)	Substrat	N°	Yükseklik	GPS (K)	GPS (D)	Substrat
1	1406 m	38° 24' 21.01"	34° 55' 30.18"	Ağaç	34	1376 m	38° 23' 47.97"	34° 56' 01.85"	Kaya
2	1406 m	38° 24' 20.33"	34° 55' 31.19"	Kaya	35	1377 m	38° 23' 47.96"	34° 56' 01.82"	Toprak
3	1406 m	38° 24' 20.55"	34° 55' 30.69"	Kaya	36	1364 m	38° 23' 47.26"	34° 56' 02.70"	Ağaç
4	1413 m	38° 24' 23.66"	34° 55' 20.32"	Kaya	37	1392 m	38° 23' 43.13"	34° 56' 08.46"	Kaya
5	1420 m	38° 24' 26.53"	34° 55' 12.43"	Kaya	38	1376 m	38° 23' 41.09"	34° 56' 10.99"	Ağaç
6	1425 m	38° 24' 27.12"	34° 55' 07.44"	Kaya	39	1385 m	38° 23' 42.10"	34° 56' 11.78"	Kaya
7	1426 m	38° 24' 36.21"	34° 55' 14.46"	Kaya	40	1289 m	38° 20' 07.09"	35° 00' 27.09"	Kaya
8	1414 m	38° 24' 30.06"	34° 55' 13.56"	Kaya	41	1287 m	38° 20' 07.09"	35° 00' 27.10"	Kaya
9	1413 m	38° 24' 28.78"	34° 55' 15.02"	Kaya	42	1281 m	38° 20' 03.04"	35° 00' 27.40"	Kaya
10	1400 m	38° 24' 16.52"	34° 55' 36.23"	Ağaç	43	1277 m	38° 19' 53.70"	35° 00' 35.90"	Ağaç
11	1402 m	38° 24' 15.98"	34° 55' 39.34"	Kaya	44	1270 m	38° 19' 45.60"	35° 00' 45.50"	Kaya
12	1398 m	38° 24' 13.60"	34° 55' 46.44"	Toprak	45	1280 m	38° 19' 47.20"	35° 00' 44.00"	Kaya
13	1397 m	38° 24' 13.15"	34° 55' 48.75"	Kaya	46	1280 m	38° 19' 47.00"	35° 00' 44.60"	Kaya
14	1405 m	38° 24' 08.47"	34° 55' 52.52"	Toprak	47	1283 m	38° 19' 45.00"	35° 00' 46.00"	Kaya
15	1396 m	38° 24' 04.96"	34° 55' 56.26"	Toprak	48	1267 m	38° 20' 19.90"	35° 00' 23.00"	Ağaç
16	1396 m	38° 24' 02.88"	34° 55' 56.79"	Toprak	49	1505 m	38° 41' 44.60"	34° 55' 31.50"	Toprak
17	1390 m	38° 23' 40.39"	34° 56' 11.30"	Kaya	50	1505 m	38° 23' 44.30"	34° 55' 32.10"	Kaya
18	1390 m	38° 23' 38.85"	34° 56' 07.38"	Kaya	51	1472 m	38° 23' 42.50"	34° 55' 38.50"	Toprak
19	1394 m	38° 23' 37.84"	34° 56' 04.08"	Toprak	52	1456 m	38° 23' 21.60"	34° 56' 12.30"	Toprak
20	1391 m	38° 23' 37.89"	34° 56' 02.73"	Toprak	53	1456 m	38° 23' 19.70"	34° 56' 12.90"	Kaya
21	1404 m	38° 23' 39.84"	34° 55' 56.78"	Toprak	54	1456 m	38° 23' 19.10"	34° 56' 13.20"	Kaya
22	1395 m	38° 23' 40.57"	34° 55' 54.70"	Toprak	55	1456 m	38° 23' 18.30"	34° 56' 14.20"	Toprak
23	1404 m	38° 23' 40.78"	34° 55' 52.74"	Kaya	56	1436 m	38° 23' 18.30"	34° 56' 15.40"	Kaya
24	1396 m	38° 23' 41.22"	34° 55' 51.95"	Ağaç	57	1436 m	38° 23' 18.30"	34° 56' 17.80"	Toprak
25	1384 m	38° 23' 41.58"	34° 55' 50.56"	Kaya	58	1385 m	38° 23' 20.88"	34° 56' 23.63"	Kaya
26	1393 m	38° 23' 42.37"	34° 55' 54.14"	Kaya	59	1385 m	38° 23' 20.80"	34° 56' 23.60"	Toprak
27	1388 m	38° 23' 43.65"	34° 55' 58.62"	Ağaç	60	1387 m	38° 23' 19.50"	34° 56' 25.30"	Ağaç
28	1389 m	38° 23' 44.83"	34° 56' 01.61"	Ağaç	61	1387 m	38° 23' 18.39"	34° 56' 27.70"	Toprak
29	1383 m	38° 23' 47.20"	34° 56' 03.65"	Ağaç	62	1391 m	38° 23' 17.00"	34° 56' 30.20"	Toprak
30	1365 m	38° 23' 54.34"	34° 56' 01.84"	Toprak	63	1389 m	38° 23' 16.90"	34° 56' 30.80"	Kaya
31	1380 m	38° 23' 53.33"	34° 55' 59.74"	Kaya	64	1390 m	38° 23' 16.80"	34° 56' 31.00"	Kaya
32	1374 m	38° 23' 51.93"	34° 56' 00.28"	Kaya	65	1391 m	38° 23' 15.50"	34° 56' 37.90"	Toprak
33	1384 m	38° 23' 51.40"	34° 56' 00.47"	Kaya	66	1401 m	38° 23' 25.70"	34° 56' 45.10"	Kaya

Tablo 2: Karayosunu örneklerinin floristik listesi ve lokalite numaraları

	Floristik Liste	Lokalite Numarası
1	<i>Amblystegium humile</i> (P. Beauv.) Crundw.	13
2	<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.	26, 60, 64
3	<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.) Mönk.	12, 30
4	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	17, 21 35, 39
5	<i>Bryum dichotomum</i> Hedw.	7, 9, 15, 22, 41, 44, 46, 49, 57, 60, 63, 65
6	<i>Bryum klinggraeffii</i> Schimp.	35
7	<i>Didymodon acutus</i> (Brid) K. Saito	2, 5, 6, 9, 18, 23, 40 46, 47, 57, 60, 65
8	<i>Didymodon australasiae</i> (Hook. & Grev.) R.H. Zander	44
9	<i>Didymodon cordatus</i> (Jur.)	7
10	<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) R.H. Zander	5, 20, 37
11	<i>Didymodon rigidulus</i> Hedw.	32, 50, 60, 65
12	<i>Didymodon spadiceus</i> (Mitt.) Limpr	6
13	<i>Didymodon tophaceus</i> (Brid.) Lisa	6
14	<i>Didymodon vinealis</i> (Brid.) R.H. Zander	2, 5, 6, 19, 30, 37 40, 48, 58, 60, 63
15	<i>Ditrichum pusillum</i> (Hedw.) Hampe	30, 44
16	<i>Encalypta ciliata</i> (Hedw.)	42
17	<i>Encalypta pilifera</i> Funck	60, 62, 64, 65
18	<i>Encalypta spathulata</i> Müll. Hal.	46
19	<i>Encalypta vulgaris</i> Hedw	46, 50, 52, 54, 63
20	<i>Entosthodon muhlenbergii</i> (Turner) Fife	24, 35, 37
21	<i>Flexitrichum flexicaule</i> (Schwägr.) Ignatov & Fedosov	45, 49, 53, 64
22	<i>Grimmia anodon</i> Bruch & Schimp.	11, 40, 46, 48, 60, 63, 64
23	<i>Grimmia crinita</i> Brid.	3, 7, 18, 33, 40, 41, 46, 58
24	<i>Grimmia crinitoleucophaea</i> Cardot	41
25	<i>Grimmia laevigata</i> (Brid.) Brid.	11, 25, 41
26	<i>Grimmia longirostris</i> Hook.	42
27	<i>Grimmia ovalis</i> (Hedw.) Lindb.	4, 6, 25, 47, 55
28	<i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm.	2, 5, 6, 7, 8, 18, 23, 24, 31, 33,40, 41, 42, 48, 50, 56, 60, 63, 64, 66
29	<i>Homalothecium aureum</i> (Spruce) H. Rob.	49
30	<i>Homalothecium lutescens</i> (Hedw.) H. Rob.	64
31	<i>Homalothecium philippeanum</i> (Spruce) Schimp.	53, 54
32	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp.	4, 6, 32, 44, 45, 47, 56, 63
33	<i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Mönk. var. <i>varium</i>	12, 30
34	<i>Leptobryum pyriforme</i> (Hedw.) Wilson	6, 17
35	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	61
36	<i>Lewinskya affinis</i> (Schrud. ex Brid.) F. Lara, Garilletei & Goffinet	6, 29
37	<i>Lewinskya rupestris</i> (Schleich. ex Schwägr.) F. Lara, Garilletei & Goffinet	3, 6, 23, 25, 27, 31, 41, 42, 47, 52, 54, 55, 56, 60, 64
38	<i>Lewinskya shawii</i> (Wilson) F. Lara, Garilletei & Goffinet	31
39	<i>Orthotrichum anomalum</i> Hedw.	25
40	<i>Orthotrichum bistratosum</i> (Schiffn.) Guerra	42
41	<i>Orthotrichum cupulatum</i> Brid.	41
42	<i>Orthotrichum diaphanum</i> Brid.	60, 43
43	<i>Orthotrichum pumilum</i> Sw. ex anon	1, 2, 10, 24, 27, 28, 29, 36, 48, 60
44	<i>Oxyrrhynchium hians</i> (Hedw.) Loeske	52
45	<i>Pseudoamblystegium subtile</i> (Hedw.) Vanderp. & Hedenäs	61
46	<i>Pseudocrossidium hornschurchianum</i> (Schultz) R.H. Zander	44
47	<i>Pterygoneurum ovatum</i> (Hedw.) Dixon	12, 15, 45
48	<i>Ptychostomum imbricatulum</i> (Müll. Hal.) Holyoak & N. Pedersen	8, 12, 14, 17, 25, 34, 44, 62
49	<i>Ptychostomum inclinatum</i> (Sw. ex Brid.) J.R. Spence	16, 20, 63
50	<i>Ptychostomum kunzei</i> (Hornsch.) J.R.	39
51	<i>Ptychostomum pallens</i> (Sw. ex anon.) J.R. Spence	59, 63
52	<i>Rhynchostegium murale</i> (Hedw.) Schimp.	6
53	<i>Schistidium flaccidum</i> (De not.) Ochyra	19, 25, 31, 54
54	<i>Syntrichia calcicola</i> J.J. Amann	38
55	<i>Syntrichia caninervis</i> Mitt.	44

56	<i>Syntrichia handelii</i> (Schiffn.) S. Agnew & Vondr.	64
57	<i>Syntrichia laevipila</i> Brid.	6
58	<i>Syntrichia ruraliformis</i> (Besch.) Mans.	3, 4, 6, 20, 21, 33, 34, 45, 46, 49, 59, 60, 62, 63, 65
59	<i>Syntrichia ruralis</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr	1, 4, 6, 7, 19, 22, 31, 33, 41, 44, 47, 48, 52, 56, 59, 60
60	<i>Syntrichia sinensis</i> (Müll. Hal.) Ochyra	60
61	<i>Syntrichia subpapillosissima</i> (Bizot & R.B. Pierrot ex W.A. Kramer) M.T. Gallego & J. Guerra	44
62	<i>Syntrichia virescens</i> (De not.) Ochyra	4, 8, 9, 11, 19, 24, 36, 39, 41, 42, 63
63	<i>Tortula acaulon</i> var. <i>schreberiana</i> (Dicks.) R.H. Zander	35
64	<i>Tortula brevissima</i> Schiffn.	40, 51
65	<i>Tortula inermis</i> (Brid.) Mont.	3, 12, 14, 21, 22, 34, 44, 45, 49, 57, 60, 63, 66
66	<i>Tortula mucronifolia</i> Schwägr.	20
67	<i>Tortula muralis</i> Hedw. subsp. <i>muralis</i>	2, 5, 13, 52
68	<i>Tortula muralis</i> subsp. <i>muralis</i> var. <i>aestiva</i> Hedw.	65, 66
69	<i>Tortula muralis</i> subsp. <i>obtusifolia</i> (Schwägr.) Culm.	5, 7, 13, 17, 24, 34, 58, 60, 63
70	<i>Tortula subulata</i> Hedw.	44, 48, 50

4. Sonuç ve Tartışma

Takson sayısına göre çalışma alanında kurakçıl taksonlar ile karakterize edilen Pottiaceae (27 takson) familyası ve *Syntrichia* (9 takson) cinsi hakim durumdadır (Tablo 3).

Tablo 3. Takson sayılarının cinslere göre dağılımı

Familiya	Cins	Adet
Amblystegiaceae	<i>Amblystegium</i>	3
Bryaceae	<i>Bryum</i>	3
Pottiaceae	<i>Didymodon</i>	8
Ditrichaceae	<i>Ditrichum</i>	1
Encalyptaceae	<i>Encalypta</i>	4
Funariaceae	<i>Entosthodon</i>	1
Flexitrichaceae	<i>Flexitrichum</i>	1
Grimmiaceae	<i>Grimmia</i>	7
Brachytheciaceae	<i>Homalothecium</i>	4
Amblystegiaceae	<i>Hygroamblystegium</i>	1
Meesiaceae	<i>Leptobryum</i>	1
Amblystegiaceae	<i>Leptodictyum</i>	1
Orthotrichaceae	<i>Lewinskya</i>	3
Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum</i>	5
Brachytheciaceae	<i>Oxyrrhynchium</i>	1
Amblystegiaceae	<i>Pseudoamblystegium</i>	1
Pottiaceae	<i>Pseudocrossidium</i>	1
Pottiaceae	<i>Pterygoneurum</i>	1
Bryaceae	<i>Ptychostomum</i>	4
Brachytheciaceae	<i>Rhynchostegium</i>	1
Grimmiaceae	<i>Schistidium</i>	1
Pottiaceae	<i>Syntrichia</i>	9
Pottiaceae	<i>Tortula</i>	8
Toplam 11 Familiya	Toplam 23 Cins	70 Takson

Floristik listedeki lokalite sayılarına göre vadide en yaygın taksonlar ise sırasıyla *Grimmia pulvinata* (20), *Syntrichia ruralis* (16), *Lewinskya rupestris* (15) ve *Syntrichia ruraliformis* (15) türleridir. Bu durum Kapadokya bölgesi içerisinde daha önce yapılmış benzer çalışmalar (Yayıntaş ve Erdağ, 1995; Bozdoğan, 2012; Ören ve Keçeli, 2014, Kara, 2023) ve alanın iklim tipi ile uyumludur. Soğanlı Vadisinin karayosunu florasını oluşturan

taksonların toplanma sayısına göre sırasıyla Kaya (36), Toprak (19) ve Ağaç (11) substratlarını tercih ettikleri belirlenmiştir. Karayosunlarının karasal iklimin hüküm sürdüğü ve step vejetasyon tipinin hakim olduğu habitatlarda vasküler bitkilerle ile rekabetin olmadığı substratları (epilitik) daha fazla tercih etmeleri doğaldır (Tablo 1).

Kaynaklar

- Bozdoğan ŞG. 2012. Cennet Vadisi ve Tekir Yaylası'nın Bryofit Florası, Yüksek Lisans Tezi, N.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, s. 1-170.
- Erata H, Batan N, Alataş M, Ezer T. 2023. Trematodon and Ptychostomum Species New to Turkey and South-West Asia, Biology Bulletin, Pleiades Publishing Ltd-Doi: 10.1134/S106235902360075.
- Glime J M. 2017. Meet the Bryophytes. Chapt. 2-1. In: Glime, J. M. Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology. Ebook 2-1-1. (<http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>).
- Hodgetts N. G. Söderström L. Blockeel T.L. Caspari S. Ignatov M.S. Konstantinova N.A. Lockhart N. Papp B. Schröck C. SimSim M. et al. 2020. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. Journal of Bryology. 42: 1-116.
- Kara R, Taşpınar H. 2021. Göreme Milli Parkındaki (Nevşehir) Epifitik Karayosunlarının Substrat Tercihleri. Anatolian Bryology, 7:2, 96-108.
- Kara R. 2023. Gomedada Vadisi (Kapadokya/Nevşehir) Epilitik Bryofit Vejetasyonu. Anatolian Bryology. 9:1, 31-41.

- Kazancı N, Suludere Y. 2020. Kapadokya'nın Litolojik Yapısı ve Sınırları, Türkiye Jeoloji Bülteni Geological Bulletin of Turkey 63: 373-380.
- Kürschner H. 2006. A key to the pleurocarpous mosses (Bryophytina p. p.) of the Near and Middle East Towards a bryophyte flora of the Near and Middle East 5. Nova Hedwigia, 83: 353-386.
- Kürschner H. 2007. A key to the Pottiaceae (Bryopsida-Bryophytina) of the Near and Middle East Towards a bryophyte flora of the Near and Middle East, 6. Nova Hedwigia, 84: 21-50.
- Ören M, Keçeli T. 2014. The moss flora of Ihlara Valley Aksaray/Turkey, Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma, 7:1, 88-93.
- Shmida A, Wilson MV. 1985. Biological Determinants of Species Diversity, Journal of Biogeography, 12:1, 1-20.
- Söderström L, Daring H.J. 2005. Bryophyte rarity viewed from the perspectives of life history strategy and metapopulation Dynamics. Journal of Bryology. 27: 261-268.
- URL 1. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Vadi.07.10.2023> [Erişim: 06 Ekim 2023].
- URL 2. Kapadokya'nın En Güzel Vadileri (Peri Bacaları, Kaya Yerleşimleri). <https://cappadocia4u.com/tr/kapadokya-en-guzel-vadiler/>. [Erişim: 10 Eylül 2023].
- URL 3. Soğanlı Vadisi, <https://kayserisehir.saglik.gov.tr/TR-760954/soganli-vadisi.html>. [Erişim: 08 Ekim 2023].
- URL 4. <https://www.tropicos.org/> [Erişim: 08 Haziran 2023].
- Vanderpoorten A, Engels P, Sotiaux A. 2004. Trends in diversity and abundance of obligate epiphytic bryophytes in a highly managed landscape. Ecography. 27: 567-576.
- Vanderpoorten A, Goffinet B. 2009. Introduction to Bryophytes, Cambridge University Press, New York, 2009. Doi: 10.1017/CBO9780511626838.
- Whittaker RH. 1959. On the Broad Classification of Organisms. *The Quarterly Review of Biology*, 34:3, 210-226. <http://www.jstor.org/stable/2816520>.
- Yayıntaş A, Erdağ A. 1995. Some Mosses From Ihlara Valley, Journal of Faculty of Science Ege University 18:1, 1-7.



<http://dergipark.org.tr/tr/pub/anatolianbryology>

DOI: 10.26672/anatolianbryology.1389288

Anatolian Bryology
Anadolu Briyoloji
Dergisi
Research Article
e-ISSN:2458-8474
Online



Ankara'nın Beypazarı, Güdül ve Nallıhan İlçelerinden Toplanan Bazı Karayosunlarının Antimikrobiyal ve Antifungal Aktiviteleri

Gülen Nur HAŞIMOĞLU¹ , Güray UYAR^{1*} , Nazife ASLAN² , Gül den VURAL³ 

¹Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Polatlı Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

²Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Polatlı Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

³Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Moleküler Patoloji Laboratuvarı, Ankara, TÜRKİYE

Received: 10 November 2023

Revised: 25 November 2023

Accepted: 27 November 2023

Öz

Bu çalışmada, daha önce çalışılmamış beş farklı karayosunu türü (*Gymnostomum aeruginosum* Sm., *Grimmia montana* Bruch & Schimp, *Ptychostomum pseudotriquetrum* (Hedw.) J.R.Spence & H.P.Ramsay, *Hygroamblystegium humile* (P.Beauv.) Vanderp. & Hedenäs, *Brachythecium rivulare* Schimp.) potansiyel antimikrobiyal ve antifungal özelliklerini araştırmak amacıyla Ankara'nın kuzey-batı ilçelerinden (Beypazarı, Güdül, Nallıhan) toplanmıştır. Bu araştırmada disk difüzyon (DD) ve agar well difüzyon (AWD) yöntemleri kullanılarak metanol, etanol, aseton ve kloroform çözücülerini ile elde edilen karayosunu ekstraktlarının bir mantar olan *Candida albicans* ATCC 10231, gram-negatif bir bakteri olan *Escherichia coli* ATCC 35218 ve gram-pozitif bir bakteri olan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 suşları üzerindeki antimikrobiyal ve antifungal etkileri araştırılmıştır. Karayosunu özütleri test edilen tüm mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal özellikler göstermiş olup, inhibisyon bölgeleri bakteriler için 7,0 ila 14,0 mm ve maya için 8,0 ila 13,0 mm arasında değişmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 suşu, beş farklı karayosunu türünden elde edilen çeşitli ekstraktlardan en çok etkilenen mikroorganizma olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, bu araştırmanın önemli bir bulgusu, *Grimmia montana* Bruch & Schimp ve *Gymnostomum aeruginosum*'un antimikrobiyal ve antifungal özellikleri bakımından incelenen diğer karayosunu türlerinden daha etkili olduğudur. Ayrıca, her iki karayosunu türü de ilgili alanlarda daha ileri araştırmalar yapmak için umut verici bir potansiyel sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal, antifungal, karayosunu, Ankara

Antimicrobial and Antifungal Activities of Some Mosses Collected from Beypazarı, Güdül and Nallıhan Districts of Ankara

Abstract

In this study, five previously unstudied different mosses (*Gymnostomum aeruginosum* Sm., *Grimmia montana* Bruch & Schimp., *Ptychostomum pseudotriquetrum* (Hedw.) J.R.Spence & H.P.Ramsay, *Hygroamblystegium humile* (P.Beauv.) Vanderp. & Hedenäs, *Brachythecium rivulare* Schimp.) were gathered from the north-west districts of Ankara (Beypazarı, Güdül, Nallıhan) in order to investigate their potential antimicrobial and antifungal properties. In this research, the antimicrobial activities of moss samples were examined by using the disc diffusion (DD) and agar well diffusion (AWD) methods. This study investigated the antimicrobial and antifungal effects of moss extracts which were obtained through methyl alcohol, ethyl alcohol, acetone, and chloroform solvents on *Candida albicans* ATCC 10231 (fungus), *Escherichia coli* ATCC 35218 (gram-negative bacterium), and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (gram-positive bacterium) using the disc diffusion (DD), agar well diffusion (AWD) and minimum inhibitory concentration (MIC) methods. The moss extracts have demonstrated antimicrobial properties against all microorganisms tested, with inhibition zones ranging from 7.0 to 14.0 mm for bacteria and 8.0 to 13.0 mm for yeast. Based on the results, the *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 strain was the microorganism most affected by several extracts from five different moss species. Furthermore, a significant finding of this research is that *Grimmia montana* Bruch & Schimp and *Gymnostomum aeruginosum* are more efficient than other studied moss species concerning their antimicrobial and antifungal properties. Additionally, both moss species present promising potential for further research in related areas.

Keywords: Antimicrobial, antifungal, moss, Ankara

* Corresponding author: guray.uyar@hbv.edu.tr

© 2022 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Haşimoğlu G.N. Uyar G. Aslan N. Vural G. 2023. Antimicrobial and Antifungal Activities of Some Mosses Collected from Beypazarı, Güdül and Nallıhan Districts of Ankara. *Anatolian Bryology*. 9:2, 86-91.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

1. Giriş

Yüzyıllar boyunca insanlar, yaşamlarının hemen her alanında bitkilerden yararlanmışlardır. İnsanların tarih boyunca bitkilerden faydalandığı en önemli alanlardan biri de hastalıklarla mücadele olmuştur. Bu bilgi birikimi tüm dünyada herkes tarafından kabul görmüş ve üzerinde önemli araştırmaların yapıldığı, ciddi kaynakların aktarıldığı etnobotanik bilim dalının oluşmasına sebep olmuştur. Literatürde briyofitlerin tıbbi kullanımları hakkında tohumlu bitkilerin tıbbi kullanımlarına göre daha az bilgi bulunmaktadır. Bunun nedeni, briyofitlerin günümüzde daha az tıbbi kullanıma sahip olması ve etnobotanik alanında çalışan araştırmacıların önceliklerini tohumlu bitkilere yöneltmesidir. Tüm bitkileri kapsayan etnobotanik terimine ek olarak, "Etnobryoloji" terimi 1957 yılında briyolog Seville Flowers tarafından briyofitlerin tıbbi kullanımlarını ifade etmek üzere ortaya atılmıştır ve bugün dünya çapında yaklaşık 150 etnobryolojik tür listelenmiştir (Harris, 2008; Uyar ve ark., 2016; 2023; Yetgin ve ark., 2017; Benek ve ark., 2022, 2023; Okan, 2023).

İçerdikleri kimyasal bileşikler sayesinde yüzyıllardır geleneksel tıp alanında şifalı bitkiler olarak görülen briyofitler ise; tarihsel süreçte yanıkların, kesiklerin ve deri hastalıklarının iyileşmesinde merhem ve sargı bezi olarak; briyofitlerden ekstrakte edilen maddeler de bronşit ve idrar yolu enfeksiyonu hastalıklarının tedavisinde ilaç olarak kullanılmaya başlanmıştır (Thieret, 1956). Dünya genelinde hızla artan nüfus ve sonrasında ortaya çıkan salgın hastalıklarla mücadele, edebilmek için bilim insanları yeni antibakteriyel, antioksidan, antikanser, antifungal, antidepresan ve sitotoksik v.b. etkilere sahip drogların araştırılmasına yönelmişlerdir.

Bu çalışmada, daha önce antimikrobiyal ve antifungal bir çalışmaya konu olmamış beş karayosunu türünün (*Gymnostomum aeruginosum* Sm., *Grimmia montana* Bruch & Schimp., *Ptychostomum pseudotriquetrum* (Hedw.) J.R.Spence & H.P.Ramsay, *Hygroamblystegium humile* (P.Beauv.) Vanderp. & Hedenäs, *Brachythecium rivulare* Schimp.) metil alkol, etil alkol, aseton ve kloroform çözücülerini ile elde ekstraktları üzerinden, gram (-)' leri temsilen *Escherichia coli* ATCC 35218, gram (+)' leri temsilen *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve mantarları temsilen *Candida albicans* ATCC 10231 suşları üzerinden antimikrobiyal ve antifungal etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Karayosunu Örnekleri

Karayosunu örnekleri, Ankara'nın Kuzebybatı ilçeleri olan Beypazarı, Güdül ve Nallıhan' dan toplanmıştır. Bu örnekler, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Güray UYAR tarafından teşhis edilmiştir. Teşhisi yapılan karayosunu türlerinin isimleri ve lokasyon bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

2.2. Ekstraksiyon yöntemi

Tablo 1'de belirtilen lokasyonlardan toplanan karayosunu örnekleri, laboratuvarında distile su ile yıkayıp kurutularak, öğütücüde toz haline getirildi. Toz örneklerin her biri 4 gr. olacak şekilde hassas terazide tartılarak, 250 ml'lik eşit miktarlardaki metil alkol, etil alkol, kloroform ve aseton çözücülerini içinde bir gece bekletilen numuneler, soxhlet cihazı ile çözücülerini kaynama sıcaklıklarının hemen altında (Metanol: 63°C, Etanol: 77°C, Aseton: 55°C, Kloroform: 60°C) bitkiler ve çözümler magnetik karıştırıcı ile karıştırılarak 6 saat boyunca ekstrakte edilmiştir. Metil alkol ve etil alkol ile yapılan ekstraksiyon işlemlerinden elde edilen ekstraktlardan 60 ml'lik kısımları döner buharlaştırıcının cam balonuna alınmış ve vakum altında yaklaşık 1,5-2,0 ml ekstrakt kalıncaya kadar çözücülerini buharlaşması sağlanmıştır. Kaynama noktaları düşük olan kloroform ve aseton çözücülerinde ise elde edilen ekstraktların 60 ml'lik kısımları çeker ocak içerisinde bir gece bekletilerek çözücülerini yaklaşık 1,5-2,0 ml hacime kadar buharlaşması sağlanmış ve her bir özüt ependorf tüplere aktarılarak etiketlenmiştir.

2.3. Mikroorganizmalar

Karayosunlarının antimikrobiyal ve antifungal aktivitesini araştırmak amacıyla bu çalışmada gram negatif bakterileri temsilen *Escherichia coli* ATCC 35218, gram pozitif bakterileri temsilen *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve maya mantarlarını temsilen *Candida albicans* ATCC 10231 standart suşları kullanılmıştır.

2.4. İnokulum hazırlama

Deneyde kullanılan *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türleri 37 °C' de 24 saat, maya türü *C. albicans* ise 27 °C' de 48 saat inkübe edilmiştir (Canlı ve ark., 2016). Deneyde kullanılan tüm suşlar, steril %0,9 NaCl çözeltisi içerisinde 0,5 McFarland standardına uygun hale getirilmiştir (Altuner ve ark., 2014a).

Tablo 1. Karayosunu türlerinin isimleri ve lokasyon bilgileri

Familiya	Karayosunu Türü	Koordinat	Rakım (m)	Substrat
Pottiaceae	<i>Gymnostomum aeruginosum</i> Sm.	40°14'17.2"N 32°15'44.4"E	693	Kum
Amblystegiaceae	<i>Hygroamblystegium humile</i> (P.Beauv.) Vanderp. & Hedenäs	40°14'17.2"N 32°15'44.4"E	693	Ağaç kökü
Bryaceae	<i>Ptychostomum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) J.R.Spence & H.P.Ramsay	40°03'11.0"N 031°24'23.7"E	469	Toprak ve kaya
Grimmiaceae	<i>Grimmia montana</i> Bruch & Schimp.	40°22'16.3"N 032°01'33.5"E	1395	Kaya
Brachytheciaceae	<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.	40°21'01.6"N 32°00'35.1"E	1265	Kaya

2.5. Antimikrobiyal aktivite testi

Ekstraktları elde edilen 5 karayosunu türünün antimikrobiyal ve antifungal aktivitesini tespit etmek için disk difüzyon ve agar well difüzyon testi uygulanmış ayrıca her bir örnek için minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) değerlerine bakılmıştır. Testleri uygulama aşamasından önce bakteri türleri için Mueller Hinton Agar, maya türü için ise Sabourand dekstroz agar hazırlanarak, derinliği $4,0 \pm 0,5$ mm olacak şekilde steril petri kaplarına katı besiyerleri dökülmüştür.

2.5.1. Disk difüzyon testi

G. aeruginosum ve *G. montana* türlerinden elde edilen metanol, etanol, aseton, kloroform, ekstraktlarından ve *P. pseudotriquetrum*, *B. rivulare* ve *H. humile* türlerinin metanol ekstraktlarından mikropipet ile 20 µl ekstrakt alınarak, 6 mm Bioanalyse Antimikrobiyal Duyarlılık Test Disklerine yüklenmiştir (Andrews, 2003). Önceden hazırlanan katı besiyerlerinin tüm yüzeyine test tüpünden eküvyon yardımıyla alınan mikroorganizmalar dağıtılmıştır. Son olarak yüklenmiş olan diskler, ekimi yapılmış yüzeylere yerleştirilerek 37 °C' de 18-24 saat inkübasyon için etüve kaldırılmıştır. İnkübasyon sonrasında inhibisyon zon çapları mm türünden en az 3 tekrarlı ölçülmüş ve bu ölçümlerin ortalaması kaydedilmiştir.

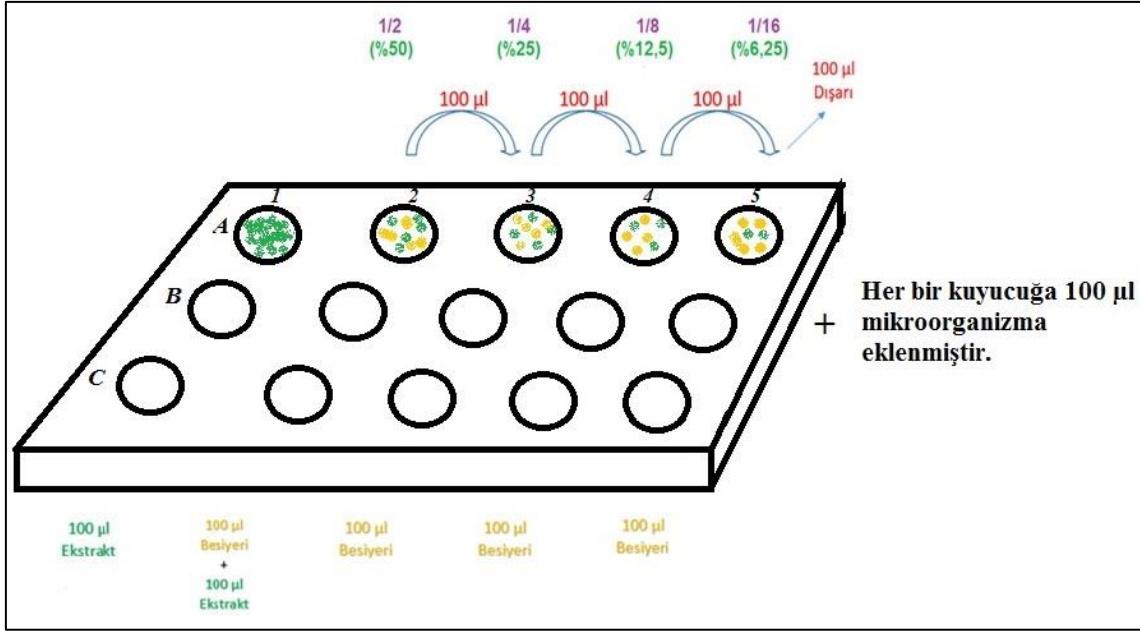
2.5.2 Agar well difüzyon testi

Agar well difüzyon için besiyerlerine steril pipet ucu ile 6 mm çapında kuyucuklar açılmıştır. Açılan kuyucuklara, *G. aeruginosum* ve *G. montana* türlerinden elde edilen metanol, etanol, aseton, kloroform ekstraktlarından ve *P. pseudotriquetrum*, *B. rivulare*, *H. humile* türlerinin metanol

ekstraktlarından mikropipet yardımıyla 60 µl kadar ekstrakt eklenmiştir. Sonraki aşamalarda besiyerlerinin tüm yüzeyini kaplayacak şekilde mikroorganizma ekimi yapılmış ve 37 °C' de 18-24 saat inkübe edilerek oluşan inhibisyon zon çapları mm türünden en az 3 tekrarlı ölçülmüş ve bu ölçümlerin ortalaması kaydedilmiştir.

2.5.3. Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK)

Mikroorganizmaların üremesini durduran en düşük konsantrasyon, MİK değeridir (Andrews, 2001). Bu çalışmada her bir örnek için sıvı dilüsyon metodu kullanılarak mikrodilüsyon şeklinde MİK uygulanmıştır (Sümerkan ve Gökahmetoğlu, 1998). *E. coli* ve *S. aureus*' un MİK değerleri için Mueller Hinton Broth sıvı besiyeri, *C. albicans* için ise sabouraud dekstroz broth sıvı besiyeri kullanılmıştır. Steril mikropipet üzerinde her bir karayosunu türü için 5 kuyucuk belirlenmiştir. İlk kuyucuğa 100 µl kadar sadece ekstrakt konulmuştur. Sonraki dört kuyucuğun her birine 100 µl sıvı besiyeri eklenmiştir. Sadece ikinci kuyucuğa sıvı besiyerine ilave 100 µl ekstrakt eklenmiştir. İkinci kuyucuktan itibaren mikropipet yardımıyla mikrodilüsyon yapılmıştır. En son 5. kuyucuktan 100 µl dışarı atılarak her kuyucukta 100 µl dilüe ekstrakt kalması sağlanmıştır. Her kuyucuğun üzerine bakteri/maya mantarı süspansiyonundan mikropipetle 100 µl mikroorganizma ilave edilmiştir. Mikroorganizma üreme etkinliğini gözlemlenmek için 18-24 saat kadar 37°C etüve beklemiştir. İnkübasyondan sonra üremenin olmadığı/en az olduğu kuyucuklar belirlenip not edilmiştir. Bu aşamaların sonunda 2. kuyucukta %50, 3. kuyucukta %25, 4. kuyucukta %12,5, 5. kuyucukta %6,25, ekstrakt konsantrasyonları elde edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Mikroplaka üzerinde her bir örnek için sıvı dilüsyon metodunun uygulanışı (100 µl= 0.1 ml). 2. kuyucuktan itibaren kuyucuklarda kalan ekstraktın besiyerine oranı (µl/ml) cinsinden hesap edilmiştir. Ekstraktı seyreltme sonucunda 2. kuyucukta; 0,1 ml besiyeri içinde 50 µl ekstrakt, 3. kuyucukta; 0,1 ml besiyeri içinde 25 µl, 4. kuyucukta; 0,1 ml besiyeri içinde 12,5 µl, 5.kuyucukta; 0,1 ml besiyeri içinde 6.25 µl ekstrakt bulunmaktadır.

2.6 Negatif ve Pozitif Kontroller

Deneyin negatif kontrolü için karayosunu türlerinin kendi çözücüleri olarak metanol, etanol, kloroform, aseton ve saf su kullanılmıştır. Deneyin pozitif kontrolünde, antibiyotik olarak *E. coli* ve *S. aureus* için eritromisin, antifungal olarak *C. albicans* için ise flukanazol disk kullanılmıştır.

3. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada *G. aeruginosum* ve *G. montana* türlerinin metanol, etanol, aseton, kloroform ekstraktları ile *B. rivulare*, *P. pseudotriquetrum*, *H. humile* türlerinin metanol ekstraktları 2 bakteri ile 1 maya türü üzerinde antimikrobiyal ve antifungal aktivitelerinin araştırılması yapılmıştır. Sonuçta bakteriler için 7,0-14,0 mm, maya kültürü için 8,0-13,0 mm arasında değişen inhibisyon zonlarıyla tüm test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal ve antifungal aktiviteler belirlenmiştir. *E. coli* ATCC 35218 suşuna karşı *G. montana* karayosunu türünün metanol ekstraktı, disk difüzyon testine göre 12 mm, aynı türün etanol ve kloroform ekstraktları agar well difüzyon testine göre 14 mm inhibisyon zon çapı ve 12,5 µl/ml minimum inhibisyon konsantrasyonu değeri ile en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi göstermiştir. *S. aureus* ATCC 25923 suşuna karşı *G. montana* ve *G. aeruginosum* türlerinin metanol ekstraktları, disk

difüzyon testine göre 11 mm zon çapı, *G. aeruginosum* türünün etanol ekstraktı, agar well difüzyon testine göre 14 mm inhibisyon zon çapı ve minimum inhibisyon konsantrasyonuna bakıldığında 12,5 µl/ml ile en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi göstermiştir. *C. albicans* ATCC 10231 suşuna karşı *G. montana* ve *G. aeruginosum* türlerinin etanol ekstraktları disk difüzyon testine göre 10 mm zon çapı, *G. aeruginosum* türünün kloroform ekstraktı agar well difüzyon testine göre 13 mm inhibisyon zon çapı ve 12,5 µl/ml konsantrasyon değeri ile en yüksek antifungal aktiviteyi göstermiştir (Tablo 2).

Çalışılan örneklerden *Grimmia montana* Bruch & Schimp. ve *Gymnostomum aeruginosum* Sm. türleri antimikrobiyal ve antifungal aktiviteleri açısından diğer türlere göre daha etkili olmuştur. Elde edilen disk difüzyon testi ve agar well difüzyon testi sonuçlarına göre, kullanılan beş farklı karayosununun farklı ekstraktlarından etkilenen en duyarlı mikroorganizma, *S. aureus* ATCC 25923 suşu olurken, duyarlılıkta ikinci sırayı *C. albicans* ATCC 10231, üçüncü sırayı da *E. coli* ATCC 35218 suşları almıştır.

Tablo 2. Karayosunun türlerinin disk difüzyon ve agar well testi sonuçları (mm cinsinden inhibisyon zon çapları)

Briyofit Türleri	Çözücüler	Mikroorganizmalar					
		<i>E. coli</i> ATCC 35218		<i>S. aureus</i> ATCC 25923		<i>C. albicans</i> ATCC 10231	
		DD	AWD	DD	AWD	DD	AWD
<i>G. aeruginosum</i>	Metanol	7	0	11	7	9	11
	Etanol	9	11	7	14	10	9
	Aseton	0	12	0	11	0	9
	Kloroform	0	11	7	12	8	13
<i>G. montana</i>	Metanol	12	8	11	13	0	9
	Etanol	9	14	10	10	10	10
	Aseton	0	9	0	9	0	9
	Kloroform	0	14	7	13	7	12
<i>B. rivulare</i>	Metanol	7	7	8	8	9	0
<i>P. pseudotriquetrum</i>	Metanol	0	0	8	7	8	0
<i>H. humile</i>	Metanol	0	7	9	7	9	12

Pozitif kontrol sonucuna göre *E. coli* için 12 mm, *S. aureus* için 29 mm zon çapı ölçülürken, *C. albicans* mantar türü için flukanazol antifungal standart diskinin zon çapı 37 mm ölçülmüştür. Negatif kontrol sonucuna göre ise genel itibariyle çözücüler, mikroorganizmalar üzerinde etkili olmuştur. Ancak oluşan kontrol zon çapları ekstraktların neden olduğu kadar büyük değildir.

Bu çalışmadan elde edilen veriler, benzer bakteri, çözücü ve yöntemi kullanan diğer karayosunu antimikrobiyal çalışmalarından elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında, 2011 yılında Çolak ve arkadaşları tarafından yapılan antimikrobiyal çalışmaya göre *E. coli* ATCC 35218 suşuna karşı *Anomodon viticulosus* (Hedw.) Hook. & Taylor türünün metanol ekstraktı, disk difüzyon testi ile $7,8 \pm 0,4$ mm zon çapı ölçülmüştür. Buna göre aynı bakteri suşuna karşı bu çalışmada kullanılan *G. montana* türünün metanol ekstraktının, *A. viticulosus* türüne göre aynı bakteri suşuna karşı daha etkili olduğu görülmüştür.

Tonguç Yayıntaş ve arkadaşlarının (2019) yaptığı benzer çalışmada *S. aureus* ATCC 25923 suşuna karşı *Hypnum cupressiforme* Hedw. türünün metanol ekstraktı, agar well difüzyon yönteminde zon çapı oluşturmamıştır. Bu çalışmada ise kullanılan *G. montana* türünün metanol ekstraktının aynı bakteri suşuna karşı daha etkili olduğu saptanmıştır.

C. albicans ATCC 10231 suşuna karşı bu çalışmada kullanılan *G. montana* ve *G. aeruginosum* türlerinin etanol ekstraktlarının benzer bir çalışmada kullanılan ve inhibisyon zonu oluşturmayan *Calliigonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, *Dicranum polysetum* Sw. ex anon ve *Hypnum cupressiforme* Hedw. türlerinin etanol ekstraktlarından daha etkili olduğu görülmüştür (Altuner ve ark., 2014b).

Daha fazla karayosunu örneği toplayarak ekstrakte edilen etken madde derişimini artırmak ve böylece karayosunlarının antimikrobiyal ve antifungal özelliklerini yorumlamakta daha fazla veri elde etmek mümkündür. Ayrıca ekstraksiyon işleminde kullandığımız soxhlet ekstraksiyon yöntemine alternatif olarak kapalı sistem mikrodalga ekstraksiyon yöntemi denenebilir. Böylece daha az miktarda numune ve daha az hacimde çözücü kullanarak kısa sürede, daha hızlı ve etkili bir sonuç elde edilebilir.

Bununla birlikte bu çalışmanın bize gösterdiği sonuçlara göre çalışılan örneklerden *Grimmia montana* Bruch & Schimp. ve *Gymnostomum aeruginosum* Sm. türlerinin antimikrobiyal ve antifungal aktiviteleri diğer türlere göre daha fazla olduğundan bu türlerdeki etken maddelerin detaylı analizlerle ortaya çıkarılması için ileri çalışmaların yapılabileceği düşünülmüştür.

Kaynaklar

- Altuner E. M. Canlı K. Akata I. 2014a. Antimicrobial Screening of *Calliigonella cuspidata*, *Dicranum polysetum* and *Hypnum cupressiforme*. Journal of Pure and Applied Microbiology. 8:1, 539-545.
- Altuner E. M. Canlı K. Akata I. 2014b. In vitro Antimicrobial Screening of *Hedwigia ciliata* var. *leucophaea* and Determination of the Ethanol Extract Composition by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). Journal of Pure and Applied Microbiology. 4:8, 2987-2998.
- Andrews J. M. 2001. Determination of Minimum Inhibitory Concentrations. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 48:1, 5-16.
- Andrews J.M. 2003. BSAC standardized disc susceptibility testing method (version 6). Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 60, 20-41.

- Benek A. Canlı K. Altuner E.M. 2022. Traditional Medicinal Uses of Mosses. *Anatolian Bryology*. 8:1, 57-65.
- Benek A. Canlı K. Altuner E. M. 2023. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Some Mosses. *Anatolian Bryology*. 9:1, 42-49.
- Canlı K. Yetgin A. Akata I. Altuner E.M. 2016. In vitro Antimicrobial Screening of *Aquilaria agallocha* Roots. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative medicines*. 13:5, 178-181.
- Çolak E. Kara R. Ezer T. Yuvalı Çelik G. Elibol B. 2011. Investigation of Antimicrobial Activity of Some Turkish Pleurocarpic Mosses. *African Journal of Biotechnology*. 10:60, 12905-12908.
- Harris E. S. 2008. Ethnobotany: traditional uses and folk classification of bryophytes. *The Bryologist*. 111:2, 169-217.
- Okan O. T. 2023. Antioxidant, antimicrobial and some chemical composition of *Plagiochila asplenioides* (L.) Dumort extract. *Anatolian Bryology*. 9:1, 11-19.
- Sümerkan B. Gökahmetoğlu S. 1998. MIC, MBC Testleri, Rutindeki Önemi ve Uygulamaları. *Flora*. 3:2, 91-95.
- Thieret J.W. 1956. Bryophytes as Economic Plants in Economic Botany. Springer on behalf of New York Botanical Garden Press. 10:1, 75-91.
- Tonguç Yayınış Ö. Yılmaz S. Sökmen M. 2019. Determination of Antioxidant, Antimicrobial and Antitumor Activity of Bryophytes from Mount Ida (Canakkale, Turkey). *Indian Journal of Traditional Knowledge*. 18:2, 395-401.
- Yetgin A. Şenturan M. Benek A. Efe E. Canlı A. 2017. Determination of *Pterigynandrum filiforme* Hedw. Antimicrobial Activity. *Anatolian Bryology*. 3:1, 43-47.
- Uyar G. Hacıoğlu Doğru N. Ören M. Çavuş A. 2016. Determining Antibacterial Activity of Some Mosses (*Cinclidotus riparius* (Host ex Brid.) Arn., *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Gangulee, *Leucobryum juniperoideum* (Brid.) Müll.Hal., *Cirriphyllum crassinervium* (Taylor) Loeske & M.Fleisch.). *Anatolian Bryology*. 1-2:(2), 1-8.
- Uyar G. Demir N. Hacıoğlu Doğru N. 2023. *Dichodontium pellucidum* (Hedw.) Schimp. Karayosunun Antimikrobiyal, Antibiyofilm ve Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 10:3, 548-555.



<http://dergipark.org.tr/tr/pub/anatolianbryology>

DOI: 10.26672/anatolianbryology.1377630

Anatolian Bryology
Anadolu Briyoloji
Dergisi
Review Article
e-ISSN:2458-8474
Online



Türkiye'deki *Hookeria* (Hookeriaceae) Türleri Üzerine Notlar

Hüseyin ERATA¹ , Nevzat BATAN^{2*} 

¹Gümüşhane Üniversitesi, Kürtün Meslek Yüksekokulu, Gümüşhane, TÜRKİYE

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Trabzon, TÜRKİYE

Received: 17 October 2023

Revised: 06 November 2023

Accepted: 07 November 2023

Öz

Bu çalışmada, Türkiye'den daha önce kaydı verilmiş olan *Hookeria* cinsine ait *Hookeria acutifolia* ve *Hookeria lucens* türleri, herbaryum örnekleri üzerinden morfolojik olarak incelenmiş ve karakteristik özellikleri resimlenmiştir. Türlerin Türkiye'deki güncel durumu, dağılımı, teşhis anahtarı ve ekolojileri detaylı olarak sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: *Hookeria*, *Hookeria acutifolia*, *Hookeria lucens*, Türkiye.

Notes on the Species of *Hookeria* (Hookeriaceae) in Türkiye

Abstract

In this study, *Hookeria acutifolia* and *Hookeria lucens* species belonging to the genus *Hookeria*, which have been previously recorded in Türkiye, were morphologically examined on herbarium specimens, and their characteristic features were illustrated. The current status, distribution, identification key and ecology of the species in Türkiye are presented in detail.

Keywords: *Hookeria*, *Hookeria acutifolia*, *Hookeria lucens*, Türkiye.

* Corresponding author: nevzatbatan@gmail.com

© 2022 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Erata H. Batan N. 2023. Notes on the species of *Hookeria* (Hookeriaceae) in Türkiye. *Anatolian Bryology*. 9:2, 92-96.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

1. Giriş

Hookeria cinsi ilk olarak 1808 yılında J. E. Smith tarafından *H. lucens* (Hedw.) J. E. Sm. (Smith, 1808; Hooker ve Greville, 1825) temel alınarak oluşturulmuştur. Bu cins Hookeriaceae familyasının bir üyesi olup, dünya çapında çoğunlukla tropikal ve ılıman bölgelerde dağılım gösteren 10 (on) takson içermektedir (Lin ve Tan, 1995; Frey ve Stech, 2009). *Hookeria* cinsi sarımsı yeşil bitki rengi, merkezi bir standın varlığı, yaprağın orta damar olmaksızın komplanat olması, yaprak hücrelerinin büyük olması, ağ benzeri bir izolasyon oluşturması ve mitriform kaliptra ile karakterize edilir (Tan ve Robinson, 1990; Juengprayoon ve ark., 2016).

Hodgetts ve ark. (2020)'ye göre Avrupa kıtasından bilinen *Hookeria* türü sayısı 1 (*H. lucens*) dir. Kürschner ve Frey (2020)'ye göre Güney Batı Asya için bilinen *Hookeria* cinsine ait tür sayısı 2'dir (*H. acutifolia* ve *H. lucens*). Bu 2 türün de kayıtları Türkiye'den verilmiştir. Türkiye'deki *Hookeria* cinsine ait ilk kayıt olan *H. lucens* Handel-Mazetti (1909) tarafından Zonguldak ilinden verilmiştir. *H. acutifolia* taksonuna ait ilk kayıt ise Uyar ve Ören (2013) tarafından Trabzon'dan verilmiştir.

Hookeria cinsine ait *H. acutifolia* ve *H. lucens* türlerinin detaylı tanımları, ekolojik istekleri Türkiye genelindeki dağılımı ve türlerin için teşhis anahtarları verilmiştir. Bu çalışma Türkiye de ki *Hookeria* türlerinin detaylı dağılımları, morfolojik ve anatomik ayırt edici karakteristik özelliklerini ve benzer ve farklılıklarının detaylı ele alındığı ilk revizyon çalışması niteliği taşımaktadır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, Türkiye'den daha önce kaydı verilmiş olan *Hookeria* cinsine ait *H. acutifolia* Hook. & Grev. ve *H. lucens* (Hedw.) Sm. türlerinin Türkiye dağılımı için briyofloristik araştırmalar ve kontrol listelerinin detaylı olarak incelenmesiyle elde edilmiştir (Handel-Mazetti, 1909; Henderson, 1961; Abramova ve Abramov, 1979; Özdemir ve Çetin, 1999; Abay, 2004; Uyar ve Çetin, 2006;

Özdemir ve Koz, 2008; Uyar ve Ören, 2013; Batan ve ark., 2014; Ören ve ark., 2015; Özdemir ve Batan, 2016; Batan ve ark., 2017, 2018; Erata ve ark., 2018; Can Gözcü ve ark., 2019; Pisarenko ve ark., 2020; Erata ve ark., 2020; Kürschner ve Erdağ, 2020; Erata ve ark., 2021). Türler için karakteristik özellikler, Karadeniz Teknik Üniversitesinde Biyoloji Bölümündeki Herbaryumda yer alan örneklerde yapılan morfolojik incelemeler sonucunda bu özelliklerinin fotoğraf ataçmanlı mikroskopta fotoğraflanmasıyla hazırlanmıştır.

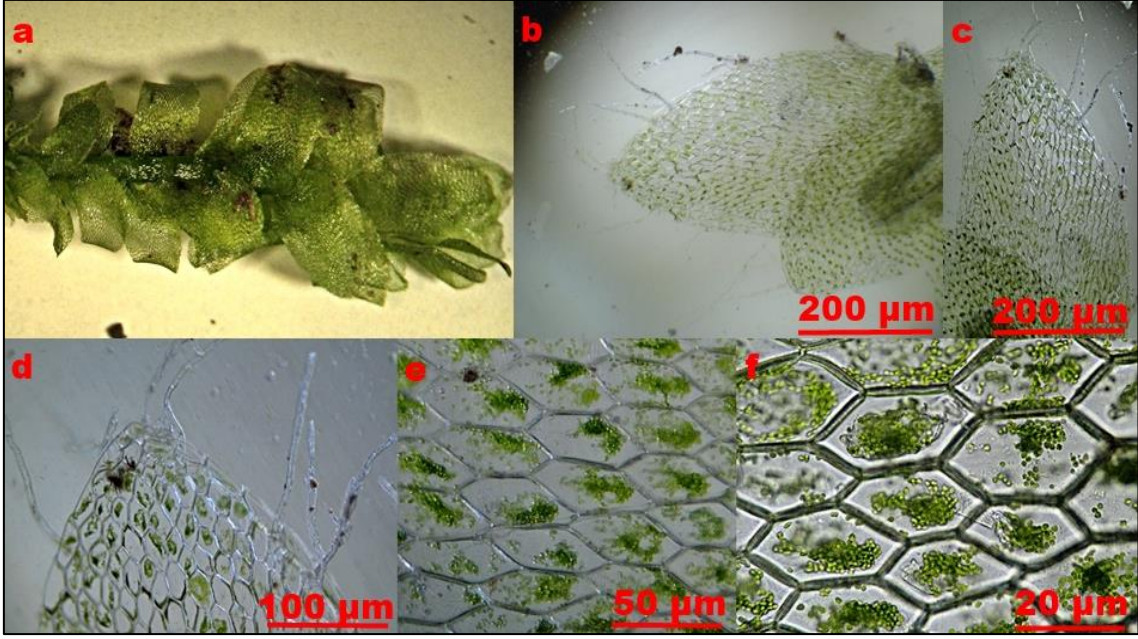
3. Sonuç ve Tartışma

***Hookeria acutifolia* Hook. & Grev. (Şekil 1)**

Bitkiler komplanat, soluk yeşil renge sahiptir. Gövde yatık halde, 2 cm uzunluğa sahip olup gövdenin ventral yüzeylerde seyrek, açık kahverengi ya da şeffaf ince rizoidler mevcuttur. Yapraklar biraz şeffaf, heteromorfik şekilde: dorsal yapraklar simetrik, lateral yapraklar hafif asimetrik, yassılaştırmış, yumurtamsı ile genişçe mızraksı şekilde olup geniş akut uçla sonlanır. Yaprak kenarları düz olup, yaprak uç kısımlarında sıklıkla dallanmamış filamentli rizoidlere sahiptir. Yapraktaki laminal hücreler ± homojen, büyük, gevşek ve ellipsoidal veya altıgen şekle sahiptir. Yaprak kenar hücreleri ise yaprak ortası hücrelerden daha dar ve uzun şekilde ve tek sıralı olarak uzanır.

Ekoloji: *H. acutifolia*, nemli, gölgeli alanlarda, dere kenarlarında, çoğunlukla vadilerde, zeminde, çürüyen kütüklerde ve humus kaplı kayalarda bulunur. Ayrıca, genellikle kumtaşı alanlarında görülür, kayalık habitatlarda ortaya çıkar (Uyar ve Ören, 2013; Batan ve ark., 2014; Erata ve ark., 2018; Erata ve ark., 2020; Pisarenko ve ark., 2020).

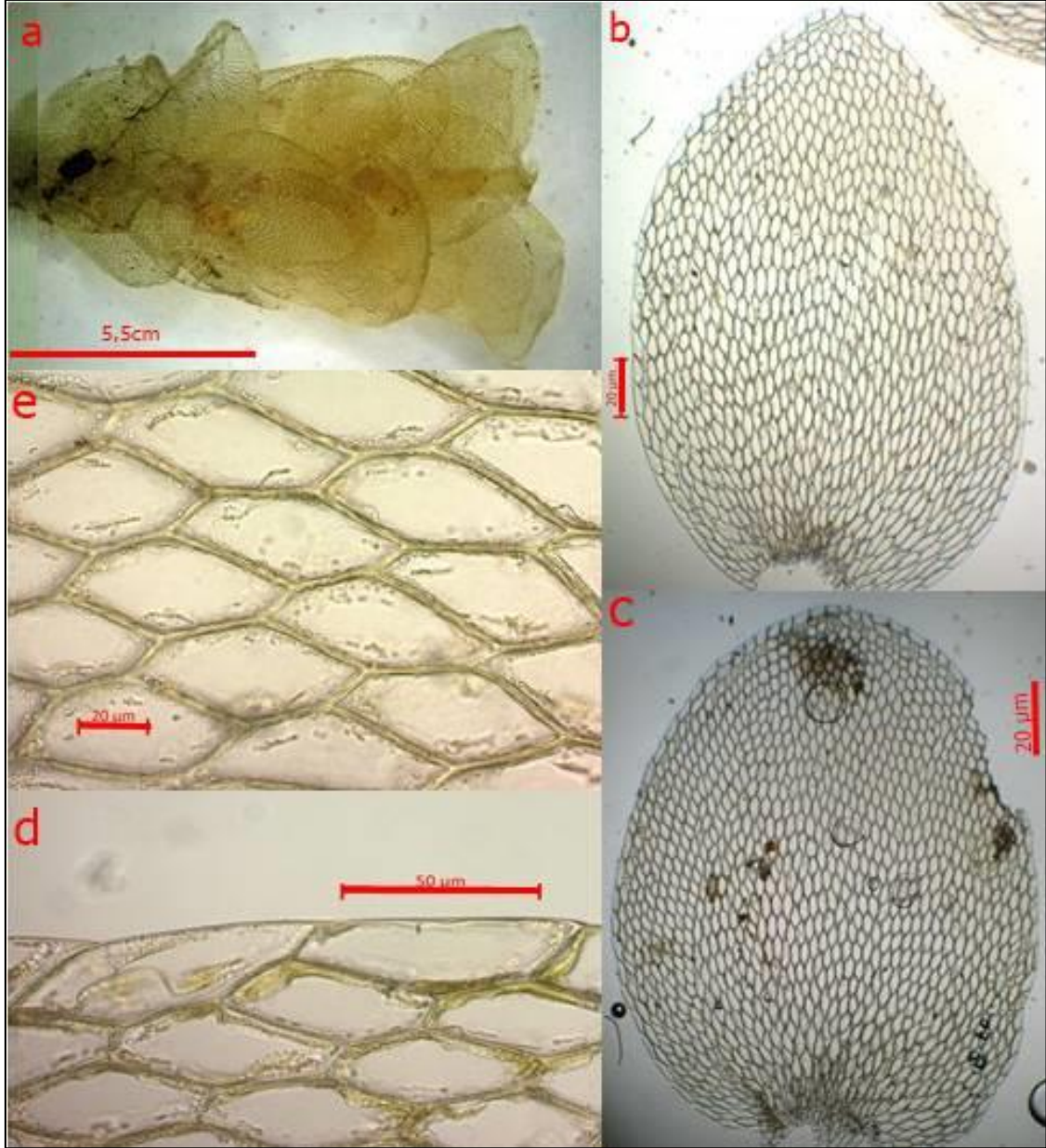
Dağılım: Ordu (Kabadüz), Giresun (Görel), Trabzon (Sürmene, Şalpaazarı), (Şekil 3), (Uyar ve Ören, 2013; Batan ve ark., 2014; Erata ve ark., 2018; Erata ve ark., 2020; Kürschner ve Erdağ, 2020).



Şekil 1. *Hookeria acutifolia*: a) Genel görünüm, b-c) Yaprak, d) Yaprak ucu, e-f) Yaprak ortası hücreleri.

Hookeria lucens (Hedw.) Sm. (Şekil 2).
Bitki parlak yeşil renkte sahiptir. Sürgünler yatık
şekilde, 6 cm uzunluğunda; gövdeler seyrek
dallıdır. Yapraklar heteromorfik, biraz şeffaf,
komplanat, hafif şekilde büzülmüş ve
kurduğunda dalgalı, yumurtamsı, yaprak uç kısmı

yuvarlak veya küt şeklinde. Yaprak kenarları düz
ve bant yoktur. Yaprakta orta damar yoktur.
Yaprak hücreleri çok büyük, yarı saydam, düzensiz
altıgen ile uzun altıgen şeklinde yaprak ortasında,
yaprak kenar hücreleri farklılaşmamış veya biraz
daha dar şekildedir



Şekil 2. *Hookeria lucens*: a) Genel görünüm, b-c) Yaprak, d) Yaprak kenar hücreleri, e) Yaprak ortası hücreleri.

Ekoloji: *H. lucens*, nemli, gölgeli, kireçsiz toprakta, hendek, dere ve nehir kenarlarında, ormanda, vadilerdeki ve yarıklardaki gölgeli toprak çıkıntılarında, bazen kaya üzerinde ince bir humus kaya çıkıntılarında bulunur (Dierßen, 2001; Smith, 2004).

Dağılım: Kocaeli (Kartepe), Düzce, Zonguldak (Ereğli, Kozlu), Kastamonu, Ordu (Kabadüz), Giresun (Dereli, Tirebolu), Trabzon (Maçka, Çaykara, Şalpazarı), Rize (Fındıklı, İkizdere), Artvin (Murgul), Ardahan (Göle), (Şekil 3), (Handel-Mazetti, 1909; Henderson, 1961; Abramova ve Abramov, 1979; Özdemir ve Çetin,

1999; Abay, 2004; Uyar ve Çetin, 2006; Özdemir ve Koz, 2008; Ören ve ark., 2015; Özdemir ve Batan, 2016; Batan ve ark., 2017, 2018; Can Gözcü ve ark., 2019; Erata ve ark., 2020; Kürschner ve Erdağ, 2020; Erata ve ark., 2021).

***Hookeria* anahtar:**

1. Yapraklar biraz şeffaf, heteromorfik şekilde, yassılaştırılmış, yumurtamsı geniş mızraksı şeklinde olup akut bir uçla sonlanır. Yaprak uç kısımlarında sıklıkla dallanmamış filamentli rizoidlere sahiptir. Yaprak ortasındaki hücrelerden daha dar olan kenar hücrelerine sahiptir.....*H. acutifolia*

- Yaprak biraz şeffaf, heteromorfik şekilde, yumurtamsı şekilde ve obtus bir uçla sonlanır. Yaprak ortasındaki hücrelerle eşit genişlikte kenar hücrelerine sahiptir. Yaprak kenarları düz ve bant yoktur.....*H. lutescens*



Şekil 3. Türkiye’deki *Hookeria* türlerinin illere göre dağılımı

Kaynaklar

- Abay G. 2004. The moss flora (Musci) of Kıyıcak village (Fındıklı-Rize). *Ot Sistematik Botanik Dergisi*. 11:1, 149-162.
- Abramova A.L. Abramov I.I. 1979. Species rare et curiosae muscorum Mongoliae. II. *Nov. Sist. Nizsz. Rast.* 16: 169-175.
- Batan N. Özcan O. Özdemir T. 2014. New Bryophyte Records from Turkey and Southwest Asia. *Telopea*. 17: 337-346.
- Batan N. Erata H. Özen Ö. Özdemir T. Alataş M. 2017. The Bryophyte Flora of Ardahan Province (Turkey). *Arctoa*. 26: 187-197.
- Batan N. Atamov V. Ekşi S. Erata H. 2018. Contribution to the bryophyte flora of the İkizdere district (Rize, Turkey). *Phytologia Balcanica*. 24:1, 9-15.
- Can Gözcü M. Uyar G. Ören M. Ezer T. Alataş M. 2019. The Bryophyte Flora of The Samanlı Mountains (Sakarya, Kocaeli, Yalova, Bursa) in North-West Turkey. *Arctoa*. 28: 58-74.
- Dierßen K. 2001. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes, *Bryophytorum Bibliotheca*, Band 56, J. Cramer, Berlin, Stuttgart.
- Erata H. Batan N. Özdemir T. 2018. The Bryophyte Flora of Sis Mountain (Giresun-Trabzon, Turkey). *Anatolian Bryology*. 4:1, 46-64.
- Erata H. Batan N. Özen Ö. Alataş M. 2020. Contributions to the bryophyte flora of Şalpaazarı and Tonya districts (Trabzon, Turkey). *Phytologia Balcanica*. 26:1, 71-79.
- Erata H. Alataş M. Batan N. Ezer T. 2021. Contributions to the Bryophyte Flora of Altındere Valley (Trabzon, Turkey). *Acta Biologica Turcica*. 34:4, 186-196.
- Handel-Mazetti H.M. 1909. Ergebnisse einer botanische Reise in des Pontische Randgebirge in Sandchak Trapezunt. *Ann. Nathist. Hofmus. Wien* 23: 124-212.
- Henderson D.M. 1961. Contribution to the Bryophyte Flora of Turkey: IV. Notes from Royal Botanic Garden Edinburgh. 23: 263-278.
- Hodgetts N.G. Söderström L. Blockeel T.L. Caspari S. Ignatov M.S. Konstantinova N.A. Lockhart N. Papp B. Schröck C. SimSim M. ve ark. 2020. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology*. 42:1, 1-116.
- Hooker W.J. Greville R. K. 1825. On the genus *Hookeria* of Smith, of the order Musci. *Edinburgh J. Sci.* 2: 221-236.
- Ireland R. 1982. Moss flora of Maritime Provinces. Publication in Botany No: 13. Ottawa: National Museum of Natural Sciences.
- Juengprayoon W. Poopath M. Chantanaorrapint S. 2016. *Hookeria acutifolia* (Hookeriaceae,

- Bryophyta), a Genus and Species new for Thailand. Polish Botanical Journal. 61:2, 237-241.
- Kürschner H. Erdağ A. 2020. Bryophyte Locality Data from The Near and Middle East 1775-2019. Hiperlink. İstanbul.
- Lin P.-J. Tan B.C. 1995. Contribution to the Bryoflora of China (12): A taxonomic revision of Chinese Hookeriaceae (Musci). Harvard Pap. Bot. 7: 25-68.
- Ören M. Bozyaka S. Özçelik A.D. Hazer Y. Uyar G. 2015. Zonguldak ili Briyofit Florasına Katkılar. Anatolian Bryology. 1:1, 34-41.
- Özdemir T. Çetin B. 1999. The Moss Flora of Trabzon and Environs, Turk J Bot. 23: 391-404.
- Özdemir T. Koz B. 2008. Contribution to the moss flora of Dereli, Giresun District (Turkey). Acta Botanica Hungarica. 50:1-2, 171-180.
- Özdemir T. Batan N. 2016. The bryophyte flora of Ordu province (Turkey). Arctoa. 25: 144-159.
- Pisarenko O. Yu. Bakalin V.A. Ignatova E. A. 2020. *Hookeria acutifolia* (Hookeriaceae, Bryophyta), a new species for the moss flora of Russia. Botanica Pacifica. 9:1, 71-75.
- Smith A.J. E. 1808. Characters of *Hookeria*, a new genus of mosses, with descriptions of ten species. Trans. Linn. Soc. London. 9: 275-282.
- Smith A.J.E. 2004. The moss flora of Britain and Ireland. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Tan B.C. Robinson H. 1990. A review of Philippine Hookeriaceous taxa (Musci). Smithsonian Contr. Bot. 75: 1-41.
- Uyar G. Çetin B. 2006. Contribution to the Moss Flora of Turkey: Western Black Sea Region (Bolu, Kastamonu, Karabük, Bartın and Zonguldak). International Journal of Botany, 2:3, 229-241.
- Uyar G. Ören M. 2013. Three remarkable new moss records for South-West Asia from northern Turkey. Turk J Bot. 37: 363-368.



<http://dergipark.org.tr/tr/pub/anatolianbryology>

DOI: 10.26672/anatolianbryology.1377477

Anatolian Bryology
Anadolu Briyoloji
Dergisi
Review Article
e-ISSN:2458-8474
Online



Türkiye'deki *Amphidium* (Amphidiaceae) Türleri Üzerine Notlar

Nevzat BATAN¹ , Hüseyin ERATA^{2*} 

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Trabzon, TÜRKİYE

²Gümüşhane Üniversitesi, Kürtün Meslek Yüksekokulu, Gümüşhane, TÜRKİYE

Received: 17 October 2023

Revised: 23 October 2023

Accepted: 24 October 2023

Öz

Bu çalışmada, Türkiye'den daha önce kaydı verilmiş olan *Amphidium* cinsine ait *Amphidium lapponicum* ve *Amphidium mougeotii* türleri herbaryum örnekleri üzerinden morfolojik olarak incelenmiştir ve resimlenmiştir. Türlerin Türkiye'deki güncel durumu, detaylı tanımı, türler için teşhis anahtarı, ekolojisi ve Türkiye dağılımı detaylı olarak verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Amphidiaceae, *Amphidium lapponicum*, *Amphidium mougeotii*, Türkiye.

Notes on the Species of *Amphidium* (Amphidiaceae) in Türkiye

Abstract

In this study, *Amphidium lapponicum* and *Amphidium mougeotii* species belonging to the genus *Amphidium*, which have been previously recorded from Türkiye, were morphologically examined and illustrated on herbarium specimens. The current status of the species in Türkiye, detailed description, identification key for the species, ecology and distribution in Türkiye are given in detail.

Keyword: Amphidiaceae, *Amphidium lapponicum*, *Amphidium mougeotii*, Türkiye.

* Corresponding author: huseyin_erata@hotmail.com

© 2022 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Batan N. Erata H. 2023. Notes on the Species of *Amphidium* (Amphidiaceae) in Türkiye. *Anatolian Bryology*. 9:2, 97-103.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

1. Giriş

Amphidium cinsine ait karayosunu türleri dağlık alanlarda ve alpin çayırlarda kayalık alanlarda kaya üzerinde gelişen, genellikle yastık (cushion) ya da dik çim (turf) hayat formuna sahiptir. Sahada genellikle yapraklarının düz, mızrak şekli ve kuru ortamda kıvrılmış görünümü ile diğer cinslerden kolaylıkla ayrılabilir (Norris ve Koponen, 1999; Frey ve Stech, 2009).

Amphidium cinsi yapılan moleküler filogenetik çalışmalar sonucunda Amphidiaceae M.Stech familyası altına tek cins olarak yerleştirilmiştir (Cox ve ark., 2010; Stech ve ark., 2012; Fedosov ve ark., 2016; Bonfim-Santos ve Stech, 2016; Sim-Sim ve ark., 2017). Norris ve Koponen (1999), Frahm ve ark. (2000), ve Sim-Sim ve ark. (2017)'ye göre dünya genelinde 13 *Amphidium* türü listelenmiş ve yayınlanmıştır.

Hodgetts ve ark. (2020)'ye göre Avrupa kıtasından bilinen *Amphidium* türü sayısı 3 tür (*Amphidium lapponicum* (Hedw.) Schimp., *A. mougeotii* (Schimp.) Schimp. ve *A. curvipes* (Müll.Hal.) Broth.). Buna karşın Türkiye'den bilinen *Amphidium* türü sayısı ise 2 dir (*Amphidium lapponicum* ve *A. mougeotii* (Batan ve Özdemir, 2013; Kürschner ve Frey, 2020; Kürschner ve Erdağ, 2020).

Bu çalışma, Türkiye'de kaydı verilen *Amphidium* türlerinin detaylı dağılımları, morfolojik ve anatomik ayırt edici karakteristik özelliklerini ve benzer ve farklılıklarının detaylı olarak değerlendirildiği ilk revizyon çalışmasıdır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, Türkiye'den daha önce kaydı verilmiş olan *Amphidium* cinsine ait *Amphidium lapponicum* (Hedw.) Schimp., ve *A. mougeotii* (Schimp.) Schimp. türleri içeren briyofloristik araştırmalardan kayıtların verildiği yer bilgileri ile Türkiye'deki yayılış alanları bilgileri ve Karadeniz Teknik Üniversitesinde Biyoloji Bölümündeki herbaryum örnekleri üzerinde yapılan morfolojik incelemeler sonucunda karakteristik özelliklerinin kamera ataçmanlı mikroskoplarda fotoğraflanmasıyla hazırlanmıştır. *Amphidium lapponicum* ve *Amphidium mougeotii* türlerinin Türkiye dağılımı ve lokalite bilgileri için kontrol listeleri ve daha önce yayınlanmış olan floristik çalışmalardan yararlanılmıştır (Henderson ve Muirhead, 1955; Henderson, 1961, 1964; Çetin ve Yurdakulol, 1988; Gönülol ve Akarsu, 1994; Papp, 2004; Uyar ve Çetin, 2004, 2006; Kürschner ve Erdağ, 2005; Ursavaş ve Abay, 2009; Abay ve

ark., 2009, 2016; Batan ve Özdemir, 2013; Tonguc Yayintas, 2014; Özdemir ve Batan, 2016, 2017; Erdağ ve Kürschner 2017; Kürschner ve Erdağ, 2020; Erata ve ark., 2021;).

Türlerin detaylı deskripsiyonları, ekolojik istekleri ve teşhis anahtarları hazırlanırken ilgili flora eserleri, revizyonlar ve monograflardan yararlanılmıştır (Ireland, 1982; Dierßen, 2001; Smith, 2004; Frey ve ark., 2006).

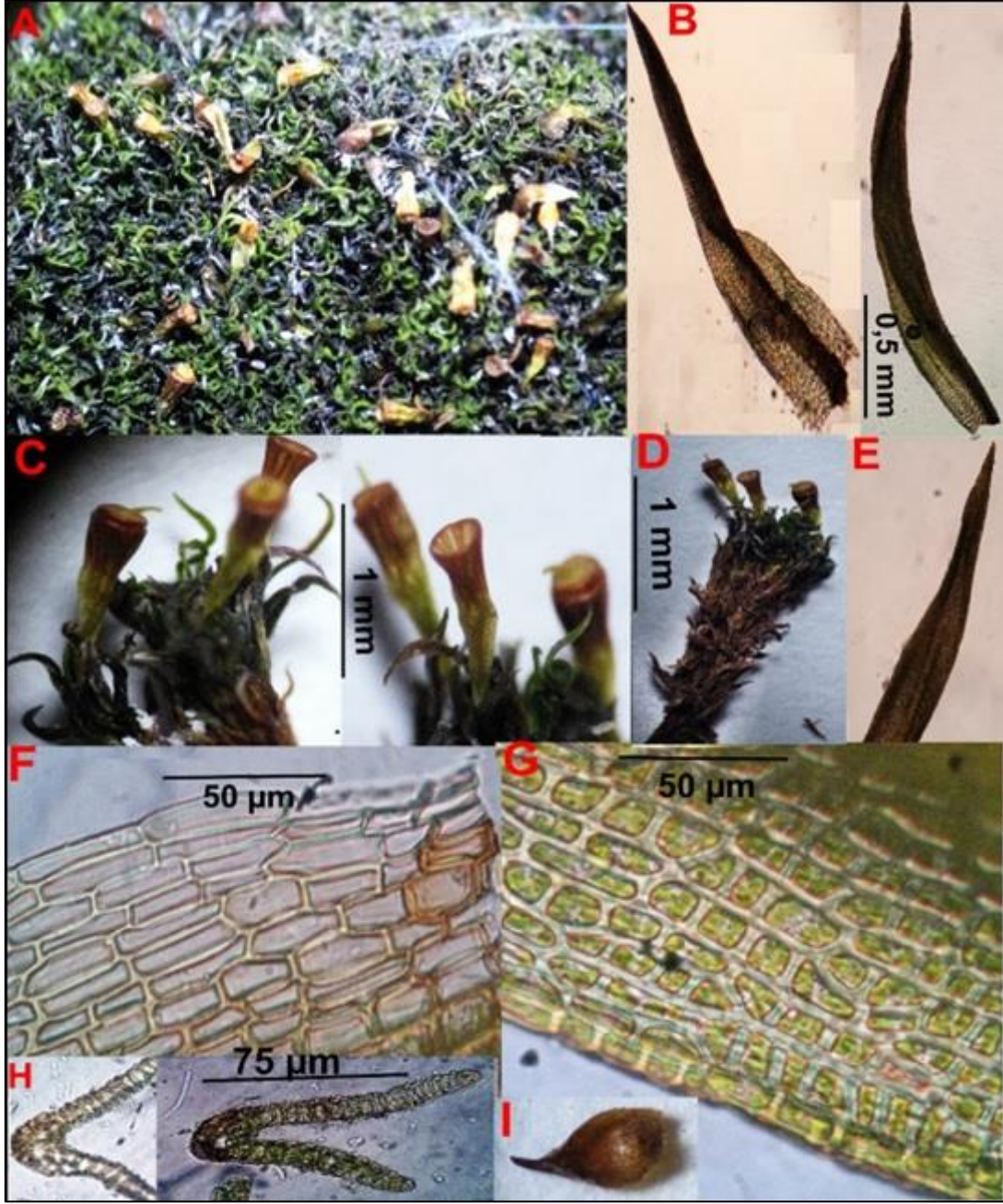
3. Tartışma ve Sonuç

Amphidium lapponicum (Hedw.) Schimp., (Şekil 1).

Bitkiler öbek formunda, koyu yeşil, alt kısmı kırmızımsı renkte ve 0,5-3,5 cm. uzunluğundadır. Gövde yaprakları 2-3 mm. uzunluğunda, dilsil ve mızrak şeklindedir. Yapraklar kuru iken kıvrık, nemli iken kıvrıksızdır. Yapraklar doğrusal, şerit şeklinde ve sivri uçludur. Yaprak kenarları yaprağın alt kısmında kıvrık, üst kısmında ise papilloz-krenulat'tır. Orta damar yaprak ucuna yakın sonlanır. Yaprak bazal hücreleri ince duvarlı, hiyalin, dikdörtgen şeklinde, yaprak üst kısmındaki hücreler ise yuvarlak-altıgen ve kuvvetli papilloz, yaprak ortası hücreleri 10–14 µm genişliğindedir. Seta kısa, 1,5–2,5 mm uzunluğunda ve kapsüller yaprakların hemen üzerinde ortaya çıkar ve yoğun, sporlar düz ve 8–12 µm uzunluğundadır.

Ekoloji: *Amphidium lapponicum*, humuslu, silisli veya kalkerli kayalarda, dağ kayalıklarında ve sarp kayalıklarda kaya yarıklarında, bazen de vadilerde dere kıyılarında bulunur (Dierßen, 2001; Smith, 2004).

Dağılım: *Amphidium lapponicum* kaydı Türkiye'den tek lokaliteden İğdır ili, Ağrı dağı 39°46'09.32" K, 44°16'34.95" D, 2541 m. den verilmiştir (Şekil 2, Batan ve Özdemir, 2013; Kürschner ve Erdağ, 2020).



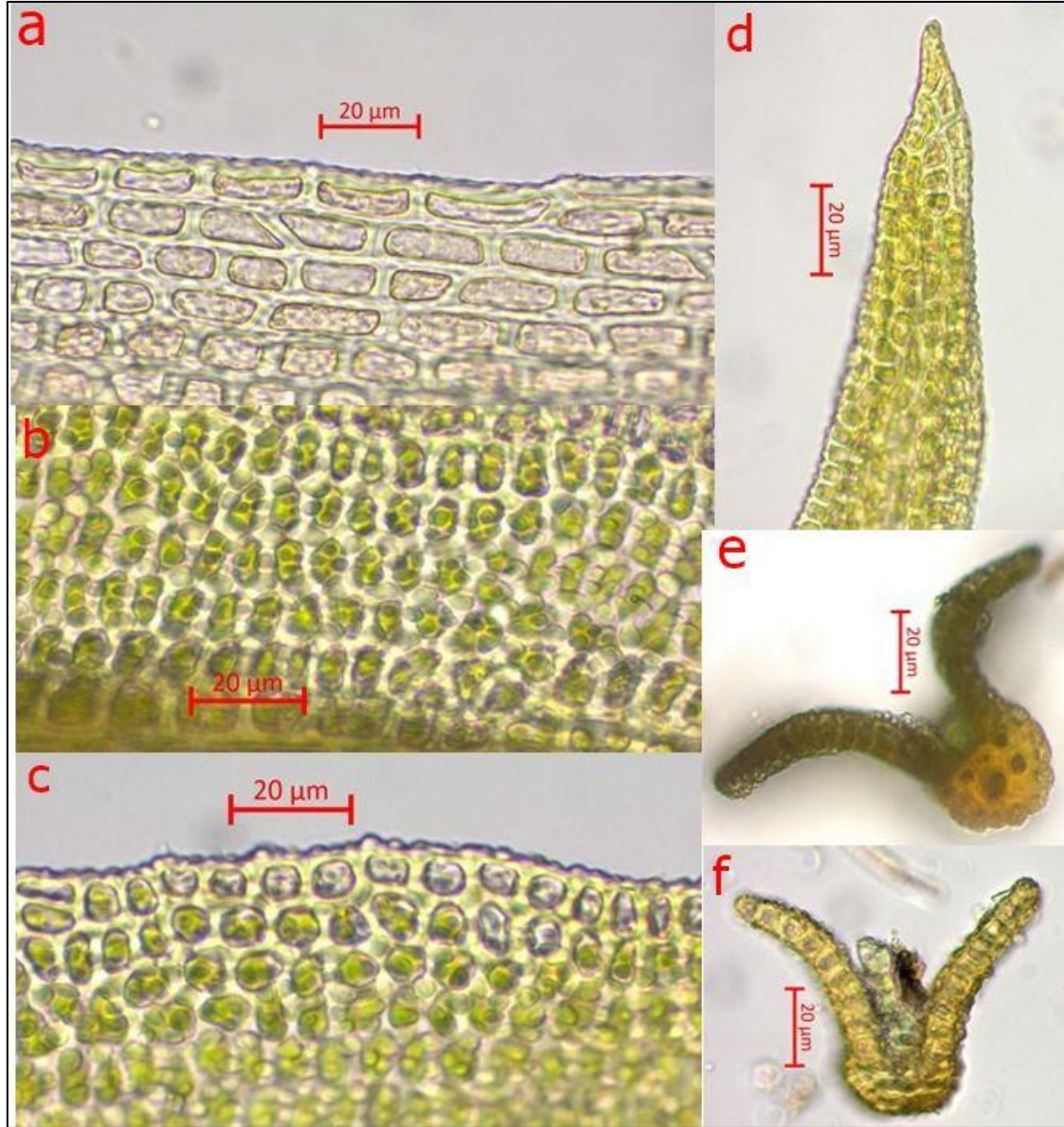
Şekil 1. *Amphidium lapponicum*: A. Bitkinin genel görünümü, B. Yapraklar, C. Sporofit, D. Sürgün, E. Yaprak ucu, F. Yaprak dip köşe hücreleri (Bazal hücreler), G. Yaprak ortası hücreleri, H. Yaprak enine kesiti, I. Kaliptra.

Amphidium mougeotii (Schimp.) Schimp. (Şekil 3, 4).
Bitkiler öbek ve yastık formunda, sarımsı yeşilden koyu yeşile kadar değişen renklerde, alt kısmı kahverengi renkte gövdeler 5 cm uzunluğundadır. Gövde yaprakları 1,5-3 mm uzunluğunda, doğrusal ve mızrak şeklindedir. Yapraklar kıvrık, nemli iken esnek, dar doğrusal-mızrak şeklinde ve sivri

uçludur. Yaprak kenarları tabanda kıvrık, yaprak ucuna doğru hafif dişlidir. Orta damar yaprak ucuna yakın sonlanır. Bazal laminal hücreler sarımsı, duvarları kalındır ve dikdörtgen şeklinde, üstteki hücreler yuvarlak-altıgen ve hafif papillozudur. Seta 2,2-3,5 mm uzunluğunda ve kapsül yaprakların üzerinde çıkmıştır, spores 10-12 µm uzunluğundadır.



Şekil 3. *Amphidium mougeotii*: a. bitkinin genel görünümü, b. Sürgün, c, d, e. Yapraklar.



Şekil 4. *Amphidium mougeotii*: a. Yaprak dip köşe hücreleri (Bazal hücreler), b. Yaprak ortası hücreleri, c. Yaprak kenar hücreleri (yaprak ortası), d. Yaprak ucu, e, f. Yaprak enine kesiti.

Ekoloji: *Amphidium mougeotii*, nemli, silisli ve asidik kaya yüzeylerinde, vadilerde ve ormanlardaki kaya yarıklarında, dağ ve kıyı kayalıklarında bulunur (Dierßen, 2001; Smith, 2004).

Dağılım: Ankara, Bolu (Yedigöller Milli parkı), Zonguldak, Samsun (Kocadağ), Ordu (Ulubey), Giresun (Alucra), Trabzon (Altındere Vadisi Milli parkı (Maçka)), Rize (İkizdere, Ardeşen, Pazar, Hemşin, Ilıca), Artvin (Murgul), Çanakkale (Şekil 4; Henderson, 1961, 1964; Gönülol ve Akarsu, 1994; Papp, 2004; Uyar ve Çetin, 2004, 2006; Kürschner ve Erdağ, 2005; Ursavaş ve Abay,

2009; Tonguc Yayıntaş, 2014; Abay ve ark., 2016; Özdemir ve Batan, 2016, 2017; Erdağ ve Kürschner, 2017; Erata ve ark., 2021).

***Amphidium* cinsine ait ayırım anahtarı**

1. Yaprakların bazal hücreleri ince duvarlı, üst hücreler belirgin şekilde papilloz, kapsüller kısa ve yoğun, yaprakların hemen üzerinde ortaya çıkar.....*A. lapponicum*
-Yaprakların bazal hücreleri kalın duvarlı, üst hücreler hafif şekilde papilloz, kapsül çok nadir görülür, geliştiğinde oldukça uzun ve belirgin şekilde ortaya çıkar.....*A. mougeotii*



Şekil 2. Türkiye’deki *Amphidium* türlerinin illere göre dağılımı

Kaynaklar

- Abay G. Uyar G. Keçeli T. Çetin B. 2009. Contributions to the bryoflora of the Kaçkar Mts (NE Anatolia, Turkey). *Phytologia Balcanica*. 15:3, 317–329.
- Abay G. Batan N. Özdemir T. 2016. Bryophyte checklist of Rize, North-East Turkey. *Arctoa*. 25: 386-392.
- Batan N. Özdemir T. 2013. New records for the moss flora of Turkey and Southwest Asia. *Nova Hedwigia*. 97:3-4, 437-440.
- Bonfim Santos M. Stech M. 2016. Tackling relationships and species circumscriptions of *Octoblepharum*, an enigmatic genus of haplolepidaceous mosses (Dicranidae, Bryophyta). *Systematics and Biodiversity*. 14: 16–24.
- Cox C.J. Goffinet B. Wickett N. J. Boles S.B. Shaw A.J. 2010. Moss diversity: A molecular phylogenetic analysis of genera. *Phytotaxa*. 9: 175–195.
- Çetin B. Yurdakulol E. 1988. Yedi Göller Milli Parkı'nın Karayosunu (Musci) Florası. *Doğa Türk Botanik Dergisi*. 12:2, 128-146.
- Dierßen K. 2001. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes, *Bryophytorum Bibliotheca*, Band 56, J. Cramer, Berlin, Stuttgart.
- Erata H. Batan N. Abay G. Özdemir T. 2021. Anzer Vadisi ve Çevresinin Briyofit Florası (İkizdere, Rize). *Anatolian Bryology*. 7:2, 131-145.
- Erdağ A. Kürschner H. 2017. List of Plants of Turkey (Mosses), Nurtan Ambalaj ve Matbaacılık Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul.
- Fedosov V.E. Fedorova A.V. Fedosov A.E. Ignatov M.S. 2016. Phylogenetic inference and peristome evolution in haplolepidaceous mosses, focusing on Pseudoditrichaceae and Ditrichaceae s.l. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 181: 139–155.
- Frahm J.P. Klöcker T. Schmidt R. Schöter C. 2000. Revision der Gattung *Amphidium* (Musci, Dicranaceae). *Tropical Bryology Research Reports*. 18: 171–184.
- Frey W. Frahm J.P. Fischer E. Lobin W. 2006. The Liverworts, Mosses and Ferns of Europe. Harley Books, Colchester.
- Frey W. Stech M. 2009. 5. Division Bryophyta Schimp. (Musci, Mosses). In W. Frey (Ed.), *Syllabus of plant families. Part 3: Bryophytes and seedless Vascular Plants* (pp. 116–257). Stuttgart: Gebrüder Borntraeger.
- Gönülol A. Akarsu G. 1994. Samsun il merkezi ve çevresinin karayosunu (musci) florası. *Turkish Journal of Botany*. 18: 193–200.
- Henderson D.M. Muirhead C.W. 1955. Contributions to the bryophyte flora of Turkey. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*. 22: 29-43.
- Henderson D.M. 1961. Contribution to the Bryophyte Flora of Turkey: IV. Notes from Royal Botanic Garden Edinburgh., 23: 263-278.
- Henderson D.M. 1964. Contribution to the Bryophyte Flora of Turkey: VI. Notes from Royal Botanic Garden Edinburgh. 25: 279-291.

- Hodgetts N.G. Söderström L. Blockeel T.L. Caspari S. Ignatov M.S. Konstantinova N.A. Lockhart N. Papp B. Schröck C. SimSim M. ve ark. 2020. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology*. 42:1, 1-116.
- Ireland R. 1982. Moss flora of Maritime Provinces. Publication in Botany No: 13. Ottawa: National Museum of Natural Sciences.
- Kürschner H. Erdağ A. 2005. Bryophytes of Turkey: An Annotated Reference List of the Species with Synonyms from the Recent Literature and an Annotated List of Turkish Bryological Literature," *Turkish Journal of Botany*. 29: 95-154.
- Kürschner H. Erdağ A. 2020. Bryophyte Locality Data from The Near and Middle East 1775-2019. Hiperlink. İstanbul.
- Kürschner H. Frey W. 2020. Liverworts, mosses and hornworts of Southwest Asia (Marchantiophyta, Bryophyta, Anthocerotophyta. *Nova Hedwigia*. 149: 1–269.
- Norris D.H. Koponen T. 1999. Bryophyte flora of the Huon Peninsula, Papua New Guinea. LXVII. *Amphidium* (Rhabdoweisiaceae, Musci). *Annales. Botanici Fennici*. 36: 265–269.
- Özdemir T. Batan N. 2016. The bryophyte flora of Ordu province (Turkey). *Arctoa*. 25: 144–159.
- Özdemir T. Batan N. 2017. The Bryophyte Checklist of Trabzon Province of Turkey. *Arctoa*. 26: 58-67.
- Papp B. 2004. Contributions to the Bryophyte Flora of the Pontic Mts, North Anatolia, Turkey. *Studia Botanica Hungarica*, 35: 81-89.
- Sim-Sim M. Afonina O.M. Almeida T. Désamoré A. Laenen B. Garcia C.A. González-Mancebo J.M. Stech M. 2017. Integrative taxonomy reveals too extensive lumping and a new species in the moss genus *Amphidium* (Bryophyta), *Systematics and Biodiversity*. 15:5, 451-463,
- Smith A.J.E. 2004. The moss flora of Britain and Ireland. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Stech M. McDaniel S.F. Hernandez-Maqueda R. Ros R.M. Werner O. Munoz J. Quandt D. 2012. Phylogeny of haplolepidous mosses – challenges and perspectives. *Journal of Bryology*. 34: 173–186.
- Tonguç Yayıntaş Ö. 2014. Contributions to the Moss Flora of Western Turkey: Biga Peninsula (Canakkale) and Thrace Region of Turkey. *Global Journal of Science Frontier Research: C Biological Science*. 14:3, 1-24.
- Ursavaş S. Abay G. 2009. Türkiye'nin A2 karesinin karayosunları (musci) kontrol listesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*. 11:16, 33-43.
- Uyar G. Çetin B. 2004. A new check-list of the mosses of Turkey. *Journal of Bryology*. 26: 203–220.
- Uyar G. Çetin B. 2006. Contribution to the Moss Flora of Turkey: Western Black Sea Region (Bolu, Kastamonu, Karabük, Bartın and Zonguldak). *International Journal of Botany*, 2:3, 229-241.

The Scope of Anatolian Bryology

Anatolian Bryology, related to mosses, liverworts and hornworts, publishes original research articles on morphology, ultrastructure, diversity, distribution, conservation, threatened species and their habitats, genetics, biotechnology, systematic, evolution phylogeography, ecology, environmental management, and interrelationship among of the bryophytes.

Descriptive or experimental studies presenting clear research questions are accepted. The submitted paper must be original and unpublished and not under consideration for publication elsewhere. Manuscripts in English or in Turkish languages are welcome. Printed in Turkey. This journal is published two times a year, open access, and free.

Articles that do not comply or with the rules of subjects outside the scope of the journal will be rejected without peer review process. Each accepted article which fulfill the objective and scope of the journal, required to submit author's copyright transfer form duly signed by all authors to the editor prior to publication. All correspondences related to the publication process of the journal should be made by e-mail in the Internet environment. Contribution is open to researchers of all nationalities.

1. **Research articles:** Original research in various fields of bryophyte will be evaluated as research articles.
2. **Research notes:** These include articles such as preliminary notes on a study or manuscripts on the morphological, anatomical, cytological, chemical, and other properties of bryophyte species.
3. **Reviews:** Reviews of recent developments, improvements, discoveries, and ideas in various fields of bryophyte will be requested by the editor or advisory board.
4. **Letters to the editor:** These include opinions, comments relating to the publishing policy of the Turkish Journal of Botany, news, and suggestions. Letters are not to exceed one journal page.

Author Guidelines

Preparation of Manuscript

Style and format: Manuscripts should be double-spaced with 3-cm margins on all sides of the page, in Times New Roman font. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. All copies of the manuscript should also have line numbers starting with 1 on each consecutive page. Manuscripts must be written in English and in Turkish. Contributors who are not native English speakers are strongly advised to ensure that a colleague fluent in the English language or a professional language editor has reviewed their manuscript. Concise English without jargon should be used. Repetitive use of long sentences and passive voice should be avoided. It is strongly recommended that the text be run through computer spelling and grammar programs. Either British or American spelling is acceptable but must be consistent throughout.

Symbols, units, and abbreviations: In general, the journal follows the conventions of Scientific Style and Format, The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers, Council of Science Editors, Reston, VA, USA (7th ed.). If symbols such as \times , μ , η , or ν are used, they should be added using the Symbols menu of Word. Degree symbols ($^{\circ}$) must be used from the Symbol menu, not superscripted letter o or number 0. Multiplication symbols must be used (\times), not the letter x. Spaces must be inserted between numbers and units (e.g., 3 kg) and between numbers and mathematical symbols (+, -, \times , =, <, >), but not between numbers and percent symbols (e.g., 45%). Please use SI units. Generally, all numbers should be given as numerals (e.g., "In 2 previous studies..."); please consult the above-mentioned style manual for full details. All abbreviations and acronyms should be defined at first mention. Latin terms such as et al., in vitro, or in situ should not be italicized.

Manuscript content: Research articles should be divided into the following sections. Principal sections should be numbered consecutively (1. Introduction, 2. Materials and Methods, 3. Findings, 4. Results and Discussion etc.) and subsections should be numbered 1.1., 1.2., etc.

Since January 1st, 2017, "Anatolian Bryology" uses the iThenticate screening service to verify the authenticity of content submitted before publication. The iThenticate software checks submissions against millions of published research papers, documents on the web and other relevant sources. Authors can also use iThenticate to screen their work before submission by visiting <http://www.ithenticate.com>

The overall similarity index for submitted manuscript should be less than 20% (Except for taxa list and bibliography). This journal has used iThenticate (Plagiarism Detection Software).

Ethical Rules and Responsibilities

The editorial and publication processes of the journal are shaped in accordance with the guidelines of the Council of Science Editors ([CSE](#)), the Committee on Publication Ethics ([COPE](#)), the European Association of Science Editors ([EASE](#)), and National Information Standards Organization ([NISO](#)). Anatolian Bryology conforms to the Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (<https://doaj.org/bestpractice>).

Title and contact information

The first page should contain the full title in sentence case (e.g., The response of the xerophytic plant *Syntrichia caninervis* var. *gypsophila* (J.J. Amann ex G. Roth) Ochyra to salt and drought stresses: the role of the antioxidant defence system), the full names (last names fully capitalized) and affiliations of all authors (Department, Faculty, University, City, Country), and the contact e-mail address for the clearly identified corresponding author.

Abstract

The abstract should provide clear information about the research and the results obtained, and should not exceed 200 words.

Keywords

Please provide 3–10 key words or phrases to enable retrieval and indexing. Acronyms should be avoided. In order to establish a standard terminology in the keywords and to enable the researchers to access the articles in an easy way, scientific articles should have the appropriate number of keywords in the appropriate quality and standard terminology. Scientific keywords in the article should be selected from Turkey Science Terms. In this regard: <http://www.bilimterimleri.com> can be used.

1. Introduction

This should argue the case for your study, outlining only essential background, and should not include the findings or the conclusions. It should not be a review of the subject area, but should finish with a clear statement of the question being addressed.

2. Materials and Methods

Please provide concise but complete information about the materials and the analytical and statistical procedures used. This part should be as clear as possible to enable other scientists to repeat the research presented. Brand names and company locations should be supplied for all mentioned equipment, instruments, chemicals, etc.

3. Findings

Station information and plant list etc.

4. Results and Discussion

The same data or information given in a Table must not be repeated in a Figure and vice versa. It is not acceptable to repeat extensively the numbers from Tables in the text or to give lengthy explanations of Tables or Figures. Statements from the Introduction and Finding sections should not be repeated here. The final paragraph should highlight the main conclusions of the study.

Acknowledgements and/or disclaimers, if any

Names of funding organizations should be written in full.

References

References should be cited in the text by the last name(s) of the author(s) and year of publication with a comma between them: for example, (Ursavaş, 2014) or (Ursavaş and Keçeli, 2012). If the citation is the

subject of the sentence, only the date should be given in parentheses: “According to Ursavaş (2012)...” For citation of references with 3 or more authors, only the first author’s name followed by et al. (not italicized) should be used: (Abay et al., 2002). If there is more than one reference in the same year for the same author, please add the letters a, b, etc. to the year: (Keçeli et al., 2004a, 2004b). References should be listed in the text chronologically, separated by semicolons: (Abay, 2000; Keçeli et al., 2003; Ursavaş and Ören, 2012). Website references should be (URL1, URL2, ...). Do not include personal communications, unpublished data, or other unpublished materials as references, although such material may be inserted (in parentheses) in the text. In the case of publications in languages other than English, the published English title should be provided if one exists, with an annotation such as “(article in Turkish with an abstract in English)”. If the publication was not published with an English title, provide the original title only; do not provide a self-translation. References should be listed alphabetically at the end of the text without numbering. All authors should be included in reference lists unless there are 10 or more, in which case only the first 10 should be given, followed by ‘et al.’. The manuscript should be checked carefully to ensure that the spellings of the authors’ names and the years are exactly the same in the text as given in the reference list. References should be formatted as follows (please note the punctuation and capitalization):

Journal articles: Short Journal titles should be written clearly, without abbreviation. Abbreviation can be used in long journal titles.

Ursavaş S. Çetin B. 2012. *Seligeria donniana* (Sm.) Müll. Hal. (Seligeriaceae) a new record to the bryophyte flora of Turkey. *Biological Diversity and Conservation*. 5:2, 70-72.

Books

Smith A.J.E. 1990. *The liverworts of Britain and Ireland*. Cambridge University Press. London.

Chapters in books

Ursavaş S. Çetin B. 2013. Contribution to the Moss Flora of Kizildağ (Isparta) National Park in Turkey. *Current Progress in Biological Research*. Silva-Opps M. Editor(s). Rijeka, Croatia. pp. 41-70.

Web sites (no print version):

URL1. Missouri Botanical Garden. 2016. Website: <http://www.tropicos.org/Project/IPCN> [Accessed: 00 Month 2008].

URL2. Missouri Botanical Garden. 2018. Website: <http://www.tropicos.org/Name/35147246> [Accessed: 00 Month 2008].

Tables and Figures:

All illustrations (photographs, drawings, graphs, etc.), not including tables, must be labelled “Figure.” Figures must be submitted both in the manuscript and as separate files.

All tables and figures must have a caption and/or legend and be numbered (e.g., Table 1, Figure 2), unless there is only one table or figure, in which case it should be labelled “Table” or “Figure” with no numbering. Captions must be written in sentence case (e.g., macroscopic appearance of the samples.). The font used in the figures should be Times New Roman. If symbols such as ×, μ, η, or v are used, they should be added using the Symbols menu of Word

All tables and figures must be numbered consecutively as they are referred to in the text. Please refer to tables and figures with capitalization and unabbreviated (e.g., “As shown in Figure 2...”, and not “Fig. 2” or “figure 2”). The tables and figures themselves should be given at the end of the text only, after the references, not in the running text.

The resolution of images should not be less than 118 pixels/cm when width is set to 16 cm. Images must be scanned at 1200 dpi resolution and submitted in jpeg. or tiff. format.

Graphs and diagrams must be drawn with a line weight between 0.5 and 1 point. Graphs and diagrams with a line weight of less than 0.5 point or more than 1 point are not accepted. Scanned or photocopied graphs and diagrams are not accepted.

Charts must be prepared in 2 dimensions unless required by the data used. Charts unnecessarily prepared in 3 dimensions are not accepted.

Figures that are charts, diagrams, or drawings must be submitted in a modifiable format, i.e. our graphics personnel should be able to modify them. Therefore, if the program with which the figure is drawn has a "save as" option, it must be saved as *.ai or *.pdf. If the "save as" option does not include these extensions, the figure must be copied and pasted into a blank Microsoft Word document as an editable object. It must not be pasted as an image file (tiff, jpeg, or eps) unless it is a photograph.

Tables and figures, including caption, title, column heads, and footnotes, must not exceed 16 × 20 cm and should be no smaller than 8 cm in width. For all tables, please use Word's "Create Table" feature, with no tabbed text or tables created with spaces and drawn lines. Please do not duplicate information that is already presented in the figures.

Tables must be clearly typed, each on a separate sheet, and double-spaced. Tables may be continued on another sheet if necessary, but the dimensions stated above still apply.

Correspondence Address

Manuscripts can only be submitted through our online system. Other correspondence may be directed to:
E-mail: anatolianbryology@gmail.com, serhaturavas@gmail.com
or Dr. Serhat URSAVAŞ Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Forest engineering, Department of Forest Botany, Anatolian Bryology. 18200 Çankırı/TURKEY

Anatolian Briyoloji Dergisinin Kapsamı

Anadolu Briyoloji Dergisi, karayosunu, ciğerotları ve boynuzsu ciğerotları ile ilgili değişik alanlarda yapılan, morfolojik, mikroskopik yapıları, biyolojik çeşitlilik, koruma, biyoteknoloji, çevre düzenleme, tehlike altındaki türler, tehlike altındaki habitatları, sistematik, vejetasyon, ekoloji, biyocoğrafya, genetik ve tüm briyofitler arasındaki ilişkileri konu alan orijinal makaleleri yayınlar. Tanımlayıcı ya da deneysel ve sonuçları net olarak belirlenmiş deneysel çalışmalar kabul edilir. Makale yazım dili Türkçe veya İngilizcedir. Yayınlanmak üzere gönderilen yazı orijinal, daha önce hiçbir yerde yayınlanmamış olmalı veya işlem görüyor olmamalıdır. Yayınlanma yeri Türkiye'dir. Bu dergi yılda iki sayı yayınlanır, erişime açık ve ücretsizdir.

Dergi yazım kurallarına uymayan veya derginin kapsamı dışındaki konulardan oluşan makaleler hakem değerlendirme sürecine girmeden reddedilir. Her makale için, gerekli kurallara göre doldurulmuş ve yazar veya yazarların hepsi tarafından imzalanmış olan Telif Hakkı Devir Formu, makale yayınlanmadan önce dergi editörüne gönderilmelidir. Dergiye gönderilecek makaleler ve süreç ile ilgili her türlü yazışmalar, doğrudan internet ortamında elektronik posta ile yapılmalıdır. Dergi tüm milletlerdeki araştırmacılara açıktır. Makalelerin aşağıdaki şekilleri dikkate alınacaktır.

- Araştırma makaleleri:** Briyofitlerin çeşitli alanlarındaki özgün araştırma makaleleri değerlendirilecektir.
- Araştırma notları:** Bunlar morfolojik, anatomik, sitolojik, kimyasal bir çalışma ya da araştırma notları üzerinde ön bilgiler ve briyofit türlerinin diğer özellikleri gibi makaleler yer alır.
- Yorumlar:** Editör veya danışman kurulu tarafından talep edilecek; briyofitler ile alakalı çeşitli alanlardaki son ilerlemeler, gelişmeler, keşifler yorumlar ve fikirlerdir.
- Editöre Mektuplar:** Bunlar; Anadolu Briyoloji Dergisinin yayın politikalarına ilişkin, görüşleri, yorumları içerir. Yazılar bir dergi sayfasını geçmez.

Yazar Rehberi

Makalenin hazırlanması

Stil ve biçim: Makale çift satır aralığı ve sayfanın her tarafından 3 cm kenar boşluğu bırakılarak Times New Roman formatında yazılmalıdır. Makalelerin her sayfası başlık, kaynaklar, tablolar, vb. numaralandırılmalıdır. Makalelerin her sayfası, satır numarası 1 ile başlamak kaydıyla numaralandırılır. Makaleler İngilizce veya Türkçe yazılabilir. Anadili İngilizce olmayan yazarlar için; Bir dil editörüne veya akıcı bir şekilde İngilizceyi konuşabilen bir meslektaşından yardım almaları tavsiye edilir. Kullanılan kelimelerde argo olmaksızın öz İngilizce kullanılmalıdır. Uzun cümle ve edilgen yapılardan kaçınılmalıdır. Eserin bilgisayar programı kullanılarak imla ve dilbilgisi kurallarına uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir. Makalenin tamamı İngilizce (Amerikan) yazım kuralı ile tutarlı olmalıdır.

Semboller, birimler ve kısaltmalar: Genel olarak dergi kuralları, Yazarlar için CSE Kılavuzu, Editör ve Yönetim Kurulu, VA, ABD. ve Yayıncılar için vb. bilimsel stil ve format kullanılmalıdır. Eğer \times , μ , η , or v gibi semboller kullanılacaksa Word semboller menüsü kullanılarak eklenmelidir. Derece sembolleri ($^{\circ}$), klavye üzerindeki o veya 0 kullanılarak değil semboller menüsü kullanılarak oluşturulmalıdır. Çarpma sembolleri (\times), harfi değil x sembolü kullanılmalıdır. Alansal ifadeler sayı ve birimler arasında (Ör. 3 kg), yine aynı şekilde numara ve matematik sembolleri ($+$, $-$, \times , $=$, $<$, $>$) arasında konulmalıdır fakat sayı ve yüzde sembolleri kullanılacaksa İngilizce makalelerde rakamdan sonra yüzde işareti (Ör. 45%) konulmalıdır. Genellikle tüm sayılar (ör. "2 önceki çalışmada"...) rakam olarak verilmelidir. Lütfen tüm ayrıntılar için yukarıdaki yazım kılavuzunu inceleyiniz. Tüm açıklamalar ve kısaltmalar ilk geçtiği yerde belirtilmelidir. Latince olan bazı terimler örneğin: et al., in vitro ya da in situ Latince yazılmamalıdır.

Makale içeriği: Araştırma makalelerini şu bölümlere ayrılması tavsiye edilir: Ana bölümler (1. Giriş, 2. Materyal ve Metot, 3. Bulgular, 4. Tartışma ve Sonuç vb.) ve alt bölümler 1.1., 1.2., vb. numaralı olması gerekir.

01 Ocak 2017 tarihinden itibaren, dergimize gönderilen tüm makalelerin özgünlüğünün tespit edilmesi amacıyla iThenticate (İntihali Engelleme) Yazılım'ında tarama hizmeti kullanılmaktadır. **iThenticate** yazılımı aracılığı ile web üzerinde ve diğer kaynaklar üzerinde yayınlanmış makale ve dökümanlar arasında makale özgünlük kontrolü yapılmaktadır. Yazarlar, <http://www.ithenticate.com> web adresini ziyaret ederek makalelerini dergimize göndermeden önce özgünlük kontrolü yapabilirler.

Anatolian Bryology dergisine sunulan çalışmaların benzerlik oranı **%20'nin** (Tür listesi ve kaynakça hariç) altında olmalıdır.

Etik Kurallar ve Sorumluluklar

Derginin editörlüğü ve yayınlanma süreçleri, Bilim Editörleri Konseyi ([CSE](#)), Yayın Etiği Komitesi ([COPE](#)), Avrupa Bilim Editörleri Birliği ([EASE](#)) ve Ulusal Bilgi Standartları Örgütü'nün kurallarına uygun olarak şekillendirilmiştir ([NISO](#)). Anatolian Bryology Dergisi Bilimsel Yayıncılıkta Şeffaflık ve Etik Kurallar İlkelerine uygun bir şekilde yayın yapmaktadır (<https://doaj.org/bestpractice>).

Başlık ve iletişim bilgileri: Makalenin başlığı tüm metni özetler nitelikte olmalıdır (Ör: Kurakçıl bir bitki olan *Syntrichia caninervis* var. *gypsophila* (J.J. Amann ex G. Roth) Ochrya'nın tuz ve kuraklık stresine tepkisi: antioksidan savunma sisteminin rolü). Tüm yazarların tam isimleri (Adı Soyadı tam harflerle), tüm yazarların bağlı oldukları birim (Üniversite, Fakülte, Bölüm, Şehir, Ülke) ve sorumlu yazar için açıkça belirtilmiş e-mail adresi.

Öz:

Özet elde edilen araştırma ve sonuçları hakkında net bilgiler vermelidir ve 200 kelimeyi geçmemelidir.

Anahtar kelimeler:

Erişim ve indekslemeleri etkinleştirmek için 3-10 anahtar kelime veriniz ve başlık ile aynı olmamasına dikkat ediniz. Kısaltma kullanmayınız.

Anahtar kelimelerde standart bir terminoloji oluşturulması ve araştırmacıların makalelere kolay bir şekilde ulaşabilmeleri için, bilimsel makalelerde uygun sayıda, uygun nitelikte ve standart terminolojide anahtar kelimeler bulunması gereklidir. Bilimsel makalelerdeki anahtar kelimelerin, Türkiye Bilim Terimleri arasından seçilmelidir. Bu konuda: <http://www.bilimterimleri.com> adresinden yararlanılabilir.

1. Giriş

Çalışmanın olgusunu savunmanız, sadece arka planda yapılan çalışmaları özetlemeniz gerekir. Sonuç ve bulgular gibi kısımları içermemelidir. Çalışılan konunuz yorumu olmamalı fakat sorun net bir şekilde ele alınarak belirtilmelidir.

2. Materyal ve Metot

Materyal ve kullanılan analitik ve istatistiksel işlemler hakkında kısa ama net bilgi veriniz. Bu bölüm mümkün olduğunca açık olmalı yapılan çalışmalar tekrarlanmamalı. Yapılan çalışma ile alakalı marka isimleri, şirketin yerleri, belirtilen tüm ekipman, alet, kimyasallar, vb. verilmelidir.

3. Bulgular

İstasyon bilgileri, bitki listesi, vb.

4. Tartışma ve Sonuç

Sonuç kısmında şekil veya tabloda verilen bilgiler olduğu gibi tekrar edilmemelidir. Tablo veya şekilleri içerisinde yer alan verileri uzun uzadıya tekrarlamak kabul edilemez. Giriş ve bulgular bölümündeki tablolar burada yeniden verilmemelidir. Son paragrafta çalışmanın ana sonuçlarına vurgu yapmak gerekir.

Eğer varsa: Teşekkür ve/veya Feragatname vb.

Finansman kuruluşlarının isimleri tam olarak yazılmalıdır.

Kaynaklar

Metin içerisinde kaynak belirtme, yazar veya yazarların soyadları (virgül) makalenin yayınlandığı tarih verilmelidir. Örnek: (Ursavaş, 2014) veya (Ursavaş ve Keçeli, 2014). Eğer atıf cümle başında verilecekse sadece tarih parantez içerisinde verilmelidir. Örnek: "Ursavaş (2012)'ye göre...". Üç ve daha fazla yazarların atıfları için; ilk yazarın soyadı ve devamında ve ark., (italik değil) kullanılır. Örnek: (Abay ve

ark., 2002). Aynı yazarın aynı yıl içerisinde birden fazla kaynağı varsa, lütfen yılsonuna a, b, c, gibi harf ekleyin: (Keçeli ve ark., 2002a, 2002b). Kaynaklar kronolojik olarak sıralanıp kaynaklar noktalı virgül ile ayrılmalıdır: (Abay, 2000; Keçeli ve ark., 2003; Ursavaş ve Ören, 2012). Web sitesi atıfları (URL1, URL2, ...) olmalıdır. Kişisel iletişim ile yayınlanmamış herhangi bir veriyi kaynak olarak kullanmayın ancak metin içerisinde (parantez içerisinde) verilebilir. İngilizce dili dışında yayınlanan bir makaleniz varsa makalenin İngilizce başlığı verilmeli, parantez içerisinde (Türkçe makale, özet İngilizce) gibi bir açıklama ile belirtilmelidir. Eğer yayınlanan makalenin İngilizce bir başlığı yoksa sadece orijinal başlık verilmeli çeviri yapılmamalıdır. Kaynaklar numaralandırılmadan metnin sonunda alfabetik olarak listelenmiş olmalıdır. Makalenin yazarlarının 10 ve aşağısı tümü verilmelidir, 10 yazardan fazla makalelerde ilk 10 yazar verilip geri kalan yazarlar için ve ark., yazılmalıdır. Makalede kaynaklar listesinde verilen yazarların adları yazılışlarının ve yayın yıllarının makale içerisindeki metin ile aynı olup olmadığının dikkatlice kontrolünü yapınız. Kaynaklara aşağıdaki formatta yazılmalıdır: (Lütfen harf ve noktalamaya dikkat edelim):

Dergi isimleri: Kısa dergi isimleri kısaltma yapılmadan açıkça yazılmalıdır. Uzun dergi isimlerinde kısaltma kullanılabilir.

Ursavaş S. Çetin B. 2012. *Seligeria donniana* (Sm.) Müll. Hal. (Seligeriaceae) a new record to the bryophyte flora of Turkey. *Biological Diversity and Conservation*. 5:2, 70-72.

Kitaplar:

Smith A.J.E. 1990. *The liverworts of Britain and Ireland*. Cambridge University Press. London.

Kitap bölümü

Ursavaş S. Çetin B. 2013. Contribution to the Moss Flora of Kizildağ (Isparta) National Park in Turkey. *Current Progress in Biological Research*. Silva-Opps M. Editor(s). Rijeka, Croatia. pp. 41-70.

Web sitesi (Basılı değilse):

URL1. Missouri Botanical Garden. 2016. Website: <http://www.tropicos.org/Project/PCN> [Erişim: 00 Ay 2008].

URL2. Missouri Botanical Garden. 2018. Website: <http://www.tropicos.org/Name/35147246> [Erişim: 00 Ay 2008].

Tablolar ve Şekiller:

Tüm resimler (Fotoğraf, çizim, grafik vb.) tablolar hariç Şekil etiketi olmalı. Şekiller hem makale içerisinde hem de ayrı dosyalar olarak sunulmalıdır.

Tüm tablo ve Şekiller bir başlık veya lejantı olmalı (Ör: Tablo 1, Şekil 1) tüm makaledeki tablo ve şekiller birden fazla ise hepsi sırasıyla numaralandırılmalıdır. Başlıklar cümle halinde yazılmalı (Ör: Örneğin mikroskopik görüntüsü.). Şekil ve tablolarda Times New Roman yazı tipi kullanılmalıdır. Eğer ×, μ, η, ya da v gibi semboller kullanılacaksa Word Semboller menüsü kullanılarak eklenmelidir.

Metin içerisindeki tüm şekil ve tablolarda atıflar ardışık olarak numaralandırılmalıdır. Tüm tablo ve şekiller büyük harfle ve kısaltma kullanmadan kullanılmalıdır (Ör: Şekil 2, Tablo 3 gibi, şekil 2 veya Tab. 3 gibi değil). Tablo ve şekiller metin içerisindeki atıftan hemen sonra verilmelidir.

Resimlerin çözünürlüğü 118 piksel/cm den az ve 16 cm genişliğinden fazla olmamalıdır. Resimler 1200 dpi çözünürlükte taranmış ve jpeg veya tiff formatında olmalıdır.

Grafikler ve şemalar 0.5 ve 1 nokta arasında ki bir çizgi ağırlığı ile çizilmelidir. Grafikler ve şemalar 0.5 ten az veya 1 den fazla ise kabul edilmez. Taranmış haldeki grafikler ve şemalar kabul edilmezler.

Kullanılan verilerin gerekli olmadığı sürece 2 boyutlu grafikler kabul edilir. Gereksiz yere 3 boyutlu hazırlanmış grafikler kabul edilmez.

Grafikler, temalar, çizimler veya rakamlar değiştirilebilir bir formatta sunulmalı biz basım aşamasında eğer onları değiştirmemiz gerekirse üzerinde değişiklik yapılabilir.

Şekil çizilebilen hangi programı kullanılıyorsanız kullanın farklı kaydet seçeneği kullanarak *.ai veya *.pdf şeklinde kaydedilmesi gerekir. Eğer kullandığınız program farklı kaydet seçeneği yoksa şekil kopyalanıp

düzeltilbilir boş bir Microsoft Word belgesine yapıştırılması gerekir. Bir fotoğraf veya resim dosyası (jpeg, tiff veya eps) olmadığı sürece grafikler veya temalar kopyala yapıştır yapılmamalıdır.

Tablo ve şekiller, ana başlık dahil, sütun başlıkları ve dipnotlar 16 × 20 cm geçmemeli ve genişliği 8 cm den küçük olmamalıdır. Oluşturulan sekmesiz veya sekmeli, çizilen çizgiler veya boşluklardaki bütün tablolar için lütfen Word'ün "Tablo Oluştur" özelliğini kullanın. Lütfen bilgileri çoğaltmayınız zaten şekiller içerisinde sunulmuştur.

Tablolar açıkça yazılmalı ve her bir sayfada çift aralık kullanılmalıdır. Tablolar gerekirse bir sonraki sayfada devam edebilir ancak yukarıda belirtilen boyutlar geçerli olmak kaydıyla.

Yazışma adresi:

Makaleler sadece çevrimiçi sistem üzerinden sunulabilir. Diğer yazışmalara yönelik

E-mail: anatolianbryology@gmail.com, serhaturavas@gmail.com

veya

Dr. Serhat URSAVAŞ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü,
Orman Botaniği Anabilim Dalı, Anadolu Briyoloji Dergisi 18200 Çankırı/TÜRKİYE



ÇANKIRI KARATEKİN
ÜNİVERSİTESİ

ANADOLU BRİYOLOJİ DERGİSİ

Contents = İçindekiler

Research Article / Araştırma Makaleleri

58. **Determination of Phytochemical Content and Antioxidant Activities of *Sphagnum divinum* Flatberg & K. Hassel and *Sphagnum girgensohnii* Russow (Sphagnopsida)**
Sphagnum divinum Flatberg & K. Hassel ve *Sphagnum girgensohnii* Russow (Sphagnopsida)'nin Fitokimyasal İçeriklerinin ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi
Tülay AŞKIN ÇELİK, Özlem Sultan ASLANTÜRK, Gözde ASLAN, Mesut KIRMACI
70. **Contributions to the Liverwort (Marchantiophyta = Hepaticae) Flora of İzmir Province (Türkiye)**
İzmir İli Ciğerotu (Marchantiophyta= Hepaticae) Florasına Katkılar (Türkiye)
Sinem SARITAŞ, İsa GÖKLER
75. **The Tiny Pleurocarpous Moss *Platydictya jungermannioides* (Brid.) H. A. Crum in Türkiye**
*Türkiye'deki Küçük Pleurokarp Yapraklı Karayosunu *Platydictya jungermannioides* (Brid.) H.A.Crum*
Tülay EZER, Ali KESKİN, Ahmet UYGUR, Harun ÇULHA, Züleyha ASLAN, Nevzat BATAN, Mevlüt ALATAŞ
80. **The Moss Flora of Soğanlı Valley (Kayseri)**
Soğanlı Vadisi (Kayseri) Karayosunu Florası
Recep KARA, Cemal SEVİNÇ, Emrah URLU
86. **Antimicrobial and Antifungal Activities of Some Mosses Collected from Beypazarı, Güdül and Nallıhan Districts of Ankara**
Ankara'nın Beypazarı, Güdül ve Nallıhan İlçelerinden Toplanan Bazı Karayosunlarının Antimikrobiyal ve Antifungal Aktiviteleri
Gülen Nur HAŞIMOĞLU, Güray UYAR, Nazife ASLAN, Gülden VURAL

Review Article / Derleme Makaleleri

92. **Notes on the Species of *Hookeria* (Hookeriaceae) in Türkiye**
*Türkiye'deki *Hookeria* (Hookeriaceae) Türleri Üzerine Notlar*
Hüseyin ERATA, Nevzat BATAN
97. **Notes on the Species of *Amphidium* (Amphidiaceae) in Türkiye**
*Türkiye'deki *Amphidium* (Amphidiaceae) Türleri Üzerine Notlar*
Nevzat BATAN, Hüseyin ERATA