



ÇANKIRI KARATEKİN UNIVERSITY



Cilt / Volume: 7

Sayı / Number: 2

Kasım / November 2021

e- ISSN: 2458-8474 Online

ANATOLIAN BRYOLOGY



Kapak fotoğrafi / Cover photo

1. *Orthotrichum pumilum*
2. *Bryum sp., Grimmia sp., Tortula sp.*
3. *Petalophylum ralfsii*
4. *Sphaerocarpus texanus*

by Dr. Recep KARA
by Dr. Mesut KIRMACI
by Dr. Mesut KIRMACI
by Dr. Muhammet ÖREN

ÇANKIRI KARATEKİN UNIVERSITY
ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ



ANATOLIAN BRYOLOGY
ANADOLU BRİYOLOJİ DERGİSİ



Cilt / Volume: 7 **Sayı / Number: 2** **Kasım / November 2021**

e-ISSN: 2458-8474

ÇANKIRI 2021

| | | |
|---|---|---|
| ANATOLIAN BRYOLOGY | | |
| Cilt / Volume: 7 | Sayı / Number: 2 | Kasım / November 2021 |
| İmtiyaz Sahibi = Grantee Prof. Dr. Harun ÇİFTÇİ 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: http://dergipark.gov.tr/anatolianbryology | | |
| Editör = Editor-in Chief Dr. Serhat URSAVAŞ (Çankırı) | Yardımcı Editor = Associate Editor Dr. Muhammet ÖREN (Zonguldak) Dr. Nevzat BATAN (Trabzon) | |
| 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. 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>© 2021 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>© 2021 All rights reserved.</p> | | |

Contents = İçindekiler

Research Article / Araştırma Makalesi

70. New Moss Records from Azerbaijan

Azerbaycan'dan Yeni Karayosunu Kayıtları

Aygun Vidadi MAMMADOVA, Hüseyin ERATA, Vagif ATAMOV, Nevzat BATAN

77. The Bryophyte Flora of Kümbet High Plateau (Dereli district, Turkey)

Kümbet Yayalası Briyofit Florası (Dereli, Türkiye)

Hüseyin ERATA, Nevzat BATAN, Mevlüt ALATAŞ

90. *Asterella saccata* (Wahlenb.) A. Evans a new genus and liverwort (Aytoniaceae, Hepaticae) species from Turkey

Türkiye'den yeni bir cins ve ciğerotu (Aytoniaceae, Hepaticae) türü Asterella saccata (Wahlenb.) A. Evans)

Mesut KIRMACI, Metin ARMAĞAN, Hatice ÖZENOĞLU

96. Substrate Preferences of Epiphytic Mosses in Göreme National Park (Nevşehir)

Göreme Milli Parkındaki (Nevşehir) Epifitik Karayosunlarının Substrat Tercihleri

Recep KARA, Hatice TAŞPINAR

109. Spectroscopic Investigation of the Effects of *Syntrichia ruraliformis* (Besch.) Mans., *Hypnum andoi* A.J.E.Sm. and *Platyhypnidium riparioides* Dixon Ethanol Extracts on HCT116 Cell Viability

Syntrichia ruraliformis (Besch.) Mans., Hypnum andoi A.J.E.Sm. ve Platyhypnidium riparioides Dixon Etanol Ekstraktlarının HCT116 Hücre Canlılığı Üzerindeki Etkilerinin Spektroskopik Açından İncelenmesi

Hilal ZENGİN KÖKSAL, Dilşad ÖZERKAN, Ergin Murat ALTUNER, Kerem CANLI

119. An Overview of *Plagiochila porelloides* (Marchantiophyta) as a New Environmentally Sustainable Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acidic Solution

Asidik Çözeltide Yumuşak Çelik için Çevresel Olarak Sürdürülebilir Yeni Bir Yeşil Korozyon İnhibitörü Olarak Plagiochila porelloides (Marchantiophyta)'e Genel Bir Bakış

Demet ÖZKIR

131. Bryophyte Flora of Anzer Valley and Its Surroundings (İkizdere, Rize)

Anzer Vadisi ve Çevresinin Briyofit Florası (İkizdere, Rize)

Hüseyin ERATA, Nevzat BATAN, Gökhan ABAY, Turan ÖZDEMİR

146. Bryodiversity of Eflani District of Karabük Province

Karabük İli Eflani İlçesinin Briyofit Çeşitliliği

Ahmet ARSLAN, Ayşe Dilek UNAN, Muhammet ÖREN

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)

|  | | ANATOLIAN BRYOLOGY ANADOLU BRİYOLOJİ DERGİSİ |
|--|--|---|
| Journal Name (Derginin Adı) | Anatolian Bryology | |
| Sub. Titl. of Journal (Derginin Kısa Adı) | Anatolian Bryol. | |
| Abbreviated Name (Kısa Adı) | Anatolian Bryol. | |
| ISSN No (Print Copy) | - | |
| E-ISSN No (Electronic) | 2458-8474 | |
| Year of Foundation (Kuruluş Yılı) | 2015 | |
| Web of Journal (Derginin Web Adresi) | https://dergipark.org.tr/tr/pub/anatolianbryology | |
| Editorial Process Link (Derginin Sürec Yürütüm Adresi) | https://dergipark.org.tr/tr/journal/723/submission/step/manuscript/new | |
| Language of Journal (Derginin Yayın Dili) | İngilizce / Türkçe | |
| Publication of Period (Derginin Yayın Periyodu) | Haziran / Kasım (June / November) | |
| Keywords (Dergi Anahtar Kelimeleri) | Bryophyte, Moss, Liverworts, Hornworts | |
| Indexes (Derginin Kayıtlı Olduğu İndeksler) (According to Alphabet) | 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) | |
| Chief Editor of Journal (Derginin Baş Editörü) | Dr. Serhat URSAVAŞ | |
| Licenses of Journal (Yayın Lisansı) | Creative Commons (CC BY NC)  | |
| Plagiarism and Citation Policies (Benzerlik Politikası) | Ithenticate (less than 20 percent) | |
| Fee Policies of Journal (Ücret Politikası) | No publication or processing fee is applied | |
| Refereeing Type and Technique (Hakemlik Türü ve Yapısı) | Double Blind Peer Reviewing | |
| Access Policies of Journal (Erişim Politikası) | Open Acces (Açık Erişim) | |
| Editorial Process System (Editoryal Sürec Sistemi) | Turkey, ULAKBİM DergiPark Systems | |
| Article Publication Categories (Makale Yayın Kategorileri) | Research Articles, Review Article, Research Note | |
| The bibliography system of the journal (Derginin kaynakça sistemi) | Modified APA | |
| Description of Journal (Derginin Kısa Bilgisi) | | |
| <p>Anatolian Bryology Dergisi, karayosunu, ciğerotları ve boynuzotları ile ilgili değişik alanlarda yapılan, morfolojik, mikroskobik 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. Makale yazım dili Türkçe veya İngilizce'dir. Yayınlanmak üzere gönderilen yazı orijinal, daha önce hiçbir yerde yayınlanmamış olmalı veya işlem görüyor olmamalıdır. Yayınlanma yeri Türkiye'dir. Bu dergi yılda iki sayı halinde yayınlanır, erişime açık ve ücretsizdir.</p> | <p>Anatolian Bryology, related to mosses, liverworts and hornworts made in various fields, publishes original articles on morphology, ultrastructure, biological diversity, conservation, biotechnology, environmental management, threatened of species, threatened of habitats, systematics, vegetation science, the ecology, biogeography, genetics and interactions among of all bryophytes. The submitted paper must be original and unpublished or under consideration for publication. Manuscripts in English or in Turkish languages are welcome. Printed in Turkey. This journal is published two times a year.</p> | |



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

DOI: 10.26672.anatolianbryology.904236

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



New Moss Records from Azerbaijan

Aygun Vidadi MAMMADOVA¹ , Hüseyin ERATA^{2*} , Vagif ATAMOV³ , Nevzat BATAN⁴ 

¹*Institute of Botany, Azerbaijan National Academy of Sciences, Badamdar Highway 40, Baku, AZERBAIJAN*

²*Çanakkale Onsekiz Mart University, Bayramiç Vocational School, Çanakkale, TURKEY*

³*Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Science and Art, Biology Department, Rize, TURKEY*

⁴*Karadeniz Technical University, Maçka Vocational School, 61750, Trabzon, TURKEY*

Received: 27 March 2021

Revised: 22 April 2021

Accepted: 08 May 2021

Abstract

As a result of bryological excursion to the Khizi region of Azerbaijan, *Mnium thomsonii* Schimp., *Racomitrium microcarpon* (Hedw.) Brid, *Grimmia longirostris* Hook., *Plagiothecium succulentum* (Wills.) Lindb *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske and *Sanionia uncinata* Loeske are reported as new for Azerbaijan. Illustrations, geographic distribution and comparisons with morphologically similar taxa are given.

Key words: Biodiversity, Moss, New Records, Khizi, Azerbaijan

Azerbaycan'dan Yeni Karayosunu Kayıtları

Öz

Azerbaycan'ın Khizi bölgesine yapılan briyolojik gezi sonucunda *Mnium thomsonii* Schimp., *Racomitrium microcarpon* (Hedw.) Brid, *Grimmia longirostris* Hook., *Plagiothecium succulentum* (Wills.) Lindb *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske ve *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske Azerbaycan için yeni takson olarak tespit edilmiştir. Resimler, coğrafi dağılım ve morfolojik olarak benzer taksonlarla karşılaştırmaları verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyoçeşitlilik, Karayosunu, Yeni Kayıt, Khizi, Azerbaycan.

1. Introduction

Bryophyte (Mosses, Liverworts and Hornworts) are the most ancient and primitive plants. Mosses occupy a special place in plant diversity and are of great importance in water and soil ecosystems despite being small organisms.

Bryophytes, especially mosses (Bryopyta) have a worldwide distribution, constitute the main part of biocoenosis and play the role of important part of flora and indicator in the environmental pollution

(Shevchenko, 2004). Mosses compose the largest group of bryophytes. The study of plant cover of any region as well as solution of issues with regards to genesis and future development of flora are not possible without considering the degree of participation of mosses in various plant groups. They are an integral part of the ecosystems and play an important role in the formation of vegetation. The comprehensive study of ecological properties of mosses of a particular areas and possibilities of application is important for the efficient use and

* Corresponding author: huseyin_erata@hotmail.com

© 2021 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Mammadova A.V. Erata H. Atamov V. Batan N. 2021. New Moss Records from Azerbaijan. *Anatolian Bryology*. 7:2, 70-76.



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

protection of vegetation. Mosses constitute an integral part of the flora and participate actively in the nutrient. Besides, mosses protect soil from erosion by affecting its physical and chemical properties and have a positive effect on the regulation of the water balance and maintenance of a certain amount of water (Bardunov, 1984; URL 1).

The bryophyte flora of Azerbaijan is little known. Azerbaijan existing moss flora has reached 419 taxa including the studies conducted in the period from

1846 until the end of 2020 (368 species, 33 varieties, 18 formas) (Weinmann, 1846; Brotherus, 1892; Ignatov and Afonina, 1992; Ignatov et al., 2006; Gasimov and Novruzov, 2017).

Although investigations on systematical bryology have been carried out in different regions of Azerbaijan for this reason, the Khizi region has not been investigated up to date. The Khizi region where is study area is located in the Western of Azerbaijan and at a distance of 70 km from Baku (Figure 1).



Figure 1. Map of Study area.

The district is located in a multi-hilly plateau stretching from the southern slope of the Great Caucasus range to the Samur-Davachi valley. Most of the district is covered with forest. The district joins the Caspian Sea in the East. The foothills of the district have a 30 km boundary with the Caspian Sea. Altgaj which is one of the most beautiful, most admired, and picturesque places of Azerbaijan is located in the Khizi region. Khizi consists of

mountainous and foothills zones. The top of the mountainous zone “Dubrar” (Two brothers) is located at 2205 m a.s.l.. Dubrar (two brothers), the summit zone of the mountains, is 2205 m above sea level. Khizi is one of the great woodlands of Azerbaijan (9931 ha, 6%). Its climate is mild, and the weather is dry. The area has a rich bio-variety, landscape and ecosystems (forests, forest-steppe, steppe, grey mountains, subalpine and alpine

ecosystems). Woody flora of the forest consists of such trees and bushes as *Quercus iberica* Stev., *Quercus macranthera* F.et M., *Carpinus orientalis* Mill., *Fagus orientalis* Lipsky, *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus laevis* Pall., *Pyrus communis* L., *Acer platanoides* L., *Juniperus communis* L., *Lonicera racapriofolium* L., *Ligustrum vulgare* L. There are *Pyrus salicifolia* Pall., pomegranate, agkist-rodon halys, tamarix bushes on the banks of the rivers. Tree-bush species such as willow-leaved pear, *Crataegus oxyacantha* L., *Paliurus spina-christi* Mill., *Cotoneaster racemiflora* (Dsf.) Koch., *Malva alcea* L., *Berberis vulgaris* L., *Rosa cinnamomea* L. grow in mountainous sparse woods. Edge of rivers consists of *Punica granatum* L., *Rhamnus pallasii* Fisch. & C.A.Mey., *Hippophae rhamnoides* L., *Lycium russianum* L. box-thorn (Prilipko, 1970; Gadjiev, 1970).

2. Material and Methods

Bryophyte specimens were collected from different localities in May and June, 2019 in Khizi region (Azerbaijan). Bryophyte samples were examined with stereomicroscope and light microscope. The samples were identified by consulting keys (Nyholm, 1993, 1998; Smith, 2004; Cortini-Pedrotti, 2001, 2006; Frey et al., 2006; Brugués et al., 2007; Atherton et al., 2010; Guerra et al., 2010, 2018; Brugués et al., 2015.). Collected samples were stored in the personal collection at the Institute of Botany, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan and duplets of these moss samples were stored at the Biology Department, Faculty of Science, Karadeniz Technical University, Turkey.

3. Results and Discussion

Mnium thomsonii Schimp. (Figure 2)

Specimens examined: Azerbaijan (Khizi region): Gizilgazma village 1, 49°54'37"N, 19° 02'43"E, 1247 m.a. s. l.

Plant, dense, dark or pale green, up to 6 cm high. Stems erect. Leaves incurved ovate to ovate-lanceolate, margins plane and double spinose teeth from middle to apex. Costa excurrent, cells of leaves quadrate-hexagonal. *M. thomsonii* is similar to *Mnium marginatum* (With.) P. Beauv., but differs in having toothless on abaxial side at above and costa reaching apex, excurrent. *M. thomsonii* grows in crevices of rocks and on base-rich soil.

Racomitrium microcarpon (Hedw.) Brid. (Figure 3)

Specimens examined: Azerbaijan (Khizi region): Gizilgazma village 2, 40° 52'78.8"N, 48°56'86.2"E, 1276 m.a.s. l.

Plant greenish to blackish and up to 4 cm. high. Leave lanceolate. Costa extends to the apex. Cells bistratose. Basal cells thick walled, Leaf margin unistratose. hair point present and serrate. This species is closely related to *R. macounii*, but *R. microcarpon* is distinguished from *R. macounii* in having bistratose or unistratose in two rows, and hair point serrate. *R. microcarpon* grows on siliceous rocks.

Grimmia longirostris Hook. (Figure 4)

Specimens examined: Azerbaijan (Khizi region): Gizilgazma village 1, 40° 54'37"N, 19° 02'43.0"E, 1247 m.a.s. l.

Plant grey cushions, up to 1,5 cm high. Leaves erect, ovate or lanceolate. Costa, strong at base, extends to apex. Cells above rectangular to quadrate, unistratose, at base 1–2-stratose. This species is distinguished from other *Grimmia* species in having the costa reniform with U-shaped adaxial sinus in cross section. *G. longirostris* grows on acidic or basic rocks.

Plagiothecium succulentum (Wills.) Lindb. (Figure 5)

Specimens examined: Azerbaijan (Khizi region): Khalanj village, 40°54'37"N, E 19° 02'43.0"E, 733 m.a.s. l.

Plant golden green, very glossy. Leaves weakly asymmetric or symmetric. Leaf margins plane, apex entirely. Costa double, extend to half of the leaves. Alar cells are rectangular, cells of leaves linear-rhomboidal. This species is similar to *Plagiothecium nemorale* (Mitt.) A. Jaeger, *P. succulentum* is distinguished from *P. nemorale* in having the overlapping leaf cells in transverse rows. *P. succulentum* grows on wet soil in woods, on wet rocks, and tree bases.

Tomentypnum nitens (Hedw.) Loeske (Figure 6)

Specimens examined: Azerbaijan (Khizi region): Khalanj village, 40°54'37"N, E 19° 02'43.0"E, 733 m.a.s. l.

Plants robust, yellowish green, Stems erect or tomentose with rhizoids. Leaves erect, lanceolate-triangular, tapering. Costa ending below apex, up to ¾ of leaf. cells rounded-rectangular at base, linear-vermicular at above. *T. nitens* is close to *T. falcifolium*, but different in having the leaves are lanceolate-triangular. Also, this species is distinguished from *Homalothecium* species, in having stems erect or tomentose with rhizoids and leaf margin entirely. *T. nitens* grows in calcareous fens and wet fields.

***Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske (Figure 7)**

Specimens examined: Azerbaijan (Khizi region):
Altiagaj National Park, 40°54'37.0"N,
19°02'43.0"E, 1300 m.a.s.l. 40°54'37"N,

rectangular, porose, cells above linear. *S. uncinata* is distinguished from *S. orthothecioides*, by regularly pinnately branched, and margins plane or rarely partly recurved. *S. uncinata* grows on rocks, on wood, in moist turf.

Plant yellowish green and up to 10 cm high. Leaves falcate, plicate. margins plane. Basal cells are

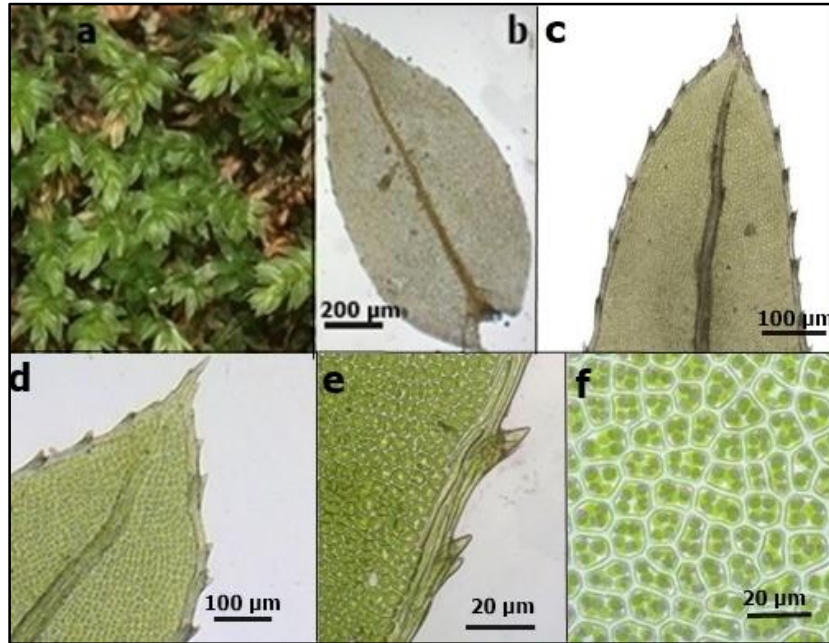


Figure 2. *Mnium thomsonii*: a) Habit, b) Leaf, c-d) Upper part of leaf, e) Leaf margin, f) Mid-leaf cells
M. thomsonii grows in crevices of rocks and on base-rich soil.

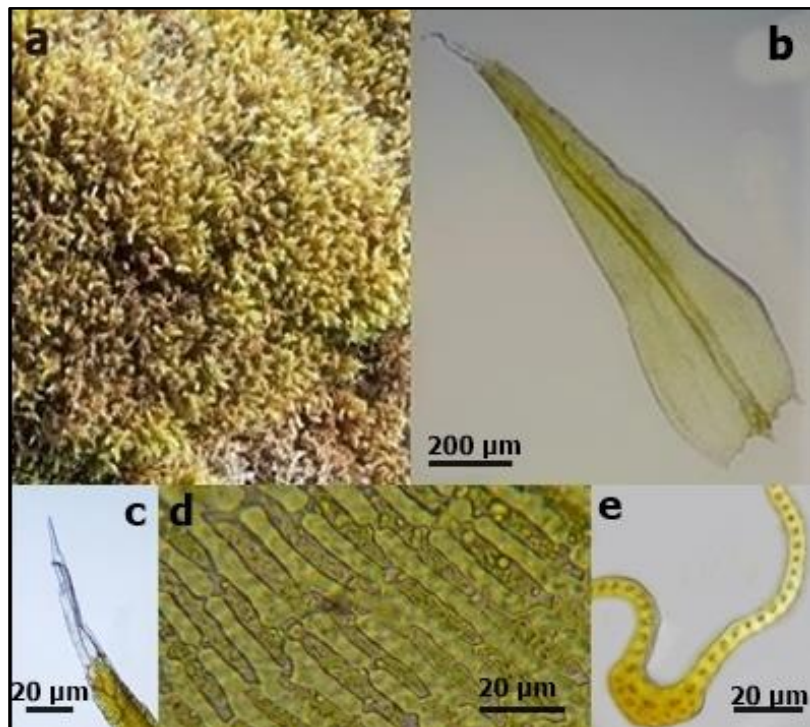


Figure 3. *Racomitrium microcarpon*: a) Habit, b) Leaf, c) Hair point, d) Basal cells, e) Leaf cross section

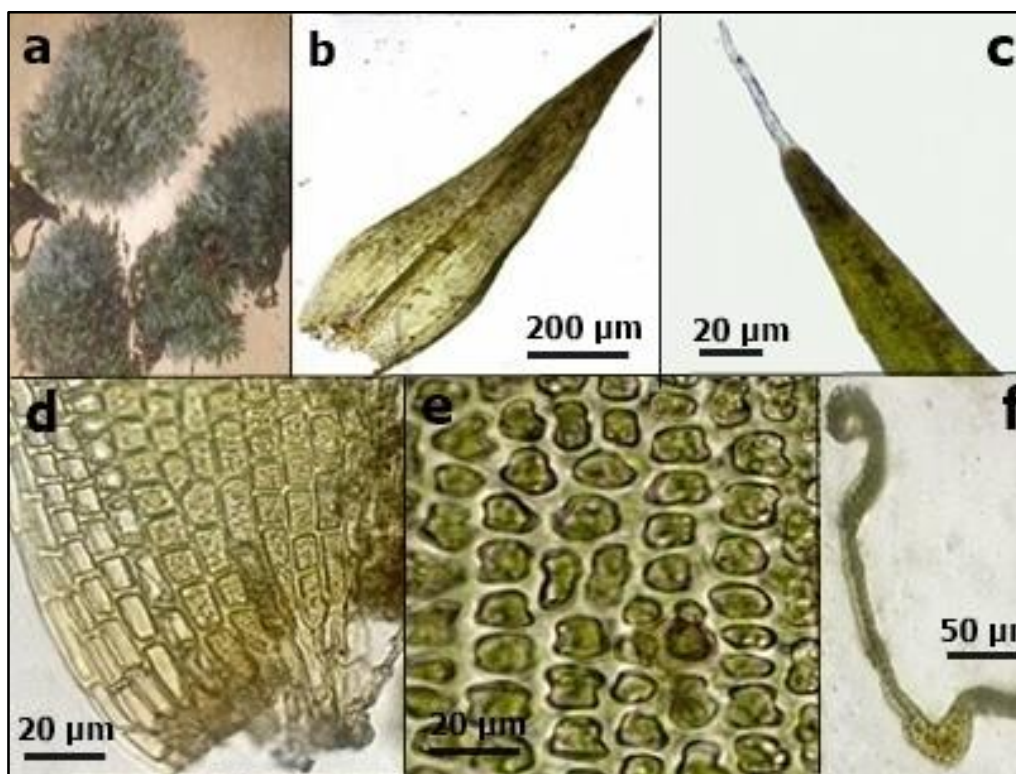


Figure 4. *Grimmia longirostris*: a) Habit, b) Leaf, c) Hair point, d) Basal cells, e) Mid-leaf cells, f) Leaf cross section.

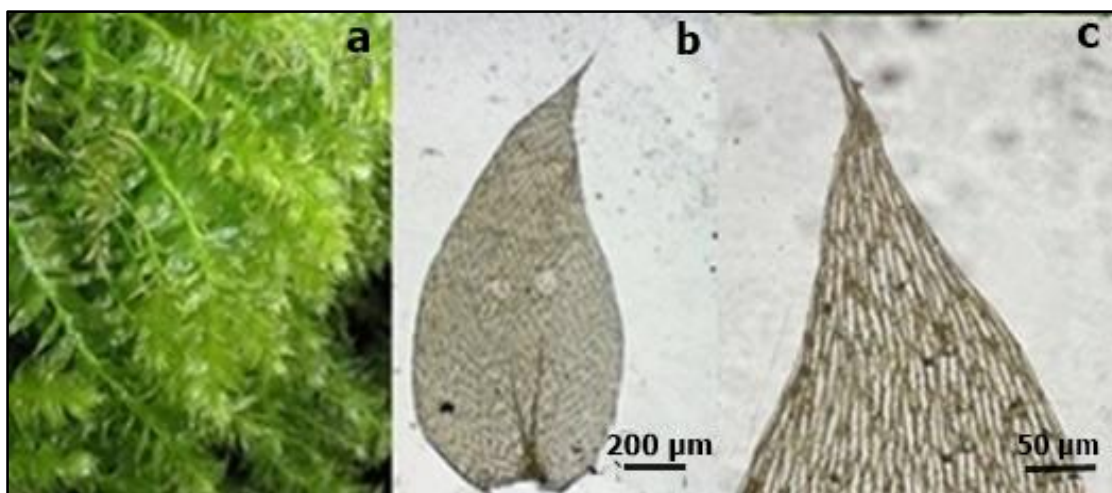


Figure 5. *Plagiothecium succulentum*: a) Habit, b) Leaf, c) Leaf apex

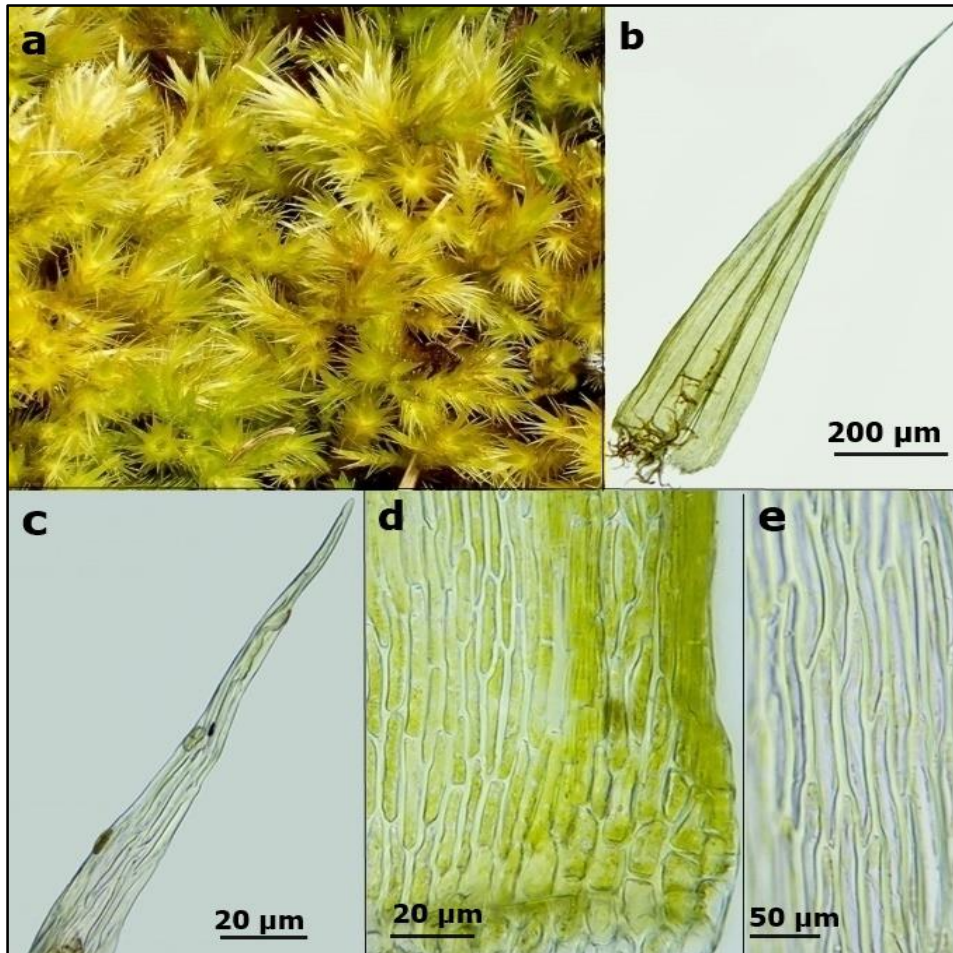


Figure 6. *Tomentypnum nitens*: a) Habit, b) Leaf, c) Leaf apex, d) Basal cells, e) Mid-leaf cells.

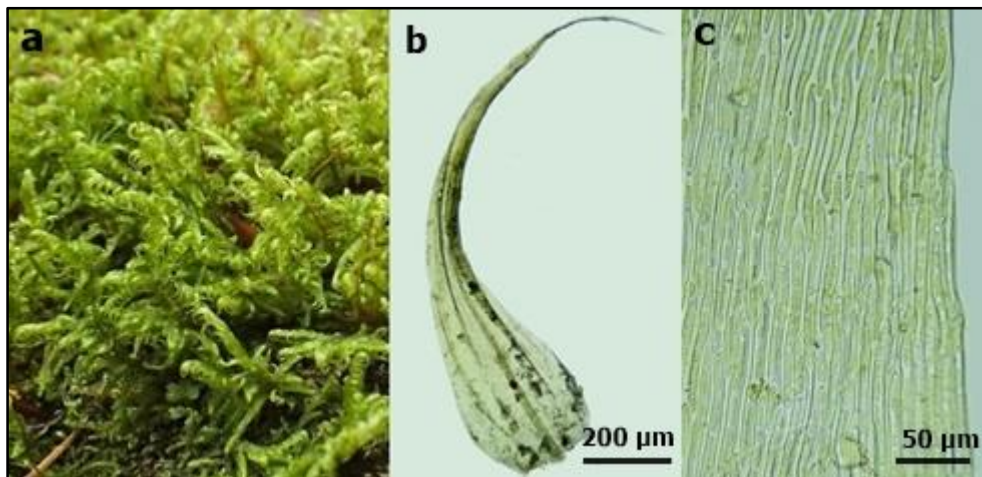


Figure 7. *Sanionia uncinata*: a) Habit, b) Leaf, c) Leaf margin cells

Reference

Atherton I. Bosanquet S. Lawley M. 2010. Mosses and liverworts of Britain and Ireland a field guide. British Bryological Society. Britain.
 Bardunov L.V. 1984. The Oldest on Land. Science. Novosibirsk.

Brotherus V.F. 1892. Enumeratio muscorum Caucasi. Acta Soc. Sci. Fenn. 19:12, 1–170.
 Brugués M. Guerra J. 2015. Flora Briofítica Ibérica Volume 2, Universidad de Murcia, ISBN: 84-608-2198-4. Sociedad Espanola de Briyologia Murcia. Murcia.

- Cortini-Pedrotti C. 2001. Flora dei muschi d'Italia, Sphagnopsida, Andreaopsida, Bryopsida (I parte). ISBN: 88-7287-250-2. Antonio Delfino Editore Medicina-Scienze. Roma.
- Cortini-Pedrotti C. 2006. Flora dei muschi d'Italia, Bryopsida (II parte), ISBN: 88-7287-370-3. Antonio Delfino Editore Medicina-Scienze. Roma.
- Frey W. Frahm J.P. Fischer E. Lobin W. 2006. The liverworts, mosses and ferns of Europe. Heidelberg: Gustav Fischer Verlag.
- Gadjiev V.D. 1970. High-mountains vegetation of the Great Caucasus (within the bounds of Azerbaijan) and its economic importance. Elm press. Baku.
- Gasimov T.P. Novruzov V.S. 2017. Noteworthy additions to the moss flora of Azerbaijan. Institute of Botany, Azerbaijan National Academy of Sciences. 37, 72-75.
- Guerra J. Brugués M. Cano M. J. Cros R.M. 2010. Flora Briofítica Ibérica Volume 4, Universidad de Murcia, ISBN: 84-6614-1023-1, Sociedad Espanola de Briyologia Murcia. Murcia
- Guerra J. Cano M.J. Brugués M. 2018. Flora Briofítica Ibérica Volume 6, Universidad de Murcia, ISBN: 84-697-9126-4, Sociedad Espanola de Briyologia Murcia. Murcia.
- Ignatov M.S. Afonina O.M. 1992. Checklist of mosses of the former USSR. Arctoa. 1, 1–85.
- Ignatov M.S. Afonina O.M. Ignatova E.A. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. Arctoa. 15, 1-130.
- Nyholm E. 1993. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 3. Bryaceae-Rhodobryaceae Mniaceae–Cinclidiaceae-Plagiomniaceae. 145-244, The Nordic Bryological Society, Lund.
- Nyholm E. 1998. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 4. Aulacomniaceae-Meesiaceae-Catocopiaceae-Bartramiaceae-Timmiaceae-Encalyptaceae-Grimmiaceae-Ptychomitriaceae-Hedwigiaceae-Orthotrichaceae. 145-244, The Nordic Bryological Society. Lund.
- Prilipko L.I. 1970. The vegetation of Azerbaijan. Elm,Press. Baku.
- Qasimov T. Kürschner H. Parolly G. 2016. Three new moss records from the Bozqır yaylası area of Azerbaijan. Herzogia. 29:2, 805–809.
- Shevchenko V.P. Politova N.V. Aybulatov N.A. 2004. The elemental composition of mosses and lichens Islands Vaigach as an indicator of loss of matter from the atmosphere. Nauka Nauka Publication. Moscow.
- URL 1. Digitalcommons. 2021. <https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1225&context=bryo-ecol-subchapters>, [Accessed: 20 April 2021].
- Weinmann J.A. 1846. Supplement II ad Syllabus muscorum frondosorum hucusque in imperio Rossico collectorum. Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou 18:I, 429–489; III, 417–503.



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

DOI: 10.26672.anatolianbryology.926654

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



The Bryophyte Flora of Kümbet High Plateau (Dereli district, Turkey)

Hüseyin ERATA¹ , Nevzat BATAN^{2*} , Mevlüt ALATAŞ³ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Bayramiç Vocational School, Çanakkale, TURKEY

²Maçka Vocational School, Karadeniz Technical University, Trabzon, TURKEY

³Tunceli Vocational School, Munzur University, Tunceli, TURKEY

Received: 23 April 2021

Revised: 20 May 2021

Accepted: 27 May 2021

Abstract

As a result of bryological researches in the Kümbet High Plateau of Giresun province (Turkey), a total of 289 bryophyte taxa belonging to 131 genera and 64 families, of which are 50 liverworts and 239 mosses, were determined from 40 different localities. Among them, *Neckera pumila* and *Pseudephemerum nitidum* new to A4 grid square and all bryophyte taxa are new for Kümbet high plateau. Collected localities and substrata are presented at bryofloristic list.

Key words: Biodiversity, Bryophyte, Flora, Kümbet, Turkey.

Kümbet Yaylası Briyofit Florası (Dereli, Türkiye)

Öz

Giresun ili Kümbet Yaylası'nda yapılan briyolojik araştırmalar sonucunda, 40 farklı lokaliteden 64 familyaya ve 131 cinse ait, 50 çiğero tu ve 239 yapraklı karayosunu olmak üzere toplam 289 briyofit taksonu tespit edilmiştir. *Neckera pumila* ve *Pseudephemerum nitidum* A4 karesi için yenidir ve tüm briyofit taksonları Kümbet yaylası için yenidir. Toplanma lokaliteleri ve substratlar briyoflorostik listede verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyoçeşitlilik, Briyofit, Flora, Kümbet, Türkiye

1. Introduction

Kümbet Plateau, which is located within the borders of Dereli district of Giresun province and it is surrounded by Giresun to the north, Yağlıdere and Keşap to the east, Şebinkarahisar to the south, and Bulancak to the west (Fig. 1).

The Giresun Mountains (e.g Kümbet High Plateau) belong to the East Black Sea Mountains and they are situated in the north east of Turkey. Kümbet High Plateau is located in the northern part of the Giresun

Mountains. The Giresun Mountains are very high and near the Black Sea. From the summit of these mountains, a lot of streams and rivers flow through deep valleys into the Black Sea. Oceanic climate prevails in the northern part of the Giresun Mountains. The mild, damp oceanic climate with high and evenly distributed rainfall makes bryodiversity very rich. Kümbet plateau, summers are warm and humid, and winters are cool, snowy, and damp (Anşin, 1981; Sesli et al., 2015; Erata et al., 2021).

* Corresponding author: nevzatbatan@gmail.com

© 2021 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Erata H. Batan N. Alataş M. 2021. The Bryophyte Flora of Kümbet High Plateau (Dereli district, Turkey). *Anatolian Bryology*. 7:2,77-89.



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

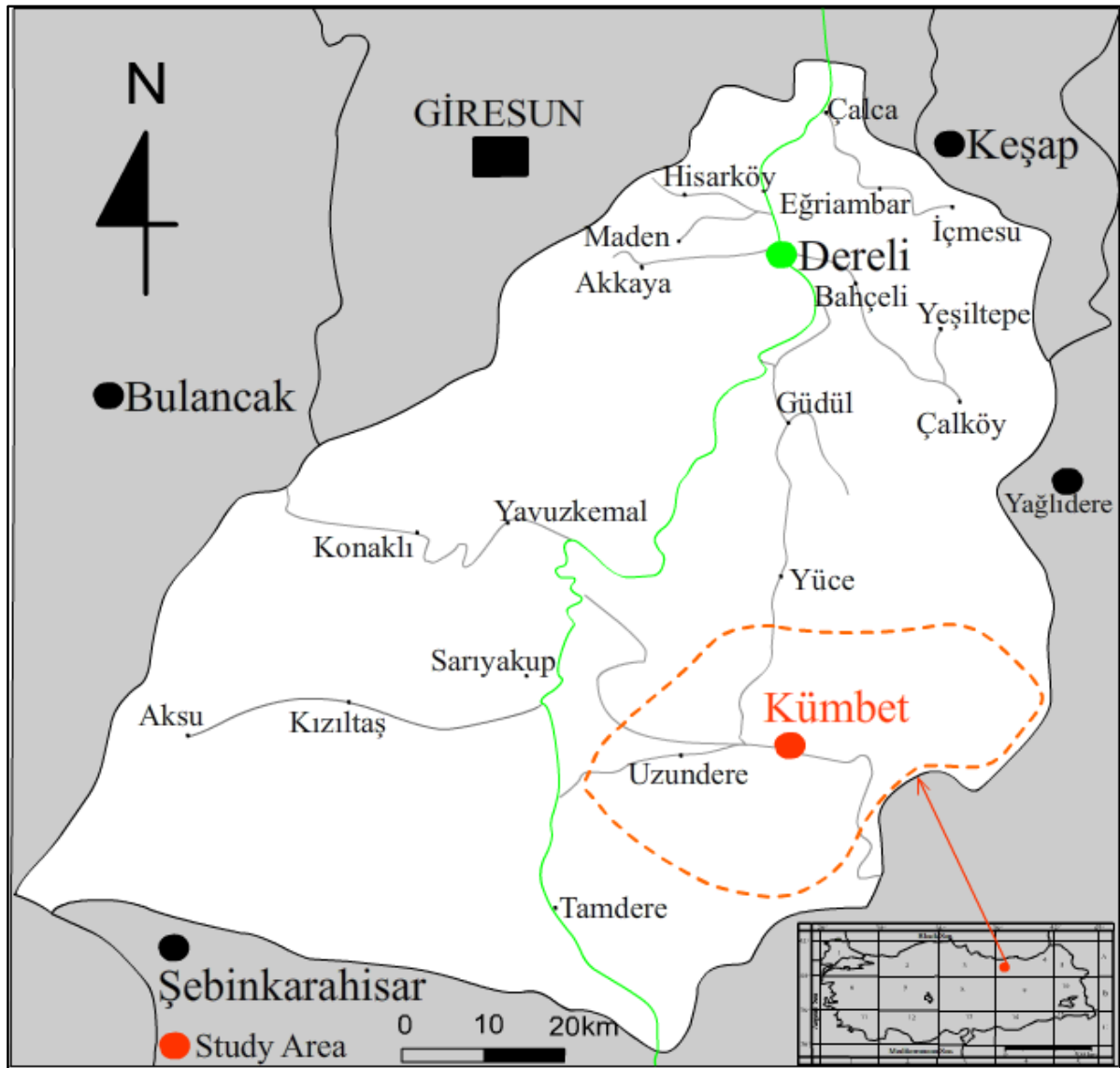


Figure 1. Map of the research area

Research area is covered mixed forest and the dominant taxa in the main vegetation are *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Carpinus betulus* L., *C. orientalis* Mill., *Corylus avellana* Thunb., *Acer platanoides* L., *Tilia rubra* DC, *Ilex colchica* Pojk., *Daphne pontica* L., *Castanea sativa* Mill., *Fagus orientalis* Lipsky, *Picea orientalis* (L.) Peterm., *Pinus sylvestris* L., *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. subsp. *nordmanniana*, *Rhododendron luteum* Sweet, *R. ponticum* L. *Salix* sp., *Betula* sp. and various *Quercus* (Anşin, 1981; Sesli et al., 2015; Erata et al., 2021).

2. Materials and Methods

The bryophyte samples were collected by authors in 40 different localities (Table 1) between 08 July 2019 and 30 August 2020 from Kümbet high plateau in Turkey (Fig. 1). The bryophyte samples were examined with stereomicroscope and light microscope. Identifications were determined by consulting various floras and keys (Crum and Anderson, 1981; Nyholm, 1986, 1989, 1993, 1998; Lewinsky, 1993; Blom, 1996; Smith, 2004; Paton, 1999; Pedrotti, 2001, 2006; Greven, 2003; Heyn and Herrnstadt, 2004; Frey et al., 2006; Guerra et al., 2006; 2010; 2014; 2018; Brugués et al., 2007; Kürschner and Frey, 2011).



Figure 2. Some ecosystem types from Kümbet high plateau

Table 1. The collection localities.

| No | Locality | Altitude Sea Level (m) | Date |
|----|--|------------------------|------------|
| 1 | Kümbet: Cımbırtlık Forest Management warehouse-1, 40°35'28"N/38°26'59"E | 1230-1260 | 08.07.2019 |
| 2 | Kümbet: Upper part of Cımbırtlık Forest Management warehouse, 40°35'08" N /38°26'43"E | 1270-1350 | 08.07.2019 |
| 3 | Kümbet: Upper part of Yüceköy, Southeastern hillside, 40°34'56"N/38°26'54"E | 1450-1420 | 08.07.2019 |
| 4 | Kümbet: Armutalan high plateau, 40°34'17"N/38°25'18"E | 1430 | 09.07.2019 |
| 5 | Kümbet: Samayil high plateau, 40°35'41"N/38°24'59"E | 1800-1850 | 09.07.2019 |
| 6 | Kümbet: Between Kümbet center and Keşoğ high plateau, 40°35'41"N/38°24'59"E | 1780-1800 | 09.07.2019 |
| 7 | Kümbet: Aymaç Hill, 40°34'04"N/38°25'41"E | 1810-1850 | 09.07.2019 |
| 8 | Kümbet: Between Kümbet Kümbet center and Şıh high plateau, 2. Km, 40°33'20"N/38°28'28"E | 1720-1730 | 09.07.2019 |
| 9 | Kümbet: Başoba high plateau, 40°31'48"N/38°29'01"E | 2000-2050 | 10.07.2019 |
| 10 | Kümbet: Çeğeril high plateau, 40°33'35"N/38°29'20"E | 1927 | 10.07.2019 |
| 11 | Kümbet: Koç Kayası Nature Park -1, 40°34'58"N/38°29'02"E | 2110-2130 | 10.07.2019 |
| 12 | Kümbet: Koç Kayası Nature Park-2, 40°33'50"N/38°28'47"E | 1910-1950 | 10.07.2019 |
| 13 | Kümbet: Köyyeri high plateau, 40°31'28"N/38°26'29"E | 1620 | 11.07.2019 |
| 14 | Kümbet: Homorlu high plateau, 40°32'49"N/38°26'14"E | 1600 | 11.07.2019 |
| 15 | Kümbet: Elemeği high plateau, 40°31'59"N/38°25'39"E | 1910-1930 | 11.07.2019 |

| | | | |
|----|--|-----------|------------|
| 16 | Kümbet: Uzundere village -1, 40°32'41"N/38°24'32"E | 1610-1650 | 11.07.2019 |
| 17 | Kümbet: Uzundere village -2, 40°32'54"N/38°21'52"E | 1330 | 11.07.2019 |
| 18 | Kümbet: Road the Yeşilvadi-Kümbet -1, 40°34'59"N/38°24'50"E | 1570 | 12.07.2019 |
| 19 | Kümbet: Kümbet village, 40°33'04"N/38°27'18"E | 1610-1630 | 12.07.2019 |
| 20 | Kümbet: Yağmurca high plateau, 40°32'15"N/38°28'21"E | 1875 | 12.07.2019 |
| 21 | Kümbet: Road the Yeşilvadi-Kümbet -2, 40°34'36"N/38°24'60"E | 1720 | 12.09.2019 |
| 22 | Kümbet: Göğ hill-1, 40°34'49"N/38°30'22"E | 2320 | 12.09.2019 |
| 23 | Kümbet: Koç Kayası Nature Park, inside the social facility, 40°34'12"N/38°28'49"E | 1850 | 13.09.2019 |
| 24 | Kümbet: Göğ hill-2, 40°34'50"N/38°30'22"E | 2370 | 13.09.2019 |
| 25 | Kümbet: Enter the Kuzu lake high plateau, 40°35'01"N/38°29'14"E | 2080 | 13.09.2014 |
| 26 | Kümbet: Şih high plateau -2, 40°31'45"N/38°29'07"E | 1980 | 14.09.2019 |
| 27 | Kümbet: Şih high plateau -3, 40°31'17"N/38°29'29"E | 2050 | 14.09.2019 |
| 28 | Kümbet: Cımbırtlık Forest Management warehouse-2, 40°35'19"N/38°27'14"E | 1350 | 26.06.2020 |
| 29 | Kümbet: Eskioba high plateau, 40°36'05"N/38°25'07"E | 1792 | 26.06.2020 |
| 30 | Kümbet: Şih high plateau exit, 40°32'44"N/38°30'41"E | 1810-1850 | 27.06.2020 |
| 31 | Kümbet: Enter thr Göbel high plateau, 40°33'15"N/38°29'04"E | 1830-1900 | 27.06.2020 |
| 32 | Kümbet: Erik stream high plateau, 40°30'53"N/38°26'48"E | 1753 | 28.06.2020 |
| 33 | Kümbet: Sırganlı high plateau, 40°31'28"N/38°25'17"E | 1981 | 29.06.2020 |
| 34 | Kümbet: Upper part of Uzundere village, 40°33'52"N/38°25'24"E | 1820 | 30.06.2020 |
| 35 | Kümbet: Between Goruk high plateau and Giran high plateau, 40°34'38"N/38°24'52"E | 1710 | 24.08.2020 |
| 36 | Kümbet: Tekke high plateau, 40°32'22"N/38°28'09"E | 1820 | 25.08.2020 |
| 37 | Kümbet: Lower part of Şih high plateau, 40°32'52"N/38°29'29"E | 1750 | 26.08.2020 |
| 38 | Kümbet: Başçatak high plateau, 40°30'21"N/38°26'56"E | 1850-1880 | 27.08.2020 |
| 39 | Kümbet: Between Tekke high plateau and Yağmurca high plateau, 40°33'02"N/38°27'08"E | 1616 | 29.08.2020 |
| 40 | Kümbet: Road the Yeşilvadi- Kümbet -3, 40°35'12"N/38°24'11"E | 1465 | 30.08.2020 |

Nomenclature of the species and synonym status were evaluated by reviewing Hodgetts et al. (2020). The situation of bryophyte taxa was appraised by reviewing related literature for Giresun Province (Özdemir and Batan, 2017a; Erata et al., 2018). The status of bryophyte taxa was evaluated by reviewing related literature for the A4 square (Abay et al., 2016; Özdemir and Batan, 2017 a, b; Erata et al., 2018). Bryophyte samples are deposited in the private herbarium of Hüseyin ERATA at the Bayramiç vocational school, Çanakkale Onsekiz Mart University (Çanakkale), Turkey.

3. Results and Discussion

3.1. Results

As a result of the study, 50 liverwort taxa (belonging to 21 families and 30 genera), 239 moss taxa (belonging

to 43 families and 101 genera) and a total of 289 bryophyte taxa (belonging to 64 families and 131 genera) were determined.

For each taxa, their localities and substrate were given in the floristic list. Taxa for new Giresun province is indicated with (#) bryofloristic list. Also new for A4 square is indicated with (+) in the bryofloristic list.

Bryofloristic list

Marchantiophyta

Anastrophyllaceae L.Söderstr., De Roo & Hedd.

Barbilophozia Loeske

Barbilophozia barbata (Schmidel ex Schreb.) Loeske – Loc.: 11, 15, 25, 33; on rock, on soil.

B. hatcheri (A. Evans) Loeske – Loc.: 23; on rock.

#B. lycopodioides (Wallr.) Loeske – Loc.: 19; on rock.

#*B. sudetica* (Nees ex Huebener) L.Söderstr., De Roo & Hedd. (Syn: *Lophozia sudetica* (Nees ex Huebener) Grolle) – Loc.: 13; on a dead tree trunk.

Gymnocolea (Dumort.) Dumort.

Gymnocolea inflata (Huds.) Dumort – Loc.: 12; on wet soil.

Sphenolobus (Lindb.) Berggr.

Sphenolobus minutus (Schreb.) Berggr. (Syn: *Anastrophyllum minutum* (Schreb.) Schust.) – Loc.: 11, 12; on soil.

Cephalozieaceae Mig.

Cephalozia (Dumort.) Dumort.

Cephalozia bicuspidata (L.) Dumort. – Loc.: 15, 16, 22, 26, 33, 39; on soil, on wet soil.

Cephalozieaceae Douin

Cephalozia (Spruce) Schiffn.

Cephalozia divaricata (Sm.) Schiffn. – Loc.: 22; on wet soil.

Lophozieaceae Cavers

Lophozia (Dumort.) Dumort.

#*Lophozia ventricosa* (Dicks.) Dumort. – Loc.: 11, 12, 39; on soil, on a dead tree trunk.

Lophozopsis Konstant. & Vilnet

Lophozopsis longidens (Lindb.) Konstant. & Vilnet (Syn: *Lophozia longidens* (Lindb.) Macoun) – Loc.: 12, 26; on wet soil, on a dead tree trunk.

Tritomaria Loeske

#*Tritomaria exsecta* Schmidel ex. Schrad.) Loeske. – Loc.: 6, 21, 29, 40; on dead tree trunk.

Trilophozia (RMSchuster) VA Bakalin

#*Trilophozia quinqueidentata* (Huds.) Bakalin (Syn: *Tritomaria quinqueidentata* (Huds.) H. Buch.) – Loc.: 12; on a dead tree trunk.

Scapaniaceae Mig.

Diplophyllum (Dumort.) Dumort.

Diplophyllum albicans (L.) Dumort. – Loc.: 12; on wet soil.

D. taxifolium (Wahlenb) Dumort – Loc.: 11, 12, 25, 29; on wet soil.

Scapania (Dumort.) Dumort.

#*Scapania aequiloba* (Schwäagr.) Dumort. – Loc.: 11; on wet soil.

S. irrigua (Ness) Ness – Loc.: 13, 18, 22, 23, 32, 35; on wet soil.

#*S. subalpina* (Nees ex Lindenb.) Dumort. – Loc.: 13; on wet soil.

S. undulata (L.) Dumort. – Loc.: 19, 36; on wet soil.

Schistochilopsis (N. Kitag.) Konst.

Schistochilopsis incisa (Schrad.) Konstant. (Syn: *Lophozia incisa* (Schrad.) Dumort. – Loc.: 12, 35; on a dead tree trunk

Calypogeiaceae Arnell

Calypogeia Raddi

Calypogeia fissa (L.) Raddi. – Loc.: 22; on wet soil.

C. muelleriana (Schiffn.) Müll. Frib. – Loc.: 22, 26; on wet soil.

Jungermanniaceae Rchb.

Jungermannia L.

Jungermannia atrovirens Dumort. – Loc.: 6, 37; on wet soil.

Solenostomataceae Stotler & Crand.-Stotl.

Solenostoma Mitt. emend. Zerov

Solenostoma gracillimum (Sm.) R.M.Schust. (Syn: *Jungermannia gracillima* Sm.) – Loc.: 9, 26; on wet soil.

#*S. hyalinum* (Lyell) Mitt. (Syn: *Jungermannia hyalina* Lyell) – Loc.: 9, 11, 12; on wet soil.

S. sphaerocarpum (Hook.) Steph. Sp. Hepat (Syn: *Jungermannia sphaerocarpa* Kanca.) – Loc.: 11, 12, 13, 22; on wet soil, on wet rock.

Blepharostomataceae W.Frey & M.Stech

Blepharostoma (Dumort. Emend. Lindb.) Dumort.

#*Blepharostoma trichophyllum* (L.) Dumort. – Loc.: 1, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 29, 35, 40; on calcareous rock, on a dead tree trunk.

Lepidoziaceae Limpr.

Lepidozia (Dumort.) Dumort.

#*Lepidozia reptans* (L.) Dumort. – Loc.: 3, 6, 40; on a dead tree trunk.

Lophocoleaceae Vanden Berghen

Chiloscyphus Corda

Chiloscyphus pallescens (Ehrh. ex Hoffm.) Dumort. – Loc.: 8; on wet soil.

C. polyanthos (L.) Corda – Loc.: 9, 12, 26, 28, 35; on wet soil.

Lophocolea (Dumort.) Dumort.

Lophocolea bidentata (L.) Dumort. – Loc.: 3, 6, 10, 14, 15, 16, 18, 31, 33, 35; on wet soil, on rock, on a dead tree trunk.

L. heterophylla (Schrad.) Dumort. – Loc.: 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 16, 18, 22, 29, 31, 34, 35; on soil, on a dead tree trunk.

L. minor Nees. – Loc.: 1, 7, 12, 16, 40; on soil, on a dead tree trunk.

Plagiochilaceae Müll. Frib.

Pedinophyllum (Lindb.) Lindb.

Pedinophyllum interruptum (Nees) Kaal. – Loc.: 3, 6, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 28, 31, 33, 35, 36, 38, 40; on wet soil, on wet rock.

Plagiochila (Dumort.) Dumort.

Plagiochila asplenioides (L. emend. Taylor) Dumort. – Loc.: 1, 3, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 22, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 39, 40; on soil, on rock, on a dead tree trunk.

P. porelloides (Torrey ex Nees) Lindenb. – Loc.: 1, 2, 7, 8, 9, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 25, 35, 36, 40; on soil, on rock.

Myliaceae Schljakov

Mylia Gray

Mylia taylorii (Hook.) Gray. – Loc.: 12, 19, 22; on wet soil.

Frullaniaceae Lorch

Frullania Raddi

Frullania dilatata (L.) Dumort. – Loc.: 1, 2, 7, 8, 36, 39; on rock, on tree bark.

F. tamarisci (L.) Dumort. – Loc.: 1, 3, 13, 17, 28, 29, 32, 38; on tree bark.

Porellaceae Cavers

Porella L.

Porella cordaeana (Huebener) Moore – Loc.: 10, 31; on rock, on tree bark.

P. platyphylla (L.) Pfeiff. – Loc.: 2, 3, 37, 39; on rock, on tree bark.

Radulaceae Müll. Frib.

Radula Dumort.

Radula complanata (L.) Dumort. – Loc.: 1, 11, 19, 20, 29, 35, 36; on rock, on tree bark.

R. lindenberiana Gottsche ex C. Hartm. – Loc.: 1, 6, 8, 10, 13, 15, 16, 22, 24, 29, 31, 33, 35.; on rock, on tree bark.

Aneuraceae H. Klinggr.

Riccardia Gray

#*Riccardia multifida* (L.) Gray – Loc.: 14; on wet soil.

#*R. palmata* (Hedw.) Carruth. – Loc.: 8; on wet soil.

Metzgeriaceae H. Klinggr.

Metzgeria Raddi

Metzgeria conjugata Lindb. – Loc.: 8.; on soil.

M. furcata (L.) Dumort. – Loc.: 1; on rock.

Pelliaceae H. Klinggr

Pellia Raddi

Apopellia endiviifolia (Dicks.) Nebel & D.Quandt. (Syn: *Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dumort) – Loc.: 4, 5, 18, 28; on wet soil.

Pellia epiphylla (L.) Corda – Loc.: 1, 3, 5, 6, 10, 12, 19, 22, 23, 31, 36; on wet soil.

Conocephaleaceae Müll. Frib. Ex Grolle

Conocephalum Hill

Conocephalum conicum (L.) Dumort. – Loc.: 1, 2, 3, 6, 9, 17, 21, 28, 39, 40; on wet rock and on wet

Marchantiaceae Lindl.

Marchantia L.

Marchantia polymorpha L. – Loc.: 6, 7, 10, 13, 16, 18, 19, 20, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38; on wet soil.

Bryophyta

Sphagnaceae Dumort.

Sphagnum L.

Sphagnum auriculatum Schimp. – Loc.: 25, 26; on wet soil in bog.

#*S. fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr. – Loc.: 26, 27; on wet soil in bog.

S. inundatum Russow – Loc.: 26; on wet soil in bog.

#*S. platyphyllum* (Lindb. ex Braithw.) Warnst. – Loc.: 23, 25, 26; on wet soil in bog.

#*S. squarrosum* Crome – Loc.: 26; on wet soil in bog.

S. subsecundum Nees – Loc.: 26, 27; on wet soil in bog.

#*S. teres* (Schimp.) Ångstr. – Loc.: 26; on wet soil in bog.

Polytrichaceae Schwagr.

Atrichum P.Beauv.

#*Atrichum tenellum* (Röhling) Bruch & Schimper. – Loc.: 4, 9; on soil.

A. undulatum (Hedw.) P. Beauv. – Loc.: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 18, 21, 28, 29, 31, 35, 39, 40; on soil.

Pogonatum P.Beauv.

Pogonatum aloides (Hedw.) P. Beauv. – Loc.: 1, 7, 8, 10, 13, 16, 19, 20, 30, 31, 32, 35; on soil, on rock.

P. urnigerum (Hedw.) P.Beauv. – Loc.: 3, 4, 5, 9, 14, 17, 28; on soil, on rock.

Polytrichastrum Hedw.

#*Polytrichastrum alpinum* (Hedw.) G.L.Sm. – Loc.: 2, 7; on soil.

Polytrichum Hedw.

Polytrichum commune Hedw. – Loc.: 1, 4, 8, 12, 13, 18, 26, 35; on soil.

P. formosum Hedw. – Loc.: 2, 3, 9, 12, 13, 14, 17, 19, 22, 26, 29, 32, 35, 36, 38, 39, 40; on soil, on rock.

P. juniperinum Hedw. – Loc.: 9, 10, 13, 15, 16, 23, 24, 29, 30, 31, 32, 33, 38; on soil, on rock.

P. piliferum Hedw. – Loc.: 9, 10, 11, 12, 13, 22, 24, 25, 31, 32; on soil, on rock.

Tetraphidaceae Schimp.

Tetraphis Hedw.

Tetraphis pellucida Hedw. – Loc.: 1, 3, 40; on a dead tree trunk.

Encalyptaceae Schimp.

Encalypta Dixon

#*Encalypta ciliata* Hedw. – Loc.: 8, 14, 15, 33, 39; on rock.

E. streptocarpa Hedw. – Loc.: 16, 17; on rock.

E. vulgaris Hedw. – Loc.: 8, 14; on rock.

Funariaceae Schwagr.

Funaria Hedw.

Funaria hygrometrica Hedw. – Loc.: 11, 18, 35; on soil.

Hymenolomataceae Ignatov & Fedosov

Hymenoloma Dusén

Hymenoloma compactum (Schwägr.) Ochyra – Loc.: 17; on rock.

H. crispulum (Hedw.) Ochyra. – Loc.: 11, 15, 22, 25, 33; on soil, on rock.

Flexitrichaceae Ignatov & Fedosov

Flexitrichum Ignatov & Fedosov

#*Flexitrichum flexicaule* (Schwägr.) Ignatov & Fedosov (Syn: *Ditrichum flexicaule* (Schwägr.) Hampe) – Loc.: 11, 29, 30; on soil, on rock.

#*F. gracile* (Mitt.) Ignatov & Fedosov (Syn: *Ditrichum gracile* (Mitt.) Kuntze.) – Loc.: 9, 14; on soil, on rock.

Leucobryaceae Schimp.

Dicranodontium Bruch & Schimp.

Dicranodontium denudatum (Brid.) E. Britton. – Loc.: 1, 3, 28; on a dead tree trunk.

Aongstroemiaceae De Not.

Dichodontium Schimp.

Dichodontium pellucidum (Hedw.) Schimp. – Loc.: 1, 3, 4, 7, 11, 12, 25, 28, 29, 39; on soil

Diobelonella Ochyra.

Diobelonella palustris (Dicks.) Ochyra (Syn: *Dichodontium palustre* (Dicks.) M. Stech.) – Loc.: 5, 9, 22, 26; on soil.

Dicranellaceae M.Stech

Dicranella (Müll.Hal.) Schimp.

Dicranella heteromalla (Hedw.) Schimp. – Loc.: 1, 5, 7, 13, 32; on soil.

#*D. rufescens* (Dicks.) Schimp. – Loc.: 26; on soil.

Fissidentaceae Schimp.

Fissidens Hedw.

Fissidens adianthoides Hedw. – Loc.: 8, 12, 22; on soil, on the rock cracks.

F. dubius P. Beauv. – Loc.: 2, 9, 11, 25, 29; on wet soil, on the rock cracks.

#*F. taxifolius* Hedw. – Loc.: 1, 3, 5, 6, 9, 29, 31, 37; on soil, on the rock cracks.

Dicranaceae Schimp.

Dicranum Hedw.

Dicranum bonjeanii De Not. – Loc.: 1, 22; on soil.

D. majus Turner. – Loc.: 29; on soil.

D. polysetum Sw. ex anon. – Loc.: 34; on soil.

D. scoparium Hedw. – Loc.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 23, 25, 29,

32, 33, 34, 35, 36, 38, 39; on soil, on rock, on a dead tree trunk.

#*D. spadiceum* J.E.Zetterst. – Loc.: 11, 15, 24, 25, 26; on soil.

Rhabdoweisiaceae Limpr.

Cynodontium Bruch & Schimp.

Cynodontium jenneri (Schimp.) Stirt. – Loc.: 29; on rock.

Dicranoweisia Milde.

Dicranoweisia cirrata (Hedw.) Lindb. – Loc.: 8, 12; on soil.

Kiaeria I. Hagen

Kiaeria starkei (F. Weber & D. Mohr) I. Hagen – Loc.: 12; on soil.

Ditrichaceae Limpr.

Ceratodon Brid.

Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid. – Loc.: 1, 2, 5, 6, 12, 13, 15, 16, 17, 21, 23, 29, 32, 38, 40; on soil; on rock.

Pseudophemerum (Lindb.) I.Hagen

+*Pseudophemerum nitidum* (Hedw.) Loeske – Loc.: 9; on wet soil.

Pottiaceae Schimp.

Anoetangium Schwägr.

Anoetangium aestivum (Hedw.) Mitt. – Loc.: 12, 16, 17, 38; on rock.

Bryoerythrophyllum P.C.Chen.

Bryoerythrophyllum recurvirostrum (Hedw.) P.C. Chen. – Loc.: 11, 14, 17, 25, 38; on rock.

Chionoloma Dixon

Chionoloma tenuirostre (Hook. & Taylor) M.Alonso, MJCano & JAJiménez (Syn: *Oxystegus tenuirostris* (Hook. & Taylor) A.J.E.Sm.) – Loc.: 1, 4; on rock.

Didymodon Hedw.

Didymodon ferrugineus (Schimp. ex Besch.) M.O.Hill. – Loc.: 1, 2; on soil, on rock.

D. luridus Hornsch. – Loc.: 38; on rock.

D. tophaceus (Brid.) Lisa. – Loc.: 1; on rock.

D. vinealis (Brid.) R.H.Zander – Loc.: 1; on rock.

Syntrichia Brid.

Syntrichia montana Nees – Loc.: 14, 30, 39; on soil, on rock.

S. norvegica F.Weber – Loc.: 38; on rock.

S. ruraliformis (Besch.) Mans. (Syn: *S. ruralis* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr var. *ruraliformis*

(Besch.) Delogne) – Loc.: 16, 19, 20, 38; on soil, on rock.

S. ruralis (Hedw.) F.Weber & D.Mohr – Loc.: 2, 10, 11, 13, 15, 19, 23, 25, 30, 31, 32, 33, 36; on soil, on rock.

Syntrichia virescens (De Not.) Ochyra – Loc.: 17; on rock.

Tortella (Müll.Hal.) Limpr.

Tortella fragilis (Hook. & Wilson) Limpr. – Loc.: 7; on rock.

#*T. humilis* (Hedw.) Jenn. – Loc.: 28; on rock.

#*T. nitida* (Lindb.) Broth. – Loc.: 3, 6, 7, 11; on soil, on rock.

T. tortuosa (Hedw.) Limpr. – Loc.: 1, 2, 4, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 22, 25, 28, 30, 31, 33, 37, 38, 39; on soil, on rock.

Tortula Hedw.

Tortula marginata (Bruch & Schimp.) Spruce. – Loc.: 2, 6, 10, 18, 31, 35, 39, 40; on soil, on rock.

#*T. mucronifolia* Schwägr – Loc.: 15, 17; on rock.

T. subulata Hedw. – Loc.: 1, 4, 5, 7, 8, 11, 15, 25, 29, 30, 33, 38; on soil, on rock.

Weissia Hedw.

#*Weissia brachycarpa* (Nees & Hornsch.) Jur. – Loc.: 7; on soil.

W. controversa Hedw. – Loc.: 8, 11, 22, 25; on soil.

Saelaniaceae Ignatov & Fedosov

Saelania Lindb.

#*Saelania glaucescens* (Hedw.) Broth. – Loc.: 7, 11, 25; on rock.

Grimmiaceae Arn.

Grimmia Hedw.

#*Grimmia anomala* Hampe ex Schimp. – Loc.: 14; on rock.

G. alpestris (Weber & Mohr) Schleicher. – Loc.: 13, 15, 17, 22, 24, 30, 32, 33, 38; on rock.

G. dissimulata E.Maier. – Loc.: 10, 24, 31; on rock.

#*G. elatior* Bruch ex Bals.-Criv. & De Not. – Loc.: 11, 25, 30; on rock.

G. elongata Kaulf. – Loc.: 24; on rock.

#*G. funalis* (Schwaegr.) Bruch & Schimp. – Loc.: 4, 11, 17, 25, 30, 38; on rock.

G. hartmannii Schimp. – Loc.: 2, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 33; on rock.

G. longirostris Hook. – Loc.: 11, 15, 25; on rock.

G. montana Bruch & Schimp. – Loc.: 9, 38; on rock.

G. muehlenbeckii Schimp. – Loc.: 38; on rock.

G. ovalis (Hedw.) Lindb. – Loc.: 13, 32; on rock.

G. pulvinata (Hedw.) Sm. – Loc.: 14; on rock.

Racomitrium Brid.

Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid. – Loc.: 8; on rock.

R. affine (F. Weber & D. Mohr) Lindb. – Loc.: 13, 32; on rock.

R. aquaticum (Brid. ex Schrad.) Brid. – Loc.: 12; on rock.

R. canescens (Hedw.) Brid. – Loc.: 11, 13, 15, 19, 20, 25, 32, 33, 36; on rock.

R. elongatum Ehrh. ex Frisvoll – Loc.: 9, 16, 19, 23, 29, 36, 40; on rock.

R. ericoides Brid. – Loc.: 2, 10, 16, 22, 24, 29, 31, 34; on rock.

R. sudeticum (Funck) Bruch & Schimp. – Loc.: 4, 19, 20, 36; on rock.

Schistidium Bruch & Schimp.

Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimp. – Loc.: 2, 8, 19, 20, 28, 36; on rock.

S. confertum (Funck) Bruch & Schimp. – Loc.: 2, 10, 11, 17, 25, 31, 30, 38; on rock.

S. crassipilum H.H.Blom – Loc.: 2, 19; on rock.

#*S. dupretii* (Thér.) W.A.Weber – Loc.: 10, 31, 39; on rock.

S. elegantulum H.H.Blom – Loc.: 13, 17, 32; on rock.

S. flaccidum H.H.Blom – Loc.: 11, 39; on rock.

#*S. helveticum* (Schkuhr) Deguchi – Loc.: 9; on rock.

S. papillosum Culm. – Loc.: 2, 4, 11, 14, 15, 16, 17, 25, 33; on rock.

S. platyphyllum (Mitt.) H.Perss. – Loc.: 14; on rock.

S. rivulare (Brid.) Podp. – Loc.: 11, 15, 19, 33; on rock.

S. trichodon (Brid.) Poelt – Loc.: 2, 9; on rock.

Hedwigiaceae Schimp.

Hedwigia P.Beauv.

Hedwigia ciliata (Hedw.) P.Beauv. var. *ciliata* – Loc.: 11, 13, 14, 15, 17, 25, 30, 32, 33; on rock.

H. emodica Hampe ex Müll.Hal. (Syn: *H. ciliata* var. *leucophaea* Bruch & Schimp. – Loc.: 11, 23, 25, 38; on rock.

Bartramiaceae Schwagr.

Bartramia Hedw.

Bartramia halleriana Hedw. – Loc.: 1, 8, 11, 14, 16, 19, 20, 25, 36, 39; on wet rock, on the rock cracks.

#*B. ithyphylla* Brid. – Loc.: 11, 12, 14, 15, 19, 20, 25, 30, 33, 36, 38, 39; on rock, on the rock cracks.

B. pomiformis Hedw – Loc.: 12; on the rock cracks.

Philonotis Brid.

Philonotis caespitosa Jur. – Loc.: 9, 13, 32; near stream, on wet soil.

P. calcarea (Bruch & Schimp.) Schimp. – Loc.: 9, 10, 13, 29, 31, 32; near stream, on wet soil, on wet rock.

P. fontana (Hedw.) Brid. – Loc.: 1, 5, 9, 13, 18, 19, 20, 22, 23, 28, 30, 32, 35, 36, 38; near stream, on wet soil, on wet rock.

P. seriata Mitt. – Loc.: 9, 22; near stream, on wet soil.

P. tomentella Molendo – Loc.: 10, 31; near stream, on wet soil, on wet rock.

Bryaceae Schwagr.

Bryum Hedw.

Bryum argenteum Hedw. – Loc.: 13, 14, 16, 38; on soil.

B. dichotomum Hedw. – Loc.: 11, 31; on soil.

B. gemmiparum De Not. – Loc.: 13; on soil.

B. schleicheri DC. – Loc.: 5, 9, 19, 20, 26, 30, 36; near stream, on wet soil.

Imbricium N.Pedersen

Imbricium alpinum (Huds. ex With.) N. Pedersen – Loc.: 2, 7, 13, 16, 17, 32; on wet soil.

Ptychostomum Hornsch.

Ptychostomum capillare (Hedw.) Holyoak & N. Pedersen. – Loc.: 22, 35; on soil.

P. creberrimum (Taylor) J.R. Spence & H.P. Ramsay (Syn: *Bryum creberrimum* Taylor) – Loc.: 2, 9, 11, 12, 17; on soil.

P. donianum (Grev.) Holyoak & N. Pedersen. – Loc.: 18, 35; on soil.

P. elegans (Nees) D.Bell & Holyoak – Loc.: 1, 7, 19, 20, 21, 23, 36, 40; on soil.

P. imbricatulum (Müll. Hal.) Holyoak & N. Pedersen. – Loc.: 6, 13, 17, 19, 24, 30, 31, 32, 36; on soil.

P. moravicum (Podp.) Ros & Mazimpaka. – Loc.: 1, 2, 6, 7, 8, 12, 16, 19, 20, 34, 38, 39; on soil, on tree bark.

P. pallens (Sw.) J.R. Spence – Loc.: 7, 9; on soil.

#*P. pallescens* (Schleich. ex Schwägr.) J.R. Spence – Loc.: 29, 38; on soil.

P. pseudotriquetrum var. *bimum* (Schreb.) Holyoak & N. Pedersen – Loc.: 11, 19, 25, 30, 38, 39; near stream, on wet soil.

P. pseudotriquetrum (Hedw.) J.R. Spence & H.P. Ramsay var. *pseudotriquetrum* – Loc.: 5, 8, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 38, 39; near stream, on wet soil.

P. torquescens (Bruch & Schimp.) Ros & Mazimpaka – Loc.: 7; on soil.

#*P. turbinatum* (Hedw.) J.R.Spence.– Loc.: 9, 31; on soil.

Rhodobryum (Schimp.) Limpr.

Rhodobryum ontariense (Kindb.) Kindb. – Loc.: 12; on soil.

Mniaceae Schwagr.

Mnium Hedw.

Mnium hornum Hedw. – Loc.: 8; on wet soil.

M. lycopodioides Schwägr. – Loc.: 38.

M. spinosum (Voit) Schwägr. – Loc.: 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40; on wet soil, on a dead tree trunk.

M. spinulosum Bruch & Schimp. – Loc.: 16; on wet soil.

M. stellare Hedw. – Loc.: 14; on wet soil.

M. thomsonii Schimp. – Loc.: 1, 3, 35, 39; on wet soil.

Plagiomnium T.J.Kop.

Plagiomnium affine (Blandow ex Funck) T.J.Kop. – Loc.: 1, 7, 8, 13, 16, 29, 32; on soil, on wet soil.

P. cuspidatum (Hedw.) T.J.Kop. – Loc.: 1, 2; on soil.

P. elatum (Bruch & Schimp.) T.J. Kop. – Loc.: 13, 14, 18, 30, 32, 35; on soil.

P. ellipticum (Brid.) T.J.Kop. – Loc.: 10, 14, 16, 17, 31, 38, 39; on wet soil.

P. medium (Bruch & Schimp.) T.J.Kop. – Loc.: 6, 10, 18, 21, 29, 30, 31, 35, 38, 39, 40; on soil.

P. undulatum (Hedw.) T.J.Kop. – Loc.: 1, 4, 7, 8, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 28, 29, 30, 32, 35, 36, 39, 40; on soil, on rock.

Pohlia Hedw.

Pohlia cruda (Hedw.) Lindb. – Loc.: 3, 9, 12, 14, 15, 16, 38, 39; on soil.

#*P. melanodon* (Brid.) A.J. Shaw – Loc.: 16, 39; on wet soil.

P. nutans (Hedw.) Lindb. – Loc.: 12, 38; on wet soil.

P. wahlenbergii (F.Weber & D.Mohr) A.L.Andrews. – Loc.: 1, 8, 12, 16; on wet soil.

Rhizomnium (Broth.) T.J.Kop.

Rhizomnium magnifolium (Horik.) T.J.Kop. – Loc.: 2, 3, 10, 22, 29, 31, 35; on wet soil.

R. pseudopunctatum (Bruch & Schimp.) T.J. Kop. – Loc.: 9, 26; on wet soil.

R. punctatum (Bruch & Schimp.) T.J.Kop. – Loc.: 1, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 39, 40; on wet soil, on a dead tree trunk..

Orthotrichaceae Arn.

Lewinskya F.Lara, Garilleti & Goffinet

Lewinskya affinis (Schrad. ex Brid.) F.Lara, Garilleti & Goffinet – Loc.: 11, 16, 39; on tree bark.

L. rupestris (Schleich. Ex Schwägr.) F.Lara, Garilleti & Goffinet. – Loc.: 4, 11, 13,

15, 25, 30, 32, 33; on rock, on tree bark.

L. speciosa (Nees) F.Lara, Garilleti & Goffinet. – Loc.: 3, 8, 13, 14, 32, 38, 39; on tree bark.

L. striata (Hedw.) F.Lara, Garilleti & Goffinet – Loc.: 16, 39; on tree bark.

Nyholmiella Holmen & E.Warncke

#*Nyholmiella obtusifolia* (Brid.) Holmen & E.Warncke. – Loc.: 16; on tree bark.

Orthotrichum Hedw.

#*Orthotrichum alpestre* Hornsch. Ex Bruch & Schimp. – Loc.: 3, 13, 14, 17, 30, 39.

#*O. anomalum* Hedw. – Loc.: 38; on rock.

#*O. tenellum* Bruch ex Brid – Loc.: 17, 31; on rock.

Pulviger Plásek, Sawicki & Ochrya

#*Pulviger* *lyellii* (Hook. & Taylor) Plásek, Sawicki & Ochrya – Loc.: 7; on tree bark.

Ulota D.Mohr

Ulota crispula Bruch. – Loc.: 1, 2, 3, 4, 8, 12, 16, 39; on tree bark.

Fontinalaceae Schimp.

Fontinalis Hedw.

Fontinalis antipyretica Hedw. – Loc.: 1, 23; submerged.

Plagiotheciaceae (Broth.) M.Fleisch.

Herzogiella Broth.

#*Herzogiella seligeri* (Brid.) Z.Iwats. – Loc.: 1, 4, 5, 6, 8, 18, 21, 34, 35, 40; on a dead tree trunk.

Plagiothecium Schimp.

Plagiothecium cavifolium (Brid.) Z. Iwats. – Loc.: 1, 12; on soil, on a dead tree trunk.

P. denticulatum (Hedw.) Schimp. – Loc.: 18, 35, 39; on soil, on a dead tree trunk.

#*P. latebricola* Schimp. – Loc.: 16; on soil.

P. laetum Schimp. – Loc.: 2, 26; on soil.

P. succulentum (Wilson) Lindb. – Loc.: 2, 3, 6, 8, 12, 16, 21, 26, 38, 40; on soil.

Pterigynandraceae Schimp.

Pterigynandrum Hedw.

Pterigynandrum filiforme Hedw. – Loc.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40; on rock, on tree bark.

Climaciaceae Kindb.

Climacium F. Weber & D. Mohr.

Climacium dendroides (Hedw.) F. Weber & D. Mohr. – Loc.: 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 26, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 39; on wet soil.

Amblystegiaceae Kindb.

Campylium (Sull.) Mitt.

Campylium protensum (Brid.) Kindb. – Loc.: 9, 10, 11, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 29, 30, 31, 35; on wet soil, on wet rock.

Campylophyllopsis W.R. Buck

#*Campylophyllopsis calcarea* (Crundw. Ve Nyholm) Ochrya (Syn: *Campylophyllum alcareum* (Mitt.) Hedenäs.) – Loc.: 12, 22, 24; on wet soil.

Cratoneuron (Sull.) Spruce

Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce. – Loc.: 1, 2, 4, 5, 10, 11, 17, 19, 20, 28, 29, 30, 31, 36; on wet soil, on wet rock.

Drepanium (Schimp.) C.E.O.Jensen

Drepanium fastigiatum (Hampe) C.E.O.Jensen (Syn: *Hypnum recurvatum* (Lindb. & Arnell) Kindb. – Loc.: 29; on rock.

Hygroamblystegium Loeske

#*Hygroamblystegium fluviatile* (Hedw.) Loeske – Loc.: 19, 20; near stream, on wet soil.

Hygrohypnum Lindb.

Hygrohypnum luridum (Hedw.) Jenn. – Loc.: 2; near stream, on wet soil.

Palustriella Ochrya

Palustriella falcata (Brid.) Hedenäs. – Loc.: 1, 12, 22, 24, 28, 29, 30; on wet soil.

Platyhypnum Loeske

Platyhypnum duriusculum (De Not.) Ochrya (Syn: *Hygrohypnum duriusculum* (De Not.) D.W.Jamieson) – Loc.: 11, 38; near stream, on wet soil.

Pseudoamblystegium Vanderp. & Hedenäs

Pseudoamblystegium subtile (Hedw.) Vanderp. & Hedenäs – Loc.: 3; on tree bark.

Scorpidiaceae Ignatov & Ignatova

Sanionia Loeske

Sanionia uncinata (Hedw.) Loeske. – Loc.: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 18, 19, 21, 22, 24, 26, 29, 31, 35, 36, 37, 40; on soil, on a dead tree trunk.

Calliergonaceae Vanderp., Hedenäs, CJCox & AJShaw

Warnstorfia Loeske

#*Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske – Loc.: 23; near stream, on wet soil.

Pseudoleskeaceae Schimp.

Lescuraea Schimp.

Lescuraea incurvata (Hedw.) E. Lawton. – Loc.: 15, 19, 20, 22, 24, 30, 33, 38; on rock.

L. mutabilis (Brid.) Lindb. ex I. Hagen. – Loc.: 10, 12, 24, 31; on tree bark.

#*L. plicata* (Schleich. ex F. Weber & D. Mohr) Broth. – Loc.: 15, 33; on soil.

Pseudoleskeellaceae Ignatov & Ignatova

Pseudoleskeella Kindb.

Pseudoleskeella nervosa (Brid.) Nyholm. – Loc.: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 12, 14, 15, 16, 31, 33, 34, 38, 39; on tree bark.

Thuidiaceae Schimp.

Abietinella Müll.Hal.

Abietinella abietina (Hedw.) M.Fleisch. var. *abietina* – Loc.: 8, 14, 17, 23, 30, 31, 36; on soil, on rock.

A. abietina (Hedw.) M.Fleisch. var. *hystricosa* (Mitt.) Sakurai. – Loc.: 15, 16, 19, 20, 22, 26, 33, 38; on soil, on rock.

Thuidium Schimp.

Thuidium assimile (Mitt.) A.Jaeger. – Loc.: 1, 2, 6, 10, 15, 16, 22, 26, 31, 33, 37, 39; on soil, on rock, on a dead tree trunk.

T. delicatulum (Hedw.) Schimp. – Loc.: 9; on soil.

T. recognitum (Hedw.) Lindb. – Loc.: 19, 23; on soil.

T. tamariscinum (Hedw.) Schimp. – Loc.: 1, 2, 7, 12, 21, 28, 29, 31, 35, 40; on soil, on rock, on a dead tree trunk.

Brachytheciaceae Schimp.

Brachytheciastrum Ignatov & Huttunen

Brachytheciastrum velutinum (Hedw.) Ignatov & Huttunen. – Loc.: 1, 2, 3, 5, 8, 16, 19, 20, 21, 40; on soil, on a dead tree trunk.

Brachythecium Schimp.

Brachythecium albicans (Hedw.) Schimp. – Loc.: 5, 6, 12, 13, 14, 19, 20, 32, 34, 36; on soil.

B. campestre (Müll.Hal.) Schimp. – Loc.: 1; on soil.

#B. cirrosum (Schwägr.) Schimp – Loc.: 35; on soil

B. glareosum (Bruch ex Spruce) Schimp. – Loc.: 2; on soil.

B. laetum (Brid.) Schimp. – Loc.: 1, 2, 4, 5, 16, 32; on soil

B. mildeanum (Schimp.) Schimp. Ex Milde – Loc.: 2; on soil.

B. rivulare Schimp. – Loc.: 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39; near stream, on wet soil.

B. rutabulum (Hedw.) Schimp. – Loc.: 1, 9; near stream, on wet soil.

B. salebrosum (Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr) Schimp. – Loc.: 2, 3; on soil.

Cirriphyllum Grout

Cirriphyllum crassinervium (Taylor) Loeske & M.Fleisch. – Loc.: 1, 2; on soil, on rock.

C. piliferum (Hedw.) Grout – Loc.: 12; on soil.

Eurhynchiastrum Ignatov & Huttunen

Eurhynchiastrum pulchellum (Hedw.) Ignatov & Huttunen. – Loc.: 15, 38; on soil.

Eurhynchium Schimp.

Eurhynchium angustirete (Broth.) T.J.Kop. – Loc.: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 16, 18, 19, 20, 21, 28, 29, 35, 36, 40; on soil.

E. striatum (Hedw.) Schimp. – Loc.: 6, 39; on soil.

Homalothecium Schimp.

Homalothecium lutescens (Hedw.) H.Rob. – Loc.: 15, 38; on soil, on rock, on a dead tree trunk.

H. philippeanum (Spruce) Schimp. – Loc.: 14, 30, 38; on soil, on rock.

H. sericeum (Hedw.) Schimp. – Loc.: 14, 17; on soil, on rock.

Kindbergia Ochrya

Kindbergia praelonga (Hedw.) Ochrya – Loc.: 2, 39; on soil.

Oxyrrhynchium (Schimp.) Warnst.

Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske. – Loc.: 1, 3, 8; on soil, on rock.

O. speciosum (Brid.) Warnst. – Loc.: 12; on soil.

Plasteurhynchium M.Fleisch. ex Broth.

Plasteurhynchium striatulum (Spruce) M. Fleisch. – Loc.: 10, 29, 31; on soil.

Pseudoscleropodium (Limpr.) M.Fleisch.

Pseudoscleropodium purum (Hedw.) M.Fleisch. – Loc.: 11, 12; on soil.

Rhynchostegium Schimp.

Rhynchostegium riparioides (Hedw.) Cardo – Loc.: 2; on wet rock.

R. megapolitanum (Blandow ex F.Weber & D.Mohr) Schimp. – Loc.: 1; on soil.

Sciuro-hypnum Hampe

Sciuro-hypnum flotowianum (Sendtn.) Ignatov & Huttunen – Loc.: 2; on soil.

S. populeum (Hedw.) Ignatov & Huttunen – Loc.: 17; on rock.

Hypnaceae Schimp.

Hypnum Hedw.

Hypnum andoi A.J.E.Sm. – Loc.: 1, 2, 16, 17, 28, 34, 39; on rock, on tree bark.

H. bambergeri Schimp. – Loc.: 1, 4, 5, 14, 31, 34; on rock.

H. callichroum Brid. – Loc.: 8; on rock.

H. cupressiforme var. *cupressiforme* Hedw. – Loc.: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 28, 29, 32, 33, 35, 36, 39; on soil, on rock, on tree bark, on a dead tree trunk.

H. cupressiforme var. *filiforme* Brid. – Loc.: 1, 3, 5, 6, 7, 12, 16, 18, 29, 34; on soil, on tree bark.

H. cupressiforme var. *lacunosum* Brid. – Loc.: 1, 7, 10, 13, 14, 15, 23, 31, 32, 38; on soil, on rock.

#H. hamulosum Schimp. – Loc.: 5, 11, 14, 16, 29; on soil.

H. jutlandicum Holmen & E.Warncke. – Loc.: 6, 16; on soil, on a dead tree trunk.

H. resupinatum Taylor (*Syn: Hypnum cupressiforme* var. *resupinatum* (Taylor) Schimp. – Loc.: 1, 2, 4, 6, 8, 11, 15, 16, 25, 28, 29, 33, 34, 39; on soil, on tree bark.

Pylaisiadelphaceae Goffinet & W.R.Buck

Platygyrium Schimp.

Platygyrium repens (Brid.) Schimp. – Loc.: 19, 20; on rock, on soil.

Pylaisiaceae Schimp.

Buckia D.Rios, M.T.Gallego & J.Guerra

Buckia vaucheri (Lesq.) D.Rios, M.T.Gallego & J.Guerra (*Syn: Hypnum vaucheri* Lesq.) – Loc.: 8; on soil.

Calliergonella Loeske

Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske. – Loc.: 1, 2, 9, 10, 12, 13, 16, 19, 20, 22, 23, 29, 30, 31, 32, 36, 39; near stream, on wet soil.

C. lindbergii (Mitt.) Hedenäs. – Loc.: 1, 19, 35; on wet soil.

Homomallium (Schimp.) Loeske

#Homomallium incurvatum (Schrad. ex Brid.) Loeske – Loc.: 10, 12, 19, 20, 31; on rock.

Pylaisia Schimp.

Pylaisia polyantha (Hedw.) Schimp. – Loc.: 1, 19, 20; on tree bark.

Roaldia P.E.A.S.Câmara & Carv.-Silva

Roaldia revoluta (Mitt.) P.E.A.S.Câmara & M.Carvalho-Silva (Syn: *Hypnum revolutum* (Mitt.) Lindb. – Loc.: 1, 2, 8, 14, 16, 19, 20, 30, 34, 36, 39; on rock

Hylocomiaceae M. Fleisch.

Hylocomiadelphus Ochyra & Stebel

Hylocomiadelphus triquetrus (Hedw.) Ochyra & Stebel (Syn: *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.) – Loc.: 7, 8, 9, 11, 12, 16, 18, 22, 25, 29, 35, 39; on soil.

Hylocomium Schimp.

Hylocomium splendens (Hedw.) Schimp. – Loc.: 4, 7, 8, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 29, 33, 35, 36, 39, 40; on soil, on rock.

Pleurozium Mitt.

Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt. – Loc.: 4, 5, 8, 11, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 34, 35, 36, 39, 40; on soil.

Rhytidiadelphus (Limpr.) Warnst.

Rhytidiadelphus squarrosus (Hedw.) Warnst. – Loc.: 29, 35; on soil.

R. subpinnatus (Lindb.) T.J. Kop. – Loc.: 19, 20, 26; on soil.

Rhytidiaceae Broth.

Rhytidium (Sull.) Kindb.

Rhytidium rugosum (Ehrh. ex Hedw.) Kindb. – Loc.: 11, 13, 14, 15, 17, 25, 32, 33, 38; on soil, on rock.

Entodontaceae Kindb.

Entodon Müll. Hal.

Entodon concinnus (De Not.) Paris. – Loc.: 1, 2, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 33, 36, 38; on soil.

Leucodontaceae Schimp.

Leucodon Schwägr.

Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwägr. – Loc.: 1, 2, 3, 5, 6, 12, 14, 15, 16, 17, 29, 33, 34, 39; on rock, on tree bark.

Neckeraceae Schimp.

Alleniella S.Olsson, Enroth & D.Quandt

Alleniella complanata (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt. – Loc.: 1, 2, 3, 6, 12, 21, 29, 34, 40; on tree bark.

Neckera Hedw.

+*Neckera pumila* Hedw. – Loc.: 7; on tree bark.

Thamnobryum Nieuwl.

Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gangulee. – Loc.: 8, 19, 20; on wet soil, on wet rock.

Pseudanomodon (Limpr.) Ignatov & Fedosov

Pseudanomodon attenuatus (Hedw.) Ignatov & Fedosov (Syn: *Anomodon attenuatus* (Hedw.) Huebener) – Loc.: 2, 28; on soil.

Lembophyllaceae Broth.

Isothecium Brid.

Isothecium alopecuroides (Lam. ex Dubois) Isov. – Loc.: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 28, 29, 34, 35, 39, 40; on soil, on rock.

Myuriaceae M.Fleisch

Ctenidium (Schimp.) Mitt.

Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt. – Loc.: 1, 7, 11, 12, 16, 22, 25, 28, 29; on soil, on rock.

Anomodontaceae Kindb.

Anomodon Hook. & Taylor

Anomodon rugelii (Müll. Hal.) Keissl. – Loc.: 1; on soil.

A. viticulosus (Hedw.) Hook. & Taylor – Loc.: 2, 29; on soil, on rock.

3.2. Discussion

Families with the highest number of species in the study area are *Grimmiaceae* (30), *Brachytheciaceae* (27), *Pottiaceae* (21), *Mniaceae* (19), *Bryaceae* (18), *Orthotrichaceae* (10), *Hypnaceae* (9), *Amblystegiaceae* (15), *Polytrichaceae* (9), *Bartramiaceae* (8), *Sphagnaceae* (7), *Scapaniaceae* (7), *Anastrophyllaceae* (6), *Thuidiaceae* (6), *Pylaisiadelphaceae* (6), *Hylocomiaceae* (5), *Plagiotheciaceae* (5), *Dicranaceae* (5), *Lophocoleaceae* (5), *Neckeraceae* (4), *Lophozia* (4), *Solenostomataceae* (3), *Plagiochilaceae* (3), *Encalyptaceae* (3), *Fissidentaceae* (3), *Rhabdoweisiaceae* (3), *Pseudoleskeaceae* (3), respectively.

Grimmia (12), *Schistidium* (11), *Brachythecium* (9), *Hypnum* (9), *Racomitrium* (7), *Sphagnum* (7), *Mnium* (6), *Plagiomnium* (6), *Dicranum* (5), *Syntrichia* (5), *Philonotis* (5) and *Plagiothecium* (5), *Scapania* (4), *Barbilophozia* (4), *Solenostoma* (3) and *Lophocolea* (3) are the most common genera in the study area. Moreover the genus of *Grimmia* has the biggest diversity among others genus (represented by 12 species, growing on rocks mostly in study area), second common genus is *Schistidium* (represented by 11 species, mostly on rocks). The other common genera are *Brachythecium* (9 members, mostly on rocks, soil, bark of coniferous and deciduous trees), *Hypnum* (9 members, mostly on rocks, soil, bark of coniferous and deciduous trees), *Racomitrium* (7 members, mostly on rocks), *Sphagnum* (7 members, mostly submerged), *Mnium* (6 members, mostly on wet soil), *Plagiomnium* (6 members, mostly on wet soil), *Dicranum* (5 members, mostly on soil, rock, dead tree trunk), *Syntrichia* (5 members, mostly on soil), *Philonotis* (5 members, mostly submerged) and *Plagiothecium* (5 members, mostly on rocks, soil, bark of trees), *Scapania* (4 members, mostly on rocks and soil), *Barbilophozia* (4 members, mostly on rocks and soil), *Solenostoma* and *Lophocolea* consisting of 3 members.

Rhynchostegium riparioides, *Hypnum callichroum*, *Sciuro-hypnum flotowianum*, *Rhynchostegium riparioides*, *Oxyrrhynchium speciosum*, *Cirriphyllum piliferum*, *Thuidium delicatulum*, *Warnstorfia fluitans*, *Hygrohypnum luridum*, *Plagiothecium latebricola*, *Nyholmiella obtusifolia*, *Bryum gemmiparum*, *Bartramia pomiformis*, *Schistidium helveticum*, *Grimmia muehlenbeckii*, *Pseudephemerum nitidum*, *Sphagnum inundatum*, *Calypogeia fissa*, *Diplophyllum albicans*, *Cephaloziella divaricata*, *Gymnocolea inflata*, *Barbilophozia hatcheri* are very rare species in the study area.

Neckera pumila, *Pseudephemerum nitidum* new record for A4 square, 52 taxa new for Giresun Province and all taxa new for Kümbet high plateau (Dereli district) (Özdemir and Batan, 2017b; Erata et al., 2018).

Barbilophozia lycopodioides, *B. sudetica*, *Lophozia ventricosa*, *Tritomaria exsecta*, *Trilophozia quinqueidentata*, *Scapania aequiloba*, *S. subalpina*, *Solenostoma hyalinum* *Blepharostoma trichophyllum*, *Lepidozia reptans*, *Riccardia multifida*, *R. palmata*, *Sphagnum fallax*, *S. platyphyllum*, *S. squarrosus*, *S. teres*, *Atrichum tenellum*, *Polytrichastrum alpinum*, *Encalypta ciliata*, *Flexitrichum flexicaule*, *F. gracile*, *Dicranella rufescens*, *Fissidens taxifolius*, *Dicranum spadiceum*, *Tortella humilis* *T. nitida*, *Tortula mucronifolia*, *Weissia brachycarpa*, *Saelania glaucescens*, *Grimmia anomala*, *G. elatior*, *G. funalis*, *Schistidium dupretii*, *S. helveticum*, *Bartramia ithyphylla*, *Ptychostomum pallescens*, *P. turbinatum*, *Pohlia melanodon*, *Nyholmiella obtusifolia*, *Orthotrichum alpestre*, *O. anomalum*, *O. tenellum*, *Pulviger a lyellii*, *Herzogiella seligeri*, *Plagiothecium latebricola*, *Campylophyllopsis calcarea*, *Hygroamblystegium fluviatile*, *Warnstorfia fluitans*, *Lescuraea plicata*, *Brachythecium cirrosum*, *Hypnum hamulosum* and *Homomallium incurvatum* are new to Giresun Province (Özdemir and Batan, 2017b; Erata et al., 2018).

These are the some studies carried out in Giresun province (Handel-Mazzetti, 1909; Ünal, 1973; Özdemir and Baydar, 1997; Özdemir, 1999; Özdemir, 2001a, b; Özdemir and Koz, 2005, 2006, 2007; Özdemir and Batan, 2008; Özdemir, 2008; Kırmacı and Kürschner, 2013; Erata et al., 2018). As a results of these studies, in a total 367 bryophyte taxa have been reported in Giresun province. The first bryofloristic studies in the Dereli district of Giresun province was carried out by Özdemir and Koz (2007). In this study, mosses of the area were investigated and 91 taxa were determined in this study.

The present study 52 new bryophyte (40 mosses and 12 liverworts) taxa adds to the bryophyte flora of Giresun province. This study has the highest number of species that has been done in Giresun province so far. Finally, the number of bryophyte taxa of Giresun province reached 419 with the present paper.

Acknowledgements

The authors are grateful to the Çanakkale Onsekiz Mart University for financial support (FBA-2019-2950 coded Project). We also thank Öznur ÖZEN for helping our determination of *Sphagnum* species.

Reference

Anşin R. 1981. Main vegetation types inner and coastal part of east black sea region. Journal of the Forestry Faculty of the Karadeniz Technical University. 4:1, 14-25.

Blom H.H. 1996. A Revision of the *Schistidium apocarpum* Complex in Norway and Sweden, ISBN: 3-443-62021-3. Bryophytorum Bibliotheca. Band.

Brugués M. Cros R.M. Guerra J. 2007. Flora Briofítica Ibérica Volume I, Uniersidad de Murcia. Sociedad Espanola de Briyologia Murcia. Murcia.

Crum A.H. Anderson E.L. 1981. Mosses of Eastern North America. Columbia University Press. Newyork.

Erata H. Batan N. Özdemir T. 2018. The Bryophyte Flora of Sis Mountain (Giresun-Trabzon, Turkey). Anatolian Bryology. 4:1, 46-64.

Erata H. Özen Ö. Batan N. Alataş M. 2021. *Pohlia* Hedw. and *Oleolophozia* L.Söderstr., De Roo & Hedd. species new to Turkey and South-West Asia. Cryptogamie Bryologie. 42:1, 1-10.

Frey W. Frahm J.P. Fischer E. Lobin W. 2006. The liverworts, mosses and ferns of Europe. Essex. Harley Books.

Greven H.C. 2003. Grimmias of The World. Backhuys Publishers. Leiden.

Guerra J. Cano M.J. Cros R.M. 2006. Flora Briofítica Ibérica Volume 3. Uniersidad de Murcia, Sociedad Espanola de Briyologia Murcia. Murcia.

Guerra J. Brugués M. Cano M.J. Cros R.M. 2010. Flora Briofítica Ibérica Volume 4. Uniersidad de Murcia, Sociedad Espanola de Briyologia Murcia. Murcia.

Guerra J. Cano M.J. Brugués M. 2014. Flora Briofítica Ibérica Volume 5, Uniersidad de Murcia, Sociedad Espanola de Briyologia Murcia, Murcia.

Guerra J. Cano M.J. Brugués M. 2018. Flora Briofítica Ibérica Volume 6, Uniersidad de Murcia, Sociedad Espanola de Briyologia Murcia, Murcia.

Handel-Mazzetti H.M. 1909. Ergebnisse einer botanische Reise in des Pontische Randgebirge in Sandchak Trapezunt. Ann. Nathist, Hofmus. 23: 124-212.

Heyn C.C. Herrnstadt I. 2004. The Bryophyte Flora of Israel and Adjacent Regions. The Israel Academy of Sciences and Humanities. Oron.

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.

Kırmacı M. Kürschner H. 2013. The genus *Sphagnum* L. in Turkey with *S. contortum*, *S. fallax*, *S. magellanicum* and *S. rubellum* new to Turkey and Southwest Asia. Nova Hedwigia. 96: 383-397.

Kürschner H. Frey W. 2011. Liverworts, mosses and hornworts of Southwest Asia (Marchantiophyta,

- Bryophyta, Anthocerotophyta). Nova Hedwigia. 139: 1-240.
- Lewinsky J. 1993. A synopsis of the genus *Orthotrichum* Hedw. (Musci, Orthotrichaceae). Bryobrothera. 2: 1-59.
- Paton J. 1999. The Liverworts Flora of the British Isles, ISBN: 0-946589-60-7, 626 pp, Harley Books. England.
- Pedrotti C.C. 2001. Flora dei muschi d'Italia (Sphagnopsida, Andreaeopsida, Bryopsida, I parte). Antonio delfino Editore medicina-scienze. Roma.
- Pedrotti C.C. 2006. Flora dei muschi d'Italia. Bryopsida (II parte). Antonia Delfi no Editore medicina-scienze, Roma.
- Nyholm E. 1986. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 1. Fissidentaceae – Seligeriaceae, 1-72, The Nordic Bryological Society, Lund.
- Nyholm E. 1989. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 2. Pottiaceae – Splachnaceae-Schistostegaceae, 75-141, The Nordic Bryological Society, Lund.
- Nyholm E. 1993. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 3. Bryaceae-Rhodobryaceae Mniaceae – Cinclidiaceae-Plagiomniaceae. 145-244, The Nordic Bryological Society, Lund.
- Nyholm E. 1998. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 4. Aulacomniaceae- Meesiaceae-Catocopiaceae-Bartramiaceae-Timmiaceae-Encalyptaceae-Grimmiaceae Ptychomitriaceae-Hedwigiaceae-Orthotrichaceae. 145-244, The Nordic Bryological Society, Lund.
- Özdemir T. 1999. Some taxa of Bryophyta spreaded In Eynesil district (Giresun-Turkey). Energy, Education, Science and Technology. 4: 30-41.
- Özdemir T. 2001a. A new record for the moss flora of Turkey, *Tortella inflexa* (Bruch) Brot. Turkish Journal of Botany. 25: 365-366.
- Özdemir T. 2001b. The bryophyta flora of Giresun province centre and near vicinity. Turkish Journal of Botany. 25: 275-283.
- Özdemir T. 2008. *Rhytidiadelphus loreus* (Hedw.) Warnst. (Hylocomiaceae, Bryopsida), new to the moss flora of Turkey and south-west Asia. Cryptogamie Bryologie. 29: 207-208.
- Özdemir T. Baydar S. 1997. Some taxa of Bryophyta in the Tirebolu District (Giresun). Turkish Journal of Botany. 21: 335-339.
- Özdemir T. Koz B. 2005. The moss flora of Bulancak (Giresun) District. Ot Sistemik Botanik Dergisi. 12: 107-116.
- Özdemir T. Koz B. 2006. The moss flora of Keşap (Giresun) District. Ot Sistemik Botanik Dergisi. 13: 175-182.
- Özdemir T. Koz B. 2007. Contribution to the moss flora of Dereli, Giresun District (Turkey). Acta Botanica Hungarica. 50: 171-180.
- Özdemir T. Batan N. 2008. Contributions to the moss flora of Giresun region (Şebinkarahisar And Alucra district). Pakistan Journal of Biological Sciences. 11: 1987-1993.
- Özdemir T. Batan N. 2017a. The bryophyte checklist of Trabzon Province of Turkey. Arctoa. 26: 58-67.
- Özdemir T. Batan N. 2017b. Bryophyte Checklist of Giresun, North East Turkey. Anatolian Bryology. 3:1, 1-8.
- Sesli E. Vizzini A. Contu M. 2015. *Lyophyllum turcicum* (Agaricomycetes: Lyophyllaceae), a new species from Turkey. Turkish Journal of Botany. 39: 512-519.
- Smith A.J.E. 2004. The Moss Flora of Britain and Ireland. Cambridge University Press. Cambridge.
- Ünal A. 1973. Türkiye yosunları üzerinde taksonomik bir araştırma. Atatürk Üniversitesi yayınları. No: 116. Sevinç Matbaası, Ankara.



***Asterella saccata* (Wahlenb.) A. Evans a new genus and liverwort (Aytoniaceae, Hepaticae) species from Turkey**

Mesut KIRMACI¹ , Metin ARMAĞAN² , Hatice ÖZENOĞLU^{3*} 

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Aydın, TÜRKİYE

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Buharkent Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Aydın, TÜRKİYE

³Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Aydın, TÜRKİYE

Received: 12 May 2021

Revised: 10 June 2021

Accepted: 18 June 2021

Abstract

Asterella saccata, which belongs to the Aytoniaceae family, was added to the bryophyte flora of Turkey for the first time. With this study, the number of genera represented in the family is increased to four with *Mannia*, *Plagiochasma* and *Reboulia*. In addition, this study highlights the importance of investigating poorly researched study areas such as Eastern Anatolia Region in terms of bryophytes so as to fully reveal the flora of Turkish bryophytes.

Key words. Bryophyte, *Mannia*, *Reboulia*, *Plagiochasma*, Conservation, Red List

Türkiye'den yeni bir cins ve ciğerotu (Aytoniaceae, Hepaticae) türü *Asterella saccata* (Wahlenb.) A. Evans

Öz

Aytoniaceae ailesine ait olan *Asterella saccata*, Türkiye karayosunları florasına ilk kez eklenmiştir. Bu çalışmayla, ailede temsil edilen cins sayısı *Mannia*, *Plagiochasma* ve *Reboulia* ile birlikte dörde çıkmıştır. Ayrıca, bu çalışma Türkiye karayosunları florasının tam olarak ortaya çıkarılması için Doğu Anadolu Bölgesi gibi karayosunları açısından nispeten az araştırılmış alanların çalışılmasının önemli olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Karayosunları, *Mannia*, *Reboulia*, *Plagiochasma*, Koruma, Kırmızı Liste

1. Introduction

The number of studies conducted on Turkish bryophytes, which constitute an important part of biodiversity, is increasing day by day. Up to now, approximately 520 studies have been carried out recording 974 species (Bryophyta 775, Marchantiophyta 194 and Anthocerotophyta 4) from Turkey (Özenoğlu et al., 2016; 2019; Erdağ

and Kürschner, 2017; Unan et al., 2020; Ursavaş et al., 2020, Erata et al., 2021; Unan and Ören, 2021). These floristic studies have, however, concentrated on the Black Sea, Mediterranean, West Anatolia and Southwest Anatolia regions. Records from Eastern and Southeastern Anatolia are limited (Schiffner, 1913; Papp, 2007; Alataş and Batan, 2016; Batan et al., 2013; 2017; Batan and Özdemir,

* Corresponding author: hozenoglu@adu.edu.tr

© 2021 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: 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.



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

2013; 2016; Özenoğlu et al., 2019; Kürschner and Erdağ, 2020).

The bryophyte records given from the Eastern Anatolia Region, which includes the area where new records have been determined, are individual records by researchers visiting the Anatolia for different reasons and not extensive studies aimed at determining the flora of such areas. These records are *Lunularia cruciata* (L.) Dumort. ex Lindb., *Marchantia polymorpha* var. *alpestris* (synonym of *Marchantia polymorpha* subsp. *montivagans* Bischl. & Boissel. - Dub.), *Apopellia endiviifolia* (Dicks.) Nebel & D. Quandt (synonym of *Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dumort.) and *Riccia bifurca* Hoffm. (Schiffner, 1913; Papp, 2007; Özenoğlu et al., 2019; Kürschner and Erdağ, 2020).

Asterella P. Beauv. is one of the largest genera of the order Marchantiales. It includes 57 species found worldwide (Söderström, 2016) with 15 taxa occurring in Eurasia (Long, 2006), 4 taxa occurring in Russia (Konstantinova et al., 2009) and 3 taxa in Near and Middle East (Kürschner and Erdağ, 2020).

The Aytoniaceae family is represented with 3 genera which are *Mannia* Opiz (3 taxa), *Plagiochasma* Lehm. & Lindenb. (1 taxon) and *Reboulia* Raddi (1 taxon) in Turkey. *Asterella elegans* (Spreng.) Trevis., *A. gracilis* (F. Weber) Underw. and *A. lindenbergiana* (Corda ex Nees) Arnell have been recorded in our country (Özenoğlu Kiremit and Keçeli, 2009). But, *Asterella elegans* was recorded from grid-square C12 of Turkey by Wettstein (1889) and Bornmüller (1931); but Frey et al. (1991) reported that this was a

misidentification and that this species was supposed to be *Mannia androgyna* (L.) A. Evans. Likewise, Kürshner (1996) reported that *A. lindenbergiana*, recorded from grid-square C11 of Turkey by Gökler and Öztürk (1991), was also a misidentification that should have been identified as *Corsinia coriandrina* (Spreng.) Lindb. (Özenoğlu Kiremit and Keçeli, 2009). The last one, *Asterella gracilis* was transferred to *Mannia* genus, based on some molecular studies on the phylogeny of the family Aytoniaceae (Long et al., 2000; Schill et al., 2010; Borovichev et al., 2015). For this reason, the *Asterella* and *Asterella saccata* are new for Turkey. With this study, the genus *Asterella* was added to the Turkish bryophyte flora again.

2. Taxonomic Treatment

Asterella saccata (Wahlenb.) A. Evans, Contr. U.S. Natl. Herb. 20: 276. 1920 (Fig. 2).

Synonyms: – *Marchantia saccata* Wahlenb., – *Fimbraria saccata* (Wahlenb.) Nees, – *Hypenantron saccatum* (Wahlenb.) Trevis., – *Marchantia fragrans* Schleich., – *Hypenantron ciliatum* Corda, – *Marchantia umbonata* Wallr., – *Fimbraria umbonata* (Wallr.) Wallr., – *Hypenantron umbonatum* (Wallr.) Trevis., – *Fimbraria fragrans* Nees, – *Hypenantron fragrans* Trevis., – *Asterella fragrans* Trevis.

Turkish name: Sakallı mantarbaş

Locality: Bitlis, between Ahlat and Tatvan, N 38° 33' 55", E 42° 21' 18.4", 1750 m. coll: M. KIRMACI and M. ARMAĞAN, Det: H. ÖZENOĞLU and M. KIRMACI. AYDN 4001 (Fig 1).

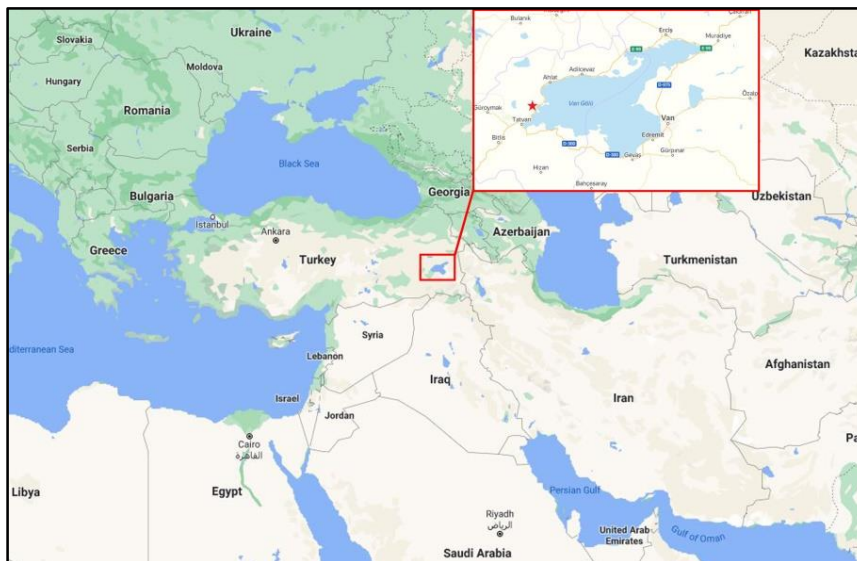


Figure 1: Distribution of *Asterella saccata*

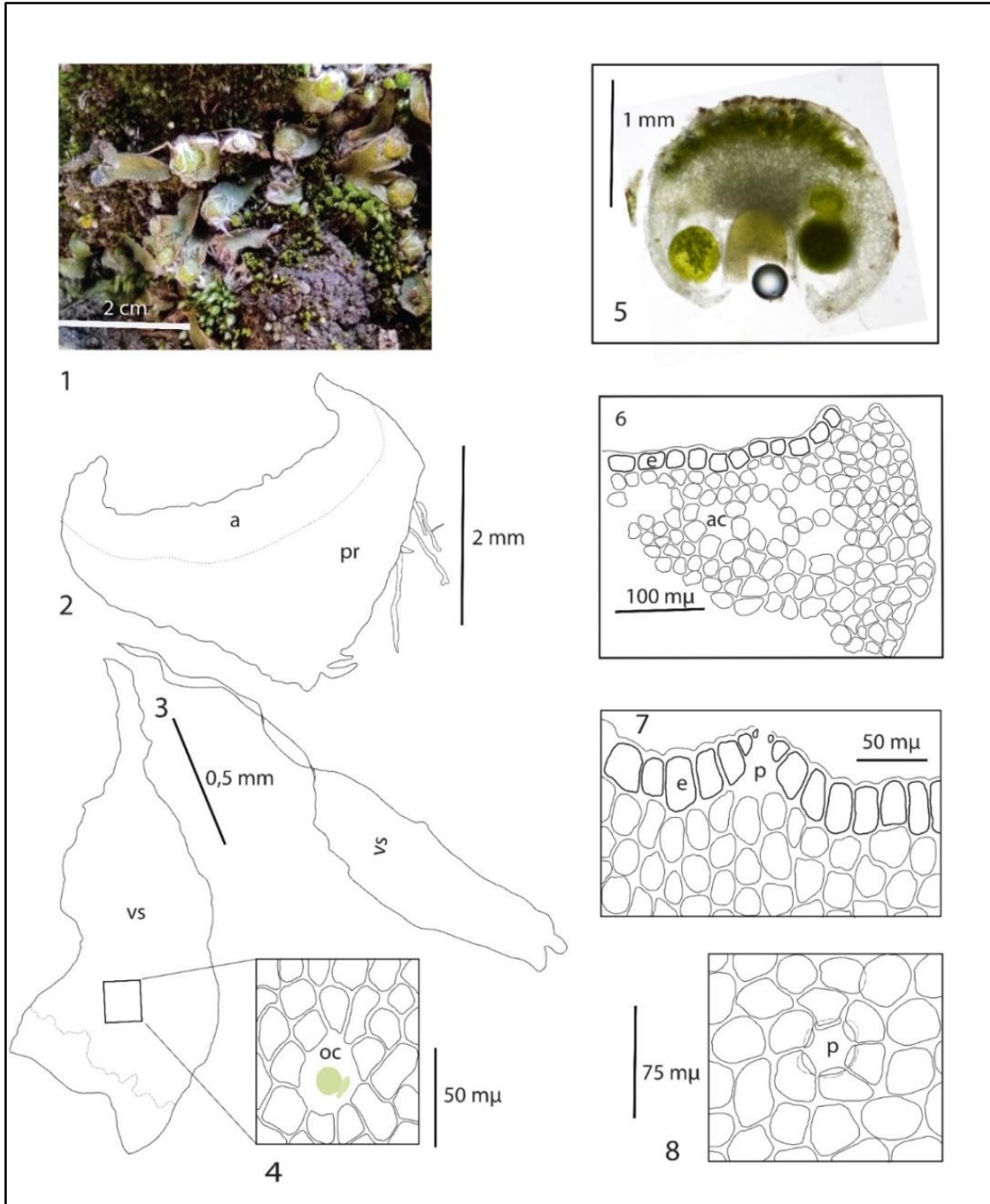


Figure 2: *Asterella saccata*; 1- General view of *A. saccata*; 2- cross-section of lobe; 3 and 4- ventral scales; 5- carpocephalum; 6- epidermis and air chambers; 7- pore and epidermis cells cross-section of lobe; 8- pore from above. Drawn by M.Kırmacı

Description (Fig 2):

Plant xeromorphous habit, non-aromatic; thalli thick, leathery, 1–4 (5) mm wide, dichotomously branched, segments oblong to lingulate; whitish ventral scale appendages overtopping margins and forming a conspicuous white tuft at thallus apex; upper surface green to grayish-green; thallus margins undulate, reddish to dark purplish, inrolled in dry condition. Dorsal epidermis cells 22–26×10–

18 μm; cell walls thickened; pores simple, slightly raised above the epidermis, 18–30 μm in diameter, surrounded by 2(–3) concentric rings of 6–7 cells in each, cell walls thin. Aerenchyma well-developed, compact; air chambers narrow, 1(–2)-layered in the middle of thallus. Parenchyma consisting of thin-walled cells; with scattered oil-cells both in aerenchyma and parenchyma tissue; oil-cells

yellow-purple, 20–24 µm in diameter. Rhizoids smooth and tubercular, hyaline, covering ventral surface of midrib of thallus. Ventral scales semicircular, with dark red-purple body with broad hyaline curved median side; body 1300–2000 µm long and 550–800 µm wide; body cells 60–80 µm long and 16–26 µm wide, with numerous scattered pale oil-cells; oil cells 20–30 µm in diameter; appendage 1–2 per scale, hyaline; quickly tapering above broad base; papillae absent.

Plant parocious. Antheridia arising behind the female receptacle, greenish to purplish, without scales. Female receptacle arising in apical notch of thallus. Archegonial scales at base numerous, forming conspicuous dense cushion of hyaline scales and a few at apex. Carpocephalum conical-hemispheric, green to yellowish-green; disc convex, 2-4-lobed, each with a single sporophyte; involucre margin free, with broad bluntly V-shaped median incisures; pseudoperianth white, compressed laterally when young and with strongly connate apical part of lobes when mature, with free margins recurved when dry. Spores yellow-brown, globose, 90–100 µm in diameter, on distal surface with weak primary wavy lamellae with minute reticulations. Elaters 2-spiral, yellowish, 150–200 µm long.

Asterella, *Mannia*, *Plagiochasma* and *Reboulia* similar genus and all of them belongs to the Aytoniaceae family, but *Asterella* differs strikingly in its female gametophores, which have a cage-like pseudoperianth surrounding each sporogonium, borne within an involucre under the lobes of the carpocephalum. *Asterella saccata* differs from *Mannia fragrans* in not having fragrant thalli in fresh conditions, thickened cell walls of dorsal epidermis, margin of ventral scales without slime papillae.

Study area and Ecology. The new record was collected from the northern part of Van Lake which is largest soda lake in the world, between Nemrut Stratovolcano (2948 m) and Süphan (4058), an inactive volcanic mountain. The closest settlement is Tatvan, which has a cold and temperate climate. There is more rainfall in the winter than in the summer. It can be called Dsa according to the Köppen-Geiger climate classification. The temperature here averages 8.3 °C | 46.9 °F. In a year, the rainfall is 839 mm | 33.0 inch. With an average temperature of 22.0 °C | 71.6 °F, August is the hottest month of the year. In January, the average temperature is -4.3 °C, the lowest average of the year. There is a dry period between June and September (Anonym, 2021).

General vegetation is very poor and some steppe plants such as *Astragalus* sp., *Trifolium* sp., *Verbascum* sp., *Onopordum* sp., *Centaurea* sp., *Parietaria* sp., *Eryngium* sp., *Graminea* sp. and shrubs like *Sorbus* sp., *Rhamnus* sp., *Frangula* sp., *Quercus* sp., *Cerasus* sp., *Cotoneaster* sp., *Salix* sp., *Crataegus* sp., *Rosa* sp., and *Rhus coriaria* L. can be infrequently seen around the area.

The northern part of the Lake Van is a relatively young volcanic area and the bedrock formation is basalt. While rocks such as basalt containing a small amount of silica easily decompose, it provides plenty of nutrients to the soil and the decomposed soil is alkali in character. Calciphilous xerophyte, growing in open to full sun places in South faced of soil bank. Very poor bryophyte taxa are associated with the new species and *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp., *Didymodon umbrosus* (Müll. Hal.) R.H. Zander, *D. luridus* Hornsch. ex Spreng., *D. insulanus* (De Not.) M.O. Hill, *Weissia breutelii* Müll. Hal., and *Bryum* sp. are commonly seen moss taxa in the collection area.

Distribution. Records of *Asterella saccata* in Europe are from Austria, Switzerland, Czech Republic, Slovakia, Italy, Makedonia, Montenegro, Hungary, Germany, Spain, France, Romania, Finland, Norway, Poland, Scandinavia, Sweden, Iceland, Corsica, Greece; eastward to Russia and China (Xinjing). *Asterella saccata* was known in the Russia from European part, Siberia, Altay Republic, Yakutia, Chukotka Autonomous District, Kamchatka, Amur and Ukraine (Bory, 1832; Zerov, 1964; Söderström et al., 2002; Long, 2006; Ross et al., 2007; Borovichev, 2015). This species has not been recorded from Near and Middle East (Kürschner and Erdağ, 2020).

Conservation status: The new record is known from only one locality yet. In order to comment on the redlist category of the species, it is necessary to study all areas that it is likely to be found in. In this sense, there are many areas that add to working in Eastern Anatolia. For this reason, the redlist category of the taxon was given as DD. It has been listed as endangered (EN) on the European red list (Hogetts et al., 2019).

3. Discussion

The family Aytoniaceae is represented with 3 genera, *Reboulia*, *Mannia* and *Plagiochasma*, in Turkey. Among them, the *Reboulia* is the most common; it is also recorded from Van and environs too. The genus *Asterella* which was added to this family with this study as a new genus raises the represented number of the family to four. *Asterella* differs from other Aytoniaceae members primarily

in the presence of a pseudoperianth. When sterile, *Asterella* recognition can be problematic as its gametophytes show close resemblance to *Mannia* species. Furthermore, *Asterella* species almost always have a pungent fishy smell whereas the odour of *Mannia* is aromatic. The hemispheric female receptacles in *Asterella* are different from the more star-like ones in *Reboulia* or the subspherical ones in *Plagiochasma*. The female receptacles in mid thallus also differentiate *Plagiochasma* from *Asterella*.

The new taxon was collected during the project entitled 'The Bryophyte Flora of Van Lake and Environs'. Very few liverwort taxa were collected during this study performed between 2018 and 2021. The main reasons for this are that there are limited habitats and water sources that would allow for the survival of liverworts, except for the south and south-east of the study area. Additionally, rapid evaporation due to low vegetation is another reason. Lastly, although bryophytes have a suite of photo protective strategies, high ultraviolet may affect liverworts.

The study that recently described *Orthotrichum cupulatum* var. *fuscum* (Venturi) Boulay as a new record from the region (Ellis et al., 2021) and our current study show the importance to investigate poorly researched areas such as Eastern Anatolia in terms of bryophytes so as to fully understand the flora of Turkish bryophytes. It is obvious that Turkish liverwort flora will be increased with more detailed studies.

This study is also important in terms of adding a new genus to our country's liverwort flora. We hope that it will be useful for future bryophyte studies.

Acknowledgements:

Many thanks to Aydın Adnan Menderes University Scientific Research Projects department (BAP) which was supported our project (FEF-18018) as financial. And also many thanks to Gözde ASLAN and Uğur ÇATAK for helping during field and laboratory studies.

References

- Alataş M. Batan N. 2016. The moss flora of Arapgir (Malatya/Turkey) district. *Biological Diversity and Conservation*. 9:2, 102-107.
- Anonym 2021. Climate Data-Org. <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/bitlis/tatvan-15386/> [Accessed date: 22 September 2021].
- Batan N. Özdemir T. 2013. New records for the moss flora of Turkey and Southwest Asia. *Nova Hedwigia*. 97:3-4, 437-440.

- Batan N. Özdemir T. Alataş M. 2013. Bryophyte flora of Iğdır province (Turkey). *Phytologia Balcanica*. 19:2, 179 – 191.
- Batan N. Özdemir T. 2016. *Herzoiella turfacea* (Lindb.) Z. Iwats. (Plagiotheciaceae, Bryophyta) new to Turkey. *Arctoa*. 25:1, 141-143.
- Batan N. Erata H. Özen Ö. Özdemir T. Alataş M. 2017. The Bryophyte Flora of Ardahan Province. *Arctoa*. 26:2, 187-197.
- Borovichev E.A. Bakalin V.A. Vilnet A.A. 2015. Revision of the Russian Marchantiales. II. A review of the genus *Asterella* P. Beauv. (Aytoniaceae, Hepaticae). *Arctoa*. 24: 294-313.
- Bory J.B.G.M. 1832. Hepaticae. – In.: Expedition scientifique de Moree. Section des Sciences Physiques Botanique, 3:2, 296–300.
- 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, 65. *Journal of Bryology*. 43:1, 67-91.
- Erata H. Özen Ö. Batan N. Alataş N. 2021. *Pohlia* Hedw. and *Oleolophozia* L.Söderstr., De Roo & Hedd. species new to Turkey and South-West Asia. *Cryptogamie, Bryologie*. 42:1, 1-10.
- Erdağ A. Kürschner H. 2017. A reference list of Turkish bryophytes. The state of knowledge from 1829 until 2017. *Anatolian Bryology*. 3:2, 81-102.
- Hodgetts N. Cáliz M. Englefield E. Fettes N. García Criado M. Patin L. Nieto A. Bergamini A. Bisang I. Baisheva et al. 2019. A miniature world in decline: European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts. Brussels, Belgium: IUCN.
- Konstantinova N.A. Bakalin V.A. Andrejeva E.N. Bezgodov A.G. Borovichev E.A. Dulin M.V. Mamontov Yu.S. 2009. Check-list of liverworts (Marchantiophyta) of Russia. *Arctoa*. 18: 1–63.
- Kürschner H. Erdağ A. 2020. Bryophyte Locality Data From The Near and Middle East 1775 - 2019 Anthocerotophyta Marchantiophyta Vol. 1. Hiperyayın. İstanbul.
- Long D.G. Moeller M. Preston J. 2000. Phylogenetic relationships of *Asterella* (Aytoniaceae, Marchantiopsida) inferred from chloroplast DNA sequences. *Bryologist*. 103: 625–644.
- Long, D.G. 2006. Revision of the genus *Asterella* P. Beauv. in Eurasia. *Bryophytorum Bibliotheca*. 63: 1–299.

- Özenoğlu Kiremit H. Keçeli T. 2009. An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Turkey. *Cryptog Bryol.* 30: 343 - 356.
- Özenoğlu H. Kırmacı M. Kiremit F. 2019. Contributions to the genus *Riccia* L. (Ricciaceae) in Turkey. *Turk Journal of Botany.* 43:2, 253-261.
- Papp B. 2007. Contributions to the bryophyte flora of Eastern Turkey. *Studia Botanica Hungarica.* 38, 71-78.
- Ros R.M. Mazimpaka V. Abou-Salama U. Aleffi M. Blockeel T.L. Brugués M. Cano M.J. Cros R.M. Dia M.G. Dirkse G.M. et al. 2007. Hepatics and Anthocerotae of the Mediterranean, an annotated checklist. *Cryptog Bryol.* 28: 351 - 437.
- Schiffner V. 1913. Bryophyta aus Mesopotamien und Kurdistan. *Ann. Nathist. Hofmus. Wien.* 27: 1-34.
- Schill D.B. Long D.G. Forrest L.L. 2010. A molecular phylogenetic study of *Mannia* (Marchantiophyta, Aytoniaceae) using chloroplast and nuclear markers. *Bryologist.* 113:1, 164–179.
- Söderström L. Urmí E. Váňa J. 2002. Distribution of Hepaticae and Anthocerotae in Europe and Macaronesia. *Lindbergia.* 27: 3-47.
- Söderström L. Hagborg A. Konrat M. Bartholomew-Began S. Bell D. Briscoe L. Brown E. Cargill DC. Costa DP. Crandall-Stotler B. et al. 2016. World checklist of hornworts and liverworts. *PhytoKeys.* 59: 1 - 828.
- Unan A.D. Ören M. 2021. New and noteworthy records of deadwood dwelling bryophyte species for Turkey and Southwest Asia. *Cryptogamie, Bryologie.* 42:4, 33-44.
- Unan A.D. Potemkin A. Ursavaş S. Çalışkan S. Ören M. 2021. New records of two *Scapania* species (Scapaniaceae, Marchantiophyta) from north of Turkey. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology.* 155:4, 679-684.
- Ursavaş S. Keçeli T. Uyar G. Ören M. 2021. *Dicranella staphylina* (Dicranaceae), a new moss record from Turkey and South West Asia. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology.* 155:3, 483-486.
- Zerov D.K. 1964. The flora of hepatics and peat-mosses of Ukraine. *Kiev.* 356 pp.



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

DOI: 10.26672/anatolianbryology.951081

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



Göreme Milli Parkındaki (Nevşehir) Epifitik Karayosunlarının Substrat Tercihleri

Recep KARA^{1*} , Hatice TAŞPINAR¹ 

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

Received: 11 June 2021

Revised: 30 July 2021

Accepted: 04 August 2021

Öz

Bu çalışmada Göreme Milli Parkı içerisinde yayılış gösteren epifitik karayosunlarının substrat tercihleri ordınasyon yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmada istatistik hesaplamalar için açık kaynak kodlu PAST (PAleontological STatistics) programı kullanılmıştır. Bu program ile biyolojik çeşitlilik ve benzerlik indeksleri hesaplanmış ve Temel Bileşen (PCA) ve Küme (CA) analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda on farklı ağaç türü üzerinden kırk dokuz karayosunu taksonu belirlenmiştir. Bu taksonlar arasında *Lewinskya rupestris* (Schleich. ex Schwägr.) F.Lara, Garilleti & Goffinet. ve *Syntrichia ruralis* Weber & D.Mohr. alandaki en kozmopolit karayosunu türleri olarak değerlendirilirken, *Populus alba* L. ve *Carpinus orientalis* Mill. briyolojik çeşitliliği en yüksek ağaç türleri olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Briyofit, Kapadokya, Kortikol, Küme Analizi, PAST Programı, PCA, Türkiye

Substrate Preferences of Epiphytic Mosses in Göreme National Park (Nevşehir)

Abstracts

In this study, the substrate preferences of Epiphytic Mosses distributed in the Göreme National Park were investigated using ordination methods. In the study, the open source PAST (PAleontological STatistics) program was used for statistical calculations. With this program, biodiversity and similarity indices were calculated and Principal Component and Cluster analysis were made. As a result of the study, forty nine moss taxa were determined on ten different tree species. When among these taxa, *Lewinskya rupestris* (Schleich. ex Schwägr.) F.Lara, Garilleti & Goffinet. and *Syntrichia ruralis* Weber & D.Mohr. were found to be the most cosmopolitan moss species in the study area, among tree species, *Populus alba* L. and *Carpinus orientalis* Mill. were determined as the trees with the highest bryological diversity.

Key words: Bryophytes, Cappadocia, Corticolous, Cluster Analysis, PAST programme, PCA, Turkey

1. Giriş

Fitocoğrafik olarak kutuplardan tropiklere kadar birçok iklim kuşağında geniş bir yayılış gösterebilen karayosunları, buldukları vejetasyon içerisinde genel olarak kaya (epilitik), toprak (epigaik) ve ağaç (epifitik) yüzeylerini substrat olarak seçebilmektedir. Epifitik briyofitlerin çeşitliliği (zenginlik ve bolluk açısından) makro

iklim şartlarından daha çok, mikro iklim şartlarına bağlıdır (Kürschner, 1999; Çatak ve Kırmacı; 2020; Batan ve ark., 2021). Mikro iklim koşullarının yanı sıra ağaçların kabuk yapısı, besin maddeleri ve ağaçlardaki su akışları gibi mikro habitat şartları da tür zenginliğini etkileyen önemli faktörler olabilir. Epifitik karayosunlarının ağaç

* Corresponding author: recepkala@nevsehir.edu.tr

© 2021 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Kara R. Taşpınar H. 2021. Göreme Milli Parkındaki (Nevşehir) Epifitik Karayosunlarının Substrat Tercihleri. *Anatolian Bryology*. 7:2, 96-108.



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

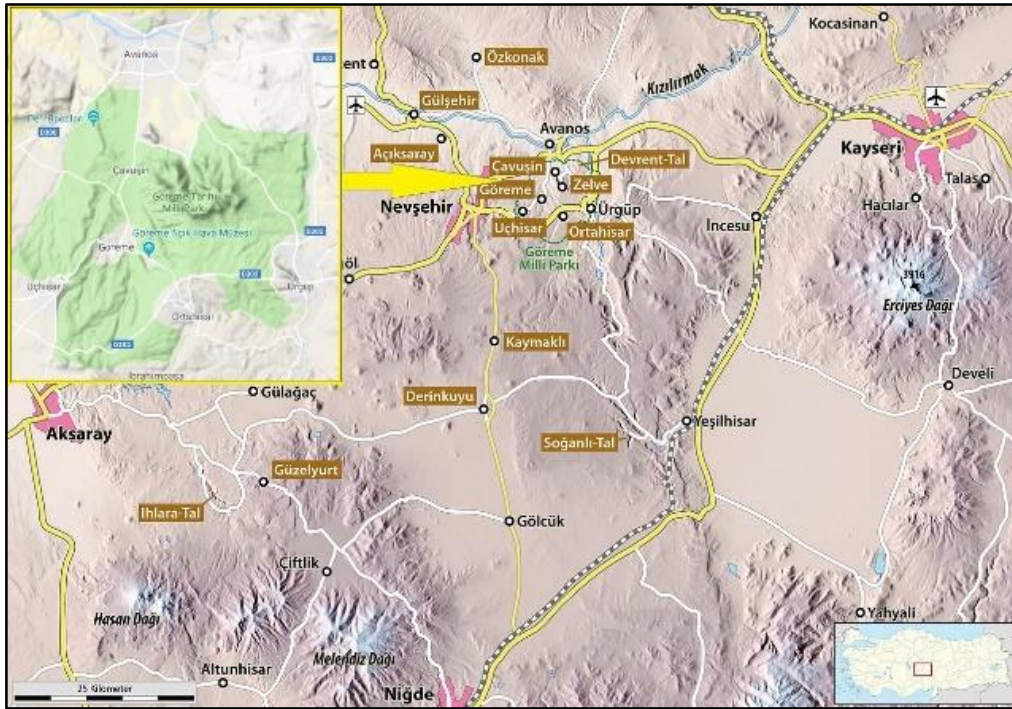
kabuğunda yetişmesini yetersiz ışık, yetersiz nem ve yüksek sıcaklık engelleyebilir. Öte yandan, konukçu bitki türlerinin özellikleri (ağaç çapı, kabuk pürüzlülüğü) muhtemelen küçük faktörler olarak düşünülebilir. Ancak epifitik briyofitler konusundaki daha önce yapılan çalışmalar (Söderström ve During, 2005; León-Vargas ve ark., 2006; Herrera-Paniagua ve ark., 2017) özellikle ağaç türünün ve ağacın kabuk yapısının epifitik habitattaki briyofit dağılımını önemli derecede etkilediğini göstermiştir. Özellikle ağaç kabuğundaki çatlaklar ve kabuk pH'sı ağacın türüne bağlı olarak değişmekte olup, briyofitlerin yerleşmesinde ve kolonizasyonunda en etkili olan iki faktör olarak değerlendirilmektedir (Ezer ve ark., 2013;). Substrat olarak sadece bitkilerin üzerinde yaşayabilen, başka substratlarla derişmeyen bitkiler için "obligat epifit" terimi kullanırken, geniş ekolojik toleranslarından dolayı çok çeşitli substratlarda gelişen ve epifitik olarak da bulunabilen bitkiler için "fakültatif epifit" terimi kullanılmaktadır (Dierssen. 2001). Ekolojik toleransı az olan *Orthotrichum lyellii* W. J. Hooker & T. Taylor gibi obligat epifitik briyofitler bazı ekolojik faktörlerin tanımlanmasında indikatör olarak kullanılmaktadır (Vanderpoorten ve ark., 2004).

Türkiye'de epifitik briyofit florası ile ilgili yapılan çalışmalar daha çok nitel verilere dayalı ekolojik yorumların yapıldığı çalışmalardır. Bu makale ülkemizde epifitik briyofloranın nitel verilerinin ordinasyon yöntemleriyle ve bilgisayar programları

ile incelendiği ilk çalışma olması nedeniyle önem arz etmektedir.

1.2. Araştırma Alanı

Kapadokya Bölgesi Nevşehir, Aksaray, Niğde, Kayseri ve Kırşehir illerinin kapladığı alandır. Ancak daha dar bir alan olan kayalık Kapadokya Bölgesi ise Uçhisar, Ürgüp, Avanos, Göreme, Derinkuyu, Kaymaklı, Ihlara ve çevresinden ibarettir (URL 1). İç Anadolu'nun orta kısmında bulunan Kapadokya bölgesi: (Nevşehir İli ve Çevresi) fitocoğrafik açıdan İran Turan floristik bölgesinin içinde kalır. Türkiye'nin topografik yapı ve iklim özellikleri açısından doğu ile batı, kuzey ile güney arasında geçiş özelliği gösteren İç Anadolu bölgesinin büyük bir bölümü Kızılırmak havzası üzerinde yer almaktadır. Bölge genelde karasal iklim hakimdir ancak yer yer Akdeniz iklim özelliklerini gösteren lokal alanlar da vardır. Bu iklimsel farklılıklar beklenenden daha farklı bitki örtüsünün ve çok çeşitli habitatların oluşmasına yol açmaktadır. Kapadokya bölgesi 60 milyon yıl önce Erciyes, Hasandağı ve Göllüdağ'ın püskürttüğü lav ve küllerin oluşturduğu milyonlarca yıl boyunca yağmur ve rüzgâr tarafından aşındırılmasıyla ortaya çıkan bir bölgedir (Şekil 1.). Erozyon sonucu oluşmuş olan tuf kaynaklı, doğal oluşumlar turizm degeride arz eden peribacalarını oluşturmaktadır (URL 2). Kapadokya Bölgesi 1985 yılında bu farklı jeolojik özellikleri nedeniyle milli park ilan edilerek (Göreme Milli Parkı) UNESCO Dünya Miras Listesine alınmıştır (URL 3).



Şekil 1: Araştırma alanının konumu.

2. Materyal ve Metod

2.1. Materyal

Araştırma materyalini, 2020 yılında farklı vejetasyon dönemlerinde gerçekleştirilen arazi çalışmalarında ağaçlar üzerinden toplanan epifitik karayosunu örnekleri oluşturmaktadır. Toplanan karayosunu örnekleri çeşitli flora ve revizyon eserleri kullanılarak teşhis edilmiştir (Lewinsky, 1993; Zander, 1993; Smith, 2004; Kürschner ve Frey, 2020). Teşhis edilen taksonlar Nevşehir Hacı

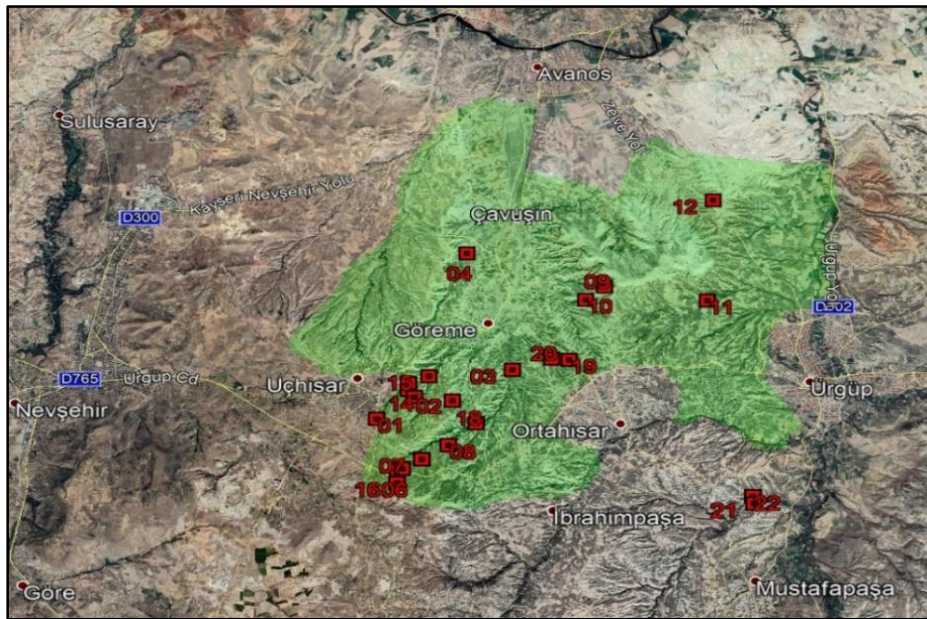
Bektaş Veli Üniversitesi, Briyoloji Laboratuvarında araştırmacıların kişisel koleksiyonunda muhafaza edilmektedir.

2.2 Epifitik Flora

Klasik flora yöntemleri ile 22 farklı lokaliteden (Şekil 2, Tablo 1.) toplanıp teşhis edilen karayosunları son çıkan kontrol listelerine (Hodgetts ve ark., 2020) göre düzenlenerek Tablo 4 de listelenmiştir.

Tablo 1. Lokalite tablosu

| Lokalite No | Lokalite Adı | Yükseklik (m) | Tarih | GPS Koordinatları | |
|-------------|----------------------|---------------|------------|-------------------|------------|
| 1 | Güvercinlik Vadisi | 1200m | 02.03.2020 | 38 37 18 K | 34 48 17 D |
| 2 | Zemi Vadisi | 1262m | 30.05.2020 | 38 37 37 K | 34 48 50 D |
| 3 | Zemi Vadisi | 1130m | 4.06.2020 | 38 38 01 K | 34 50 17 D |
| 4 | Bağlıdere Vadisi | 1060m | 9.06.2020 | 38 39 44 K | 34 49 32 D |
| 5 | Zemi Vadisi | 1380m | 5.07.2020 | 38 36 35 K | 34 48 38 D |
| 6 | Zemi Vadisi | 1360m | 15.07.2020 | 38 36 36 K | 34 48 42 D |
| 7 | Zemi Vadisi | 1320m | 15.07.2020 | 38 36 44 K | 34 48 59 D |
| 8 | Zemi Vadisi | 1290m | 15.07.2020 | 38 36 56 K | 34 49 22 D |
| 9 | Kızıl Vadi | 1170m | 26.07.2020 | 38 39 15 K | 34 51 39 D |
| 10 | Kızıl Vadi | 1070m | 26.07.2020 | 38 39 03 K | 34 51 22 D |
| 11 | Kızıl Vadi | 1120m | 26.07.2020 | 38 39 03 K | 34 53 13 D |
| 12 | Devrent Vadisi | 1230m | 11.08.2020 | 38 40 34 K | 34 53 19 D |
| 13 | Güvercinlik Vadisi | 1240m | 22.08.2020 | 38 37 43 K | 34 48 44 D |
| 14 | Güvercinlik Vadisi | 1220m | 22.08.2020 | 38 37 49 K | 34 48 44 D |
| 15 | Güvercinlik Vadisi | 1190m | 23.08.2020 | 38 37 55 K | 34 49 02 D |
| 16 | Kermil Dağı | 1410m | 11.10.2020 | 38 36 24 K | 34 48 38 D |
| 17 | Zemi Vadisi | 1250m | 17.10.2020 | 38 37 04 K | 34 49 24 D |
| 18 | Zemi Vadisi | 1210m | 17.10.2020 | 38 37 15 K | 34 49 46 D |
| 19 | Aynalı Kilise Vadisi | 1200m | 24.10.2020 | 38 38 10 K | 34 51 08 D |
| 20 | Aynalı Kilise Vadisi | 1160m | 24.10.2020 | 38 38 11 K | 34 50 52 D |
| 21 | Üzengi Vadisi | 1100m | 28.11.2020 | 38 36 09 K | 34 53 53 D |
| 22 | Ortahisar Vadisi | 1110m | 28.11.2020 | 38 36 15 K | 34 53 52 D |



Şekil 2: Örneklerin toplandığı lokaliteler

2.3. Ekolojik Analizler

Ekolojik analizler için öncelikli olarak çalışma alanında belirlenen epifitik taksonların tür kompozisyonu, çeşitlilik indisleri ve benzerlik indisleri PAST (PAleontological STATistics) programı ile hesaplanmış ve grafikler ile görsel hale getirilmiştir (Hammer ve ark., 2001). Tür kompozisyonu için her bir ağaç üzerindeki tür zenginliği ve bolluk yüzde olarak hesaplanarak tablolar halinde sunulmuştur. Briyolojik çeşitlilik için Shannon ve Weaver (H) ve Simpson (D) indisleri kullanılmıştır (Shannon and Weaver, 1949; Simpson, 1949). Benzerlik analizleri için Jaccard ve SED (Squared Euclidean distance) indisleri hesaplanarak kümeleme grafikleri hazırlanmıştır

(Williams ve Lambert, 1966). Karayosunlarının ağaç türlerini tercihlerini gösterebilmek için yine PAST programında çalıştırılabilen dolaylı gradyan analizi yapan PCA (Temel Bileşen Analizi) yöntemi seçilmiştir. Ordinasyon metodlarının en eskilerinden biri olan bu yöntem habitat belirleme çalışmalarında çok tercih edilen ve iki boyutlu dağılım grafiği çizebilen bir yöntemdir. PCA bitki örtüsü verileri ve çevresel değişkenlerin ortak değişkenleri gibi çok karmaşık çok değişkenli verileri de (Johnson ve Wicern, 1982) boyutluluğu azaltarak analiz edebilmektedir (Baguion ve ark., 2008). Tüm istatistiki hesaplamalar Tablo 2 deki veriler kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 2. Ekolojik analizler için kullanılan veriler

| | Carp_orie | Crea_mono | Elag_angen | Jugl_regi | Moru_nigr | Mesp_germ | Popu_alba | Prun_erm | Robi_nsen | Salix_alba | Bolluk | Yoğunluk |
|-----------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| Amyl_serp | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Brac_coll | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| Brac_mild | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Brac_velu | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Brac_capi | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 |
| Brac_glar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Bryu_arge | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Bryu_dich | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Ptyc_kunz | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Didy_acut | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Didy_imbr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Didy_rigi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| Didy_sinu | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Enca_pilif | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Enca_vulg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Eurh_pulc | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Grim_anod | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Grim_crin | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Grim_meri | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Grim_pulv | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Homa_aure | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| Homa_lute | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Homa_phil | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Homa_seri | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Hygr_vari | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| Hypn_cupr | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Lewi_rupe | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 10 | 8 |
| Lewi_affi | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 |
| Orth_diap | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Orth_macr | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Orth_pall | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Orth_pumi | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 8 | 6 |
| Pter_ovat | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Ptyc_capi | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 | 4 |
| Ptyc_imbr | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 |
| Ptyc_pall | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 | 6 |
| Rhyn_tene | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Synt_calc | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Synt_ru_form | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 4 |
| Synt_rura | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 10 | 9 |
| Synt_vire | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| Tort_acau | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Tort_acau_pi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Tort_cune | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Tort_iner | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| Tort_mucr | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Tort_mura | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Tort_subu | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 |
| Tort_vahl | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Bolluk | 27 | 3 | 11 | 20 | 8 | 6 | 22 | 13 | 4 | 10 | 124 | 0 |
| Yoğunluk | 22 | 3 | 10 | 18 | 8 | 6 | 22 | 11 | 4 | 10 | 0 | 114 |

2.4. Hayat Formu ve Yaşam Stratejisi

Makale içerisinde kullanılan karayosunlarına ait hayat formları Hill ve ark. (2007) göre ve yaşam

stratejileri During (1992) göre düzenlenmiş olup ilgili açıklamalar Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Hayat Formu ve Yaşam Stratejisi açıklaması

| | Kısaltma | İngilizce | Türkçe | Açıklama |
|------------------|----------|---------------------------|------------------------------|--|
| Hayat Formu | Mr | Mat, rough | Pürüzlü Halı | Populasyonun çok sayıda dik durumda sürünücü yan dallardan oluştuğu hayat formu |
| | Tf | Turf | Turf | Populasyonda dallanmanın sınırlı olduğu genelde dik olan gövdelerden oluşan hayat formu |
| | Cu | Cushion | Yastık | Populasyonun kubbe biçiminde olduğu merkezi gövdelerden oluşan hayat formu |
| | We | Weft | Saçak | Populasyonun gevşek şekilde iç içe geçen çok fala daldan oluştuğu hayat formu |
| | sT | Solitary thalloid | Tek Talluslu | Populasyonun rozet şeklindeki tek tek talluslarla geniş bir örtü oluşturduğu hayat formu |
| Yaşam Stratejisi | p | Perennial | çok yıllık | Çok sayıda spor, çok hafif, düşük üreme çabası |
| | c | Colonists | Koloniziler | Birkaç yıllık potansiyel ömür, sayısız, çok hafif sporlar |
| | cp | Pioneer colonists | Öncü koloniziler | Birkaç yıllık potansiyel ömür, sayısız, çok hafif sporlar, öncü koloniziler |
| | l | Long-lived fugitive | Uzun ömürlü göçebe | Birkaç yıllık potansiyel ömür, sporlar az ve büyük |
| | ps | Perennial stress tolerant | Çok yıllık strese toleranslı | Birkaç yıllık potansiyel ömür, çok yıllık strese toleranslı |
| | s | Short-lived fugitive | Kısa ömürlü göçebeler | Birkaç yıllık potansiyel ömür, sporlar az, büyük |
| | a | Annual fugitive | Yıllık göçebeler | Potansiyel ömrü <1 yıl, sporlar az, büyük (> 20µ), yüksek üreme çabası |

3. Bulgular

3.1. Epifitik Flora

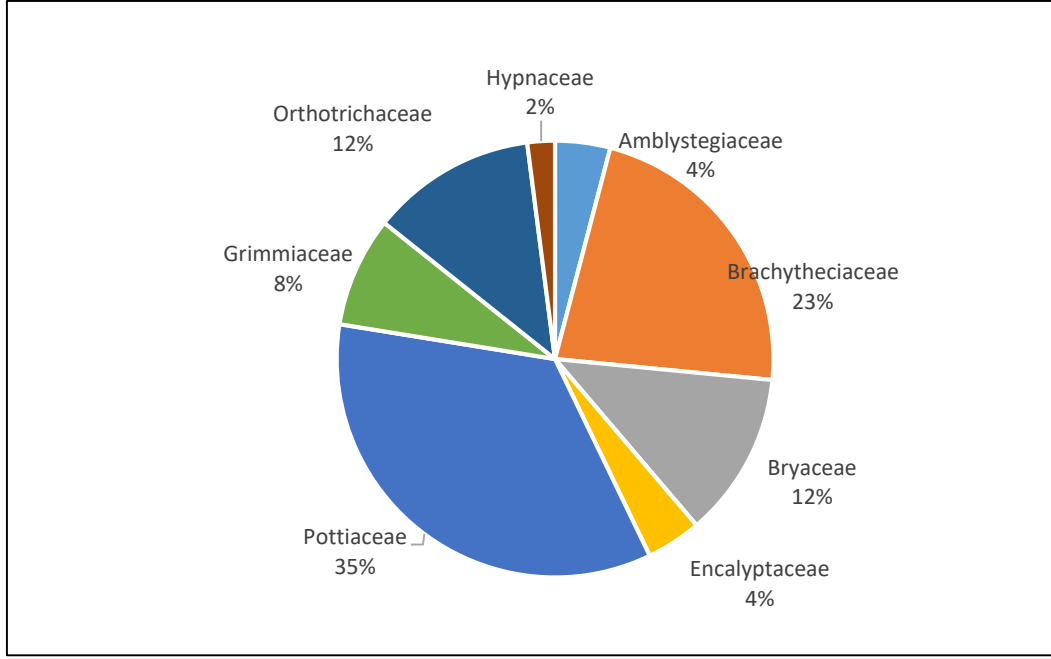
Göreme Milli Parkı içerisinde yayılış gösteren 10 farklı ağaç türü üzerinden klasik flora yöntemleri ile toplanan ve teşhis edilen 49 karayosunu taksonu familyaları, hayat formları ve yaşam stratejileri ile

Tablo 4’de listelenmiştir. Flora çalışmalarında familia yüzdeleri, alanın iklimi ve kuraklık düzeyi hakkında bilgi vermektedir. Çalışma alanı için hazırlanan familia oranları incelendiğinde alanda kserofitik (kurakçıl) karakterli Pottiaceae familyasının hakim olduğu görülmektedir (Şekil 3).

Tablo 4. Flora Listesi

| | Familiya | Takson İsmi | H. F. | Y. S. | Lokale No |
|----|------------------|---|-------|-------|-----------------------------|
| 1 | Amblystegiaceae | <i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp. | Mr | p | 21 |
| 2 | Brachytheciaceae | <i>Brachythecium collinum</i> (Schleich. ex Müll. Hal.) Ignatov & | Mr | p | 4,21 |
| 3 | Brachytheciaceae | <i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Schimp. | Mr | p | 6,22 |
| 4 | Brachytheciaceae | <i>Brachythecium velutinum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen | Mr | p | 5,6 |
| 5 | Brachytheciaceae | <i>Brachythecium capillaceum</i> (F. Weber & D. Mohr) Giacom | Mr | p | 4,6,17 |
| 6 | Brachytheciaceae | <i>Brachythecium glareosum</i> (Bruch ex Spruce) Schimp. | Mr | p | 15 |
| 7 | Bryaceae | <i>Bryum argenteum</i> Hedw. | Tf | c | 4 |
| 8 | Bryaceae | <i>Bryum dichotomum</i> Hedw. | Tf | cp | 10 |
| 9 | Bryaceae | <i>Psychostomum kunzei</i> (Hornsch.) J.R. Spence | Tf | c | 6 |
| 10 | Pottiaceae | <i>Didymodon acutus</i> (Brid.) K. Saito | Tf | c | 1,2,4,19 |
| 11 | Pottiaceae | <i>Didymodon imbricatus</i> C. Feng & J. Kou | Tf | c | 16 |
| 12 | Pottiaceae | <i>Didymodon rigidulus</i> Hedw. | Tf | c | 11,16 |
| 13 | Pottiaceae | <i>Didymodon sinuous</i> (Mitt.) Delogne. | Tf | c | 11 |
| 14 | Encalyptaceae | <i>Encalypta pilifera</i> Funck | Tf | l | 16 |
| 15 | Encalyptaceae | <i>Encalypta vulgaris</i> Hedwig | Tf | l | 10,16 |
| 16 | Brachytheciaceae | <i>Eurhynchiastrum pulchellum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen | Mr | ps | 16 |
| 17 | Grimmiaceae | <i>Grimmia anodon</i> Bruch & Schimp. | Cu | ps | 2,9 |
| 18 | Grimmiaceae | <i>Grimmia crinita</i> Brid. | Cu | c | 19 |
| 19 | Grimmiaceae | <i>Grimmia meridionalis</i> (Müll. Hal.) E. Maier | Cu | c | 14 |
| 20 | Grimmiaceae | <i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm. | Cu | c | 3,6,7,9,12,14,18,19,20 |
| 21 | Brachytheciaceae | <i>Homalothecium aureum</i> (Spruce) H. Rob. | We | p | 6,9,15 |
| 22 | Brachytheciaceae | <i>Homalothecium lutescens</i> (Hedw.) Rob. | We | p | 20 |
| 23 | Brachytheciaceae | <i>Homalothecium philippeanum</i> (Spruce) Schimp. | We | p | 16,19 |
| 24 | Brachytheciaceae | <i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp. | We | p | 3,5 |
| 25 | Amblystegiaceae | <i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Mönk. | Mr | p | 5,11 |
| 26 | Hypnaceae | <i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. | We | ps | 18 |
| 27 | Orthotrichaceae | <i>Lewinskya rupestris</i> (Schleich. ex Schwagr.) F. Lara, Garilleti & | Cu | c | 3,5,6,7,8,9,12,13,14,15,16, |
| 28 | Orthotrichaceae | <i>Lewinskya affinis</i> (Schrad. ex Brid.) F. Lara, Garilleti & Goffinet | Cu | c | 2,4,6,13,14,15 |
| 29 | Orthotrichaceae | <i>Orthotrichum diaphanum</i> Brid. | Cu | c | 1 |
| 30 | Orthotrichaceae | <i>Orthotrichum macrocephalum</i> F. Lara, Garilleti & Mazimpaka | Cu | c | 6 |
| 31 | Orthotrichaceae | <i>Orthotrichum pallens</i> Bruch ex Brid. | Cu | cp | 15,16 |
| 32 | Orthotrichaceae | <i>Orthotrichum pumilum</i> Sw. ex anon. | Cu | c | 1,2,3,4,5,13,14,20 |
| 33 | Pottiaceae | <i>Pterigoneurum ovatum</i> (Hedw.) Dixon | sT | a | 3 |
| 34 | Bryaceae | <i>Psychostomum capillare</i> (Hedw.) Holyoak & N. Pedersen | sT | c | 4,5,6,16 |
| 35 | Bryaceae | <i>Psychostomum imbricatulum</i> (Müll. Hal.) Holyoak & Pedersen | Tf | c | 10,16,21 |
| 36 | Bryaceae | <i>Psychostomum pallens</i> (Sw.) J.R. Spence. | Tf | s | 4,5,6,11,13,16,17 |
| 37 | Brachytheciaceae | <i>Rhynchostegiella tenella</i> (Dicks.) Limpr. | We | ps | 5,9,13 |
| 38 | Pottiaceae | <i>Syntrichia calcicola</i> J.J. Amann | Tf | c | 5 |
| 39 | Pottiaceae | <i>Syntrichia ruraliformis</i> (Besch.) Mans | Tf | c | 6,9,17,21 |
| 40 | Pottiaceae | <i>Syntrichia ruralis</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr | Tf | c | 1,3,4,7,8,9,10,12,14,16,17, |
| 41 | Pottiaceae | <i>Syntrichia virescens</i> (De Not.) Ochyra | Tf | c | 14,16,20,21 |
| 42 | Pottiaceae | <i>Tortula acaulon</i> (With.) R.H. Zander | sT | a | 4 |
| 43 | Pottiaceae | <i>Tortula acaulon</i> (With.) R.H. Zander var. <i>pilifera</i> (Hedw.) | sT | a | 3 |
| 44 | Pottiaceae | <i>Tortula cuneifolia</i> (Dicks.) Turner | Tf | c | 5 |
| 45 | Pottiaceae | <i>Tortula inermis</i> (Brid.) Mont. | Tf | c | 4,10,16,21 |
| 46 | Pottiaceae | <i>Tortula mucronifolia</i> Schwaegr. | Tf | c | 5,6,8 |
| 47 | Pottiaceae | <i>Tortula muralis</i> Hedw. | Tf | c | 16,19 |
| 48 | Pottiaceae | <i>Tortula subulata</i> Hedw. | sT | c | 4,16 |
| 49 | Pottiaceae | <i>Tortula vahlana</i> (Schultz) Mont. | Tf | c | 6 |

Tablodaki Kısaltmalar: H.F. (Hayat Formu), Y.S. (Yaşam Stratejisi), diğerleri materyal metod kısmında verilmiştir.

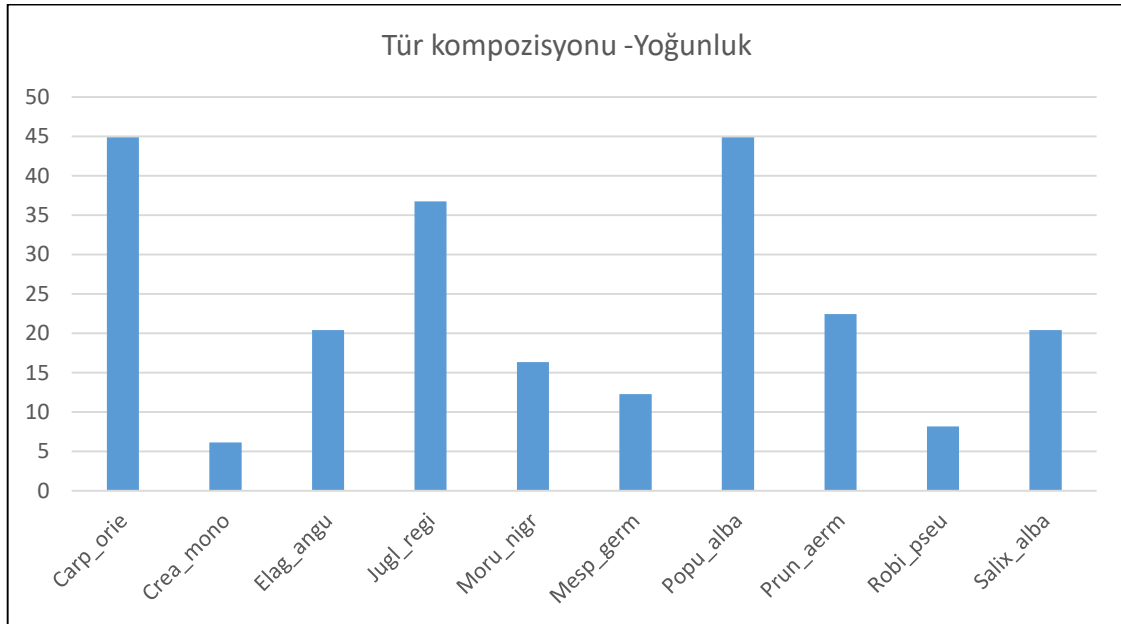


Şekil 3. Çalışma alanındaki taksonlara ait familya grafiği

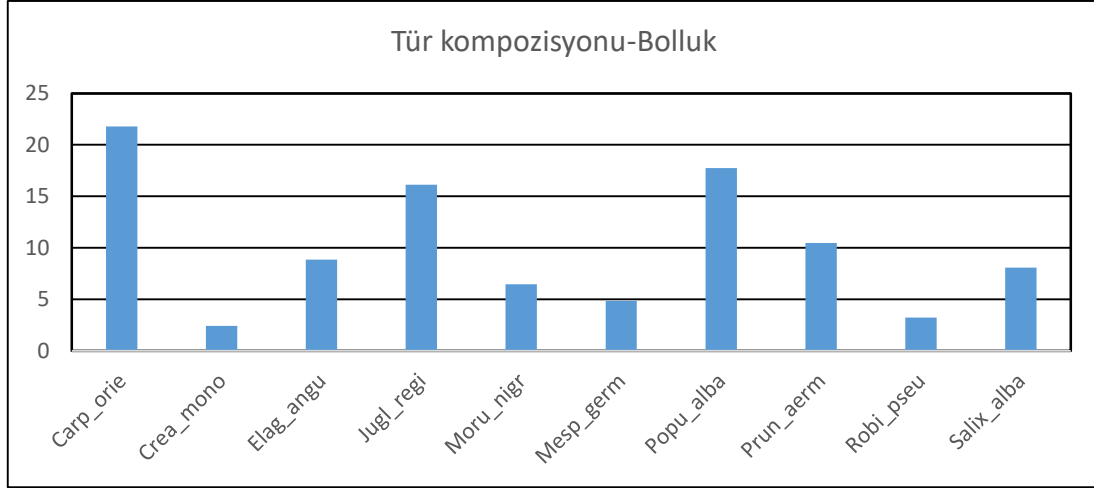
3.2. Ekolojik Analiz

Göreme Milli Parkındaki Epifitik karayosunlarının çeşitliliğini ve substrat seçimini belirlemek için 36 farklı ağaç gövdesi üzerindeki karayosunlarının kompozisyonu, çeşitlilik ve benzerlik indeksleri hesaplanmıştır. Biyolojik çeşitlilik indeksleri Whittaker (1960)'ın belirlediği tanımlara göre yapılmıştır ve özellikle substratlar arasındaki farklılıkları ortaya koymak için β -çeşitlilik indeksi kullanılmıştır. Karayosunları genellikle belirli bir substrata sadık olarak gelişirler ancak substratların

ekolojik koşulları zamana bağlı olarak değişebildiği için genellikle epifitik olan bir tür çevresel koşullara bağlı olarak epifitik davranış gösterebilir. Bu davranış makro iklim koşullarından daha çok mikrohabitat şartları tarafından belirlenmektedir. Araştırma alanındaki 10 farklı türe ait 36 ağaç gövdesindeki karayosunlarının kompozisyonu yüzde olarak hesaplandığında 22 takson (27 bolluk) ile *Carpinus orientalis* Mill. en fazla tür içeren ağaç türü olarak bulunmuştur (Şekil 4-5).



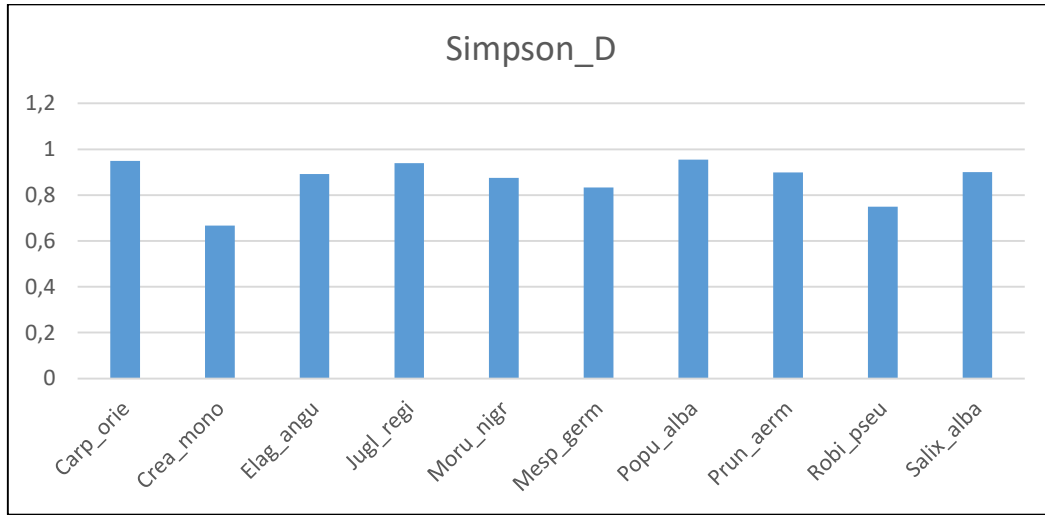
Şekil 4. Ağaçlara göre karayosunu kompozisyonu (%)



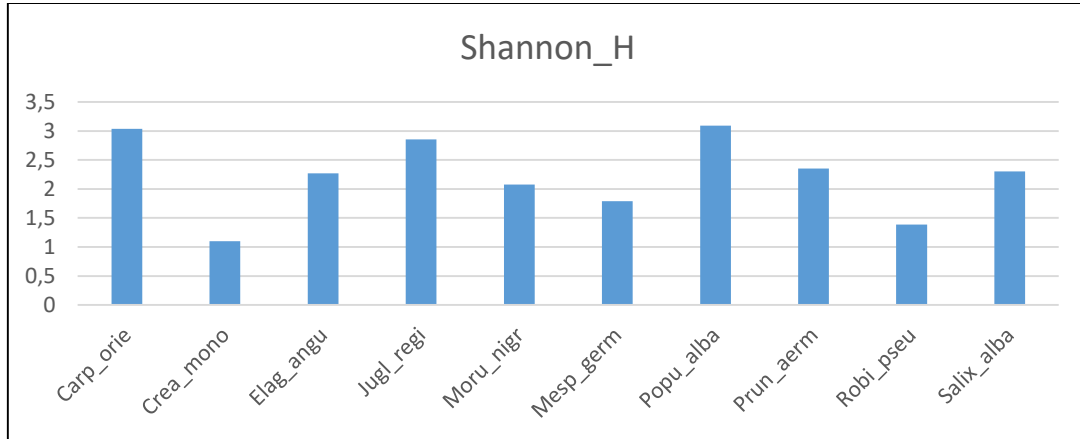
Şekil 5. Ağaçlardan toplanan karayosunu sayısı

Araştırma alanındaki tüm tür çeşitliliği pratikte gama çeşitliliği olarak ifade edilmekle ve tür zenginliği, Shannon indeksi veya Simpson indeksi gibi bir veya daha fazla çeşitlilik indeksi tarafından belirlenmektedir (Lande, 1996). Bu indeksler ile

etkin tür sayısına göre önem dereceleri (eşit derecede bol olan türler) belirlenebilmektedir. Çalışma alanında Shannon ve Simpson indekslerine göre *Populus alba* L. en önemli ağaç türü olarak belirlenmiştir (Şekil 6-7).



Şekil 6. Ağaçların Simpson çeşitlilik indeksi değerleri

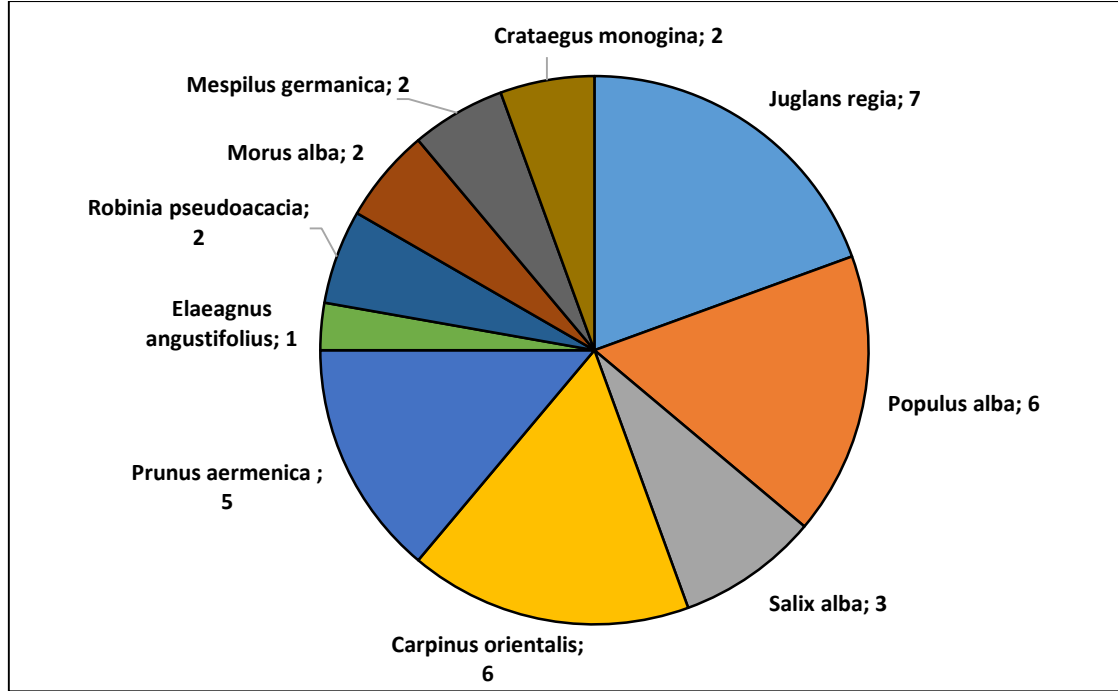


Şekil 7. Ağaçların Shannon çeşitlilik indeksi değerleri

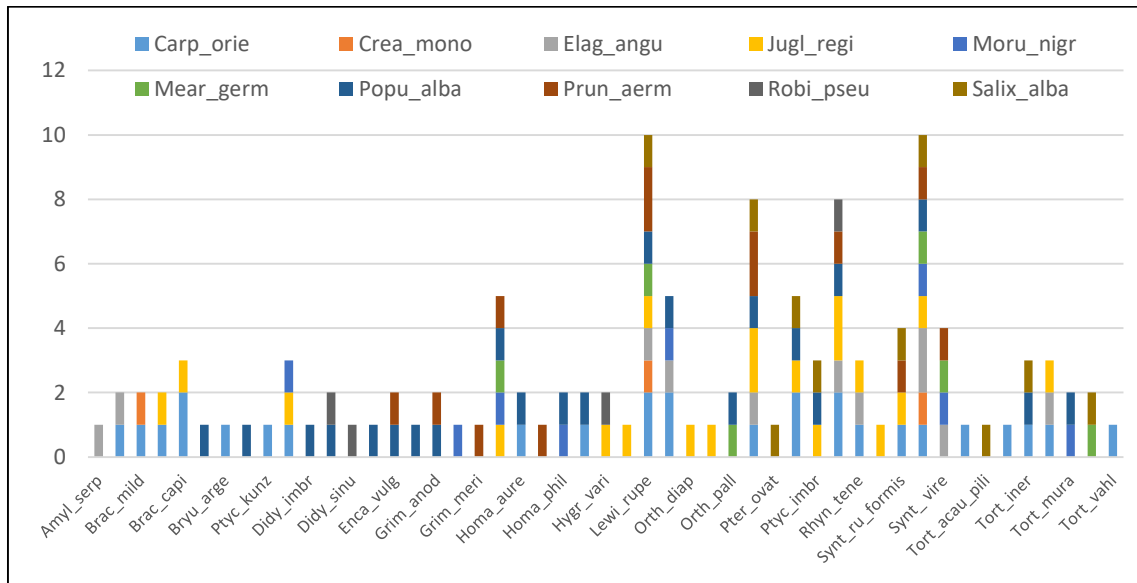
Göreme Milli Parkında 22 lokalitede 36 adet ağaç üzerinden örnek toplanmıştır. Plantasyon olan bu 36 ağaç içerisinde en fazla *Juglans regia* (7), *Populus alba* (6), *Carpinus orientalis* (6) ve *Prunus aermanica* (5) taksonları bulunmaktadır (Şekil 8).

Çalışma alanında 22 lokalitede yayılış gösteren 10 farklı ağaç türü üzerinden 49 karayosunu taksonu içerisinde *Lewinskya rupestris* (Schleich. ex Schwägr.) F.Lara, Garilleti & Goffinet ve

Syntrichia ruralis Weber & D.Mohr. taksonları 8 farklı ağaç türü üzerinde bulunmuştur. *Orthotrichum pumilum* Sw. ex anon. ve *Ptychostomum capillare* (Hedw.) Holyoak & N. Pedersen taksonları ise 6 farklı ağaç türü üzerinde tespit edilmiştir. Bu yüzden çalışma alanında epifitik flora için *Lewinskya rupestris* (Schleich. ex Schwägr.) F.Lara, Garilleti & Goffinet. ve *Syntrichia ruralis* Weber & D.Mohr. taksonları kozmopolitan olarak değerlendirilmiştir (Şekil 9).



Şekil 8. Çalışma alanındaki ağaçların sayısının taksonlara göre dağılışı



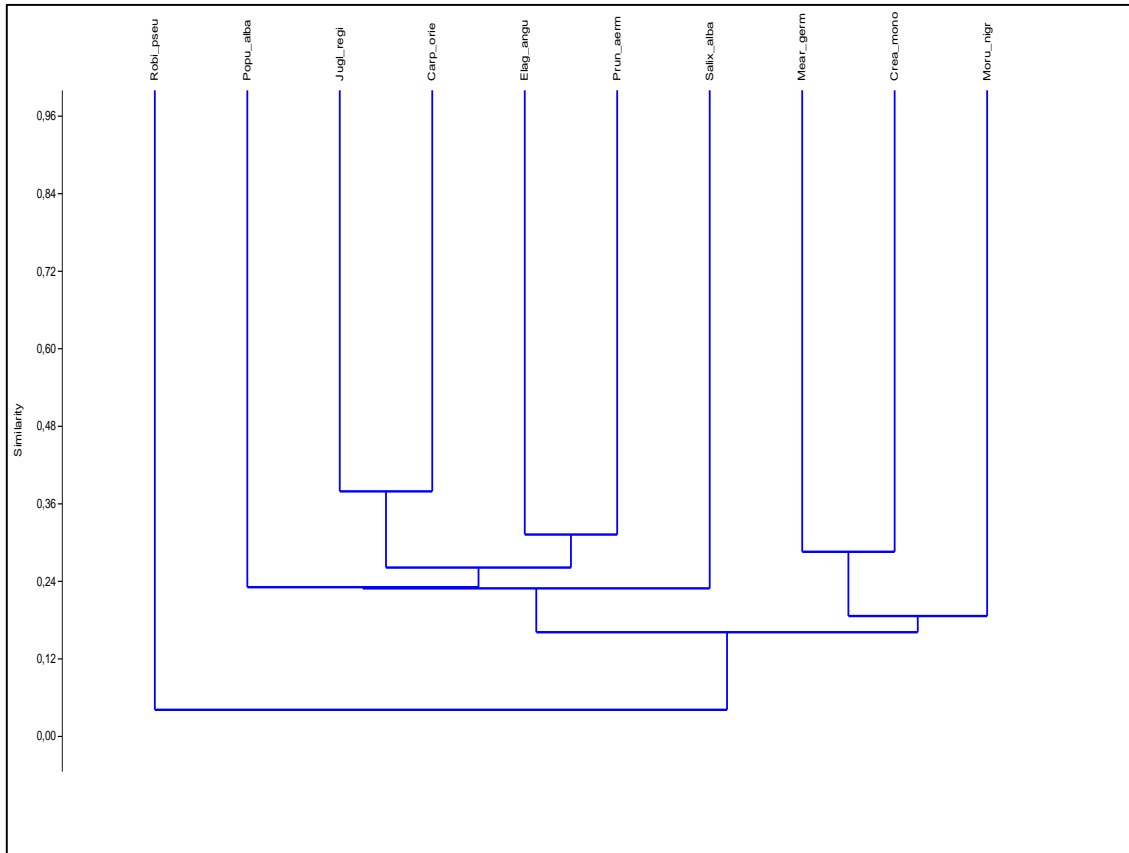
Şekil 9. Karayosunlarının ağaç türlerine göre dağılışı

Araştırma alanındaki ağaç türlerinin briyolojik çeşitliliğinin benzerliğini tespit etmek için Jaccard ve SED (Squared Euclidean distance) indeksleri hesaplanmış ve kümeleme analizleri yapılmıştır

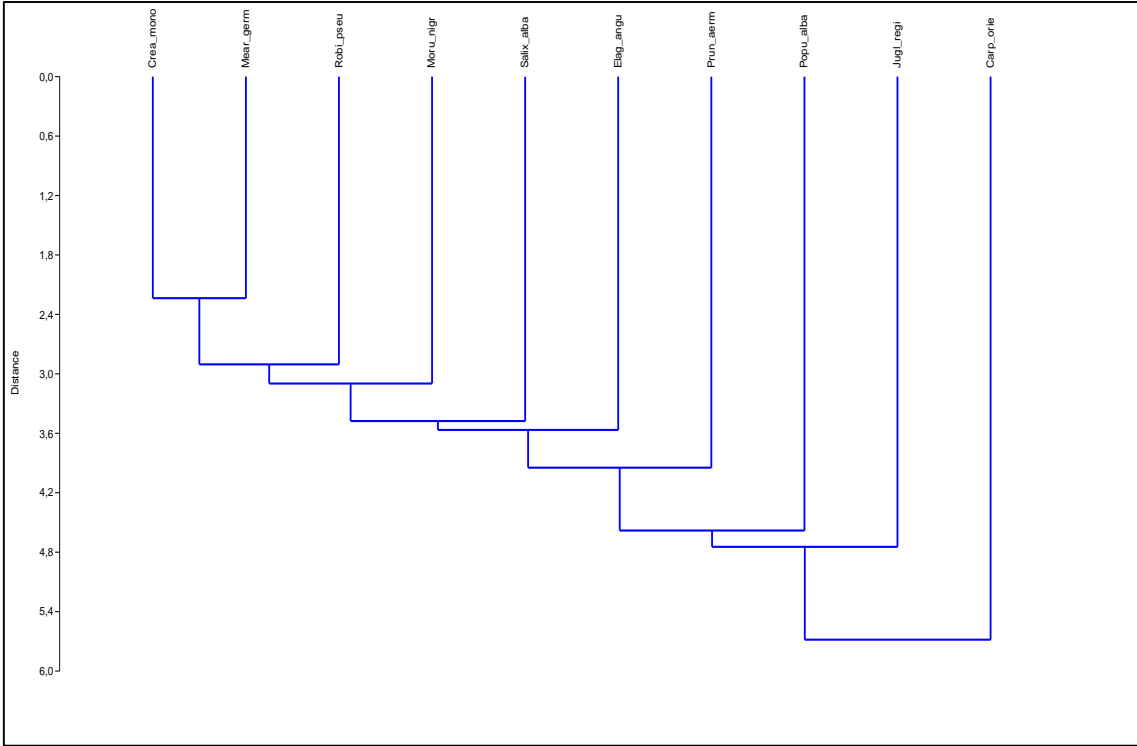
(Tablo 5). Böylelikle ağaçların üzerindeki epifitik karayosunu taksonlarının kısmi bolluğu, paylaşılan taksonlar ve ayırıcı taksonlar belirlenerek karşılaştırmalar yapılmıştır (Şekil 10-11).

Tablo 5. Benzerlik indisleri tablosu

| Euclidean | Carp_orie | Crea_mono | Elag_ang | Jugl_regi | Moru_nigr | Mesp_ger | Popu_alba | Prun_aerm | Robi_pseu | Salix_alba |
|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Carp_orie | 0 | 5,6569 | 5,099 | 5 | 6,0828 | 6,0828 | 5,7446 | 5,831 | 6,0828 | 5,5678 |
| Crea_mono | 5,6569 | 0 | 3,1623 | 4,7958 | 3 | 2,2361 | 4,5826 | 3,7417 | 2,6458 | 3 |
| Elag_ang | 5,099 | 3,1623 | 0 | 4,3589 | 3,6056 | 3,3166 | 4,7958 | 3,7417 | 3,873 | 3,873 |
| Jugl_regi | 5 | 4,7958 | 4,3589 | 0 | 5,099 | 4,899 | 5,2915 | 4,3589 | 4,6904 | 4,4721 |
| Moru_nigr | 6,0828 | 3 | 3,6056 | 5,099 | 0 | 2,8284 | 4,4721 | 4,3589 | 3,4641 | 4 |
| Mear_germ | 6,0828 | 2,2361 | 3,3166 | 4,899 | 2,8284 | 0 | 4,4721 | 3,6056 | 3,1623 | 3,1623 |
| Popu_alba | 5,7446 | 4,5826 | 4,7958 | 5,2915 | 4,4721 | 4,4721 | 0 | 4,5826 | 4,6904 | 4,4721 |
| Prun_aerm | 5,831 | 3,7417 | 3,7417 | 4,3589 | 4,3589 | 3,6056 | 4,5826 | 0 | 4,3589 | 3,873 |
| Robi_pseu | 6,0828 | 2,6458 | 3,873 | 4,6904 | 3,4641 | 3,1623 | 4,6904 | 4,3589 | 0 | 3,7417 |
| Salix_alba | 5,5678 | 3 | 3,873 | 4,4721 | 4 | 3,1623 | 4,4721 | 3,873 | 3,7417 | 0 |
| Jaccard | Carp_orie | Crea_mono | Elag_ang | Jugl_regi | Moru_nigr | Mesp_ger | Popu_alba | Prun_aerm | Robi_pseu | Salix_alba |
| Carp_orie | 1 | 0,13636 | 0,33333 | 0,37931 | 0,11111 | 0,076923 | 0,25714 | 0,17857 | 0,04 | 0,23077 |
| Crea_mono | 0,13636 | 1 | 0,18182 | 0,10526 | 0,1 | 0,28571 | 0,086957 | 0,16667 | 0 | 0,18182 |
| Elag_ang | 0,33333 | 0,18182 | 1 | 0,27273 | 0,2 | 0,23077 | 0,18519 | 0,3125 | 0,076923 | 0,17647 |
| Jugl_regi | 0,37931 | 0,10526 | 0,27273 | 1 | 0,13043 | 0,14286 | 0,21212 | 0,26087 | 0,1 | 0,27273 |
| Moru_nigr | 0,11111 | 0,1 | 0,2 | 0,13043 | 1 | 0,27273 | 0,2 | 0,1875 | 0 | 0,058824 |
| Mear_germ | 0,076923 | 0,28571 | 0,23077 | 0,14286 | 0,27273 | 1 | 0,16667 | 0,30769 | 0 | 0,23077 |
| Popu_alba | 0,25714 | 0,086957 | 0,18519 | 0,21212 | 0,2 | 0,16667 | 1 | 0,26923 | 0,083333 | 0,23077 |
| Prun_aerm | 0,17857 | 0,16667 | 0,3125 | 0,26087 | 0,1875 | 0,30769 | 0,26923 | 1 | 0,071429 | 0,23529 |
| Robi_pseu | 0,04 | 0 | 0,076923 | 0,1 | 0 | 0 | 0,083333 | 0,071429 | 1 | 0 |
| Salix_alba | 0,23077 | 0,18182 | 0,17647 | 0,27273 | 0,058824 | 0,23077 | 0,23077 | 0,23529 | 0 | 1 |



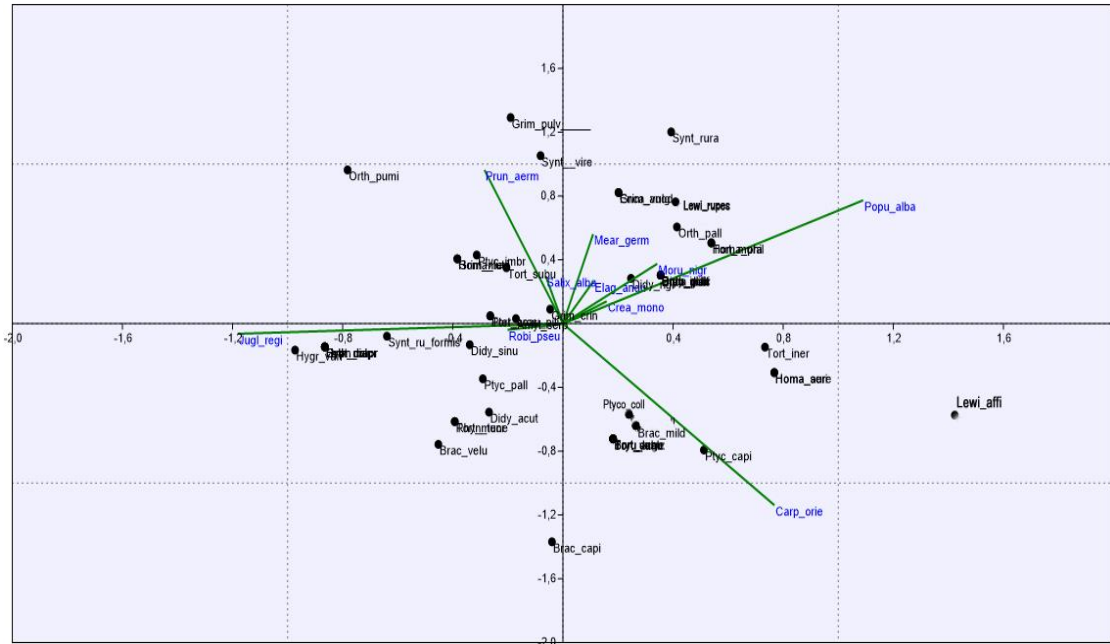
Şekil 10. Ağaçların briyolojik çeşitliliğinin Jaccard benzerlik indeksine göre kümeleme analizi



Şekil 11. Ağacların bryolojik çeşitliliğinin SED benzerlik indeksine göre kümeleme analizi

Karayosunlarının çevre ilişkilerinin nicel analizi ışık yoğunluğu, hava sıcaklığı ve bağıl nem gibi karmaşık bir dizi faktörden etkilendiği bilinmektedir. Epifitik karayosunlarında mikro iklim özellikleri karayosunu topluluklarının çeşitlilik ve tür kompozisyonundaki farklılıkların en

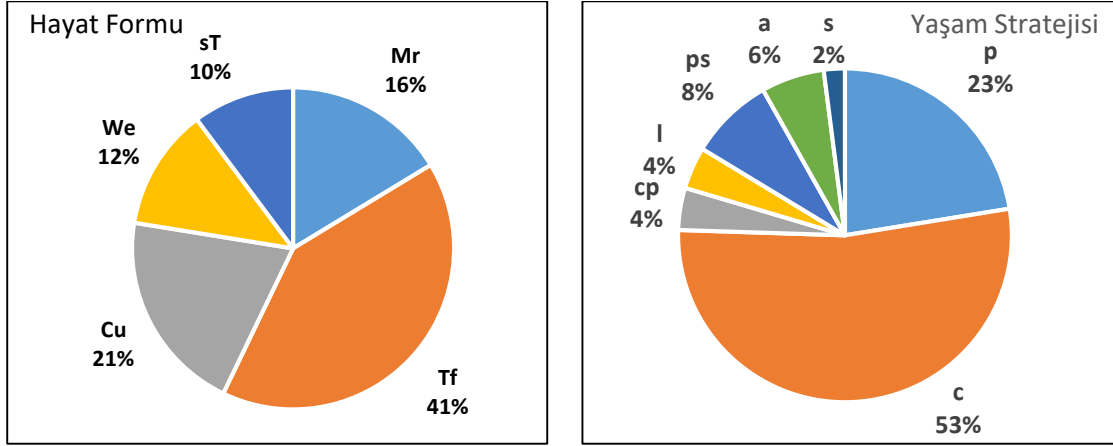
önemli nedenidir. Bu gösterebilmek için çok değişkenli analitik araç olan PCA kullanılmıştır. PCA ile iki boyutlu dağılım grafiği ağaç türlerine göre çizilerek epifitik karayosunlarının sınıflandırması yapılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Ağacların bryolojik çeşitliliğinin SED benzerlik indeksine göre kümeleme analizi

3.3. Hayat Formu ve Yaşam Stratejisi

Flora çalışmalarında familya yüzdeleri yanında hayat formu ve yaşam stratejisi değerleri alanın iklimi ve kuraklık düzeyi hakkında bilgi



Şekil 13. Hayat formu ve yaşam stratejisi grafikleri

4. Tartışma ve Sonuç

Ekolojide, alfa çeşitliliğin (α -çeşitlilik) ve beta çeşitliliğin (β -çeşitlilik) toplamı olan gama çeşitliliği (γ -çeşitliliği), bir alandaki toplam tür çeşitliliği olarak kabul edilir. Yerel ölçekteki alanlarda veya habitatlardaki ortalama tür çeşitliliği (α) ve bu habitatlar arasındaki farklı türlerin çeşitliliği (β) ekolojik açıdan önemli bilgiler içermektedir (Whittaker, 1960). Çalışma alanında 36 (10 takson) ağaç gövdesi üzerinden 8 familyaya ait 49 takson karayosunu örneği bulunmuştur (Tablo 2). Bu taksonlar arasında 5 tanesi obligat epifit olarak belirlenmiştir (*Lewinskya affinis*, *Orthotrichum diaphanum*, *O. macrocephalum*, *O. pallens* ve *O. pumilum*). Epifitik floranın %10'na denk gelen bu sayı epifitik habitatların epifitik karayosunları açısından olumsuz yönde değişim oranını da temsil etmektedir. Çalışma alanındaki 36 adet ağaç bireyi derin vadi içlerinde yayılış göstermektedir (Tablo 1 ve Şekil 2) ve insanlar tarafından sonradan bahçecilik faaliyetleri sırasında yetiştirilmiş (plantasyon) ağaçlardır (Şekil 8). Epifitik habitatların %90 oranında bozulmuş olmasının nedeni, çalışma alanının korumasına rağmen binlerce yıldır antropojenik baskı altında kalmasına bağlanabilir. Ayrıca Shannon ve Simpson indekslerine göre (Şekil 6-7) *Carpinus orientalis*, *Juglans regia* ve *Populus alba* ağaçlarında çeşitliliğin yüksek çıkması ve *Lewinskya rupestris* ve *Syntrichia ruralis* gibi epifitik taksonların epifitik florada geniş yayılışa sahip olması (Şekil 9) sekonder süksesyon sonrası oluşan klimaksın da bozulduğunu göstermektedir.

Habitatların farklılaşması sonucu oluşan Beta çeşitlilik habitatlar arasındaki biyolojik çeşitliliğin

vermektedir. Çalışma alanı için hazırlanan bu grafikler incelendiğinde alanda kserofitik karakterli habitatların hakim olduğu görülmektedir (Şekil 13).

bir ölçüsüdür ve bölgesel düzeyde Gama çeşitliliği artırmaktadır (Whittaker, 1972; Magurran, 1988; Mumby, 2001). Epifitik floradaki çeşitliliğin farklılıklarını istatistiksel olarak gösterebilmek için Jaccard ve SED indeksleri hesaplanmış (Tablo 5) ve kümeleme analizleri yapılmıştır (Şekil 10-11). Bu analizlere göre *Juglans regia*, *Populus alba* ve *Carpinus orientalis* ağaçlarının benzer floraya sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni her üçünün de geniş gövde çaplı ve yaşlı ağaçlar olmasına bağlanabilir.

Biyolojik çeşitliliği hangi kuvvetlerin yarattığı ve sürdürdüğü hakkında birçok teori vardır. Bu hipotezlerden bazıları, biyolojik çeşitlilik ve habitat çeşitliliği arasındaki ilişkileri anlamakla ilgilidir (Shmida ve Wilson, 1985). Bu hipotezlerden biri olan Habitat Heterojenliği hipotezi ağaçlar üzerindeki karayosunu çeşitliliğini kısmen açıklayabilir. Ancak, tüm gücünü gösterebilmesi için süksesyonun klimaks aşamada olmasına ihtiyaç duyar. Ancak çalışma alanında da olduğu gibi doğallığı kaybetmiş çeşitliliğin yüksek olduğu alanlar için "ekoton bölge hipotezi" daha doğru sonuçlar verebilir (Connell, 1978). Bitki örtüsü çevre ilişkilerinin nicel analizi için epifitik briyofitlerin dağılımlarının, ışık yoğunluğu, hava sıcaklığı ve bağıl nem gibi yükseklik ile ilgili karmaşık bir dizi faktörden etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle çalışma alanında karayosunlarının substrat olarak hangi ağaç türlerini daha çok tercih ettiğini açıklamak için ekoton bölge hipotezi tercih edilmiştir. Bunu nicel hale getirebilmek içinde çok değişkenli analitik araç olan PCA kullanılmıştır (Şekil 12). Orijine obligat epifitik türleri yaklaştıracak şekilde aksisleri

belirlenen PCA analizlerinde çalışma alanında karayosunları ışık ve ağaç yaşına bağlı olarak *Juglans regia*, *Populus alba* ve *Carpinus orientalis* gibi ağaç türlerini daha çok tercih ettikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışma alanında ceviz ağacının sayısı gürgen ve kavak ağacına göre daha fazla olmasına rağmen (Şekil 8) gürgen ve kavak ağacındaki briyoçeşitlilik daha yüksek çıkmıştır (Şekil 6-7). Bu duruma çalışma alanındaki ceviz ağaçlarının daha genç olmaları ve daha pürüzsüz gövde yapısına sahip olmaları neden olmuştur.

Hem iklimsel hem de jeolojik özelliklerinden dolayı Kapadokya bölgesinde yayılış gösteren epifitik karayosunları özel adaptasyonlara sahiptir. Araştırma alanında özellikle Gomed, Üzengi, Güvercinlik Vadilerinde nemli habitatlar yer almasına rağmen, alanın genelinde özellikle de karasal açıklıkları ve kayalık yamaçlarda büyük çoğunlukla kurak habitatlar hakim durumdadır. Karayosunlarının epifitik habitatlardaki varlığı makro iklimden daha çok mikro habitatın özelliklerine bağlıdır (Kürschner, 1999). Ancak genel flora içerisindeki karayosunlarının hayat formları, yaşam stratejileri ve familya oranları makro iklimin bir yansımasıdır. Çalışma alanından elde edilen sonuçlar da bu teoriyi doğrular niteliktedir.

Teşekkür: Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun 119Z205 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Not: Bu çalışma "Kapadokya-Göreme Milli Parkı'nın Briyofit Vegetasyonunun Araştırılması" adlı tezin bir parçasını oluşturmaktadır.

Kaynaklar

- Baguion N.T. Merioles M.T. Alvarez E. Castillo RR. 2008. Principal component analysis in detecting site quality, habitats and bioinvasiveness. *J. Nature Studies*. 7:2, 97-105.
- Batan N. Özdemir T. Saralioğlu E. Akçay N. Mendil D. 2021. Determination of Heavy Metal Levels in Some Moss Samples Collected from Near the Highways in Burdur Province. *Anatolian Bryology*. 7:1, 33-43.
- Connell J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*. 199: 1302-1310.
- Çatak U. Kırmacı M. 2020. Epiphytic Bryophyte Flora of *Liquidambar orientalis* Forests. *Anatolian Bryology*. 6:2, 70-77.
- Dierssen K. 2001. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. - *Bryophytorum Bibl*. 56:1.

- During H.J. 1992. Bryophytes and Lichens in a Changing Environment, Ecological Classification of Bryophytes and Lichens. Editörleri, J.W. Bates, and H.M. Farmer, Oxford Science Publications, Oxford.
- Ezer T. Seyli T. Bozdoğan Ş.G. Kara R. 2013. Briyofitlerin Ağaç Tercihlerine Göre Dağılımı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 6: 188-191.
- Hammer Ø. Harper D.A.T. Ryan P.D. 2001 Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4:1, 4-9.
- Herrera-Paniagua P. Martinez M. Hernández-Sandoval L. García-Franco J. 2017. Epiphytic Mosses in the Humid Mountain Forests of the Sierra Madre Oriental, Mexico-Species Richness, Rarity and Composition. *Cryptogamie, Bryologie*. 38:2, 171-190.
- Hill, MO. Preston, C.D. Bosanquet S.D.S. Roy D.B. 2007. Bryoatt, Attributes of British and Irish Mosses, Liverworts and Hornworts with Information on Native Status, Size, Life Form, Life History, Geography and Habitat. NERC Copyright, Norwich.
- 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. Bell D. Bell N.E. Blom H.H. Bruggeman-Nannenga M.A. Brugués M. Enroth J. Flatberg K.I. Garilleti R. Hedenäs L. Holyoak D.T. Hugonnot V. Kariyawasam I. Köckinger H. Kučera J. Lara F. Porley R.D. 2020. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology*. 42:1, 1-116.
- Johnson R.A. Wicern D.W. 1982. Applied Multivariate Statistical Analysis. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall. Inc.
- Kürschner H. 1999. Life strategies of epiphytic bryophytes in Mediterranean Pinus woodlands and *Platanus orientalis* alluvial forests of Turkey. *Cryptogamie Bryologie*. 20:1, 17-33.
- Kürschner H. Frey W. 2020. Liverworts, mosses and hornworts of Southwest Asia (Marchantiophyta, Anthocerotophyta, Bryophyta). *Nova Hedwigia*. 149: 1-267.
- Lande R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*. 76: 5-13.
- Lewinsky J. 1993. A synopsis of the genus *Orthotrichum* Hedw. (Musci, Orthotrichaceae). *Bryobrothera*. 2: 1-59.
- León-vargas Y. Engwald E. Proctor MCF. 2006. Microclimate, light adaptation and desiccation tolerance of epiphytic

- bryophytes in two Venezuelan cloud forest. *Journal of biogeography*. 33, 901-979.
- Magurran A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
- Mumby P.J. 2001. Beta and habitat diversity in marine systems: a new approach to measurement, scaling and interpretation. *Oecologia* 128, 274-280.
- Shmida A. Wilson MV. 1985. Biological Determinants of Species Diversity, *Journal of Biogeography*, 12:1, 1-20.
- Smith A.J.E. 2004. *The Moss Flora of Britain and Ireland*. Cambridge University Press. London.
- Söderström L. Doring H.J. 2005. Bryophyte rarity viewed from the perspectives of life history strategy and metapopulation Dynamics. *Journal of bryology*. 27: 261-268.
- Shannon CE. Weaver W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication* University of Illinois Press. Urbana. IL.
- URL1. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. 2021. Website: <https://tanitma.ktb.gov.tr/TR22783/kapadokya.html>. [Erişim: 26 Nisan 2021].
- URL 2. Gez Gez İnsanı Blog. 2018. Website: <https://www.gezgezinsani.com/kapadokya-cografyasi/>. [Erişim: 28 Nisan 2021].
- URL3. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. 2021. Website: <https://kvmgm.ktb.gov.tr/TR-44433/goreme-milli-parki-ve-kapadokya-nevsehir.html>. [Erişim: 04 Mayıs 2021].
- Williams W.T. Lambert J.M. 1966. Multivariate Methods in Plant Ecology: V. Similarity Analyses and Information-Analysis. *The Journal of Ecology*. 54:2, 427-445.
- Whittaker R.H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*. 30: 279-338.
- Whittaker R.H. 1972. Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon*. 21:2-3, 213-251.
- 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. Engels P. Sotiaux A. 2004. Trends in diversity and abundance of obligate epiphytic bryophytes in a highly managed landscape. *Ecography*. 27: 567-576.
- Zander R.H. 1993. Genera of the Pottiaceae: Mosses of Harsh Environments. *Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences*, Vol. 32, Buffalo, USA.



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

DOI: 10.26672.anatolianbryology.978096

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



Syntrichia ruraliformis (Besch.) Mans., *Hypnum andoi* A.J.E.Sm. ve *Platyhypnidium riparioides* Dixon Etanol Ekstraktlarının HCT116 Hücre Canlılığı Üzerindeki Etkilerinin Spektroskopik Açından İncelenmesi

Hilal ZENGİN KÖKSAL¹ , Dilşad ÖZERKAN^{2*} , Ergin Murat ALTUNER³ , Kerem CANLI⁴ 

¹ Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, TÜRKİYE

² İstinye Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, İstanbul, TÜRKİYE

³ Kastamonu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kastamonu, TÜRKİYE

⁴ Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

Received: 03 August 2021

Revised: 01 September 2021

Accepted: 08 September 2021

Öz

Kolon kanseri neredeyse her yıl bir milyondan fazla yeni tanılarla ortaya koyulduğu ve dünyada en sık rastlanan üçüncü kanser türüdür. Her yaş grubunda görülebildiği gibi kalıtsal kökenli değildir. Bu veriler göz önüne alındığında kanserin tedavisi için yeni ilaç kombinasyonlarının araştırılması önemli bir ihtiyaçtır. Bu çalışmada, anti-kanser aktivitesi bilinmeyen *Syntrichia ruraliformis* (Besch.) Mans., *Hypnum andoi* A.J.E.Sm, *Platyhypnidium riparioides* Dixon karayosunu türlerinden elde edilen ekstraktlarının HCT116 kolon kanser hücre hatlarına karşı etkileri değerlendirilmiştir. Karayosunu türlerinin etil alkol çözücüsünde elde edilen ekstraktlarından, DMSO ile stok solüsyonlar hazırlanarak, çeşitli konsantrasyonlarda sitotoksite test (MTT) deneyleri yapılmıştır. HCT116 serisinde bulunan tüm karayosunu türlerinin IC₅₀ değerlerine göre belirlenen dozlar aynı şekilde mezenkimal kök hücrelere (MKH) uygulanmıştır. Ayrıca, Fourier transform kızılötesi (FTIR) spektroskopisi üç karayosununa maruz kalan kanser hücrelerini analiz etmek için kullanılmıştır. Sonuç olarak, karayosunu türlerinin HCT116 kolorektal kanser hücre hattına karşı yüksek oranda antiproliferatif etki gösterdiği, bunun aksine MKH hücrelerinde letal olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, FTIR spektrumu ile elde edilen sonuçların tüm hücre proliferasyonu verileriyle paralel seyrettiği moleküler düzeyde de belirlenmiştir. Tüm sonuçların ışığında bu karayosunu türlerinin, biyoaktif bileşenleri belirlendiği takdirde, potansiyel kanser ilacı olma özelliğine sahip olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Bryofit, anti-proliferatif, kolorektal kanser, FTIR

Spectroscopic Investigation of the Effects of *Syntrichia ruraliformis* (Besch.) Mans., *Hypnum andoi* A.J.E.Sm. and *Platyhypnidium riparioides* Dixon Ethanol Extracts on HCT116 Cell Viability

Abstract

Colon cancer is the third most common type of cancer in the world, with more than a million new diagnoses every year. As can be seen in all age groups, it is not inherited. Considering these data, it is an important need to research new drug combinations for the treatment of cancer. In this study, the effects of extracts obtained from *Syntrichia ruraliformis* (Besch.) Mans., *Hypnum andoi* A.J.E.Sm, *Platyhypnidium riparioides* Dixon bryophyte species with unknown anticancer activity against HCT116 colon cancer cell lines were evaluated. Cytotoxicity test (MTT) experiments were performed at various concentrations by preparing stock solutions with DMSO from extracts of moss species obtained in ethyl alcohol solvent. The doses determined according to the IC₅₀ values of all moss species in the HCT116 series were applied to the mesenchymal stem cells (MSCs) in the same way. In addition, Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy was used to analyze cancer cells exposed to three mosses. As a result, it was determined that moss species showed a high antiproliferative effect against HCT116 colorectal cancer cell line, but on the contrary, it was not lethal in MSC cells. In addition, it was determined at the molecular level that the results obtained with the FTIR spectrum were parallel to the cell proliferation data. In the light of all the results, these Bryophyte species are considered to be potential cancer drugs if their bioactive components are determined.

Key words Bryophyte, ant-proliferative, colorectal cancer, FTIR

* Corresponding author: dilsadokan@gmail.com

© 2021 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Köksal H.Z. Özerkan D. Altuner E.M. Canlı K. 2021. *Syntrichia ruraliformis* (Besch.) Mans., *Hypnum andoi* A.J.E.Sm. ve *Platyhypnidium riparioides* Dixon Etanol Ekstraktlarının HCT116 Hücre Canlılığı Üzerindeki Etkilerinin Spektroskopik Açından İncelenmesi. *Anatolian Bryology*. 7:2, 109-118.



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

1. Giriş

Kolorektal kanser (KRK), kadınlarda ve erkeklerde benzer insidans oranıyla küresel olarak en yaygın kanserlerden biridir. Geniş bir morbidite ve mortalite oranıyla dünya çapında her yıl, bir milyondan fazla yeni KRK vakası teşhis edilmektedir. Kolon kanseri çoğunluğu sporadik olarak görülmeyle beraber kalıtsal mutasyon belirlenmemiştir. Epitel hücrelerde gerçekleşen genetik-epigenetik değişikliklerden kaynaklandığı gibi, tümör stroma ilişkisinin ve tümörün bulunduğu mikroçevrenin, tümöre karşı meydana gelen immün yanıtın, kolon kanseri patogeneğinde önemli bir yer tuttuğu da bilinmektedir (McLean ve ark., 2011; Parizadeh ve ark., 2019).

Karayosunları evrimsel olarak bakıldığında, mantarlardan ve alglerden daha gelişmiş, çiçekli bitkilerden ve eğreltilerden daha ilkel canlılardır. Karasal bitki topluluğunun en büyük ikinci grubunu oluşturmaktadır. Ekosistemin önemli bir parçası olan bryofitlerin, potansiyelini belirlemeye yönelik çalışmalar Türkiye’de giderek artmaktadır. Güneydoğu Anadolu, bryofitler açısından en çok araştırılan bölgeler arasında olmasına rağmen, hala bryofitler için araştırılması gereken birçok alan vardır (Mezaka ve Znotina, 2006; Mezaka ve ark., 2008; Başer, 2016, Dikmen ve Keçeli, 2017; Erdağ ve Kürschner, 2017; Kırmacı ve Ağcagil, 2018). Yapılarında bulunan oligosakkaritler, polisakkaritler, aminoasitler, yağ asitleri, aromatik ve fenolik bileşikler gibi kendine özgü kimyasal bileşenleri sayesinde antikanser aktivesine sahip oldukları bilinmektedir (Singh ve Srivastava, 2013).

Karayosunlarına ait birçok çalışma söz konusu olmakla birlikte, kanser üzerine etkileri hakkında araştırılması gereken oldukça geniş bir alan vardır. Biyolojik olarak aktif kimyasalların belirlenmesi için, Ulusal Kanser Enstitüsü’nün bryofit kayıtları incelenmiştir. Buna göre, 1977’de Maryland’den bir yosun özü, KB (Oro-laringal Skuamöz Karsinoma) hücre kültüründe sitotoksikite göstermiştir. Fakat 1980’e kadar bryofitlerde antitümör etkisi keşfedilememiştir. Bu yüzden 1980-1981 yılları arasında bryofitlerin toplanması, taranması ve üzerine çalışmalar yapılması daha da artmıştır (Spjut ve ark., 1986).

Yapılan bir bryofit tarama çalışmasında 43 türün aktif olduğu, 75 türün fareler için toksik olduğu antitümör ajanlar için birçok türün bulunduğu tespit edilmiştir. *Brachytheciaceae*, *Hypnaceae* familyalarının en fazla aktivite gösterdiği gözlenmiştir. En eski kara bitkileri olarak kabul edilen bryofitler, farklı stres türlerine karşı mücadele etmek için bir dizi ikincil metabolit sentezlerler. Bu fitokimyasalların varlığından

dolayı enfeksiyon, yıpranma, radyasyon, sıcaklık, tuzluluk dalgalanmaları ile başa çıkabilirler (Dey ve Mukherjee, 2015). Hem dünyada hem Türkiye’de oldukça zengin floraya sahip karayosunlarının antikanser çalışmaları yetersiz kalmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada, *Syntrichia ruraliformis*, *Hypnum andoi* ve *Platyhypnidium riparioides* türü karayosunlarının etil alkol ekstraktlarının, HCT116 kolorektal kanser hücre proliferasyonuna ve moleküler değişikliklere etkisinin spektroskopik açıdan incelenmesi hedeflenmiştir.

2. Gereç ve Yöntemler

2.1 Karayosunu Türleri Ekstraksiyonu

Çalışmada *S. ruraliformis* (K1), *H. andoi* (K2) ve *P. riparioides* (K3) karayosunu türleri için diğer çözücü maddelere kıyasla, düşük sıcaklıkta vakum altında kolay buharlaştırılabilmesi ve polaritesi göz önünde bulundurularak etil alkol çözücüsü kullanılmıştır. Ekstraksiyon sırasında her üç karayosunu havanda toz haline getirilmiştir. 0,5 gr karayosunu hassas terazide tartılarak üzerlerine 50 ml %99,9 saflıkta etanol eklenmiştir. 130 rpm’de orbital çalkalayıcının (WiseShake, Kore) üzerine koyularak, bir hafta süreyle karıştırılmaya bırakılmıştır. Süre sonunda ekstraktlar çalkalayıcıdan alınarak Whatman No:1 filtre kağıdından süzülüş ve etil alkol ekstraktlarından döner buharlaştırıcıda (Heidolph) vakum altında 130-150 rpm, 40-45°C’de çözücü maddenin uzaklaştırılması sağlanmıştır (Yetgin ve ark. 2018). Çözücünün buharlaştığı balon içerisinde kalan karayosunları kazılarak ependorf bir tüp içine alınmıştır.

2.2 Kolorektal Karsinoma Hücre Serisinin Hazırlanması

Çalışmada insan kolorektal karsinoma (ATCC) hücre hatları olan HCT116 kullanılmıştır. Hücreler T75 kültür kapları içerisine alınarak üzerine %10 FBS ve %1 penisilin-streptomisin içeren DMEM koyulmuştur. 37°C, %5 CO₂ içeren inkübatöre hücrelerin çoğalması ve farklılaşması için kaldırılmıştır. Etil alkol ekstraktlarının stok çözeltileri DMSO (5mg/mL) ile hazırlanmıştır. Stok çözeltiler istenilen konsantrasyonlarda besi yeri ile seyreltilerek doz ayarlaması yapılmıştır. Üç karayosunu türü için belirlenen konsantrasyon aralığı Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. K1, K2, K3 karayosunu türlerine uygulanan doz konsantrasyonları

| Karayosunu Türleri | Belirlenen Konsantrasyon (µg/mL) |
|--------------------|----------------------------------|
| | K1, K2, K3 |

T75 kültür kapları içerisindeki hücreler %80 doluluğa ulaştığında, hücrelere farklı konsantrasyonlarda etil alkol çözütüsü ile hazırlanmış K1, K2, K3 ekstraları uygulanmıştır. Hücrelerde meydana gelen sitotoksik etki MTT (3-(4,5-dimetiltiyazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolium bromid) yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Oluşan formazan çözülerek 570 nm dalga boyunda multimode mikropkaka (BioTek, ABD) okuyucuda absorbanları ölçülmüştür. Canlı hücrelerin yüzdesi hesaplanırken Eşitlik 1'de ki denklem kullanılmıştır. Yaşayan hücreler% = $\frac{\sum \text{Boyanmamış hücreler}}{\sum \text{Hücreler}} \times 100$

Her kuyucuk için 1000 hücre olacak şekilde 96'lık kuyucuklar içerisine hücre ekimi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin ardından hazırlanan karayosunu ekstralarına ait dozlardan 10 µl alınarak kuyucuklara uygulanmış ve 37°C, %5 CO₂ içeren inkübatörde 72 saat bekletilmiştir. Süre sonunda 96'lı plaka içerisindeki her kuyucuğa 10 µl MTT reaktifi koyularak 4 saat 37°C, %5 CO₂ içeren inkübatörde bekletilmiştir ve mikropkaka (BioTek, ABD) okuyucuda 570 nm dalga boyunda absorbanları ölçülmüştür. MTT analizlerinin sonucunda doz/cevap eğrileri hazırlanarak, bileşiklerin IC₅₀ değeri (hücrelerin %50'sinin büyümesini inhibe eden konsantrasyon) hesaplanıp bu parametreye göre ekstraktın etkinlikleri karşılaştırılmıştır. DMSO ve etil alkol negatif kontrol olarak kullanılmıştır. Bu kontroller, hücrenin hayatta kalması üzerindeki etkiyi belirlemek için 96'lı plakalara ayrı gruplar halinde eklenmiştir. Graphpad Prism 9.1.0 programı kullanılarak bileşiklerin IC₅₀ değeri hesaplanmıştır ve bu parametreye göre ekstraktın etkinlikleri karşılaştırılmıştır (Özerkan ve ark. 2021).

2.3 Mezenkimal Kök Hücre Serisinin Hazırlanması

Kullanılan hücreler KÜ-HADYEK 2018-10 Etik Kurul İzni ile hazırlanan MKH hattının P6 aşamasındaki hücreler olup, Kastamonu Üniversitesi Deney Hayvanları Yerel Etik Kurulu'nun 25.03.2021 tarihli 2 sayılı toplantısının 12 sayılı kararı ile kullanılması için etik kurul onayı gerekmediği ayrıca onaylanmıştır.

%80 doluluğa ulaşan mezenkimal kök hücrelere (MKH) tripsinizasyon işlemi uygulanarak her kuyucuk için 1000 hücre olacak şekilde 96'lık kuyucuklara hücre ekimi gerçekleştirilmiştir. Kuyucuklara %10 FBS ve %1 penisilin-streptomisin içeren α-MEM eklendi. Hücrelerin yüzeye yapışması için bir gece 37°C, %5 CO₂ ve %90 nem içeren inkübatörde bekletilmiştir. Süre sonunda her bir kuyucuktan 25 µL besiyeri

çekilerek, kuyucuklara hazırlanan karayosunu ekstraktlarına ait dozlardan 25 µL eklenmiştir. Hücreler inkübatöre kaldırılarak 72 saat bekletilmiştir. Süre sonunda kuyucuklardaki sıvı kısım tamamen çekilerek 225 µL, penisilin-streptomisin içeren α-MEM eklenmiştir. Üzerine 25 µL MTT reaktifi eklenerek 4 saat 37°C, %5 CO₂ içeren inkübatörde bekletilmiştir. Süre sonunda kuyucuklardaki sıvı tamamen çekilerek atılmış ve kuyucuklara 250 µL isopropil alkol koyularak oluşan formazan çözümüştür. Steril haldeki farklı bir 96'lık plaka içerisine kontrol, örnek ve kör çözümlerinden 200 µL koyularak multimode mikropkaka (BioTek, ABD) okuyucuda 570 nm dalga boyunda, kuyucukların absorbanları ölçülmüştür (Emin ve ark. 2020).

2.4 İstatiksel Analiz

Deneylerin sonuçları tek yönlü ANOVA tarafından Graphpad Prism 9.1.0 programı kullanılarak çoklu karşılaştırma testi ile istatistiki yönden analiz edilmiştir. Kontrol grubu ortalamasına karşı diğer grupların ortalamalarının karşılaştırılması Dunnett testi ile gerçekleştirilmiştir. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Sonuçlar ortalama ± SEM olarak verilmiştir.

2.5 FTIR Analizi İçin Numune Hazırlanması

FTIR analizi sadece karayosunu türlerinin önceden belirlenen IC₅₀ konsantrasyonları kullanılarak yapılmıştır. İçerisinde HCT116 kontrol grubu, sisplatin uygulanmış HCT116 grubu ve K1, K2, K3 karayosunu ekstraları uygulanmış HCT116 hücreleri bulunan 6'lı plaka 37°C, %5 CO₂ içeren inkübatörde 72 saat bekletilmiştir. 72 saat sonunda inkübe edilen hücreler 3 kez PBS ile santrifüjlenerek süpernatant kısım atılmış ve pellet kısmı DMEM ile çözdürülmüştür. Her bir karayosunu için ayrı lamlar etiketlenerek hücre süspansiyonu lamlar üzerine yayılmış, lamların kuruması için 24-48 saat çeker ocakta bekletilmiştir. Kuruyan lamlar üzerindeki örnekler kazılarak ependorf tüpler içerisine alınarak ATR-FTIR (BRUKER Alpha, Almanya) cihazı ile analizleri yapılmıştır (Guleken ve ark. 2021).

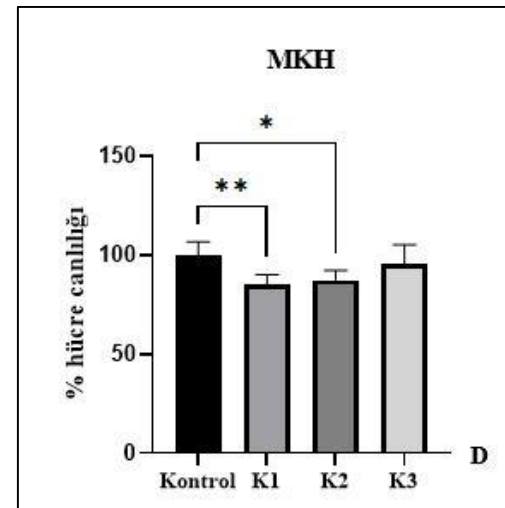
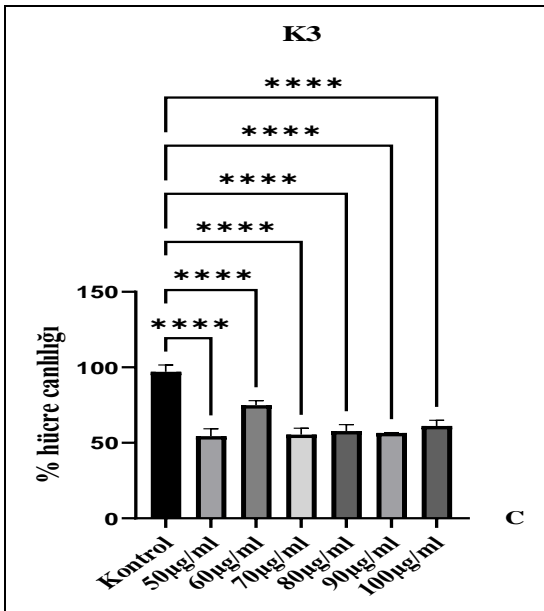
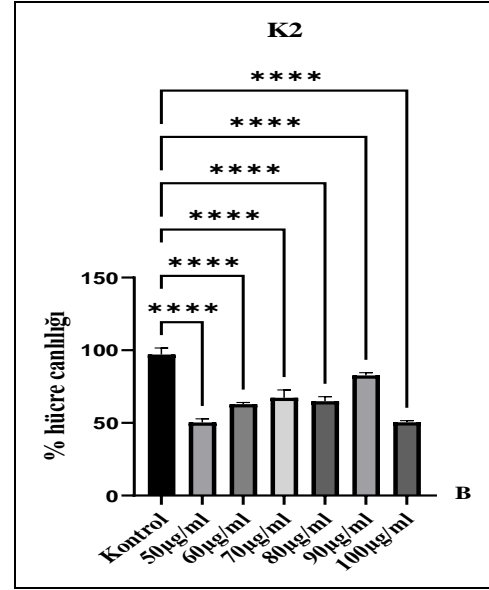
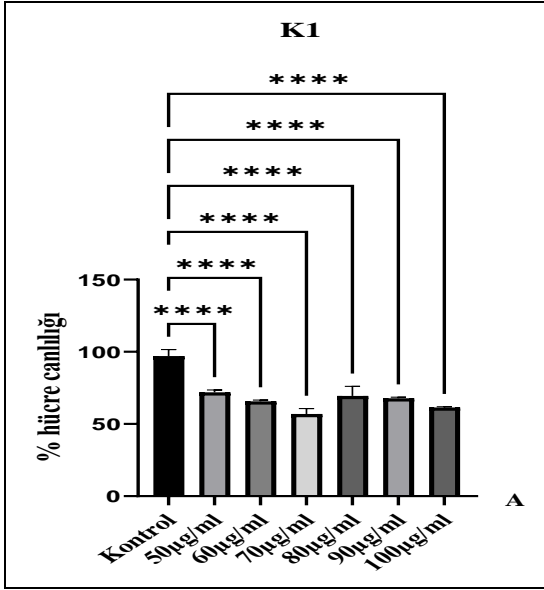
3. Bulgular

3.1 Hücre Canlılığı Bulguları

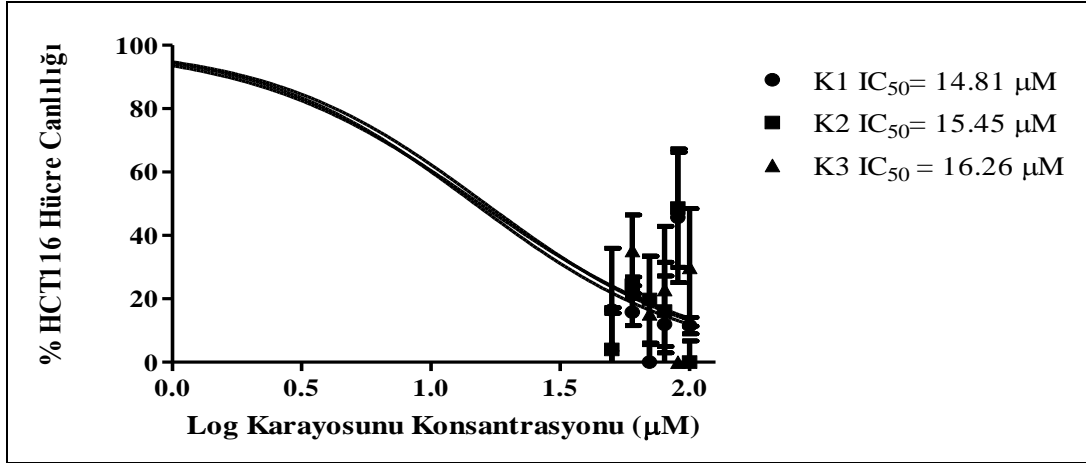
Kullanılan karayosunu türlerinin dozları Tablo 1'de gösterilen aralıkta seçilerek, hücre proliferasyonuna etkileri belirlenip Şekil 1'de gösterilmiştir. HCT116 hücreleri ile kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Tüm karayosunu gruplarında uygulanan konsantrasyonlardan hangisinin hücre canlılığını %50 inhibe ettiği belirlenmiştir. Etil alkol ile hazırlanmış K1, K2, K3 karayosunu ekstraktının kontrol grubuna kıyasla, uygulanan tüm konsantrasyonlarda HCT116 hücreleri üzerinde,

canlılığı azaltıcı yönde etki ettiği görülmüştür. Özellikle K1'de 70 µg/mL, K2'de 50 µg/mL ve K3'de 50 µg/ml konsantrasyonlarda en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Kolorektal kanser hücre serilerinde bulunan IC₅₀ değerlerine göre belirlenen dozlar aynı şekilde MKH'lere de uygulandı. Tüm karayosunlarının mezenkimal kök hücre canlılığı üzerinde çok önemli bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Şekil 1'de kontrol grubu ile

kıyaslandığında özellikle K3 karayosunu türünde 70 µg/mL konsantrasyonun etkili olduğu görülmüştür. Sonuçlara göre elde edilen doz/cevap eğrileri ve IC₅₀ değerleri Şekil 2'de verildi. Sisplatinin IC₅₀ değeri yaklaşık olarak 18,90 µM'dır. Etil alkol ile hazırlanmış K1, K2 ve K3 karayosunu türlerinin üçünün de sisplatin ile hazırlananlara göre HCT116 üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür.



Şekil 1. 72 saat sonunda hücre canlılığı (%) MTT testi ile belirlenmiştir. K1, K2 ve K3 ekstraksiyonu doza bağlı bir şekilde kolorektal kanser hücre dizisi HCT116'da belirgin hücre ölümünü indüklemiştir. Veriler, her koşul için üç bağımsız deneyden alınmıştır. Kontrol grubuna göre uygulanan karayosunu dozları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (a-c). K1, K2 ve K3 türlerinde en etkili IC₅₀ dozları belirlendikten sonra mezenkimal kök hücrelerine uygulanmış ve 72. Saatin sonundaki canlılık oranları kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır (d) (**** p<0,0001; ***p<0,001; **p<0,01; *p<0,05)

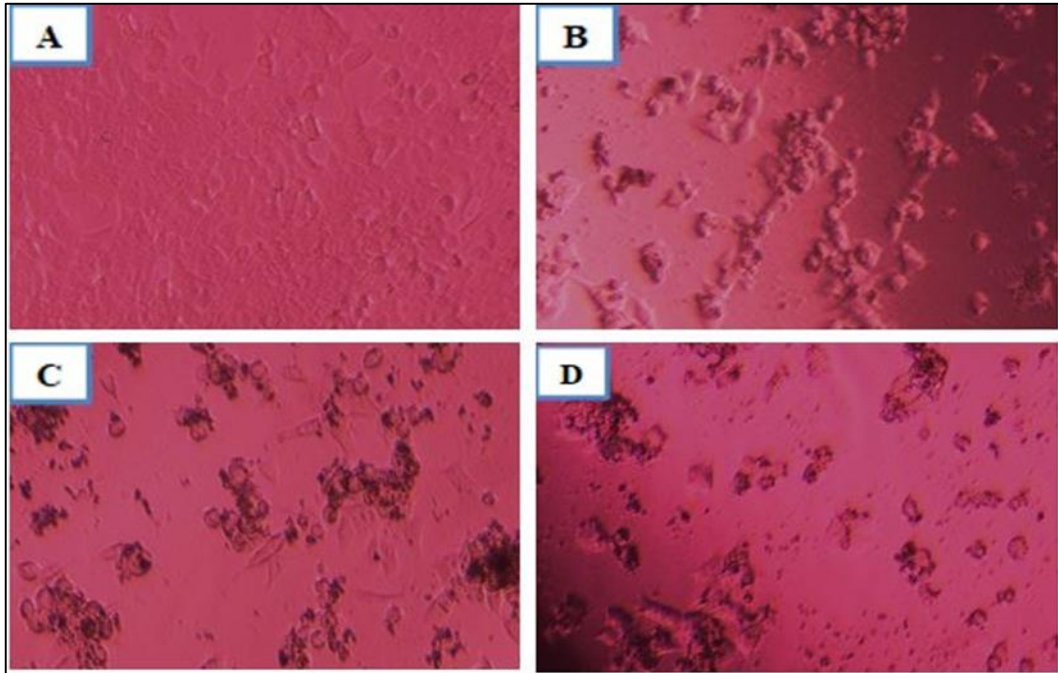


Şekil 2. Etil alkol çözücüsüyle hazırlanmış olan K1, K2, K3 karayosunu ekstralarının IC₅₀ değerlerine ait doz/cevap eğrileri

3.2 Morfolojik Bulgular

HCT116 kontrol grubu koloni halinde yüzeye yayılmış olarak gözlenmiştir (Şekil 3a). Karayosunu uygulamaları sonucunda hücrelerin hacimlerinde bir artış tespit edilerek, hücrelerin bazılarında içiş

şekil artışı saptanmıştır (Şekil 3 b, c). Bazı hücrelerde ise büzülme ve yuvarlak morfoloji belirlenmiştir (Şekil 3d). Ayrıca hücreler arası bağlantıların azalmasıyla kolonileşmelerin de azaldığı izlenmiştir (Şekil 3).

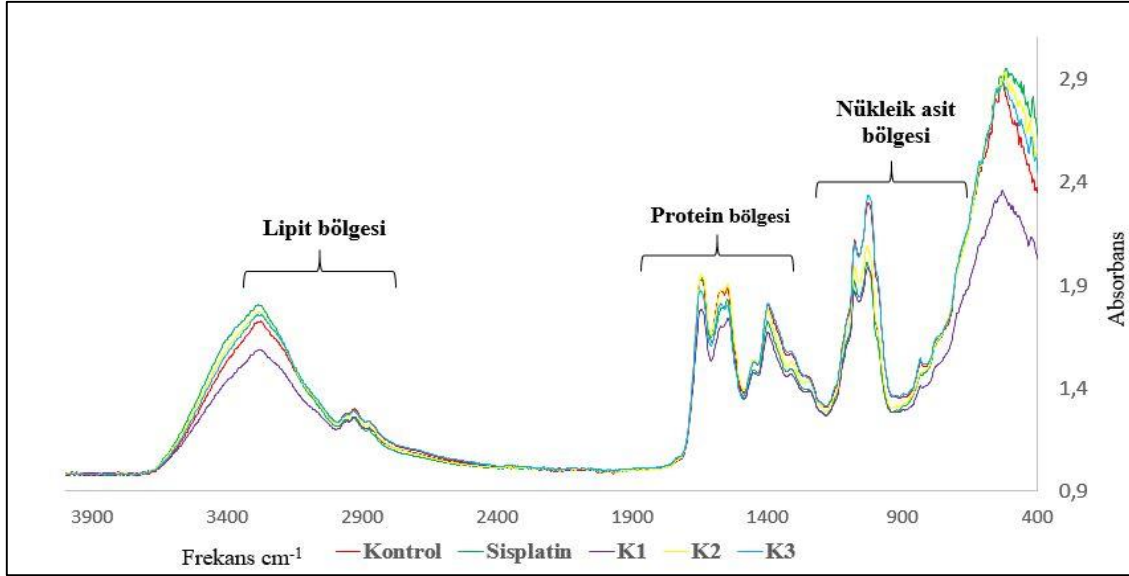


Şekil 3. Karayosunu türleri uygulanmış HCT116 kanser hücrelerinin morfolojik görüntüleri (büyütme X100)

3.3 FTIR Bulguları

Tüm ATR-FTIR spektrumları oda sıcaklığında 4000 ile 450 cm⁻¹ arasındaki spektral bölgede elde edilmiştir. Bireysel hücresel bileşenlerdeki niceliksel değişiklikleri analiz etmek için, tek tek bileşenlerin belirli bantlar için soğurma yoğunluğunun oranları belirlenmiştir. Spektral

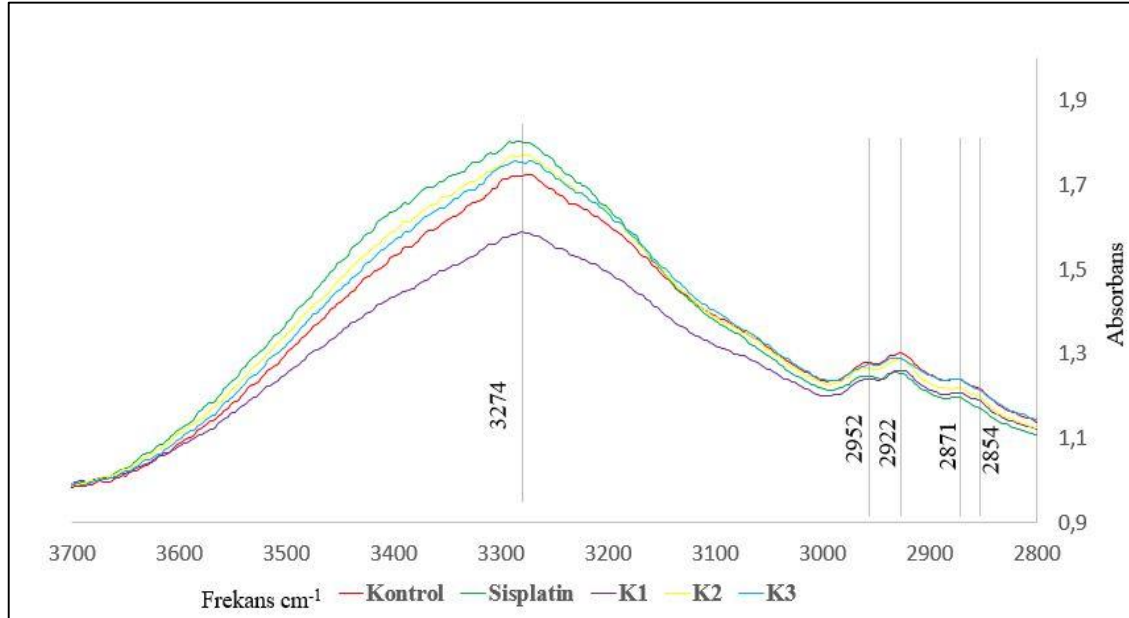
normalizasyon, baseline düzeltilmesi sonrası uygun spektral aralıktaki eşit alan açısından (lipidler için 3300-2800 cm⁻¹, proteinler için 1800-1200 cm⁻¹, nükleik asitler için 1200-900 cm⁻¹) gerçekleştirilmiştir. Absorbans değerleri, titreşim tipine atanan ilgili dalga numaralarında okunmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Kontrol K1-K3 karayosunu ekstraktları ve sisplatin uygulanmış HCT116 hücrelerinden elde edilen FTIR grafikleri

3274 cm^{-1} 'de tespit edilen O-H simetrik germe bandı piki için K1 türü, kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. K2 ve K3 türleri uygulanmış HCT116 hücrelerinde bu pik kontrol grubundan daha yüksek gözlenmiştir. Bunun haricinde 2952 cm^{-1} 'de CH_2 asimetrik germe piki, 2922 cm^{-1} 'de asil zincirlerinin CH_2 'sinin asimetrik gerilme titreşim pik

değerlerinde kontrol grubuna göre diğer gruplarda genel olarak bir azalma görülmüştür. 2871 cm^{-1} 'de CH_3 simetrik germe piki ve 2854 cm^{-1} 'de CH_2 simetrik piki tespit edilmiştir. Bu piklerde kontrol ve K3 karayosunu türünde benzer pikler görülürken diğer gruplarda ise daha düşük pik değerleri görülmektedir (Şekil 5).



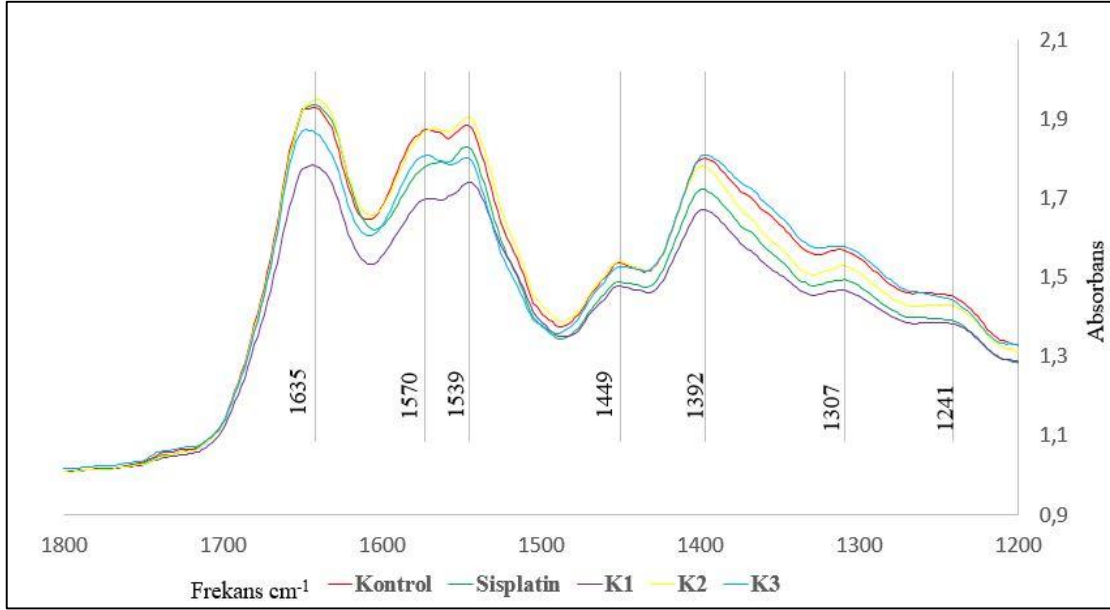
Şekil 5. 3300-2800 cm^{-1} aralığı ayarlanmış lipit bölgesi karayosunu gruplarının HCT116 hücrelerine uygulanması sonucu görülen FTIR pik değerleri ve anlamları

Tüm gruplarda 1635 cm^{-1} 'de Amid I, 1570 ve 1539 cm^{-1} 'de Amid II, 1449 cm^{-1} 'de metil protein gruplarının asimetrik CH_3 bükülmesi, 1392 cm^{-1} 'de CH_2 asimetrik bükme, COO^- gerilmesi (proteinler ve yağ asitleri) ve 1307 cm^{-1} 'de Amid III pikleri

tespit edilmiştir. Amid I ve Amid II piklerinde K2 türü haricinde tüm piklerde belirgin azalma mevcuttur. Amid I pikinde K3 grubunda yaklaşık 5 cm^{-1} 'lik sola kayma söz konusudur. 1449 cm^{-1} pikinde, kontrol, K2 ve sisplatin grupları benzer

pikler gösterirken, K1 ve K3 türlerinde gözle görülür derecede piklerde azalma mevcuttur. 1392 cm^{-1} , 1307 cm^{-1} ve 1241 cm^{-1} Amid III piklerinde

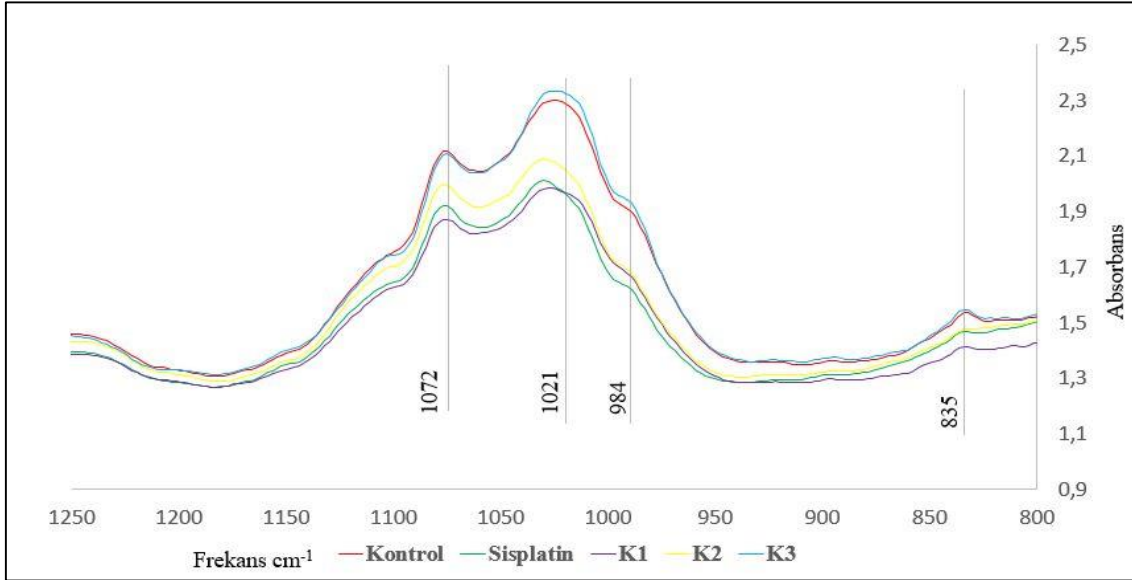
ise kontrol ve K3 gruplarında benzer pikler saptanırken, diğer gruplarda pik yoğunluklarında belirgin azalma izlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. 1800-1200 cm^{-1} aralığı ayarlanmış protein bölgesi karayosunu türlerinin HCT116 hücrelerine uygulanması sonucu görülen FTIR pik değerleri ve anlamları

1072 cm^{-1} 'de nükleik asit bandında, 1021 cm^{-1} 'de RNA piki, 984 cm^{-1} 'de fosfodiester bölgesinde ve 835 cm^{-1} 'de DNA bölgesinde pikler belirlenmiştir. Tüm pik yoğunlukları incelendiğinde bu bantların

hepsinde kontrol ve K3 karayosunu türünde benzer oranlar saptanırken; diğer tüm gruplarda bu oran azaldı (Şekil 7).



Şekil 7. 1200-900 cm^{-1} aralığı ayarlanmış nükleik asit bölgesi karayosunu gruplarının HCT116 hücrelerine uygulanması sonucu görülen FTIR pik değerleri ve anlamları

4. Tartışma ve Sonuç

Briyofitler bilinen en eski kara bitkileri olmakla birlikte faydaları insanların çoğu tarafından bilinmemektedir. Eczacılık ürünlerinde, bahçecilikte, evsel kullanım, inşaat, ilaç sektöründe kullanılmakla birlikte ekolojik açıdan da önemli bir yere sahiptirler (Saxena, 2004). Yapılarında bulunan terpenoidler, asetojenler, aromatik bileşikler kimyasal savunmalarında ve bariyer görevi görmede etkilidir (Asakawa ve Ludwiczuk, 2019). Karayosunlarına ait birçok çalışma olmasıyla birlikte, kanser üzerine etkileri hakkında araştırılması gereken oldukça geniş bir alan vardır.

Yapılan literatür taramasında *Syntrichia ruraliformis*, *Hypnum andoi* ve *Platyhypnidium riparioides* karayosunu türlerine ait antikanser çalışmasına rastlanmamıştır. Araştırmaların yetersizliği ve bryofitlerin biyoaktif bileşen açısından zenginliği bu çalışmanın gerçekleştirilmesine sebep olmuştur.

Bu türlerin familyalarına ait çalışmalara bakıldığında, 2021 yılında tarafımızca yapılan bir başka çalışmada *S. ruralis* türü HCT116 hücre proliferasyonunu azaltıcı etki göstermiştir. IC₅₀ değeri 24,26 µg/ml bulunmuştur. Bu çalışma da *S. ruraliformis* türünün IC₅₀'si daha düşük bulunmuştur (Özerkan ve ark. 2021). Başka bir çalışmada, birçok Briyofit türünün akut lenfoblastik T lösemi hastası dört yaşındaki beyaz bir kızın periferik kanındaki lenfosit T'nin öncüleri olarak insan fibroblastlarından oluşan CCRF-CEM hücreleri ve CCRF-CEM hattından elde edilmiş, alt klonlanmış ve kamptotesine dirençli CEM/C1 hücreleri üzerindeki sitotoksik etkileri incelenmiştir. Seçilen türler arasında Hypnaceae familyasına ait *Hypnum lindbergii* Mitt. ve *Hypnum cupressiforme* Hedw. türleri bu hücreler üzerinde sitotoksik etki göstermiştir. IC₅₀ değerleri sırasıyla 490,78 (µg/mL) ve 397,96 (µg/mL) olarak bulunmuştur (Hawrył ve ark., 2018). Çanakkale İda dağından toplanan *Hypnum cupressiforme* Hedw. türünün metanol ekstraktları küçük hücreli akciğer kanseri hücreleri ve HeLa insan servikal kanser hücreleri üzerinde yüksek oranda antiproliferatif etkiye sebep olmuştur (Yayıntaş ve ark., 2019). İlgili çalışmalara ait sonuçlar karşılaştırıldığında; tarafımızca kullanılan türlerin hücre canlılığını azaltıcı yönde daha düşük dozlarda daha fazla etkin olduğu ifade edilebilir.

ATR-FTIR yöntemi ile normal ve kanser hücrelerinde zar proteinleri ve lipidler arasındaki farklar gösterilmekte, kanser hücrelerine ilaç verildikten sonra apoptotik ve nekrotik ölüm tespit edilmektedir (Gieroba ve ark., 2020; Dunkunthod ve Chitsomboon, 2020; Serdiuk ve ark., 2020). Bu

çalışmada, ATR-FTIR kullanılarak briyofit uygulamasının kanser hücrelerinde meydana getirdiği protein, lipid ve nükleik asitlerdeki değişimler incelenmiştir. Piklerin hücre ölümüyle herhangi bir ilişkisi olup olmadığını belirlemek için belirli piklerdeki değişikliklere bakılmıştır.

Amid I ve amid II arasındaki absorpsiyon değeri, amid gruplarının gerilme titreşimleri, proteinlerdeki yapısal değişiklikleri ifade etmek için uygulanabilir (Ishida ve Griffiths, 1993). Kontrol grubunda (HCT116) amid I /amid II'nin ortalama değeri yaklaşık 1,014'tür ve karayosunu ekstraktları uygulanmış hücrelerde bu oranda artış gözlenmiştir. RNA/DNA absorpsiyon oranının analizi ile nükleik asit içeriğindeki azalma belirlenebilir (Sahu ve ark., 2008). Tüm karayosunu türlerinde kontrol grubuna kıyasla RNA/DNA oranında bir artış gözlenmiştir. K1 ve K2 türleri uygulanmış HCT116 hücrelerinde kontrol grubuna göre amid I/DNA oranındaki artış, daha fazla kromatin yoğunlaşması ile sağlanabilir. Buna karşılık, K3'de gözlenen ters eğilim muhtemelen DNA'nın çift sarmalının enzimler yardımıyla açıldığı yoğun DNA replikasyonu ile ilişkilidir (Barth, 2007; Antonin ve Neumann, 2016). Yağ asitlerinde bulunan CH₂ ve CH₃ gruplarının simetrik ve asimetrik gerilme titreşimleri, 2800 ile 3000 cm⁻¹ arasındaki bölgede bulunmaktadır. CH₂ sayısına göre CH₃ sayısının artması, apoptozis sırasında lipid zincirlerinin değişebileceğini göstermektedir. Apoptozis sırasında CH₂'nin simetrik ve antisimetrik gerilmesine atanan 2854 cm⁻¹ ± 3 cm⁻¹ ve 2952 cm⁻¹ ± 4 cm⁻¹ bantları her grupta farklı etki göstermektedir. 2952 cm⁻¹ ve 2854 cm⁻¹'de artan lipid emilimi apoptoz ve nekroz için ortak bir belirteç olabilir, K1 ve K2 karayosunu ekstraktlarında tespit edilebilir. Ancak K3 ve sisplatin uygulanmış gruplarda farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla, CH₂/CH₃ oranındaki artış veya azalma net bir sonuç elde edilmesini sağlamayabilir (Gasparri ve Muzio, 2003). Protein / lipid absorpsiyon yoğunluğu CH₂/CH₃ oranı ile güçlü bir şekilde ilişkili olup (bu çalışmada amid I/lipidler), hücre zarı içindeki lipid ve protein dağılımındaki sapmalar hakkında ekstra bilgi sağlar. Amid I/lipid emme yoğunluğu oranları analiz edildiğinde, tüm karayosunu ekstraktlarının hücre membranlarında bozukluklara yol açtığı saptanabilir. Hem metil (CH₃), hem de metilen (CH₂) gruplarının absorpsiyonları incelendiğinde amid I/lipid oranında bir azalma söz konusudur. Bu durumun apoptoz ve nekroz sırasında olabileceğini düşündürmektedir. Hem apoptozun, hem de nekrozun aynı anda gerçekleşmesi olasılığı bulunmaktadır (Abdel-Rauf Ahmed ve ark., 2009). Düzensiz yapıdaki DNA'daki deoksiribozun iki farklı C-O titreşiminden kaynaklanan ~ 1020 cm⁻¹

absorbans yoğunluğundaki değişiklikler ile apoptoz, nekrozdan ayırt edilmiştir. Tüm karayosunu ekstraları uygulanmış hücre gruplarında kontrol grubuyla karşılaştırıldığında ~ 1021 cm⁻¹ ve 1072 cm⁻¹'de nükleik asit bantlarının nispi yoğunluğunda bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar, azalmış DNA absorbansının apoptoz ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bu, apoptotik DNA'nın daha az IR radyasyonu absorbe etmesiyle açıklanabilir: Bu tip hücre ölümü sırasında DNA'nın yapısı bozulmasına rağmen "şeffaf" hale gelir. Bunun aksine, nekroz sırasında DNA bozulur, fakat konsantre edilmez (tam olarak genişler), bu da onun daha fazla kızılötesi radyasyonu emmesini sağlar. Sadece K3 grubundaki artışa bakıldığında, bu hücrelerde nekrozun olduğu söylenebilir (Abdel-Rauf Ahmed ve ark., 2009; Zelig, 2009).

S. ruraliformis, *H. andoi* ve *P. riparioides* karayosunu türlerinin HCT116 kolorektal kanser hücre hattına karşı yüksek oranda antiproliferatif etki gösterdiği tespit edilmiştir. Deney aşamasında karayosunu türlerinin etkisinin daha iyi belirlenmesi için pozitif kontrol grubu olarak, özellikle kemoterapi tedavisinde etkili bir madde olan sispilatın kullanılmış ve üç karayosunu türünün de IC₅₀ değerlerinin, sispilatından bile daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum tüm bu türlerin sispilatından daha düşük dozlarda etkili olduğunu göstermektedir. Ekstreleri hazırlarken kullanılan etil alkol çözücüsünün karayosunu türlerinin bu etkilerini göstermesine katkıda bulunduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra mezenkimal kök hücrelerine karşı tüm karayosunu türlerinin letal etki göstermemesi ve hücre büyümesini olumsuz etkilememesi bu türlerin sağlıklı hücrelere zarar vermediğinin göstergesidir. Ayrıca, FTIR spektrumu ile elde edilen sonuçların tüm hücre canlılığı verileriyle paralel seyrettiği moleküler düzeyde de belirlenmiştir. Dolayısıyla bu türler, biyoaktif bileşenleri belirlendiği takdirde, potansiyel kanser ilacı olma özelliğine sahiptirler. Tüm yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda *S. ruraliformis*, *H. andoi* ve *P. riparioides* karayosunu türlerinin farmakolojik olarak yapılacak olan araştırmalara yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte çalışmada kullanılan üç farklı karayosunu türünün biyoaktif bileşiklerinin tespit edilmesine yönelik ek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Teşekkürler

Nuray Emin'e laboratuvarında yer alan mezenkimal kök hücreleri paylaştığı ve kişisel laboratuvar koşullarını kullanmamızı sağladığı için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abdel-Rauf Ahmed G. Khorshid F.A.R. Kumosani T.A. 2009. FT-IR spectroscopy as a tool for identification of apoptosis-induced structural changes in A549 cells treated with PM 701. *International Journal of Nano and Biomaterials*. 2:1-5, 396-408.
- Antonin W. Neumann H. 2016. Chromosome condensation and decondensation during mitosis. *Current opinion in cell biology*. 40: 15-22.
- Asakawa Y. Ludwiczuk A. 2019. Bryophytes as a source of bioactive volatile terpenoids—A review. *Food and Chemical Toxicology*. 132: 110-649.
- Başer F. 2016. Ülkemizde doğal yayılışa sahip karayosunlarından *Sphagnum centrale* CEO *Jensen* ve *S. capillifolium* (Ehrh.) *Hedw*'un (Bryophyta) anti-mikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi. Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Barth A. 2007. Infrared spectroscopy of proteins. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*. 1767:9, 1073-1101.
- Dey A. Mukherjee A. 2015. Therapeutic potential of bryophytes and derived compounds against cancer. *Journal of acute disease*. 4:3, 236-248.
- Dikmen F. Keçeli T. 2017. Contributions to the Liverwort Flora (Marchantiophyta) of Gürgenli Mountain (Bayramören/Çankırı). *Anatolian Bryology*. 3:2, 48-57.
- Dunkhunthod B. Chitsomboon B. Thummanu K. Sittisart P. 2020. Application of FTIR Microspectroscopy to Monitor Biochemical Changes in Apoptotic Jurkat Cell Death Induced by Extract of *Pseuderanthemum palatiferum* Leaves. *Mt Res Dev* 43: 425-40.
- Emin N. Mutlu E. Güzel A.E. 2020. Determination of the effectiveness of the cytotoxic analysis on the water quality assessments. *TURJFAS*. 8:2, 478-483.
- Erdağ A. Kürschner H. 2017. Türkiye bitkileri listesi: (Karayosunları). ANG Vakfı Yayınevi. İstanbul.
- Gasparri F. Muzio M. 2003. Monitoring of apoptosis of HL60 cells by Fourier-transform infrared spectroscopy. *Biochemical Journal*. 369:2, 239-248.
- Gieroba B. Archzewska M. Slawinska-Brych A. Rzeski W. Stepulak A. Gagos M. 2020. Prostate and breast cancer cells death induced by xanthohumol investigated with Fourier transform infrared spectroscopy. *Spectrochim. Acta A Mol. Biomol. Spectrosc.* 231: 118112.

- Guleken Z. Bulut H. Gültekin G.İ. Arıkan S. Yaylım İ. Hakan M.T. Sönmez D. Tarhan N. Depciuch J. 2021. Assessment of structural protein expression by FTIR and biochemical assays as biomarkers of metabolites response in gastric and colon cancer. *Talanta*, 231: 122-353.
- Hawrył A. Bogucka-Kocka A. Świeboda R. Hawrył M. Stebel A. Waksmundzka-Hajnos, M. 2018. Thin-layer chromatography fingerprint and chemometric analysis of selected Bryophyta species with their cytotoxic activity. *JPC- Journal of Planar Chromatography-Modern TLC*. 31:1, 28-35.
- Ishida K. P. Griffiths P. R. 1993. Comparison of the amide I/II intensity ratio of solution and solid-state proteins sampled by transmission, attenuated total reflectance, and diffuse reflectance spectrometry. *Applied spectroscopy*. 47:5, 584-589.
- Kırmacı M. Agcagil E. 2018. The bryophyte flora of Fethiye Babadağ (Muğla/Turkey). *Anatolian Bryology*. 4:1, 17-30.
- McLean M.H. Murray G.I. Stewart K.N. Norrie G. Mayer C. Hold G.L. El-Omar E.M. 2011. The inflammatory microenvironment in colorectal neoplasia. *PLoS One*. 6:1, e15366.
- Mežaka A. Znotiņa V. 2006. Epiphytic bryophytes in old growth forests of slopes, screes and ravines in north-west Latvia. *Acta Universitatis Latviensis*. 710: 103-116.
- Mežaka A. Brūmelis G. Piterāns A. 2008. The distribution of epiphytic bryophyte and lichen species in relation to phorophyte characters in Latvian natural old-growth broad leaved forests. *Folia Cryptogamica Estonica*. 44: 89-99.
- Özerkan D. Erol A. Altuner E.M Canlı K. Kuruca DS. 2021. Some Bryophytes Trigger Cytotoxicity of Stem Cell-like Population in 5-Fluorouracil Resistant Colon Cancer Cells. *Nutrition and Cancer*, 1-11.
- Parizadeh S.M. Jafarzadeh-Esfehani R. Hassanian SM. Parizadeh S.M.R. Vojdani S. Ghandehari M. Asgharzadeh F. 2019. Targeting cancer stem cells as therapeutic approach in the treatment of colorectal cancer. *The international journal of biochemistry & cell biology*. 110: 75-83.
- Saxena DK. 2004. Uses of bryophytes, *Resonance*. 9:6, 56-65.
- Sahu R.K. Mordechai S. Manor E. 2008. Nucleic acids absorbance in mid IR and its effect on diagnostic variates during cell division: A case study with lymphoblastic cells. *Biopolymers: Original Research on Biomolecules*. 89:11, 993-1001.
- Serdiuk V. Shogren K. Kovalenko T. Rasulev B. Yaszemski M. Maran A. Voronov A. 2020. Detection of macromolecular inversion-induced structural changes in osteosarcoma cells by FTIR microspectroscopy. *Anal. Bioanal. Chem*. 412: 7253-62.
- Singh S. Srivastava K. 2013. Bryophytes as Green Brain: Unique and Indispensable Small Creature. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 23:2, 28-35.
- Spjut R.W. Suffness M. Cragg G.M. Norris D.H. 1986. Mosses, liverworts, and hornworts screened for antitumor agents. *Economic Botany*. 40:3, 310.
- Yayıntaş O.T. Yılmaz S. Sökmen M. 2019. Determination of antioxidant, antimicrobial and antitumor activity of bryophytes from Mount Ida (Çanakkale, Turkey). *Indian Journal of Traditional Knowledge (IJTK)*. 18:2, 395-401.
- Yetgin A. Canlı K. Altuner E.M. 2018. Comparison of antimicrobial activity of *Allium sativum* cloves from China and Taşköprü, Turkey. *Advances in pharmacological sciences*. Article ID 9302840.
- Zelig U. Kapelushnik J. Moreh R. Mordechai S. Nathan I. 2009. Diagnosis of cell death by means of infrared spectroscopy. *Biophysical journal*. 97:7, 2107-2114.



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

DOI: 10.26672.anatolianbryology.984722

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



An Overview of *Plagiochila porelloides* (Marchantiophyta) as a New Environmentally Sustainable Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acidic Solution

Demet ÖZKIR^{1*} 

¹Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Arts & Sciences, Department of Chemistry, Niğde, TURKEY

Received: 19 August 2021

Revised: 15 Eylül 2021

Accepted: 20 September 2021

Abstract

In this study, the corrosion inhibition effect of *Plagiochila porelloides* (Torr. ex Nees) Lindenb. extract, a Marchantiophyta species, on mild steel in hydrochloric acid solution at 298 K was investigated for the first time by applying electrochemical impedance spectroscopy (EIS), linear polarization (LPR) and potentiodynamic polarization techniques. Experiments were performed by immersing mild steel electrodes in acidic solutions containing different concentrations of *Plagiochila porelloides* extract for 1 hour before each electrochemical measurement to equilibrate with the aggressive solution. Liverwort extract showed a strong inhibitory effect as a result of 1 hour electrochemical experiments, and as the extract concentration increased, the protective effect of mild steel in acidic solutions raised. In addition, the surface images of the electrodes in 1.0 M HCl solutions with and without liverwort extract after 1-hour exposure were examined by an optical microscope and it was shown that the metal surface in the inhibited extract solution had a smoother appearance compared to the uninhibited metal surface. Electrochemical findings and surface images support each other.

Key words: Marchantiophyta, *Plagiochila porelloides*, Green inhibitor, EIS, Optical microscope.

Asidik Çözeltide Yumuşak Çelik için Çevresel Olarak Sürdürülebilir Yeni Bir Yeşil Korozyon İnhibitörü Olarak *Plagiochila porelloides* (Marchantiophyta)'e Genel Bir Bakış

Öz

Bir Marchantiophyta türü olan *Plagiochila porelloides* (Torr. ex Nees) Lindenb. ekstraktının 298 K'de hidroklorik asit çözeltisindeki yumuşak çeliğin korozyonu üzerine inhibisyon etkisi, ilk kez bu çalışmada elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS), lineer polarizasyon (LPR) ve potansiyodinamik polarizasyon yöntemleri uygulanarak araştırılmıştır. Deneyle, her elektrokimyasal ölçümden önce yumuşak çelik elektrotların agresif çözelti ile dengeye gelmesi için 1 saat boyunca farklı konsantrasyonlarda *Plagiochila porelloides* özütü içeren asidik çözeltilere daldırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Ciğerotu özütü 1 saatlik elektrokimyasal deneyler sonucunda, güçlü bir inhibitör etki göstererek özüt derişimi arttıkça, asidik çözeltilerdeki yumuşak çeliği koruma etkisi artmıştır. Ayrıca, 1 saatlik daldırma süresi sonrasında inhibitörlü ve inhibitörsüz 1,0 M HCl çözeltilerine daldırılan elektrotların yüzey morfolojileri optik mikroskopta incelenmiş ve inhibitörlü çözeltildeki metal yüzeyinin inhibitörsüz olan metal yüzeyine göre daha düzgün bir görüntüye sahip olduğu gösterilmiştir. Elektrokimyasal bulgular ve yüzey görüntüleri birbirini destekler niteliktedir.

Anahtar kelimeler: Marchantiophyta, *Plagiochila porelloides*, Yeşil inhibitör, EIS, Optik mikroskop

* Corresponding author: dozkir@ohu.edu.tr

© 2021 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Özkır D. 2021. An Overview of *Plagiochila porelloides* (Marchantiophyta) as a New Environmentally Sustainable Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acidic Solution. *Anatolian Bryology*. 7:2,119-130.



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

1. Introduction

Corrosion is a spontaneous process of metallic destruction by the reaction of the metallic material with its surrounding environment. It causes serious damage to the main structure of the metal and this is a global problem for many industries (Guruprasad and Sachin, 2021; Chaubey et al., 2021). Corrosion is a distressing process that can cause damage to an industrial plant, causing it to shut down. For this reason, it is tried to be prevented or slowed down by using substances (inhibitors) that will prevent the dissolution of metallic material, especially in an aqueous medium such as acid, or in other words, reduce the current density. There are many common acidic media inhibitors. The most preferred among these are organic compounds with aromatic rings and heteroatoms such as N, S, P, O in the basic skeleton chain. The addition of such substances to the corrosive media is one of the most effective and suitable methods to protect the metallic material (Özkır and Çıfıbaşı, 2017; Özkır, 2018; Özkır, 2019a; Özkır, 2019b). On the other hand, since these compounds can be both costly and toxic to the environment, this has led many researchers to examine natural products and therefore environmentally friendly green inhibitors. According to many research articles, it has been stated that the extracts obtained from the leaves, bark, seeds and roots of the plants exhibit effective inhibition because they contain active organic compounds such as alkaloids, flavonoids and terpenoids which are called secondary metabolites (Özkır and Ezer, 2020; Zhang et al., 2020; Salmasifar et al., 2021; Alrebh et al., 2021).

Secondary metabolites can effectively adsorb the metal surface and therefore can be applied as corrosion inhibitors without toxic effects due to their structure. In fact, it can be said that the plant extracts' ability to act as corrosion inhibitors is traditionally due to the presence of chemical structures similar to those of previously known organic molecules (Huang et al., 2016). In theory, there is an electron transfer from the π electrons present in the structure of phenolic compounds to metals. When the metal receives the electron, it becomes more stable and prevents corrosion attack on the surface. Bryophytes, which are very rich in secondary metabolites, are a group of plants that reproduce by spores rather than flowers or seeds (Cansu et al. 2013, 2014; Tosun et al. 2015). They are usually found in a humid environment. Based on its rich source of secondary metabolites, *Hypnum cupressiforme*, a moss species, was applied for the first time as a green inhibitor on the corrosion of mild steel in the 1.0 M HCl solution. As a result of

the first research in this field and our country, it was found that *Hypnum cupressiforme* extract significantly prevents corrosion of mild steel (Özkır and Ezer, 2020).

Based on this idea, in this study, the effect of *P. porelloides*, which is also rich in secondary metabolites and a kind of liverwort, on the corrosion of mild steel in acidic solution was studied for the first time in Turkey. Liverworts, along with mosses and hornworts, are classified by botanists as bryophytes–non-flowering plants that lack vascular tissue. They mostly live in moist soils such as mosses, on rocks, soil, rock outcrops and tree bases. Investigation of corrosion inhibitor effects for such natural plants is a separate application area and increases their diversity.

For this purpose, it was intended to analyse the influence of the *P. porelloides* extract as an inhibitor on the mild steel corrosion in hydrochloric acid solution by three different electrochemical tests with various concentrations. As result, it has been discussed that the applicability of non-toxic and environmentally friendly *P. porelloides* extract as an effective inhibitor for industrial processes.

2. Materials and Methods

2.1. Plant material

The *P. porelloides* specimens were collected from Sakarya-Karasu, 133 m, 41°03'45" N, 30°42'41" E, on a rock in March 2018 and identified using relevant literatures (Smith, 1996; Paton, 1999). The image of a small part of *P. porelloides* in water taken using a stereo microscope (digital camera integrated OLYMPUS SZX7 model) is presented in Figure 1.

2.2. Preparation of *Plagiochila porelloides* extract solutions

Analytical reagent-grade hydrochloric acid (37%) and distilled water were utilized for preparing all extract solutions. The liverwort samples were first cleaned of the soiled parts of the roots and dried at 80 °C for about 2 hours in an oven to prepare the stock solution of the extract. The dried samples were ground into powder in a pestle. 3 g of powdered liverwort samples were weighed and refluxed for 25 hours with the addition of sufficient distilled water in a 250 mL reaction flask. The liverwort extract was filtered after reflux treatment. When filtration was complete, the colour of the obtained extract was metallic copper (RGB value for colour conversion is 108; 63; 30, respectively). Figure 2 presents the preparation flow chart of liverwort samples and stock solution.



Figure 1. Stereo microscope image of *P. porelloides*



Figure 2. Preparation step of *P. porelloides* extract

The concentration of the stock liverwort solution was determined as 0.115% (w/v) by evaporation of 10 mL of the extract and weighed the residue. Other concentrations used in this study were prepared by

dilution from the stock liverwort solution and the aggressive medium was provided with 1.0 M HCl solution.

2.3. Electrochemical measurements and electrodes

The corrosion measurements of *P. porelloides* extract were obtained on the surface of mild steel electrodes. The chemical composition (wt.%) of working electrodes is given in Table 1. The working

electrodes were prepared by placing them in a cylindrical mould containing a mixture of polyester-accelerator-hardener. Electrodes with a surface area of 0.5024 cm² were exposed to hydrochloric acid solutions.

Table 1. The chemical composition of the working electrodes

| Element | % | Element | % | Element | % |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (C) | 0.08400 | (Si) | 0.10200 | (Mn) | 0.40900 |
| (P) | 0.01100 | (S) | 0.01900 | (Cr) | 0.06030 |
| (Mo) | 0.01040 | (Ni) | 0.07890 | (Al) | Trace |
| (Co) | 0.00198 | (Cu) | 0.21700 | (Nb) | 0.00222 |
| (Ti) | Trace | (V) | 0.01100 | (W) | Trace |
| (Pb) | Trace | (Sn) | 0.01620 | (Sb) | Trace |
| (Fe) | Remain | | | | |

Before each electrochemical test was applied, the surfaces of the working electrodes were polished with 150, 600, and 1000 grids of sandpapers, respectively. The electrode surfaces were cleaned with distilled water and acetone. The conventional three electrode methods were utilized for three electrochemical experiments. The first electrode is mild steel and was used as the working electrode. The second one, the counter electrode is a platinum plate with a surface area of 1.0 cm², and the third one is Ag/AgCl as the reference electrode. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS), linear polarization resistance (LPR), and potentiodynamic polarization (Tafel extrapolation method) measurements were conducted using a computer-controlled CHI 660B model electrochemical analyser. These measurements were performed in hydrochloric acid solution without and with various *P. porelloides* extract concentrations. Before all experiments, all working electrodes were immersed in electrolyte solutions for 1 hour to stabilize the corrosion process at open circuit potential (E_{corr}).

EIS tests were carried out at a frequency range of 10⁵ to 5x10⁻³ Hz with 5 mV amplitude applied to the corrosion process. LPR tests were performed at potential ranges of ±10 mV (Ag/AgCl) from the corrosion potential with a scan rate of 0.1 mV s⁻¹. Then, the polarization resistances (R_p) were calculated from the slope of this curve by drawing a current versus potential plot. The potentiodynamic polarization curves were created by first applying -

0.350 V from the corrosion potential to the cathodic potentials, and then +0.350 V from the corrosion potential to the anodic potentials, with a scanning rate of 1.0 mV s⁻¹. Corrosion current density values (i_{corr}) of the system were calculated by the Tafel extrapolation method from these curves.

Surface images of working electrodes were taken 1 h of duration in the electrolyte solution (1.0 M HCl) with and without *P. porelloides* extract by using a digital camera integrated OLYMPUS BX-51 (Centre Valley, PA, USA) model optical microscope. Surface analyses were carried out only in 1.0 M HCl solutions with and without the highest concentration of *P. porelloides* extract. Experiments with three different techniques were conducted at ambient temperature (298 K).

3. Results and Discussion

3.1. EIS and LPR measurement results

EIS measurements were performed to evaluate the effect of various concentrations of *P. porelloides* extract solutions on the corrosion inhibition of mild steel. This method is a highly preferred corrosion technique because it is sourced from alternative current and does not distort the surface. The evaluated results are presented in Figure 3 in the form of Nyquist and Bode diagrams (Sürme and Gürten, 2009; Özkır, 2019c). As a result of the concentrations tried in this study, it was decided that the 6 most effective concentrations to be studied were 0.0005%, 0.0010%, 0.0025%, 0.0050%, 0.0075% and 0.0100% (w/v) respectively.

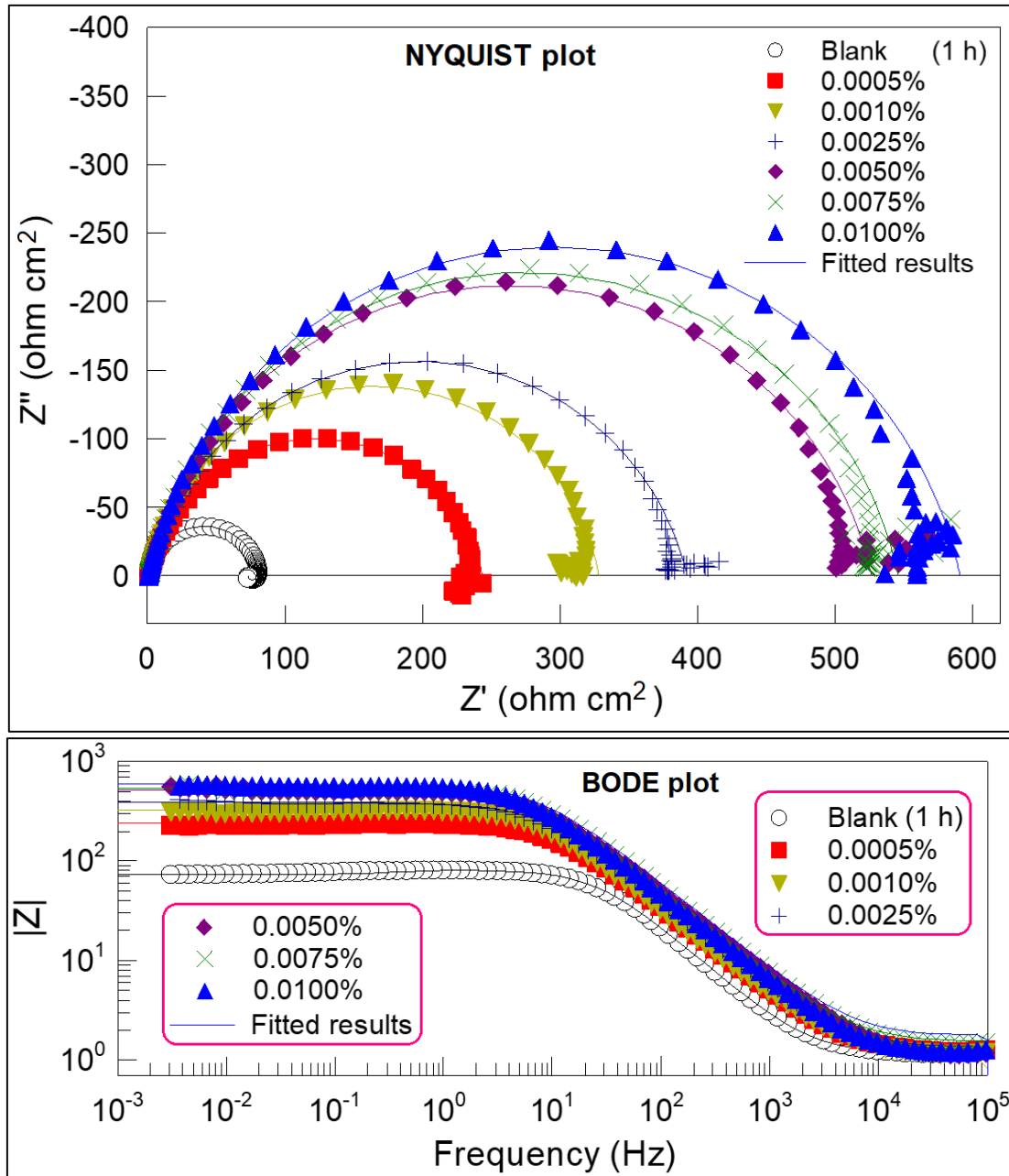


Figure 3. Nyquist and Bode plots of *P. porelloides* extract in 1.0 M HCl solution for 1h immersion at 298 K

EIS measurement data obtained by the experimental method were processed using Zview2 software and the equivalent circuits of the corrosion system were created separately for both the inhibited and

uninhibited solutions (Fig. 4). Figure 4 presents two types of equivalent circuit models. One is for the blank solution (a) and the other is for the system containing the extract solutions (b).

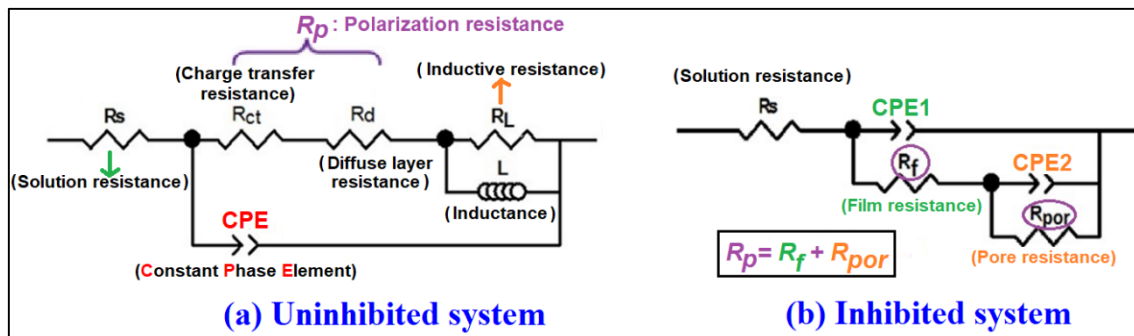


Figure 4. Proposed equivalent circuits for uninhibited (a) and all inhibited (b) solutions

According to Figure 4, the first difference between the two systems is the presence of film resistance (R_f), which is caused by adsorption in the presence of an inhibitor. In addition, another difference is that the equivalent circuit model valid for the inhibited system does not include inductance (L) and inductive resistance (R_L), which only exist in the blank solution. Ultimately, these equivalent circuits describe that liverwort extracts are adsorbed onto the mild steel surface during the corrosion process. While the polarization resistance (R_p) includes the diffuse layer (R_d) and charge transfer (R_{ct}) resistances in the uninhibited system, it is responsible for the sum of the film (R_f) and pore (R_{por}) resistances in all *P. porelloides*-containing solutions. Pore resistance appears as a summary of all the accumulated (R_a) species, from the corrosion products formed there, to the diffuse layer and charge transfer, while the inhibitor is adsorbed on the mild steel surface. Therefore, it can be clearly said that all of these species contribute to the inhibition of the corrosion system.

Figure 3 will better explain the events on the surface. Looking at the Nyquist diagram, almost all of them are depressed semicircles. The fact that the semicircles are depressed explains the existence of two time constants, both high and low-frequency regions, as can be better understood from the Bode diagram. In the blank solution, capacitive (high frequency) and inductive (low frequency) loops are more dominant. According to both the Bode plot in Figure 3 and Figure 4a, the high-frequency region defines the polarization resistance, which includes the resistances of charge transfer and the diffuse layer. On the other hand, the low-frequency inductive loop represents the relaxation process. In solutions containing liverwort extract, it behaves as depressed capacitive loops in both low and high-frequency regions. Here, charge transfer and diffuse layer resistances are responsible for high frequency, while film resistance and all species accumulated on the surface are responsible for low frequency. The calculated EIS and *LPR parameters are indicated in Table 2 for 1 h immersion.

Table 2. EIS and LPR experiment parameters at 298 K

| C (w/v %) | E_{corr} (V/Ag/AgCl) | CPE ($\mu\text{F cm}^{-2}$) | n | R_s ($\Omega \text{ cm}^2$) | R_L ($\Omega \text{ cm}^2$) | L (H) | R_p ($\Omega \text{ cm}^2$) | η (%) | * R_p ($\Omega \text{ cm}^2$) | * η (%) |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------|------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------------------------------|------------|-----------------------------------|--------------|
| <i>P. porelloides</i> | | | | | | | | | | |
| Blank | -0.474 | 110 | 0.94 | 1.2 | 8 | 4 | 72 | - | 71 | - |
| 0.0005 | -0.539 | 100 | 0.90 | 0.1 | - | - | 243 | 70.4 | 228 | 68.9 |
| 0.0010 | -0.533 | 95 | 0.88 | 0.2 | - | - | 328 | 78.0 | 318 | 77.7 |
| 0.0025 | -0.537 | 90 | 0.86 | 0.1 | - | - | 392 | 81.6 | 394 | 82. |
| 0.0050 | -0.528 | 75 | 0.86 | 0.1 | - | - | 526 | 86.3 | 551 | 87.1 |
| 0.0075 | -0.532 | 69 | 0.87 | 0.2 | - | - | 546 | 86.8 | 561 | 87.3 |
| 0.0100 | -0.525 | 60 | 0.87 | 0.2 | - | - | 591 | 87.8 | 611 | 88.4 |

* R_p and * η : Values determined by linear polarization resistance method.

Looking at the EIS values, the polarization resistance (R_p) of the blank solution was 72 Ω , but this value gradually increased with the addition of *Plagiochila porelloides* extract to the medium. The highest R_p value was obtained with 0.0100% solution as 591 Ω . Accordingly, the best inhibition ($\eta\%$) of mild steel in solution containing 1.0 M HCl by EIS was also calculated as 87.8% at this

concentration. In this study, the effect of *P. porelloides* extract on corrosion inhibition of mild steel in acidic solution was discussed by determining the percent inhibition efficiencies for each concentration. $\eta\%$ and * $\eta\%$ values in EIS and LPR methods were calculated by the equation given below (Li et al., 2021).

$$\eta(\%) = \left(\frac{R'_p - R_p}{R'_p} \right) \times 100 \quad (1)$$

Where R_p and R'_p and are in non-inhibited and inhibited polarization resistance values, respectively and $\eta\%$ is the percent inhibition efficiency value. CPE is the constant phase element and indicates the double layer formed at the interface between the metal and the solution. The n value represents the surface inhomogeneity coefficient. Both mentioned values were obtained as a result of fitting the experimental data obtained with EIS via Zview2 software. CPE values are inversely proportional to inhibitor concentration and R_p values. In other words, the more liverwort extract is adsorbed onto the mild steel surface, the smaller the CPE will be. As can be clearly seen from Table 2, as the inhibitor concentration enhanced, the polarization resistance values raised accordingly, whereas the CPE values diminished (Kumar and Yadav, 2020). CPE values ranged from 110 $\mu\text{F cm}^{-2}$ to 60 $\mu\text{F cm}^{-2}$ with increasing concentration. The decrease in the n values in Table 2 as the inhibitor concentration in the process raises is another indicator of the decrease in the surface roughness (Özkır et al., 2012; Charitha and Rao, 2018). The solution resistance, R_s , also did not change too much. Another important point is the corrosion potential (E_{corr}), which is another determiner of inhibition in the environment, which is called the open circuit potential. While this value was -0.474 V in the blank solution, it shifted to more cathodic potentials with *P. porelloides* extract added to the solution.

The polarization resistance ($*R_p$) and the inhibition efficiency ($*\eta\%$) values calculated from the linear polarization plots are also shown in the far right column of Table 2 for 1 h immersion. The $*R_p$ values found by LPR and the $*\eta\%$ values calculated from them are in great harmony with the findings obtained by EIS, as can be clearly seen in Table 2. It can be seen from Figure 3 and Table 2 that the adsorption of liverwort molecules on the mild steel surface is very evident with increasing resistance values as the liverwort extract is added to the 1.0 M hydrochloric acid solution. From this, it can be deduced with a net inhibition result of 88% at the optimum concentration that liverwort molecules form a tight film on the mild steel surface and delay the charge transfer that takes place at the interface.

The main reason for the high inhibition effect of *P. porelloides* against mild steel in acidic solution can be attributed to the fact that it is a bryophyte species and the skeletal structure of the molecule contains important π -electron donors such as various phenolic compounds, terpenes, flavonoids, which are basically considered secondary metabolites. At this stage of the study, it can be interpreted that total inhibition occurs with all of the secondary metabolites in its structure. As a result, when the EIS and LPR measurements of this green inhibitor were taken into consideration after 1 h immersion, highly compatible and successful results were obtained.

3.2. Potentiodynamic polarization measurement results

The most well-known other name of this measurement is the Tafel extrapolation method, which covers semi-logarithmic current-potential curves. The aforementioned curves are indicated in Figure 5. Data calculated from potentiodynamic polarization curves for mild steel in 1.0 M hydrochloric acid solution with and without *P. porelloides* extract at 298 K are tabulated in Table 3. The inhibition efficiency ($\eta\%$) values calculated by the Tafel extrapolation method were calculated by means of the Equation (2) below (El Tamany et al., 2018):

$$\eta(\%) = \left(\frac{i_{corr} - i'_{corr}}{i_{corr}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Where i_{corr} and i'_{corr} are blank and inhibited corrosion current densities, respectively.

The adsorption of *P. porelloides* molecules on the mild steel surface is affected by the increase in concentration, as seen in Figure 5. Especially when looking at the cathodic side, this is even more evident, and the cathodic polarization curves also decrease as the concentration increases. At the same time, as can be clearly seen from Table 3, the corrosion current density values (i_{corr}) also diminish with increasing concentration. Therefore, the effectiveness of inhibition also rises. The cathodic Tafel constant ($-\beta_c$) values were also defined by extrapolation of the potentiodynamic polarization plots. While the $-\beta_c$ value was 108 mV dec^{-1} in the blank solution, it did not show much change in the solutions containing *P. porelloides* extract. The fact that this value does not change much means that the hydrogen evolution mechanism is not impressed by *P. porelloides* (Zohdy et al., 2021).

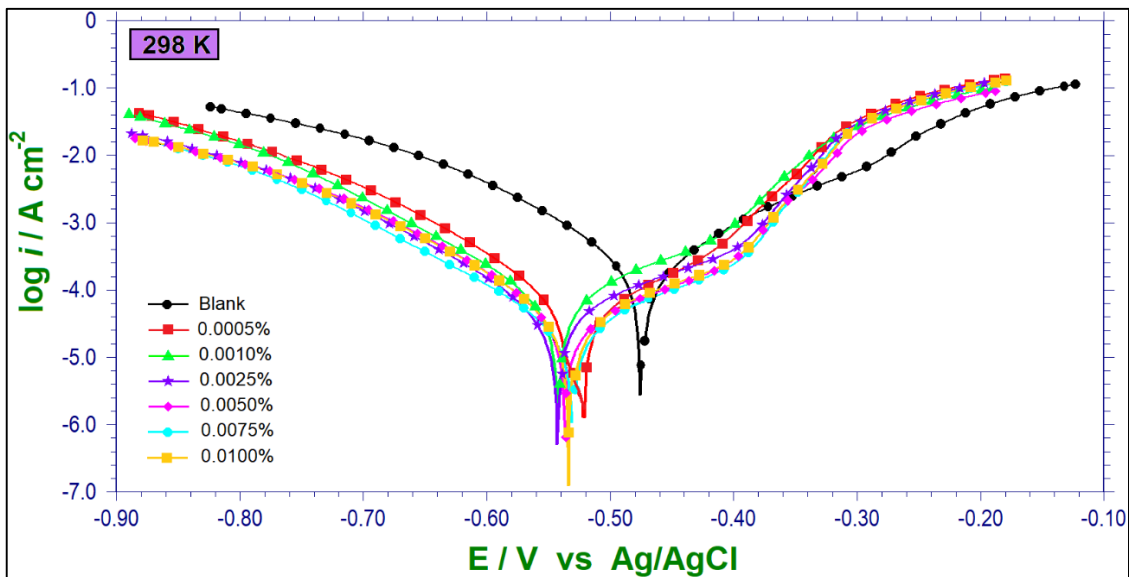


Figure 5. Potentiodynamic polarization plots for mild steel in 1.0 M HCl solution with and without *P. porelloides* extract as a green corrosion inhibitor at 298 K

Table 3. Potentiodynamic polarization data calculated for mild steel in hydrochloric acid solution with and without *P. porelloides* extract

| (298 K) | <i>P. porelloides</i> extract concentration (w/v %) | | | | | | |
|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Blank | 0.0005 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0050 | 0.0075 | 0.0100 |
| E_{corr} (V/Ag/AgCl) | -0.475 | -0.534 | -0.541 | -0.536 | -0.539 | -0.530 | -0.530 |
| $-\beta_c$ (mV dec ⁻¹) | 108 | 96 | 100 | 100 | 98 | 98 | 102 |
| i_{corr} ($\mu\text{A cm}^{-2}$) | 265 | 73 | 62 | 43 | 37 | 35 | 25 |
| η (%) | - | 72.4 | 76.6 | 83.8 | 86.0 | 86.8 | 90.6 |

While the E_{corr} values of the potentiodynamic polarization plots in Figure 5 were -0.475 V in the blank solution, they shifted to more negative (cathodic) potentials when the liverwort extract was added to the medium. The maximum potential change between blank and inhibitor-containing solutions is 66 mV (Table 3). Since this potential change (66 mV) is slightly lower than 85 mV, it can be said that the behaviour of the inhibitor in this electrolyte solution is close to the definition of a mixed-type inhibitor on the mild steel surface (Feng et al., 2021; Mao et al., 2021). The increment of the concentration of *P. porelloides* extract in hydrochloric acid solution attenuates the current densities and thus the slopes of both the cathodic and anodic polarization curves. However, the decrease in current density in the cathodic region is slightly more marked in solutions with inhibitors than in the blank solution and the anodic region. For this reason, *P. porelloides* extract acts as a cathodic

controlled mixed-type inhibitor on the corrosion of mild steel in solution containing 1.0 M hydrochloric acid (Nam et al., 2018). While mixed-type inhibitors act on the metal surface, they play a role in both anodic and cathodic reactions. These inhibitors do not change the corrosion potential much, but reduce the corrosion current (Rodrigues et al., 2021).

When the results obtained with the three electrochemical techniques for liverwort extract were examined, the common point of inhibition efficiency values of all three were found to be compatible with each other in the six concentrations studied. The distribution range of $\eta\%$ values was calculated by EIS, LPR and potentiodynamic polarization method as 70.4%-87.8%, 68.9%-88.4%, and 72.4%-90.6%, respectively. The harmony of the three methods is better illustrated schematically in Figure 6.

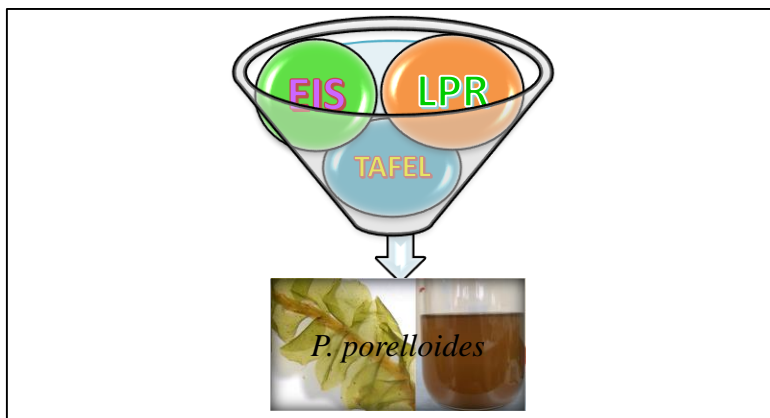


Figure 6. The schematic visual expression of three electrochemical corrosion measurement methods

3.3. The optical microscope results of working electrodes

The influence of preventive *P. porelloides* as green corrosion inhibitor adsorbed on mild steel in hydrochloric acid solution after 1 h of duration was viewed by using optical (metal) microscope method as shown in Figure 7 (Özkır and Kayakırılmaz, 2020; Abu-Baker et al., 2021; Ma et al., 2021). Surface images were only performed for 0.0100% (w/v) *P. porelloides* extract solutions with and

without 1.0 M HCl. In this final stage of the study, the experimental results obtained by electrochemical measurements are confirmed by surface images taken with an optical microscope. Figure 7(a) reveals the surface view of an untreated bare mild steel electrode. This surface was only sanded and polished before the image was taken. In the surface image, the traces caused by the sanding process are clearly visible.

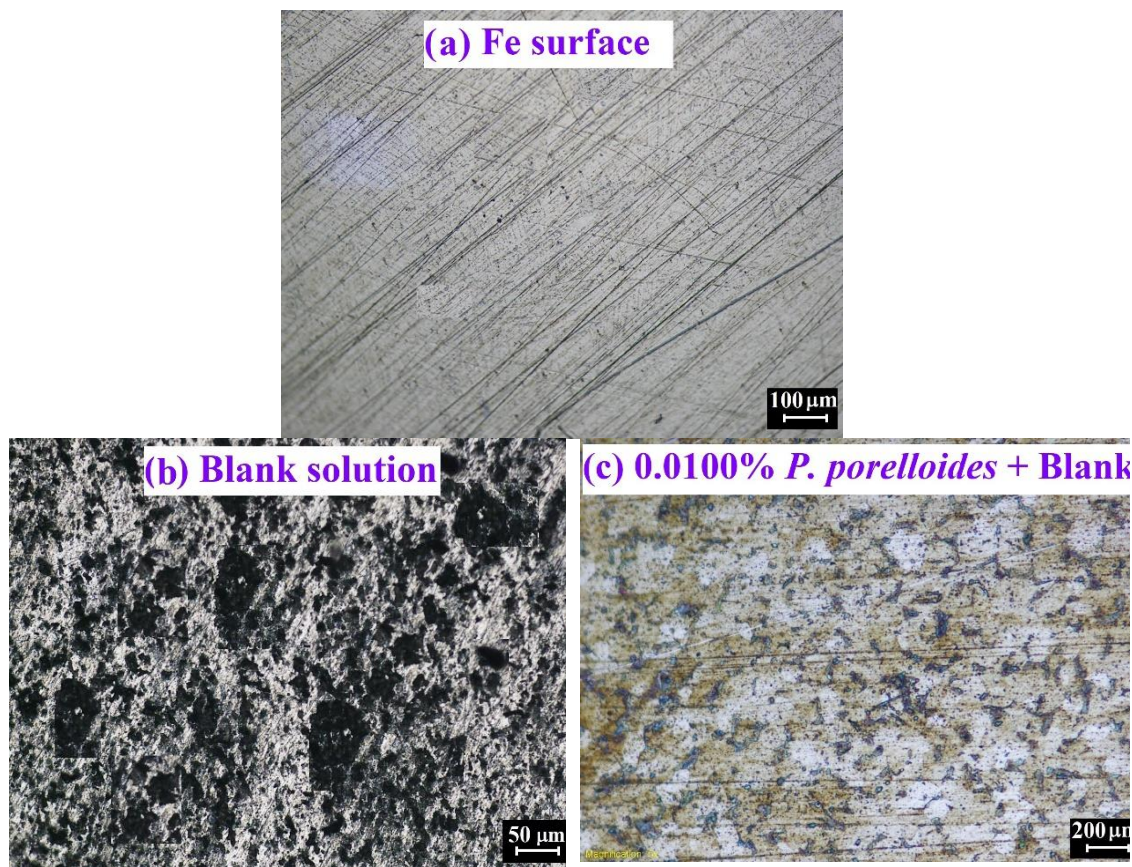


Figure 7. Optical microscope images of the working electrodes after 1 h at 298 K

Figure 7(b) shows the surface view of the working electrode immersed in 1.0 M hydrochloric acid solution (blank) for 1 h. It is obvious that the surface is highly affected and deformed by the aggressive solution without inhibitors. In addition, it is seen that very prominent deep cavities and pits are formed on the surface and it has an extremely rough structure.

When it comes to Fig. 7(c), it can be seen that it has a very different appearance from Fig. 7(a) and 7(b). At the same time, on the surface of the blank solution in Fig. 7(b), an almost completely smooth surface appearance stands out, in contrast to the very rough surface where the deep pits are closed. This is among the very clear evidence that the *P. porelloides* is adsorbed on the mild steel surface. It can be said that the surface image of *P. porelloides* in Figure 7(c) is extremely different from the other two surface images, there is an interaction between the metal and the green inhibitor, and this result supports the three electrochemical methods applied.

4. Conclusions

This study is remarkable in that it can be a solution to the phenomenon of corrosion, which cannot be prevented all over the world and has become the problem of most industries. In particular, it is an important study in terms of its first application and entry into the literature in terms of inhibiting the corrosion of mild steel in the hydrochloric acid solution of *Plagiochila porelloides*, a Marchantiophyta species, both as a non-toxic and completely green, nature-friendly inhibitor.

According to the results of the 1 h exposure experiments performed by all three electrochemical methods, it was observed that the *P. porelloides* extract was very well adsorbed on the mild steel surface and provided high inhibition even at its lowest concentrations. From the EIS findings, it was observed that as the concentration of the liverwort extract increased, the polarization resistance values increased and the *CPE* values decreased, thus the inhibition effect increased. This is due to the increment in the number of organic molecules adsorbed on the metal surface as the inhibitor concentration increases. The EIS diagrams obtained in the inhibited solutions were in the form of a semi-ellipse, unlike the blank solution. Inhibition efficiency values calculated from EIS and LPR findings, R_p and *R_p values increased at the same rate as *P. porelloides* extract was added to the HCl solution.

The electrochemical behaviour of mild steel was examined by the potentiodynamic polarization (Tafel extrapolation) method, and the fact that the

calculated $-\beta_c$ values did not change much in both solutions with and without inhibitor showed that the hydrogen formation mechanism was not affected by *P. porelloides*. In addition, it was concluded that *P. porelloides* behaved as a cathodic controlled mixed-type inhibitor, since the enhancement in liverwort concentration in the acidic solution diminished both anodic and cathodic current density values more dominantly in the cathodic side.

In order to analyse the effect of the inhibitor on the metal/solution interface in detail, surface images were taken, and it was observed that the surface image in the blank solution was quite rough and had large cavities compared to the image in the solution containing liverwort extract. The three electrochemical methods utilized as well as optical microscope analysis results are highly compatible with each other.

Acknowledgements

The author would like to thank, in the process of providing and identifying the plant material to Prof. Dr. Tülay Ezer, and also to Prof. Dr. Osman Seyyar for photographed of the plant material.

References

- Abu-Baker A.N. Khalil L.A. Al-Gonmeen T. 2021. A multi-analytical exploration of the chemical composition, microstructural properties and corrosion inhibiting treatment for an archaeological brass censer from Umm Zuwaytinah, Amman. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B. 502: 73-79.
- Alrebh A. Rammal M.B. Omanovic S. 2021. A pyridine derivative 2-(2-Methylaminoethyl)pyridine (MAEP) as a 'green' corrosion inhibitor for low-carbon steel in hydrochloric acid media. J. Mol. Struct. 1238:8, 130333.
- Cansu T.B. Yaylı B. Özdemir T. Batan N. Alpay-Karaoğlu Ş. Yaylı N. 2013. Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oils of mosses (*Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. and *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwägr.) growing in Turkey. Turk. J. Chem. 37:2, 213-219.
- Cansu T.B. Özdemir T. Batan N. Yaylı B. Alpay-Karaoğlu Ş. Yaylı N. 2014. Essential Oil Analysis and Antimicrobial Activity of *Neckera complanata* (Hedw.) Huebener and *Neckera crispa* Hedw. (Neckeraceae) Grown in Turkey. Asian J. Chem. 26:7, 2005-2008.
- Charitha B.P. Rao P. 2018. Pullulan as a potent green inhibitor for corrosion mitigation of aluminum composite: Electrochemical and

- surface studies. *Int. J. Biol. Macromol.* 112: 461–472.
- Chaubey N. Savita. Qurashi A. Chauhan D.S. Quraishi M.A. 2021. Frontiers and advances in green and sustainable inhibitors for corrosion applications: A critical review. *J. Mol. Liq.* 321: 114385.
- El Tamany El-S.H. Elsaed S.M. Ashour H. Zaki E.G. El Nagy H.A. 2018. Novel acrylamide ionic liquids as anti-corrosion for X-65 steel dissolution in acid medium: Adsorption, hydrogen evolution and mechanism. *J. Mol. Struct.* 1168: 106-114.
- Feng Y. He J. Zhan Y. An J. Tan B. 2021. Insight into the anti-corrosion mechanism Veratrum root extract as a green corrosion inhibitor. *J. Mol. Liq.* 334: 116110.
- Guruprasad A.M. Sachin H.P. 2021. Novel cost-effective aqueous *Amorphophallus paeoniifolius* leaves extract as a green corrosion inhibitor for mild steel corrosion in hydrochloric acid medium: A detailed experimental and surface characterization studies. *Chem. Data Coll.* 34: 100734.
- Huang Y. Xiao D. Burton-Freeman B.M. Edirisinghe I. 2016. Chemical changes of bioactive phytochemicals during thermal processing. In: Reference Module in Food Science. Elsevier.
- Kumar H. Yadav V. 2020. *Musa acuminata* (Green corrosion inhibitor) as anti-pit and anti-cracking agent for mild steel in 5M hydrochloric acid solution. *Chemical Data Collections.* 29: 100500.
- Li H. Qiang Y. Zhao W. Zhang S. 2021. A green *Brassica oleracea L* extract as a novel corrosion inhibitor for Q235 steel in two typical acid media. *Colloids Surf. A Physicochem. Eng. Asp.* 616: 126077.
- Ma L. Lu W. Yang D. Shen J. Gao Z. Zhang S. Liao Q. 2021. Dithiocarbamate modified glucose as a novel eco-friendly corrosion inhibitor for copper in sodium chloride media. *Sustain. Chem. Pharm.* 22: 100488.
- Mao T. Huang H. Liu D. Shang X. Wang W. Wang L. 2021. Novel cationic Gemini ester surfactant as an efficient and eco-friendly corrosion inhibitor for carbon steel in HCl solution. *J. Mol. Liq.* 339: 117174.
- Nam N.D. Hien P.V. Hoai N.T. Thu V.T.H. 2018. A study on the mixed corrosion inhibitor with a dominant cathodic inhibitor for mild steel in aqueous chloride solution. *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* 91: 556-569.
- Özkır D. Kayakırılmaz K. Bayol E. Gürten A.A. Kandemirli F. 2012. The inhibition effect of Azure A on mild steel in 1M HCl. A complete study: Adsorption, temperature, duration and quantum chemical aspects. *Corrosion Science.* 56: 143–152.
- Özkır D. Çıfcıbaşı Ö. 2017. The Investigation of the Adsorption of a Schiff Base Derived from 2,5-Dichloroaniline as an Inhibitor on Mild Steel Corrosion in Acidic Medium by Electrochemical Methods. *Engineering Sciences.* 12:2, 97-107.
- Özkır D. 2018. A new example of mild steel corrosion inhibitors synthesized from Chloroaniline: 2-[(2,5-dichlorophenylimino) methyl] phenol. *OHU J. Eng. Sci.* 7:2, 993-1003.
- Özkır D. 2019a. A Newly Synthesized Schiff Base Derived from Condensation Reaction of 2,5-dichloroaniline and benzaldehyde: Its Applicability through Molecular Interaction on Mild Steel as an Acidic Corrosion Inhibitor by Using Electrochemical Techniques. *J. Electrochem. Sci. Technol.* 10:1, 37-54.
- Özkır D. 2019b. The Electrochemical Variation of a Kind of Protein Staining and Food Dye as a New Corrosion Inhibitor on Mild Steel in Acidic Medium. *International Journal of Electrochemistry.* 2019: 1-11.
- Özkır D. 2019c. A Corrosion Study: Use of Thionine dye having structurally metachromatic influence. *Int. J. Chem. Technol.* 3:1, 17-25.
- Özkır D. Ezer T. 2020. A New Inhibitor Approach to the Corrosion of Mild Steel in Acidic Solution with Long-Term Impedance Tests: A New Application Area for *Hypnum cupressiforme* (Bryophyta). *Anatolian Bryology.* 6:2, 119-128.
- Özkır D. Kayakırılmaz K. 2020. The Inhibitor Effect of (E)-5-[(4-(benzyl(methyl)amino)phenyl)diazenyl]-1,4-dimethyl-1H-1,2,4-triazol-4-ium zinc(II) Chloride, an Industrial Cationic Azo Dye, onto Reducing Acidic Corrosion Rate of Mild Steel. *J. Electrochem. Sci. Technol.* 11:3, 257-272.
- Paton J.A. 1999. *The Liverworts flora of the British Isles.* Harley Press, 626 p. England.
- Rodrigues F.A.d.S. Gonçalves Y.M.H. Horta B.A.C. Santos I.d.S. Silva B.V. D’Elia E. 2021. Experimental and theoretical studies of isonitrosoacetanilides derivatives as corrosion inhibitors for mild steel in 1 mol L⁻¹ HCl. *J. Mol. Struct.* 1245: 131-256.
- Salmasif A. Edraki M. Alibakhshi E. Ramezanzadeh B. Bahlakeh G. 2021. Combined electrochemical/surface investigations and computer modeling of the aquatic Artichoke extract molecules corrosion inhibition properties on the mild

- steel surface immersed in the acidic medium. J. Mol. Liq. 327: 114856.
- Smith A.J.E. 1996. The liverworts of Britain and Ireland, Cambridge University Press. 362 p. Cambridge.
- Sürme Y. Gürten A.A. 2009. Role of polyethylene glycol tert-octylphenyl ether on corrosion behaviour of mild steel in acidic solution. Corros. Eng. Sci. Techn. 44:4, 304–311.
- Tosun G. Yaylı B. Özdemir T. Batan N. Bozdeveci A. Yaylı N. 2015. Volatiles and Antimicrobial Activity of the Essential Oils of the Mosses *Pseudoscleropodium purum*, *Eurhynchium striatum*, and *Eurhynchium angustirete* Grown in Turkey. Rec. Nat. Prod. 9: 237-242.
- Zhang X. Li W. Yu G. Zuo X. Luo W. Zhang J. Tan B. Fu A. Zhang S. 2020. Evaluation of *Idesia polycarpa* Maxim fruits extract as a natural green corrosion inhibitor for copper in 0.5 M sulfuric acid solution. J. Mol. Liq. 318: 114080.
- Zohdy K.M. El-Sherif R.M. Ramkumar S. El-Shamy A.M. 2021. Quantum and electrochemical studies of the hydrogen evolution findings in corrosion reactions of mild steel in acidic medium. Upstream Oil and Gas Technology. 6: 100025.



Anzer Vadisi ve Çevresinin Briyofit Florası (İkizdere, Rize)

Hüseyin ERATA^{1*} , Nevzat BATAN² , Gökhan ABAY³ , Turan ÖZDEMİR⁴ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bayramiç Meslek Yüksekokulu, Çanakkale, TÜRKİYE

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maçka Meslek Yüksekokulu, Trabzon, TÜRKİYE

³Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Rize, TÜRKİYE

⁴Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 61080, Trabzon, TÜRKİYE

Received: 10 September 2021 **Revised: 25 September 2021** **Accepted: 29 September 2021**

Öz

Anzer vadisi ve çevresinin briyofit çeşitliliğinin ortaya çıkarılması amacıyla araştırma alanından Haziran ve Temmuz 2019 aylarında 33 istasyondan briyofit örnekleri toplanmıştır. Örneklerin incelenmesi sonucunda, 69 familya ve 135 cinse ait 286 karayosunu ve 52 ciğerotu taksonu olmak üzere toplamda 338 briyofit taksonu (tür, alttür ve varyete) tanımlanmıştır. Teşhis edilenler arasında *Scapania obscura* (Arn. & Jens.) Schiffn., *Sphagnum fimbriatum* Wilson, *Sphagnum papillosum* Lindb., *Dicranella staphylina* H.Whitehouse, ve *Pohlia lescuriana* (Sull.) Ochi, taksonlarının Türkiye'den ikinci kez kaydı verilmiştir. Ayrıca Rize'den ilk defa kaydı verilen briyofit taksonu sayısı 88 (9' u ciğerotu, 79' u karayosunu)'dir. Yapılan bu çalışma sonucunda Rize ili için yeni olan 88 taksonun eklenmesi ile Rize ilinden tespit edilmiş olan briyofit taksonu sayısı 424 olmuştur.

Anahtar kelimeler: Briyoflora, Ciğerotları, Karayosunları, Türkiye

Bryophyte Flora of Anzer Valley and Its Surroundings (İkizdere, Rize)

Abstract

In order to reveal the bryophyte diversity of the Anzer valley and its surroundings, bryophyte samples were collected from 33 stations in the research area between June and July 2019. As a result of the examination of the samples, a total of 338 bryophyte taxa belonging to 135 genera and 69 families were identified and from those 286 were mosses and 52 liverworts. Among the identified, *Scapania obscura* (Arn. & Jens.) Schiffn., *Sphagnum fimbriatum* Wilson, *Sphagnum papillosum* Lindb., *Dicranella staphylina* H.Whitehouse, and *Pohlia lescuriana* (Sull.) Ochi, are reported for the second time from Turkey. In addition, a total of 88 bryophyte taxa (9 liverworts and 79 mosses) are new to for Rize province. As a result of this study, with the addition of 88 new taxa for Rize province, the number of bryophyte taxa determined from Rize province is 424.

Key words: Bryoflora, Liverworts, Mosses, Turkey

1.Giriş

Araştırma alanı olan Anzer Vadisi ve çevresi, Rize ili İkizdere ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Batısında Bayburt ve Trabzon, Güneyinde Erzurum, Kuzeyinde Kalkandere ve Rize merkez

Doğusunda Çayeli ve Çamlıhemşin ilçeleri yer almaktadır (Şekil 1). Araştırma alanında 3 vejetasyon tipi bulunmaktadır. 200 ile 1900 m arası orman, 1900-2200 m arası subalpin, subalpin katından 3100-3200 m ye kadar olan kısımlarda ise

* Corresponding author: huseyin_erata@hotmail.com

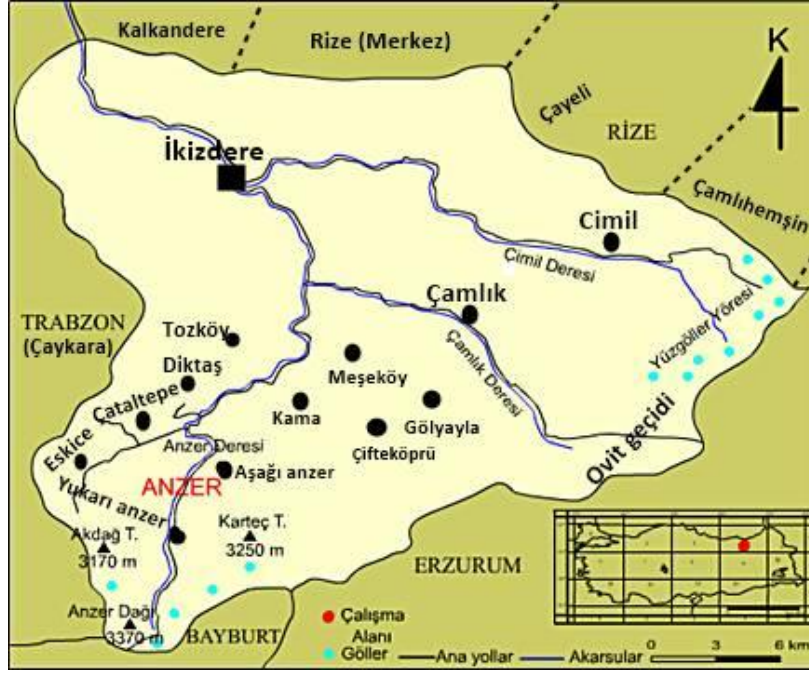
© 2021 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Erata H. Batan N. Abay G. Özdemir T. 2021. Anzer Vadisi ve Çevresinin Briyofit Florası (İkizdere, Rize). *Anatolian Bryology*. 7:2, 131-145.



alpin vejetasyon vardır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin genelinde olduğu gibi Anzer vadisi ve çevresinde de çok sayıda derin vadiler ve bu vadilerin içerisinde çok sayıda akarsu mevcuttur. Bu derin vadilerde yer alan çok sayıda akarsu bölgenin oldukça nemli olmasına neden olmuştur. Bu iklimsel özelliklerin doğal sonucu

olarak bölge ormanlarla kaplıdır (Şekil 2). İkizdere ilçesi tipik okyanus iklimine sahiptir ve hemen hemen kuraklık yaşanan mevsimi yoktur. Yıllık yağış 2254,4 mm, yıllık ortalama sıcaklık 14,3 °C'dir. En soğuk ay 6 °C ile Ocak, en sıcak 24 °C ile Temmuz'dur (Anşin, 1981; Akman, 1999).



Şekil 1. Anzer Vadisi ve çevresine ait yer bulduru haritası

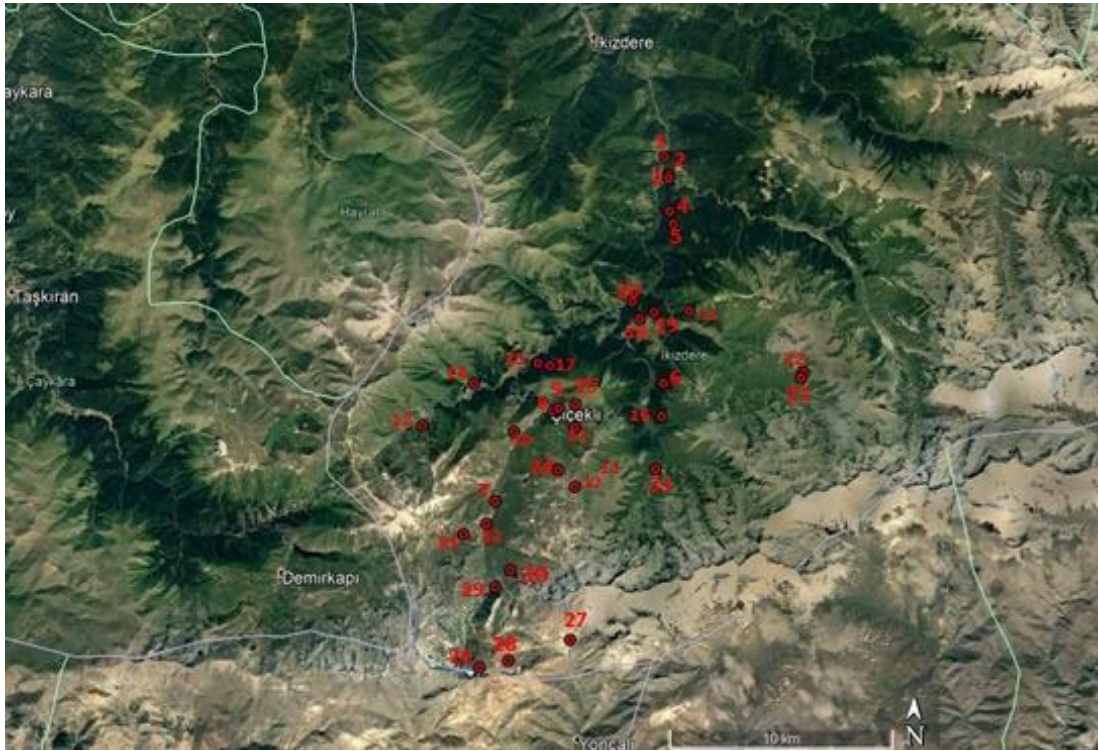


Şekil 2. Anzer Vadisi'nden bazı vejetasyon tipleri.

Anzer vadisi İkizdere ilçesinden başlar ve 3200 metreye kadar uzanır (Şekil 1). Yaklaşık yedi ay (Ekim-Mayıs) karla kaplı olan Anzer vadisinde İkizdere ilçesine göre kışlar daha soğuk, yazlar yağışlı ve serindir. Araştırma alanının (Anzer vadisi) hakim bitki örtüsüne ait tipik bitki türleri *Rhododendron ponticum* L., *R. luteum* Sweet., *Ulmus glabra* Mill., *Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (CA Mey.) Yalt., *Buxus sempervirens* L., *Corylus avellana* L., *Ilex colchica* Pojk., *Daphne pontica* L., *Fagus orientalis* Lipsky, *Picea orientalis* (L.) Link., *Laurus nobilis* L., *Castanea sativa* Mill., *Carpinus betulus* L., *C. orientalis* Mill., *Acer trautvetteri* Medw., *A. cappadocicum* Gled., *A. platanoides* L., *A. campestre* L., *Tilia rubra* subsp. *caucasica* (Rupr.) V. Engler, *Salix* sp.'dir (Anşin 1981).

2. Materyal ve Metot

2019 yılı Haziran ve Temmuz aylarında Anzer Vadisi ve çevresinde briyofitlerin yayılış gösterebileceği değişik habitatlar ve yetiştirme ortamları gezilerek 33 farklı lokaliteden yaklaşık ± 6000 briyofit örneği toplanmıştır. (Şekil 3; Tablo 1). Toplanan briyofit örnekleri ışık mikroskobu ve steromikroskop ile incelenmiş ve ilgili flora, revizyon ve monograflar kullanılarak teşhis edilmiştir (Nyholm, 1986, 1989, 1993, 1998; Crum ve Anderson, 1981; Paton, 1999; Smith, 1996, 2004; Hedenäs, 1992; Cortini-Pedrotti 2001, 2006; Guerra ve ark., 2006; Frey ve ark., 2006; Brugués ve ark., 2007; Casas ve ark., 2009; Brugués ve Guerra, 2015; Kürschner ve Frey, 2020). Bitki listesinin oluşturulmasında ve briyofitlere ait nomenklatürel değişiklikler ve sinonimler için Hodgetts ve ark. (2020) takip edilmiştir.



Şekil 3. Örnek toplanan lokalitelerin harita üzerindeki konumları

Tablo 1. Araştırma alanından toplanan briyofit örneklerine ait lokalite bilgileri

| Sıra No | Tarih/Rakım | Lokalite/ GPS Koordinatları | Vejetasyon Tipi |
|---------|----------------------|---|---|
| 1 | 10.06.2019 1050 m | Yerelma Köyü girişi, çeşme, dere kenarı 40°42'06.3"K, 40°35'85.9"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., <i>Fagus orientalis</i> Lipsky, <i>Corylus avellana</i> L., <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner karışık orman |
| 2 | 10.06.2019 1180 m | Dereköy girişi 40°43'42.8"K, 40°35'65.0"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link, <i>Fagus orientalis</i> Lipsky, <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner, <i>Castanea sativa</i> Mill. <i>Rubus</i> sp. L. karışık orman |

| | | | |
|----|---------------------------|---|--|
| 3 | 10.06.2019 1100 m | Dereköy girişi, şelale mevkii 40°43'12.5"K, 40°35'73.9"D | <i>Fagus orientalis</i> Lipsky., <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner, <i>Castanea sativa</i> Mill. <i>Corylus avellana</i> L., karışık orman |
| 4 | 10.06.2019 1181 m | Yerelma Köyü altı, orman içi 40°42'24.6"K, 40°35'77.8"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., <i>Fagus orientalis</i> Lipsky, <i>Rhododendron ponticum</i> L., <i>R. luetum</i> Sweet, <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Quercus robur</i> L. karışık orman |
| 5 | 10.06.2019 1030 m | Dereköy, dere içi 40°42'77.5"K, 40°35'74.8"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., <i>Fagus orientalis</i> Lipsky, <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Castanea sativa</i> Mill., karışık orman |
| 6 | 11.06.2019 1714 m | Çiçekli köy yolu 40°37'97.5"K, 40°31'97.6"D | <i>Berberis vulgaris</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Juniperus communis</i> L., <i>Populus tremula</i> L. karışık orman |
| 7 | 11.06.2019 2100-2165 m | Yukarı Anzer Ballıköy 40°37'00.3"K, 40°30'92.7"D | Kayalık alan, dere kenarı |
| 8 | 11.06.2019 1925 m | Çiçekli Köyü Yatak yaylası yol ayrımı 40°37'32.6"K, 40°32'45.2"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., saf orman |
| 9 | 11.06.2019 1980 m | Yatak yaylası yolu 40°37'36.4"K, 40°32'56.0"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., saf orman |
| 10 | 11.06.2019 2145 m | Yukarı Anzer Ballıköy-2 40°35'19.6"K, 40°31'00.3"D | Dere kenarı |
| 11 | 12.06.2019 2600 m | Aşağı Anzer köyü, yatak yaylası 40°36'07.0"K, 40°32'58.9"D | Alpin çayır |
| 12 | 12.06.2019 2140 m | Eskice Köyü, yukarı Haya üstü 40°37'05.8"K, 40°27'98.8"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner, karışık orman |
| 13 | 12.06.2019 2400 m | Aşağı Anzer köyü, yatak yaylası-2 40°36'69.7"K, 40°32'88.8"D | <i>Rhododendron caucasicum</i> Pall., <i>Sorbus aucuparia</i> L. |
| 14 | 12.06.2019 1795-1900 m | Çataltepe Köyü 40°37'68.7"K, 40°29'74.7"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link, <i>Rhododendron luteum</i> Sweet |
| 15 | 12.06.2019 1563 m | Diktaş tarihi köprüsü 40°38'40.4"K, 40°31'74.6"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., <i>Populus tremula</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Salix alba</i> L. karışık orman |
| 16 | 13.06.2019 1868 m | Çifteköprü Köyü üstü, Ormanlık alan 40°36'88.8"K, 40°36'12.1"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., saf orman |
| 17 | 13.06.2019 1317 m | Kama Köyü dibi 40°39'73.2"K, 40°34'71.5"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner, karışık orman |
| 18 | 13.06.2019 1757 m | Çifteköprü köyü-Meşeköy arası vadi içi 40°38'16.4"K, 40°35'74.0"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner, karışık orman |
| 19 | 13.06.2019 1842 m | Meşeköy 40°39'58.6"K, 40°35'53.0"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., saf orman |
| 20 | 13.06.2019 1564 m | Meşeköy altı 40°39'48.0"K, 40°34'86.6"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Quercus robur</i> L., karışık orman |
| 21 | 14.06.2019 1550 m | Gölyayla Köyü altı 40°39'61.9"K, 40°37'00.5"D | <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., <i>Salix alba</i> L., <i>Corylus avellana</i> L. karışık orman |
| 22 | 14.06.2019 2450 m | Gölyayla(Kabahor) Yaylası 40°37'89.8"K, 40°39'96.8"D | Alpin çayır |
| 23 | 14.06.2019 2300m | Gölyayla(Kabahor) Yaylası-2 40°37'97.4"K, 40°40'41.1"D | Alpin çayır |

| | | | |
|----|------------------------------|--|---|
| 24 | 16.07.2019 2718 m | Yatak Yaylası-1 40°35'43.8"K, 40°32'91.7"D | Alpin çayır |
| 25 | 16.07.2019 1985 m | Çiçekli Köyü üstü 40°37'42.0"K, 40°32'88.6"D | Dere içi, <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., saf orman |
| 26 | 17.07.2019 2640-2590 m | Arcahal 40°30'90.9"K, 40°31'34.3"D | Alpin çayır, <i>Rhododendron caucasicum</i> Pall., |
| 27 | 17.07.2019 3070 m | Anzer Dağı 40°32'02.8"K, 40°30'290.0"D | Kayalık alan |
| 28 | 17.07.2019 2980-2960 m | Dipsiz Göl 40°31'18"K, 40°30'39"D | Göl ve kayalık alan |
| 29 | 18.07.2019 2387-2500 m | Koşmer yaylası 40°33'40.8"K, 40°30'93.8"D | Alpin çayır, dere içi |
| 30 | 18.07.2019 2393-2300 m | Laphazalı yaylası 40°33'15.5"K, 40°30'65.3"D | Alpin çayır, dere içi |
| 31 | 18.07.2019 2400-2430 m | Kürdün Yurdu yaylası 40°34'30.8"K, 40°30'02.0"D | Alpin çayır, dere içi |
| 32 | 18.07.2019 2220 m | Ballıköy yaylası üstü 40°34'46.0"K, 40°30'45"D | Dere içi |
| 33 | 19.07.2019 2072 m | Garzavan Yaylası 40°36'12.5"K, 40°36'04.9"D | Kayalık alan, dere içi, <i>Picea orientalis</i> (L.) Link., saf orman |

Floristik listede taksonların ait oldukları familyalar, taksonlara ait geçerli Latince isimleri, otörler ile birlikte alfabetik sıraya göre verilmiştir. Ayrıca, her bir takson için Henderson (1961) kareleme sistemine göre hangi karede yer aldığı, toplandığı bölge adı, habitat, rakım, koordinat, toplama tarihi verilmiştir. Rize ili için briyofit taksonlarının durumu ilgili literatür taranarak değerlendirilmiştir (Abay ve ark., 2016; Abay, 2017, 2018; Batan ve ark., 2018).

Teşhisi yapılan briyofitler, zarflar içerisinde muhafaza edilmek suretiyle herbaryum materyali haline getirilmiştir. Bu materyaller; Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümünde Gökhan ABAY'ın kişisel koleksiyonunda saklanmaktadır.

3. Bulgular

Çalışma sonucunda 21 familya ve 30 cinse ait 52 ciğerotu taksonu ve 48 familya ve 105 cinse ait 286 karayosunu taksonu olmak üzere toplamda 69 familya ve 135 cinse ait 338 briyofit taksonu tespit edilmiştir.

3.1 Bitki listesi

Her takson için toplanma lokaliteleri ve substratlarının verildiği floristik listede; Türkiye'den ikinci kez kaydedilen taksonlar (*) ile, Rize ili için yeni olan taksonlar ise (#) ile gösterilmiştir.

Marchantiophyta

Anastrophyllaceae L.Söderstr., De Roo & Hedd.

Barbilophozia barbata (Schmidel ex Schreb.) Loeske; – Lok.: A4 Rize: 8, 16, 33; Kaya üzeri.

B. hatcheri (A.Evans) Loeske, – Lok.: A4 Rize: 8, 9, 33 ; toprak üzeri, çürümüş ağaç kütüğü üzeri
#*B. lycopodioides* (Wallr.) Loeske. – Lok.: A4 Rize: 24; toprak üzeri.

#*Gymnocolea inflata* (Huds.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 26; ıslak toprak üzeri.

Calypogeiaceae Arnell,

Calypogeia fissa (L.) Raddi. – Lok.: A4 Rize: 26; ıslak toprak üzeri.

Cephaloziaceae Mig.

Cephalozia bicuspidata (L.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 24, 26; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri.

Fuscocephaloziopsis catenulata (Huebener) Váňa & L.Söderstr. – Lok.: A4 Rize: 29; toprak üzeri.

#*F. lunulifolia* (Dumort.) Váňa & L.Söderstr. – Lok.: A4 Rize: 13; toprak üzeri.

Cephaloziellaceae Douin

Cephaloziella divaricata (Sm.) Schiffn. – Lok.: A4 Rize: 24, 26, 33; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri.

Conocephalaceae Müll.Frib. ex Grolle

Conocephalum conicum (L.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 1, 8, 11, 21, 30; ıslak toprak üzeri, ıslak kaya üzeri.

Frullaniaceae Lorch

Frullania dilatata (L.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 1, 15; ağaç üzeri, kaya üzeri.

F. tamarisci (L.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 1, 5, 17, 25; kaya üzeri.

Gymnomitriaceae H.Klinggr.

Marsupella emarginata (Ehrh.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 9; toprak üzeri.

Jungermanniaceae Rchb.

Jungermannia atrovirens Dumort. – Lok.: A4 Rize: 11, 26, 28, 29, 30; ıslak toprak üzeri

Mesoptychia bantriensis (Hook.) L.Söderstr. & Váňa. – Lok.: A4 Rize: 3; toprak üzeri.

Lejeuneaceae Cavers

Lejeunea cavifolia (Ehrh.) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 3; ıslak toprak üzeri.

Lepidoziaceae Limpr.

Telaranea europaea J.J.Engel & G.L.Merr. – Lok.: A4 Rize: 25; ıslak toprak üzeri

Lophocoleaceae Vanden Berghen

Chiloscyphus palleseus (Ehrh.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 11, 16; toprak üzeri

C. polyanthos (L.) Corda. – Lok.: A4 Rize: 13, 24, 26, 28, 30; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri.

Lophocolea bidentata (L.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 24; ıslak toprak üzeri.

L. heterophylla (Schrad.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 3, 13, 24; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri.

L. minor Nees. – Lok.: A4 Rize: 8, 9, 10, 11, 13, 24; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri.

Lophoziaaceae Cavers

Lophozia ventricosa (Dicks.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 13, 16, 24, 26; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri.

#*Lophozia excisa* (Dicks.) Konstant. & Vilnet. – Lok.: A4 Rize: 25; toprak üzeri.

#*L. longidens* (Lindb.) Konstant. & Vilnet. – Lok.: A4 Rize: 11, 25; ıslak toprak üzeri.

Tritomaria exsecta (Schmidel) Schiffn. ex Loeske. – Lok.: A4 Rize: 24; toprak üzeri.

Marchantiaceae Lindl.

Marchantia polymorpha L. – Lok.: A4 Rize: 10, 11, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 28, 30; ıslak toprak üzeri

Metzgeriaceae H.Klinggr.

Metzgeria conjugata Lindb. – Lok.: A4 Rize: 2, 3, 25; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri.

M. furcata (L.) Corda. – Lok.: A4 Rize: 1, 25, 33; toprak üzeri, kaya üzeri.

M. pubescens (Schrank) Raddi. – Lok.: A4 Rize: 1, 17; toprak üzeri, kaya üzeri.

Pelliaceae H.Klinggr.

Pellia epiphylla (L.) Corda. – Lok.: A4 Rize: 3, 11, 24, 28, 30; ıslak toprak üzeri

Plagiochilaceae Müll.Frib.

Pedinophyllum interruptum (Nees) Kaal. – Lok.: A4 Rize: 3, 9, 10, 13, 15, 21, 22, 28, 29, 30, 33; kaya üzeri, ıslak toprak üzeri.

Plagiochila asplenioides (L.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 3, 4, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 21, 22, 27, 29, 33; toprak üzeri, kaya üzeri.

P. porelloides (Torr. ex Nees) Lindenb. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 8, 11, 15, 16, 25; toprak üzeri, kaya üzeri.

Porellaceae Cavers

#*Porella cordaeana* (Huebener) Moore. – Lok.: A4 Rize: 9, 15, 19, 20; toprak üzeri, kaya üzeri.

P. platyphylla (L.) Pfeiff. – Lok.: A4 Rize: 4, 17, 20, 33; ağaç üzeri, kaya üzeri

Radulaceae Müll.Frib.

Radula complanata (L.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 17; ağaç üzeri.

R. lindenbergiana Gottsche ex C.Hartm. – Lok.: A4 Rize: 1, 5, 17, 27, 28, 29, 30; kaya üzeri, ağaç üzeri.

Scapaniaceae Mig.

Diplophyllum albicans (L.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 2; kaya üzeri.

D. taxifolium (Wahlenb.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 24; toprak üzeri.

Scapania aspera M.Bernet & Bernet. – Lok.: A4 Rize: 2; toprak üzeri.

S. compacta (Roth) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 22; ıslak toprak üzeri

S. irrigua (Nees) Nees. – Lok.: A4 Rize: 11, 22, 24, 26, 28, 30, 33; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri

S. nemorea (L.) Grolle. – Lok.: A4 Rize: 17; toprak üzeri

**S. obscura* (Arnell & C.E.O.Jensen) Schiffn. – Lok.: A4 Rize: 24, 26; ıslak toprak üzeri.

S. subalpina (Nees ex Lindenb.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 24, 26; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri

S. undulata (L.) Dumort. – Lok.: A4 Rize: 1, 21, 27; kaya üzeri, toprak üzeri.

Schistochilopsis incisa (Schrad.) Konstant. – Lok.: A4 Rize: 13, 29; toprak üzeri,

Solenostomataceae Stotler & Crand.-Stotl.

Solenostoma gracillimum (Sm.) R.M.Schust. – Lok.: A4 Rize: 26; ıslak toprak üzeri.

S. hyalinum (Lyell) Mitt. – Lok.: A4 Rize: 2; toprak üzeri.

#*S. sphaerocarpum* (Hook.) Steph. – Lok.: A4 Rize: 25; ıslak toprak üzeri.

Southbyaceae Váňa, Crand.-Stotl., Stotler & D.G.Long

#*Southbya tophacea* (Spruce) Spruce. – Lok.: A4 Rize: 26; ıslak toprak üzeri.

Bryophyta

Amblystegiaceae G.Roth

Campyliadelphus chrysophyllus (Brid.) R.S.Chopra. – Lok.: A4 Rize: 27; ıslak toprak üzeri

#*Campylium bambergeri* (Schimp.) Hedenäs, Schlesak & D.Quandt. – Lok.: A4 Rize: 21; kaya üzeri

C. protensum (Brid.) Kindb. – Lok.: A4 Rize: 1, 3, 12, 16, 22, 24, 26, 28, 29, 30, 32; ıslak toprak üzeri

C. stellatum (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen. – Lok.: A4 Rize: 18, 24, 27; ıslak kaya üzeri, ıslak toprak üzeri

Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce. – Lok.: A4 Rize: 1, 4, 11, 12, 24, 25, 28, 29, 30; ıslak toprak üzeri

- #*Hygroamblystegium tenax* (Hedw.) Jenn. – Lok.: A4 Rize: 3; ıslak toprak üzeri.
Hygrohypnum luridum (Hedw.) Jenn. – Lok.: A4 Rize: 17; ıslak toprak üzeri.
Palustriella commutata (Hedw.) Ochyra. – Lok.: A4 Rize: 10, 29; ıslak toprak üzeri.
P. decipiens (De Not.) Ochyra. – Lok.: A4 Rize: 16, 22; ıslak toprak üzeri.
P. falcata (Brid.) Hedenäs. – Lok.: A4 Rize: 11, 12, 18, 22, 23, 24, 32; ıslak toprak üzeri.
#*Platyhypnum duriusculum* (De Not.) Ochyra. – Lok.: A4 Rize: 24, 33; ıslak toprak üzeri.
#*P. smithii* (Sw.) Ochyra. – Lok.: A4 Rize: 27, 28, 30; ıslak toprak üzeri
Pseudoamblystegium subtile (Hedw.) Vanderp. & Hedenäs. – Lok.: A4 Rize: 16, 17, 20; ağaç gövdesi üzeri.
Amphidiaceae M.Stech
Amphidium mougeotii (Schimp.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 25; ıslak kaya üzeri
Anomodontaceae Kindb.
Anomodon viticulosus (Hedw.) Hook. & Taylor. – Lok.: A4 Rize: 1, 5; toprak üzeri, kaya üzeri.
Antitrichiaceae Ignatov & Ignatova
Antitrichia curtispindula (Hedw.) Brid. – Lok.: A4 Rize: 1; Ağaç gövdesi üzeri
Aongstroemiaceae De Not.
Dichodontium pellucidum (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 3, 4, 21; ıslak toprak üzeri
Diobelonella palustris (Dicks.) Ochyra. – Lok.: A4 Rize: 11, 22, 24, 25, 26, 28, 30; ıslak toprak üzeri
Aulacomniaceae Schimp.
Aulacomnium palustre (Hedw.) Schwägr. – Lok.: A4 Rize: 24, 26; ıslak toprak üzeri
Bartramiaceae Schwägr
Bartramia halleriana Hedw. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 9, 15, 16, 17, 20, 21, 28, 30, 33; kaya üzeri
B. ithyphylla Brid. – Lok.: A4 Rize: 9, 10, 11, 13, 24, 29; kaya üzeri
Philonotis caespitosa Jur. – Lok.: A4 Rize: 3, 26; ıslak toprak üzeri
P. calcarea (Bruch & Schimp.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 12; ıslak toprak üzeri.
P. capillaris Lindb. – Lok.: A4 Rize: 28, 30; ıslak toprak üzeri.
P. fontana (Hedw.) Brid. – Lok.: A4 Rize: 11, 14, 16, 18, 24, 31, 32, 33; ıslak toprak üzeri.
P. seriata Mitt. – Lok.: A4 Rize: 10, 19, 22, 29, 33; ıslak toprak üzeri
Brachytheciaceae Schimp.
Brachytheciastrum collinum (Schleich. ex Müll.Hal.) Ignatov & Huttunen. – Lok.: A4 Rize: 30; toprak üzeri.
B. velutinum (Hedw.) Ignatov & Huttunen. – Lok.: A4 Rize: 9, 13, 16, 19, 21, 29, 33; kaya üzeri, toprak üzeri.
Brachythecium albicans (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 11, 14, 16, 21, 22, 24, 33; kaya üzeri, toprak üzeri.
#*B. campestre* (Müll.Hal.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 11; toprak üzeri.
B. capillaceum (F.Weber & D.Mohr) Giacom. – Lok.: A4 Rize: 12; ıslak toprak üzeri.
B. glareosum (Bruch ex Spruce) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 5; toprak üzeri.
B. mildeanum (Schimp.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 10, 12, 19, 27; toprak üzeri.
B. rivulare Schimp. – Lok.: A4 Rize: 3, 7, 9, 14, 16, 18, 24, 28, 29, 30, 33; ıslak toprak üzeri
B. rutabulum (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 1, 4, 10, 11, 15, 17, 19, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 32; ıslak toprak üzeri.
B. salebrosum (Hoffm. ex F.Weber & D.Mohr) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 16; çürümüş ağaç kütüğü üzeri.
#*B. tommasinii* (Sendtn. ex Boulay) Ignatov & Huttunen. – Lok.: A4 Rize: 10; ıslak toprak üzeri
Eurhynchiastrum pulchellum (Hedw.) Ignatov & Huttunen. – Lok.: A4 Rize: 9, 11, 17, 27; toprak üzeri.
Eurhynchium angustirete (Broth.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 8, 9, 15, 17; toprak üzeri
E. striatum (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 21; kaya üzeri.
Homalothecium lutescens (Hedw.) H.Rob. – Lok.: A4 Rize: 2, 10, 15, 17, 20, 25, 33; kaya üzeri.
#*H. philippeanum* (Spruce) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 5, 8, 9, 11, 14, 16, 17; kaya üzeri
H. sericeum (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 1, 5, 15, 16, 20, 33; kaya üzeri
Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske. – Lok.: A4 Rize: 21; ıslak toprak üzeri
Plasteurhynchium striatulum (Spruce) M.Fleisch. – Lok.: A4 Rize: 1; toprak üzeri.
Rhynchostegiella tenella (Dicks.) Limpr. – Lok.: A4 Rize: 9, 20; kaya üzeri.
Rhynchostegium confertum (Dicks.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 22; toprak üzeri.
R. riparoides (Hedw.) Cardot. – Lok.: A4 Rize: 29; ıslak toprak üzeri.
#*Sciuro-hypnum flotowianum* (Sendtn.) Ignatov & Huttunen. – Lok.: A4 Rize: 1, 5, 17; toprak üzeri.
#*S. latifolium* (Kindb.) Ignatov & Huttunen. – Lok.: A4 Rize: 17; ıslak toprak üzeri
S. populeum (Hedw.) Ignatov & Huttunen. – Lok.: A4 Rize: 1, 14, 15, 16, 17, 18, 19; kaya üzeri.
S. reflexum (Starke) Ignatov & Huttunen. – Lok.: A4 Rize: 24; toprak üzeri.
Bryaceae Schwägr
#*Anomobryum concinatum* (Spruce) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 27; toprak üzeri.
Bryum argenteum Hedw. – Lok.: A4 Rize: 6, 12, 15, 33; toprak üzeri, kaya üzeri.

- #*B. dichotomum* Hedw. – Lok.: A4 Rize: 7, 10, 24, 29; kaya üzeri, toprak üzeri.
- #*Imbribryum alpinum* (Huds. ex With.) N.Pedersen. – Lok.: A4 Rize: 12, 13, 15, 22, 24, 25, 27, 31; toprak üzeri.
- I. mildeanum* (Jur.) J.R.Spence. – Lok.: A4 Rize: 7, 12, 19, 22, 25, 27; toprak üzeri.
- Ptychostomum capillare* (Hedw.) Holyoak & N.Pedersen. – Lok.: A4 Rize: 1, 20, 27; toprak üzeri
- #*P. compactum* Hornsch. – Lok.: A4 Rize: 24, 29; kaya üzeri
- #*P. creberrimum* (Taylor) J.R.Spence & H.P.Ramsay. – Lok.: A4 Rize: 2, 8, 17, 21, 22, 29, 33; toprak üzeri
- #*P. donianum* (Grev.) Holyoak & N.Pedersen. – Lok.: A4 Rize: 11; ıslak kaya üzeri.
- P. elegans* (Nees) D.Bell & Holyoak. – Lok.: A4 Rize: 13, 15, 19, 24, 33; toprak üzeri
- #*P. funkii* (Schwägr.) J.R.Spence. – Lok.: A4 Rize: 28, 30; toprak üzeri
- P. imbricatulum* (Müll.Hal.) Holyoak & N.Pedersen. – Lok.: A4 Rize: 7, 11, 22; kaya üzeri, ıslak toprak üzeri.
- P. intermedium* (Brid.) J.R.Spence. – Lok.: A4 Rize: 29; toprak üzeri.
- P. moravicum* (Podp.) Ros & Mazimpaka. – Lok.: A4 Rize: 1, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 16, 17, 20, 21; toprak üzeri, kaya üzeri.
- P. pallens* (Sw. ex anon.) J.R.Spence. – Lok.: A4 Rize: 29, 33; toprak üzeri.
- #*P. pallescens* (Schleich. ex Schwägr.) J.R.Spence. – Lok.: A4 Rize: 3; toprak üzeri.
- P. pseudotriquetrum* (Hedw.) J.R.Spence & H.P.Ramsay ex Holyoak & N.Pedersen var. *pseudotriquetrum*. – Lok.: A4 Rize: 1, 3, 7, 11, 12, 14, 16, 18, 22, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 33; ıslak kaya üzeri, ıslak toprak üzeri.
- #*P. pseudotriquetrum* var. *bimum* (Schreb.) Holyoak & N.Pedersen. – Lok.: A4 Rize: 6, 7, 16, 22, 24; ıslak toprak üzeri.
- #*P. rubens* (Mitt.) Holyoak & N.Pedersen. – Lok.: A4 Rize: 16; ıslak toprak üzeri
- P. schleicheri* (DC.) J.R.Spence ex D.Bell & Holyoak. – Lok.: A4 Rize: 11, 14, 19, 24; ıslak toprak üzeri
- #*P. weigeli* (Biehler) J.R.Spence. – Lok.: A4 Rize: 24; ıslak toprak üzeri.
- Rhodobryum ontariense* (Kindb.) Kindb. – Lok.: A4 Rize: 2, 4, 16, 23; toprak üzeri.
- Calliergonaceae** Vanderp., Hedenäs, C.J.Cox & A.J.Shaw
- Sarmentypnum exannulatum* (Schimp.) Hedenäs. – Lok.: A4 Rize: 26; su içi.
- Straminergon stramineum* (Dicks. ex Brid.) Hedenäs. – Lok.: A4 Rize: 24; su içi.
- #*Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske. – Lok.: A4 Rize: 26; su içi.
- Climaciaceae** Kindb.
- Climacium dendroides* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr. – Lok.: A4 Rize: 10, 11, 15, 18; ıslak toprak üzeri.
- Dicranaceae** Schimp.
- Dicranum bonjeanii* De Not. – Lok.: A4 Rize: 10, 24, 26, 33; kaya üzeri, ıslak toprak üzeri
- #*D. brevifolium* (Lindb.) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 16; çürümüş ağaç üzeri.
- #*D. elongatum* Schleich. ex Schwägr. – Lok.: A4 Rize: 11; kaya üzeri.
- D. flexicaule* Brid. – Lok.: A4 Rize: 2, 8, 9, 11; Çürümüş ağaç kütüğü üzeri, toprak üzeri
- #*D. leioneuron* Kindb. – Lok.: A4 Rize: 24; ıslak toprak üzeri.
- D. polysetum* Sw. ex anon. – Lok.: A4 Rize: 8, 22, 29; ıslak toprak üzeri, toprak üzeri.
- D. scoparium* Hedw. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 4, 8, 9, 11, 13, 15, 17, 20, 24, 26, 33; çürümüş ağaç kütüğü üzeri, toprak üzeri
- #*D. spadiceum* J.E.Zetterst. – Lok.: A4 Rize: 10, 13, 24, 27, 29; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri
- Dicranellaceae** M.Stech
- Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 2, 15, 26; toprak üzeri
- **D. staphylina* H.Whitehouse. – Lok.: A4 Rize: 33; ıslak toprak üzeri
- #*D. varia* (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 2, 13, 26; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri.
- Distichiaceae** Schimp.
- Distichium capillaceum* (Hedw.) Bruch & Schimp. – Lok.: A4 Rize: 10, 13, 25, 29; toprak üzeri
- Ditrichaceae** Limpr.
- Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. – Lok.: A4 Rize: 3, 5, 8, 10, 14, 15, 18, 19, 22, 24, 28, 30, 33; toprak üzeri
- Ditrichum heteromallum* (Hedw.) E.Britton. – Lok.: A4 Rize: 3; toprak üzeri.
- Encalyptaceae** Schimp.
- Encalypta ciliata* Hedw. – Lok.: A4 Rize: 8, 9, 10, 15, 21; kaya çatlağı içi, kaya üzeri.
- #*E. microstoma* Bals.-Criv. & De Not. – Lok.: A4 Rize: 25; kaya çatlağındaki toprak üzeri
- E. streptocarpa* Hedw. – Lok.: A4 Rize: 5, 6, 17, 21, 25; kaya çatlağındaki toprak üzeri, toprak üzeri, kaya üzeri.
- Entodontaceae** Kindb.
- Entodon concinnus* (De Not.) Paris. – Lok.: A4 Rize: 4, 5, 17, 20, 21, 25; toprak üzeri,
- Fissidentaceae** Schimp.
- Fissidens adianthoides* Hedw. – Lok.: A4 Rize: 1, 12; ıslak kaya üzeri, ıslak toprak üzeri.
- F. bryoides* Hedw. – Lok.: A4 Rize: 29; kaya çatlakları içinde.
- F. dubius* P.Beauv. – Lok.: A4 Rize: 28, 30; ıslak toprak üzeri.
- Fontinalaceae** Schimp.
- Fontinalis antipyretica* Hedw. – Lok.: A4 Rize: 22, 32; su içi.

#*F. squamosa* Hedw. – Lok.: A4 Rize: 32; su içi.

Funariaceae Schwägr.

Funaria hygrometrica Hedw. – Lok.: A4 Rize: 18; kaya üzeri.

Grimmiaceae Arn.

Grimmia alpestris (F.Weber & D.Mohr) Schleich. – Lok.: A4 Rize: 10, 12, 22, 24, 25, 26, 29, 31, 33; kaya üzeri.

#*G. anodon* Bruch & Schimp. – Lok.: A4 Rize: 13; kaya üzeri.

#*G. anomala* Hampe ex Schimp. – Lok.: A4 Rize: 18, 24; kaya üzeri.

#*G. caespiticia* (Brid.) Jur. – Lok.: A4 Rize: 10; kaya üzeri.

G. decipiens (Schultz) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 22, 25; kaya üzeri.

#*G. donniana* Sm. – Lok.: A4 Rize: 18, 28, 30; kaya üzeri

G. elatior Bruch ex Bals.-Criv. & De Not. – Lok.: A4 Rize: 1, 6, 10, 15, 17; kaya üzeri.

G. funalis (Schwägr.) Bruch & Schimp. – Lok.: A4 Rize: 8, 10, 20, 21, 25, 29, 33; kaya üzeri.

G. hartmanii Schimp. – Lok.: A4 Rize: 1, 8, 10, 11, 16, 18, 22, 33; kaya üzeri

G. laevigata (Brid.) Brid. – Lok.: A4 Rize: 6; kaya üzeri

#*G. lisae* De Not. – Lok.: A4 Rize: 10, 18; kaya üzeri.

G. longirostris Hook. – Lok.: A4 Rize: 31; kaya üzeri

G. montana Bruch & Schimp. – Lok.: A4 Rize: 6, 11, 13, 23; kaya üzeri.

#*G. orbicularis* Bruch ex Wilson. – Lok.: A4 Rize: 5, 27; kaya üzeri.

G. ovalis (Hedw.) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 6, 10, 13, 15, 17, 18, 20, 24; kaya üzeri.

G. pulvinata (Hedw.) Sm. – Lok.: A4 Rize: 31; kaya üzeri.

#*G. unicolor* Hook. – Lok.: A4 Rize: 27; kaya üzeri.

Racomitrium affine (F.Weber & D.Mohr) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 2, 26; kaya üzeri.

R. aquaticum (Brid. ex Schrad.) Brid. – Lok.: A4 Rize: 2, 3; kaya üzeri

R. canescens (Hedw.) Brid. – Lok.: A4 Rize: 1, 3, 4, 8, 14, 20, 24, 26; kaya üzeri

R. elongatum Ehrh. ex Frisvoll. – Lok.: A4 Rize: 4, 5, 33; kaya üzeri.

R. ericoides (Brid.) Brid. – Lok.: A4 Rize: 11, 13, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; kaya üzeri.

R. macounii Kindb. – Lok.: A4 Rize: 1, 10, 16, 29; kaya üzeri.

#*R. sudeticum* (Funck) Bruch & Schimp. – Lok.: A4 Rize: 2, 4, 16; kaya üzeri.

#*Schistidium agassizii* Sull. & Lesq. – Lok.: A4 Rize: 27; kaya üzeri.

S. apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimp. – Lok.: A4 Rize: 3, 4, 5, 16, 21; kaya üzeri.

S. atrofusum (Schimp.) Limpr. – Lok.: A4 Rize: 25, 29; kaya üzeri.

#*S. brunnescens* Limpr. subsp. *brunnescens*. – Lok.: A4 Rize: 28, 30; kaya üzeri.

#*S. brunnescens* subsp. *griseum* (Nees & Hornsch.) H.H.Blom. – Lok.: A4 Rize: 25; kaya üzeri.

S. confertum (Funck) Bruch & Schimp. – Lok.: A4 Rize: 5, 6, 10, 12, 14, 17, 18, 22, 23, 33; kaya üzeri.

#*S. confusum* H.H.Blom. – Lok.: A4 Rize: 5, 6, 10, 12, 14, 17, 18, 22, 23, 33; kaya üzeri.

S. crassipilum H.H.Blom. – Lok.: A4 Rize: 33; kaya üzeri.

#*S. dupretii* (Thér.) W.A.Weber. – Lok.: A4 Rize: 1, 13, 17, 24; kaya üzeri

#*S. elegantulum* H.H.Blom. – Lok.: A4 Rize: 1; kaya üzeri.

S. flaccidum (De Not.) Ochyra. – Lok.: A4 Rize: 6; kaya üzeri.

S. papillosum Culm. – Lok.: A4 Rize: 1, 3, 4, 6, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 33; kaya üzeri.

#*S. platyphyllum* (Mitt.) H.Perssc – Lok.: A4 Rize: 22, 23; kaya üzeri.

#*S. rivulare* (Brid.) Podp. – Lok.: A4 Rize: 7, 28, 29, 30; kaya üzeri

S. trichodon (Brid.) Poelt. – Lok.: A4 Rize: 18; kaya üzeri.

Habrodontaceae Schimp.

Habrodon persupillus (De Not.) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 9; ağaç gövdesi üzeri.

Hedwigiaceae Schimp.

Hedwigia ciliata (Hedw.) P.Beauv. – Lok.: A4 Rize: 1, 6, 12, 17, 21; kaya üzeri.

H. emodica Hampe ex Müll.Hal. – Lok.: A4 Rize: 6, 16, 18, 20, 24; kaya üzeri.

Hylocomiaceae M.Fleisch.

Hylocomiadelphus triquetrus (Hedw.) Ochyra & Stebel. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 4, 9, 11, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 25, 33; toprak üzeri.

Hylocomium splendens (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 4, 7, 8, 9, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 25; toprak üzeri.

Pleurozium schreberi (Willd. ex Brid.) Mitt. – Lok.: A4 Rize: 2; toprak üzeri.

#*Rhytidiadelphus subpinnatus* (Lindb.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 24; ıslak toprak üzeri

Hymenolomataceae Ignatov & Fedosov

Hymenoloma crispulum (Hedw.) Ochyra. – Lok.: A4 Rize: 7, 11, 24, 26, 29; kaya üzeri.

Hypnaceae Schimp.

Hypnum andoi A.J.E.Sm. – Lok.: A4 Rize: 5, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 25; kaya üzeri.

H. cupressiforme Hedw. var. *cupressiforme*. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 20, 21; kaya üzeri, toprak üzeri, ağaç gövdesi üzeri.

H. cupressiforme var. *filiforme* Brid. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 8, 15, 17, 20; toprak üzeri, kaya üzeri, ağaç gövdesi üzeri

H. cupressiforme var. *lacunosum* Brid. – Lok.: A4 Rize: 1, 3, 5, 8, 12, 16, 17, 29; kaya üzeri, çürümüş ağaç kütüğü üzeri, toprak üzeri.

H. jutlandicum Holmen & E.Warncke. – Lok.: A4 Rize: 1, 4, 17, 18; toprak üzeri, kaya üzeri

#*H. resupinatum* Taylor. – Lok.: A4 Rize: 1, 8, 9, 16, 17, 18, 20, 21; kaya üzeri, toprak üzeri, ağaç kütüğü üzeri

Lembophyllaceae Broth.

Isothecium alopecuroides (Lam. ex Dubois) Isov. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 15, 16, 17, 20, 21, 22; toprak üzeri, kaya üzeri.

Leucobryaceae Schimp.

Campylopus subulatus Schimp. ex Milde. – Lok.: A4 Rize: 16; kaya üzeri.

Leucodontaceae Schimp.

Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwägr. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 4, 6, 7, 14, 15, 16, 17, 20; ağaç gövdesi üzeri, kaya üzeri.

Mniaceae Schwägr.

Mnium hornum Hedw. – Lok.: A4 Rize: 1; ıslak toprak üzeri.

M. marginatum (Dicks.) P.Beauv. – Lok.: A4 Rize: 7; ıslak toprak üzeri.

#*M. spinosum* (Voit) Schwägr. – Lok.: A4 Rize: 1, 8, 9, 13, 16, 17, 20, 24, 29; ıslak toprak üzeri, toprak üzeri.

#*M. spinulosum* Bruch & Schimp. – Lok.: A4 Rize: 27; ıslak toprak üzeri.

M. stellare Hedw. – Lok.: A4 Rize: 1, 17; toprak üzeri, kaya üzeri.

#*M. thomsonii* Schimp. – Lok.: A4 Rize: 21; ıslak toprak üzeri.

Plagiomnium affine (Blandow ex Funck) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 2, 4, 9, 11, 16, 17, 20, 21; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri.

P. cuspidatum (Hedw.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 4, 5, 14, 15, 18, 19, 29; ıslak toprak üzeri, toprak üzeri

P. elatum (Bruch & Schimp.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 4, 9, 19; toprak üzeri.

P. ellipticum (Brid.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 4, 9, 19; toprak üzeri.

P. medium (Bruch & Schimp.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 4, 9, 19; toprak üzeri.

P. rostratum (Schrad.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 32; ıslak toprak üzeri.

P. undulatum (Hedw.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 1, 3, 4, 16, 17, 18; ıslak toprak üzeri

Pohlia cruda (Hedw.) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 13, 24, 25; ıslak toprak üzeri.

**P. lescuriana* (Sull.) Ochi. – Lok.: A4 Rize: 3; ıslak toprak üzeri.

P. ludwigii (Spreng. ex Schwägr.) Broth. – Lok.: A4 Rize: 27; kaya çatlakları içindeki toprak üzeri

P. nutans (Hedw.) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 11; toprak üzeri.

P. wahlenbergii (F.Weber & D.Mohr) A.L.Andrews. – Lok.: A4 Rize: 7, 29; toprak üzeri

#*Rhizomnium magnifolium* (Horik.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 7, 8, 22, 29, 33; ıslak toprak üzeri.

#*R. pseudopunctatum* (Bruch & Schimp.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 8, 18; ıslak toprak üzeri,

R. punctatum (Hedw.) T.J.Kop. – Lok.: A4 Rize: 1, 3, 7, 8, 16, 18, 22, 23, 24, 27, 29; ıslak toprak üzeri

Myuriaceae M.Fleisch.

Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt. – Lok.: A4 Rize: 2, 3, 22; kaya üzeri, toprak üzeri

Neckeraceae Schimp.

Alleniella besseri (Lobarz.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt. – Lok.: A4 Rize: 20; kaya üzeri

A. complanata (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 5, 16, 17, 20; kaya üzeri, ağaç gövdesi üzeri

Exsertotheca crispa (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt. – Lok.: A4 Rize: 1, 5; ağaç gövdesi üzeri

Pseudanomodon attenuatus (Limpr.) Ignatov & Fedosov. – Lok.: A4 Rize: 1, 4, 5, 16, 17, 20; kaya üzeri

Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gangulee. – Lok.: A4 Rize: 1; ıslak toprak üzeri.

Orthotrichaceae Arn.

Lewinskya affinis (Schrad. ex Brid.) F.Lara, Garilleti & Goffinet. – Lok.: A4 Rize: 6; kaya üzeri.

L. rupestris (Schleich. ex Schwägr.) F.Lara, Garilleti & Goffinet. – Lok.: A4 Rize: 1, 5, 6, 7, 12, 14, 17, 18, 20, 21, 24; ağaç üzeri, ıslak toprak üzeri, kaya üzeri.

L. speciosa (Nees) F.Lara, Garilleti & Goffinet. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 4, 9, 15, 20; kaya üzeri, toprak üzeri, ağaç üzeri.

L. striata (Hedw.) F.Lara, Garilleti & Goffinet. – Lok.: A4 Rize: 6, 9, 17; kaya üzeri

Orthotrichum alpestre Bruch & Schimp. – Lok.: A4 Rize: 15; kaya üzeri.

O. anomalum Hedw. – Lok.: A4 Rize: 21; kaya üzeri

O. pallens Bruch ex Brid. – Lok.: A4 Rize: 6, 17, 20, 21; kaya üzeri.

#*O. pulchellum* Brunt. – Lok.: A4 Rize: 17, 25; kaya üzeri.

#*O. tenellum* Bruch ex Brid. – Lok.: A4 Rize: 6; kaya üzeri

Ulota crispa (Hedw.) Brid. – Lok.: A4 Rize: 21; ağaç gövdesi üzeri.

#*U. crispula* Bruch. – Lok.: A4 Rize: 1, 3, 4, 20, 21; kaya üzeri, ağaç gövdesi üzeri

Plagiotheciaceae M.Fleisch.

Plagiothecium cavifolium (Brid.) Z.Iwats. – Lok.: A4 Rize: 1, 11; ıslak toprak üzeri

P. denticulatum (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 22, 29, 33; ıslak toprak üzeri

P. laetum Schimp. – Lok.: A4 Rize: 13, 16; toprak üzeri, kaya üzeri

- P. succulentum* (Wilson) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 7, 13, 15, 21, 24, 29; toprak üzeri, kaya üzeri
 #*Pseudotaxiphyllum elegans* (Brid.) Z.Iwats. – Lok.: A4 Rize: 1; ıslak toprak üzeri.
- Polytrichaceae** Schwägr.
- Atrichum tenellum* (Röhl.) Bruch & Schimp. – Lok.: A4 Rize: 22; toprak üzeri
A. undulatum (Hedw.) P.Beauv. – Lok.: A4 Rize: 2, 7, 18; toprak üzeri.
Pogonatum aloides (Hedw.) P.Beauv. – Lok.: A4 Rize: 2; toprak üzeri
P. neesii (Müll.Hal.) Dozy. – Lok.: A4 Rize: 2; toprak üzeri
P. urnigerum (Hedw.) P.Beauv. – Lok.: A4 Rize: 2, 7, 11, 21, 22, 23, 26; ıslak toprak üzeri,
Polytrichastrum alpinum (Hedw.) G.L.Sm. – Lok.: A4 Rize: 13, 15, 24, 27; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri
Polytrichum commune Hedw. – Lok.: A4 Rize: 7, 22, 26, 29; ıslak toprak üzeri.
P. formosum Hedw. – Lok.: A4 Rize: 2, 7, 9, 13, 24, 26, 29; ıslak toprak üzeri, toprak üzeri.
P. juniperum Hedw. – Lok.: A4 Rize: 2, 11, 13, 14, 15, 19, 22, 24, 29; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri
P. piliferum Hedw. – Lok.: A4 Rize: 15, 28, 30, 31, 33; toprak üzeri, kaya üzeri, ıslak toprak üzeri
- Pottiaceae** Schimp.
- #*Anoetangium aestivum* (Hedw.) Mitt. – Lok.: A4 Rize: 1, 6, 7, 15, 29; kaya üzeri, toprak üzeri
Barbula unguiculata Hedw. – Lok.: A4 Rize: 12; ıslak toprak üzeri
Bryoerythrophyllum ferruginascens (Stirt.) Giacom. – Lok.: A4 Rize: 25; ıslak toprak üzeri
B. recurvirostrum (Hedw.) P.C.Chen. – Lok.: A4 Rize: 1, 6, 21; kaya üzeri.
#*Chionoloma tenuirostre* (Hook. & Taylor) M.Alonso, M.J.Cano & J.A.Jiménez. – Lok.: A4 Rize: 22, 33; ıslak toprak üzeri.
#*Cinclidotus fontinaloides* (Hedw.) P.Beauv. – Lok.: A4 Rize: 32; ıslak toprak üzeri
Didymodon acutus (Brid.) K.Saito. – Lok.: A4 Rize: 11; ıslak toprak üzeri.
D. ferrugineus (Schimp. ex Besch.) M.O.Hill. – Lok.: A4 Rize: 21; kaya üzeri.
D. luridus Hornsch. – Lok.: A4 Rize: 33; ıslak toprak üzeri.
D. rigidulus Hedw. – Lok.: A4 Rize: 6; toprak üzeri.
D. vinealis (Brid.) R.H.Zander. – Lok.: A4 Rize: 3, 21; kaya üzeri
Syntrichia laevipila Brid. – Lok.: A4 Rize: 11; ıslak toprak üzeri
#*S. minor* (Bizot) M.T.Gallego, J.Guerra, M.J.Cano, Ros & Sánchez-Moya. – Lok.: A4 Rize: 25; ıslak toprak üzeri.
S. montana Nees. – Lok.: A4 Rize: 1, 5, 6, 7, 12, 14, 16, 18, 19, 21, 23, 29; kaya üzeri, ıslak toprak üzeri
- S. norvegica* F.Weber. – Lok.: A4 Rize: 14, 15, 17, 19, 24, 29, 32, 33; kaya üzeri, toprak üzeri
#*S. papillosissima* (Copp.) Loeske. – Lok.: A4 Rize: 31; ıslak toprak üzeri
#*S. ruraliformis* (Besch.) Mans. – Lok.: A4 Rize: 15, 27; kaya üzeri, ıslak toprak üzeri
S. ruralis (Hedw.) F.Weber & D.Mohr. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 20, 24, 27, 28, 30; kaya üzeri, toprak üzeri.
#*S. virescens* (De Not.) Ochyra. – Lok.: A4 Rize: 28, 30; ıslak toprak üzeri
Tortella fragilis (Drumm.) Limpr. – Lok.: A4 Rize: 6; toprak üzeri.
#*T. inclinata* (R.Hedw.) Limpr. – Lok.: A4 Rize: 28, 30; ıslak toprak üzeri.
T. tortosa (Hedw.) Limpr. – Lok.: A4 Rize: 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 25, 27, 29, 31, 33; kaya üzeri, toprak üzeri.
#*Tortula acaulon* var. *pilifera* (Hedw.) R.H.Zander. – Lok.: A4 Rize: 15; kaya üzeri.
T. hoppeana (Schultz) Ochyra. – Lok.: A4 Rize: 11, 13, 15, 24, 28, 30; kaya üzeri, ıslak toprak üzeri
T. marginata (Bruch & Schimp.) Spruce. – Lok.: A4 Rize: 1, 4, 5, 8, 9, 13, 14, 15, 17, 24, 27, 29, 32, 33; kaya, toprak üzeri
#*T. mucronifolia* Schwägr. – Lok.: A4 Rize: 24; toprak üzeri.
T. muralis Hedw. – Lok.: A4 Rize: 7, 29; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri
#*T. solmsii* (Schimp.) Limpr. – Lok.: A4 Rize: 21; kaya üzeri.
T. subulata Hedw. – Lok.: A4 Rize: 1, 3, 6, 7, 8, 15, 17, 21; kaya üzeri, toprak üzeri
#*T. vahliana* (Schultz) Mont. – Lok.: A4 Rize: 7; toprak üzeri.
Weissia condensa (Voit) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 25; toprak üzeri.
W. controversa Hedw. – Lok.: A4 Rize: 21, 29; kaya üzeri
- Pseudoleskeaceae** Schimp.
- Lescurea incurvata* (Hedw.) E.Lawton. – Lok.: A4 Rize: 9, 11, 24, 29; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri.
L. mutabilis (Brid.) Lindb. ex I.Hagen. – Lok.: A4 Rize: 7, 8, 11, 14, 20, 29, 33; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri, ağaç gövdesi üzeri
L. patens Lindb. – Lok.: A4 Rize: 23; ıslak toprak üzeri
L. plicata (Schleich. ex F.Weber & D.Mohr) Broth. – Lok.: A4 Rize: 8, 9, 11, 13, 23; ıslak toprak üzeri
L. radicata (Mitt.) Mönk. – Lok.: A4 Rize: 7, 8, 9, 11, 16, 22, 24, 29; kaya üzeri, toprak üzeri, ıslak toprak üzeri
L. saxicola (Schimp.) Molendo. – Lok.: A4 Rize: 33; ıslak toprak üzeri.
- Pseudoleskeellaceae** Ignatov & Ignatova
Pseudoleskeella nervosa (Brid.) Nyholm. – Lok.: A4 Rize: 1, 4, 7, 8, 9, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25;

kaya üzeri, toprak üzeri, ağaç gövdesi üzeri, ıslak toprak üzeri

Pterigynandraceae Schimp.

Pterigynandrum filiforme Hedw. – Lok.: A4 Rize: 1, 2, 4, 8, 9, 15, 16, 17, 20, 21, 31, 33; kaya üzeri, ağaç gövdesi üzeri, ıslak toprak üzeri

Pylaisiaceae Schimp.

Calliargonella cuspidata (Hedw.) Loeske. – Lok.: A4 Rize: 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 33; ıslak toprak üzeri

C. lindbergii (Mitt.) Hedenäs. – Lok.: A4 Rize: 11, 28, 30, 33; ıslak toprak üzeri

Pseudohygrohypnum eugyrium (Schimp.) Kanda. – Lok.: A4 Rize: 12, 22; ıslak toprak üzeri

Pylaisia polyantha (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 8; toprak üzeri.

#*Roaldia revoluta* (Mitt.) P.E.A.S.Câmara & M.Carvalho-Silva. – Lok.: A4 Rize: 7, 11, 24, 29; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri

Pylaisiadelphaceae Goffinet & W.R.Buck

Platygyrium repens (Brid.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 12; ıslak toprak üzeri.

Rhabdoweisiaceae Limpr.

#*Cynodontium fallax* Limpr. – Lok.: A4 Rize: 11; ıslak toprak üzeri.

#*C. jeneri* (Schimp.) Stirt. – Lok.: A4 Rize: 11; toprak üzeri.

Dicranoweisia cirrata (Hedw.) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 7, 27, 29; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri

Oncophorus virens (Hedw.) Brid. – Lok.: A4 Rize: 4, 11, 24; ıslak toprak üzeri, ağaç gövdesi üzeri.

Rhytidiaceae Broth.

Rhytidium rugosum (Hedw.) Kindb. – Lok.: A4 Rize: 1, 5, 6, 7, 16, 20, 29; kaya üzeri, toprak üzeri.

Saelaniaceae Ignatov & Fedosov

#*Saelania glaucescens* (Hedw.) Broth. – Lok.: A4 Rize: 7, 32; toprak üzeri

Scorpidiaceae Ignatov & Ignatova

Sanionia uncinata (Hedw.) Loeske. – Lok.: A4 Rize: 8, 9, 11, 13, 24, 26, 29; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri

#*Scorpidium revolvens* (Sw. ex anon.) Rubers. – Lok.: A4 Rize: 26; ıslak toprak üzeri.

Sphagnaceae Dumort.

#*Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw. – Lok.: A4 Rize: 24, 26, 28; su içi.

S. centrale C.E.O.Jensen. – Lok.: A4 Rize: 26; su içi.

S. contortum Schultz. – Lok.: A4 Rize: 26; su içi.

S. fallax (H.Klinggr.) H.Klinggr. – Lok.: A4 Rize: 26; su içi.

**S. fimbriatum* Wilson. – Lok.: A4 Rize: 26; su içi.

S. girgensohnii Russow. – Lok.: A4 Rize: 26; su içi.

S. molle Sull. – Lok.: A4 Rize: 28; su içi.

**Sphagnum papillosum* Lindb. – Lok.: A4 Rize: 26; su içi.

S. platyphyllum (Lindb. ex Braithw.) Warnst. – Lok.: A4 Rize: 22, 23; su içi, ıslak toprak üzeri.

#*S. rubellum* Wilson. – Lok.: A4 Rize: 24, 26; su içi.

S. squarrosum Crome. – Lok.: A4 Rize: 18, 26; su içi.

S. teres (Schimp.) Ångstr. – Lok.: A4 Rize: 22, 26; su içi.

S. warnstorffii Russow. – Lok.: A4 Rize: 24; su içi.

Stereodontaceae Hedenäs, Schlesak & D.Quandt
Stereodon callichrous (Brid.) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 16, 26, 27; kaya üzeri, ıslak toprak üzeri

#*S. hamulosus* (Schimp.) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 7, 16; toprak üzeri, kaya üzeri.

Thuidiaceae Schimp.

Abietinella abietina (Hedw.) M.Fleisch. var. *abietina*. – Lok.: A4 Rize: 2, 4, 5, 6, 7, 20, 22; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri, ağaç gövdesi üzeri

A. abietina var. *hystricosa* (Mitt.) Sakurai. – Lok.: A4 Rize: 7, 8, 11, 12, 14, 16, 19, 21, 31; toprak üzeri, kaya üzeri, ıslak toprak üzeri

Thuidium assimile (Mitt.) A.Jaeger. – Lok.: A4 Rize: 1, 4, 5, 8, 19, 21; kaya üzeri, toprak üzeri.

T. delicatulum (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 5, 25; toprak üzeri, ıslak toprak üzeri

T. recognitum (Hedw.) Lindb. – Lok.: A4 Rize: 17; toprak üzeri.

T. tamariscinum (Hedw.) Schimp. – Lok.: A4 Rize: 2; toprak üzeri.

4. Tartışma ve Sonuç

Anzer vadisi ve çevresinden 2019 yılının Haziran ve Temmuz aylarında yapılan arazi çalışmaları sonucunda toplanan yaklaşık ± 6000 briyofit örneğinin incelenmesi sonucu, 69 familya ve 135 cinse ait toplam 338 tür, alttür ve varyete düzeyinde briyofit taksonu teşhis edilmiştir. Ciğerotlarına ait familya sayısı 21, karayosunlarında ise 48'dir. Ciğerotu taksonlarının ait olduğu cins sayısı 30 iken bu rakam karayosunları için 105'tir. Toplam takson sayısının 286'sı karayosunu, 52'si ise ciğerotu taksonlarıdır. *Scapania obscura* (Arnell & C.E.O.Jensen) Schiffn., *Sphagnum fimbriatum* Wilson, *S. papillosum* Lindb., *Dicranella staphylina* H.Whitehouse ve *Pohlia lescuriana* (Sull.) Ochi taksonlarının Türkiye'den ikinci kez kaydı verilmiştir.

Kara ve ark. (2014) tarafından Erciyes Dağı'nda 2371 m rakımda toprak üzerinden toplanan ve Türkiye için ilk defa kaydı verilen *Scapania obscura*, bu çalışmada Türkiye için ikinci kayıt olarak verilmiştir. Sunulan bu çalışmada ayrıca, Arcahal ve Yatak yaylası'ndan olmak üzere her iki lokalitede 2500 m rakım üzerinde ıslak toprak üzerinden toplanmıştır.

Türkiye için ikinci kayıt olarak verilen *Sphagnum fimbriatum*'un ülkedeki ilk lokalite kayıt bilgileri Tonguç-Yayıntaş (2013) tarafından Çanakkale ili

Çan ilçesinden 650 m rakımda su içerisinden verilmiştir. Söz konusu tür, Anzer vadisi ve Arcahal yaylası'nda ise 2600 m rakımda dere kenarı ıslak toprak üzeri ve su içinden toplanmıştır. Örneğin ilk kaydının verildiği Çanakkale ili Çan ilçesinin vejetasyonunda *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe., *Castanea sativa* Mill., *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. ve *Quercus frainetto* Ten. karışık ormanı hakim iken, Arcahal yaylası'nın hakim vejetasyon tipi ise alpin çayır ve *Rhododendron caucasicum* Pall'dır.

Kırmacı ve ark. (2017) tarafından Türkiye için yeni kayıt olarak verilen *S. papillosum* Arhavi (Artvin)'den 1650 m yükseltide su içinden toplanmışken, Anzer vadisinde ise Arcahal yaylası'nda 2600 m de dere kenarı ıslak toprak üzeri ve su içinden toplanmıştır. Türün ülkedeki ilk kaydının verildiği Arhavi (Artvin) ilçesindeki lokalite *Picea orientalis* (L.) Link ve *Rhododendron ponticum* L. formasyonu ile kaplı iken, araştırma alanındaki lokalitelerden biri olan Arcahal yaylasında alpin çayır ve *Rhododendron caucasicum* Pall.'un yayılışı gözlemlenmiştir.

Floristik listedeki karayosunu taksonlarından biri olan *Dicranella staphylina*, Ursavaş ve ark. (2021) tarafından Karasu (Sakarya), Samanlı Dağları (Sakarya) ve Karacabey (Bursa)'dan Türkiye için yeni kayıt olarak verilmiştir. Bu çalışmada Garzavan yaylasında toprak üzerinde bulunmuştur. *D. staphylina*, Karasu (Sakarya), Samanlı Dağları (Sakarya) ve Karacabey (Bursa) lokalitelerinden 13 ile 769 m. rakım aralığında toprak üzerinde toplanmışken, Garzavan yaylası'nda 2072 m. rakımda toprak üzerinden toplanmıştır. Örneğin, yeni kayıt olarak verildiği lokalitelerde hakim vejetasyon olarak *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *A. orientalis* Decne., *Carpinus orientalis* Mill., *C. betulus* L., *Castanea sativa* Mill., *Corylus avellana* L., *Fagus orientalis* Lipsky karışık orman tipi görülürken, Garzavan yaylası'ndaki lokalitede hakim vejetasyon tipi *Picea orientalis* (L.) Link. saf ormandır.

Türkiye'den ilk kez Erata ve ark. (2021) tarafından yeni kayıt olarak verilen *Pohlia lescuriana*, Kümbet yaylası (Dereli, Giresun)'ndan 1630 m. rakımda dere kenarı ıslak toprak üzerinden toplanmıştır. Bu çalışmada Dereköy girişi, Şelale mevkiinde 1100 m. rakımda dere kenarı ıslak toprak üzerinden kaydı verilmiştir. Kümbet yaylası vejetasyon tipi *Picea orientalis* (L.) Link., saf ormanı ile kaplı iken; Dereköy girişi, Şelale mevkiinin vejetasyonu ise *Fagus orientalis* Lipsky, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, *Castanea sativa* Mill. *Corylus avellana* L. taksonlarından oluşmaktadır.

Türkiye briyofit florası için yeni kayıt olarak Kara ve ark. (2007) tarafından Hatay ilinden verilen *Encalypta microstoma* Bals.-Criv. & De Not.'nın ülkemizdeki diğer yayılış alanları farklı yazarlar tarafından farklı coğrafik bölgelerden verilmiştir. Sırasıyla; Batan ve Özdemir (2011)-Mersin, Batan ve ark. (2013)-İğdır, Kara ve ark. (2013)-Hatay (Amanos Dağları), Ezer ve ark. (2015)-Niğde, Batan ve Özdemir (2016)-Burdur ili kayıtları mevcuttur. Bu çalışma ile ilk kez Karadeniz bölgesinden kaydı verilmiştir.

Ayrıca, 88 briyofit (9 ciğerotu ve 79 karayosunu) taksonu Rize ili için ilk defa rapor edilmiştir. Rize ili için yeni olan 9 ciğerotu taksonu; *Barbilophozia lycopodioides*, *Gymnocolea inflata*, *Fuscocephaloziopsis lunulifolia*, *Lophozia excisa*, *Lophozia longidens*, *Porella cordaeana*, *Scapania obscura*, *Solenostoma sphaerocarpon* ve *Southbya tophacea*'dir. Rize ili için yeni olan karayosunları ise; *Campylium bambergeri*, *Hygroamblystegium tenax*, *Platyhypnum duriusculum*, *P. smithii*, *Brachythecium campestre*, *B. tommasinii*, *Homalothecium philippeanum*, *Sciuro-hypnum flotowianum*, *S. latifolium*, *Anomobryum concinnatum*, *Bryum dichotomum*, *Imbribryum alpinum*, *Ptychostomum compactum*, *P. creberrimum*, *P. donianum*, *P. funkii*, *P. pallescens*, *P. pseudotriquetrum* var. *bimum*, *P. rubens*, *P. weigeli*, *Warnstorfia fluitans*, *Dicranum brevifolium*, *D. elongatum*, *D. leioneuron*, *D. spadiceum*, *Dicranella staphylina*, *D. varia*, *Encalypta microstoma*, *Fontinalis squamosa*, *Grimmia anodon*, *G. anomala*, *G. caespiticia*, *G. donniana*, *G. lisae*, *G. orbicularis*, *G. unicolor*, *Racomitrium sudeticum*, *Schistidium agassizii*, *S. brunnescens* subsp. *brunnescens*, *S. brunnescens* subsp. *griseum*, *S. confusum*, *S. dupretii*, *S. elegantulum*, *S. platyphyllum*, *S. rivulare*, *Rhytidadelphus subpinnatus*, *Hypnum resupinatum*, *Mnium spinosum*, *M. spinulosum*, *M. thomsonii*, *Pohlia lescuriana*, *Rhizomnium magnifolium*, *R. pseudopunctatum*, *Orthotrichum pulchellum*, *O. tenellum*, *Ulotia crispula*, *Pseudotaxiphyllum elegans*, *Anoetangium aestivum*, *Chionoloma tenuirostre*, *Cinclidotus fontinaloides*, *Syntrichia minor*, *S. papillosissima*, *S. ruraliformis*, *S. virescens*, *Tortella inclinata*, *Tortula acaulon* var. *pilifera*, *T. mucronifolia*, *T. solmsii*, *T. vahliana*, *Roaldia revoluta*, *Cynodontium fallax*, *C. jenneri*, *Saelania glaucescens*, *Scorpidium revolvens*, *Sphagnum capillifolium*, *S. fimbriatum*, *S. papillosum*, *S. rubellum* ve *Stereodon hamulosus* dur.

Türkiye'de en fazla briyofloristik çalışmaların yapıldığı illerden biri Rize ili olmasına karşın, yapılan bu çalışma sonucunda Rize ili için yeni olan

88 taksonun eklenmesi ile Rize ilinden tespit edilmiş olan briyofit taksonu sayısı 424'e çıkmıştır. Bu da detaylı çalışmalar sonucunda il, bölge ve ülke bazında çok sayıda yeni taksonların eklenebileceğini göstermektedir.

Çalışma sonucunda tespit edilen ciğerotu familyaları içerisinde en fazla cins içeren familyalar; *Lophoziaceae* (3) ve *Scapaniaceae* (3)'dir. İçerdikleri takson sayısı bakımından en zengin ciğerotu cinsleri ise *Scapania* (7), *Barbilophozia* (3), *Lophocolea* (3), *Metzgeria* (3) ve *Solenostoma* (3)'dir. Takson çeşitliliği açısından en zengin familyalar incelendiğinde, ciğerotları içerisinde 10 taksona sahip *Scapaniaceae* familyasını 5 taksonla *Lophocoleaceae* familyasının izlediği görülmektedir. Karayosunu familyaları içerisinde en fazla cins içeren familyalar; *Brachytheciaceae* (10), *Pottiaceae* (10) ve *Amblystegiaceae* (8)'dir. İçerdikleri takson sayısı bakımından en zengin cinsler ise; *Grimmia* (17), *Ptychostomum* (16), *Schistidium* (15) ve *Sphagnum* (13)'dur. Takson çeşitliliği açısından karayosunlarının ait oldukları familyalara bakıldığında; *Grimmiaceae*'nin sahip olduğu 39 taksonla floristik listede ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Bu familyayı *Pottiaceae* (32), *Brachytheciaceae* (26), *Bryaceae* (22) ve *Mniaceae* (21) gibi familyalar takip etmektedir.

Çalışma alanında çok yaygın olarak tespit edilen taksonlar; *Conocephalum conicum*, *Frullania tamarisci*, *Marchantia polymorpha*, *Pellia epiphylla*, *Plagiochila asplenioides*, *Bartramia halleriana*, *Philonotis fontana*, *Brachythecium rivulare*, *B. rutabulum*, *Eurhynchium angustirete*, *Homalothecium philippeanum*, *Sciuro-hypnum populeum*, *Ptychostomum moravicum*, *P. pseudotriquetrum* var. *pseudotriquetrum*, *Dicranum scoparium*, *Entodon concinnus*, *Grimmia hartmanii*, *Racomitrium canescens*, *Schistidium apocarpum*, *S. papillosum*, *Hylocomiadelfus triquetrus*, *Hylocomium splendens*, *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme*, *Isothecium alopecuroides*, *Leucodon sciuroides*, *Mnium spinosum*, *Rhizomnium punctatum*, *Alleniella complanata*, *Lewinskya rupestris*, *Ulota crispula*, *Pogonatum urnigerum*, *Polytrichum formosum*, *Syntrichia montana*, *S. ruralis*, *Tortella tortousa*, *Tortula marginata*, *T. subulata*, *Lescuraea mutabilis*, *Pseudoleskeella nervosa*, *Calliergonella cuspidata*, *Sanionia uncinata*, *Abietinella abietina* var. *hystricosa* ve *Thuidium assimile*'dir.

Çalışma alanında çok fazla yaygın olmayan taksonlar ise; *Calypogeia fissa*, *Mesoptychia bantriensis*, *Lejeunea cavifolia*, *Telaranea*

europaea, *Lophocolea bidentata*, *Lophozipsis excisa*, *Scapania nemorea*, *Solenostoma gracillimum*, *Hygrohypnum luridum*, *Platyhypnum molle*, *Amphidium mougeotii*, *Antitrichia curtispindula*, *Brachythecium campestre*, *B. tommasinii*, *Rhynchostegium confertum*, *Sciurohypnum latifolium*, *Anomobryum concinnatum*, *Ptychostomum weigeli*, *Sarmentypnum exannulatum*, *Straminergon stramineum*, *Warnstorfia fluitans*, *Dicranum brevifolium*, *D. leioneuron*, *Encalypta microstoma*, *Fissidens bryoides*, *Fontinalis squamosa*, *Grimmia anodon*, *G. unicolor*, *Schistidium agassizii*, *Mnium hornum*, *Pohlia lescuriana*, *P. ludwigii*, *Lewinskya affinis*, *Orthotrichum alpestre*, *O. tenellum*, *Pseudotaxiphyllum elegans*, *Pogonatum aloides*, *Barbula unguiculata*, *Cinclidotus fontinaloides*, *Didymodon acutus*, *Syntrichia minor*, *S. papillosissima*, *Tortula acaulon* var. *pilifera*, *T. vahliana*, *Weissia condensa*, *Lescuraea patens*, *Cynodontium fallax* ve *Scorpidium revolvens*'dir.

Teşekkürler

FBA-2019-1005 proje kod numaralı bu çalışmaya desteklerinden dolayı Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca, arazi çalışmalarının yapılması ve briyofit örneklerinin toplanması için gerekli izni uygun gören T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abay G. Batan N. Özdemir T. 2016. Bryophyte Checklist of Rize, North-East Turkey. *Arctoa*. 25: 386–392.
- Abay G. 2017. A preliminary list of subalpine and alpine bryophytes of Rize, North-East Turkey. *Anatolian Bryology*. 3:2, 75-80.
- Abay G. 2018. The Bryophyte Flora of Recep Tayyip Erdoğan University, Zihni Derin Campus (Rize-Turkey). *Anatolian Bryology*. 4:2, 72-78.
- Akman Y. 1999. İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri). Kariyer Matbaacılık. Ankara.
- Anşın A. 1981. Doğu Karadeniz Bölgesi Sahil ve İç Kesimlerinde Yayılan Ana Vejetasyon Tipleri. *KTÜ Orm. Fak. Derg.* 4: 15-64.
- Batan N. Özdemir T. 2011. Mersin (C12), Trabzon ve Gümüşhane (A4)' den bazı karayosunu (musci) kayıtları. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*. 12: 104-109.
- Batan N. Özdemir T. 2016. The Bryophyte Flora of Burdur Province (Turkey). *Arctoa*. 25: 160–170.

- Batan N. Özdemir T. Alataş M. 2013. Bryophyte flora of the Iğdır province (Turkey). *Phytologia Balcanica*. 9:2, 179 – 191.
- 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.
- Brugués M. Cros R.M. Guerra J. 2007. Flora Briofítica Gbérica Volume I, Uniersidad de Murcia, ISBN: 978-84-611-8462-0. Sociedad Espanola de Briyologia Murcia. Murcia.
- Brugués M. Guerra J. 2015. Flora Briofítica Ibérica VoLume 2, Uniersidad de Murcia, ISBN: 84-608-2198-4, Sociedad Espanola de Briyologia Murcia, Murcia.
- Casas C. Brugués M. Cros M.R. Sérgio C. Infante M. 2009. Handbook of Liverworts and Hornworts of The Iberian Peninsula and The Balearic Islands, ISBN: 978-84-92583-55-3, 177 p, Institut D'estudis Catalans, Spain.
- Cortini Pedrotti C. 2001. Flora dei muschi d'Italia, Sphagnopsida, Andreaopsida, Bryopsida (I parte). ISBN: 88-7287-250-2, Antonio Delfino Editore Medicina-Scienze.
- Cortini Pedrotti C. 2006. Flora dei muschi d'Italia, Bryopsida (II parte), ISBN: 88-7287-370-3, Antonio Delfino Editore Medicina-Scienze, Roma.
- Crum A.H. Anderson E.L. 1981. Mosses of Eastern North America. Columbia University Press. Newyork.
- 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. *Cryptogamie Bryologie*. 42:1, 1-10.
- Ezer T. Kara R. Seyli T. Ertek A. 2015. The Bryophyte Flora of Aladağlar National Park (Turkey). *Folia Cryptogamie Estonica*. 52: 7–20
- Frey W. Frahm J.P. Fischer E. Lobin W. 2006. The liverworts, mosses and ferns of Europe. Essex. Harley Books.
- Guerra J. Cano M.J. Cros R.M. 2006. Flora Briofítica Ibérica VoLume 3, Uniersidad de Murcia, ISBN: 84-609-9097-4. Sociedad Espanola de Briyologia Murcia. Murcia.
- Hedenas L. 1992. Taxonomic studies on pleurocarpous mosses, with specialreference to the Calliergon-Scorpidium-Drepanocladus complex in northern Europe. Stockholm.
- 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.
- Kara R. Ezer T. Düzenli A. Erdağ A. 2007. New national and regional bryophyte records, 15. *Journal of Bryology*. 29: 139–142.
- Kara R. Ezer T. Düzenli A. 2013. The Bryophyte Flora of Northern Amanos (Nur) Mountain (Hatay-Turkey). *Evansia*. 30:1, 1-14.
- Kara R. Ezer T. Can Gözcü M. Bozdoğan Ş.G. 2014. Bryophyte flora of Erciyes Mountain in Turkey, with 6 bryophyte records from the country. *Turkish Journal of Botany*. 38: 763-781.
- Kirmaci M. Semiz A. Şen A. 2017. Türkiye Sphagnum L. (Sphagnaceae) Cinsinin Revizyonu. TÜBİTAK projesi. Andan Menderes Üniversitesi. Aydın.
- Kürschner H. Frey W. 2020. Liverworts, mosses and hornworts of Southwest Asia (Marchantiophyta, Anthocerotophyta, Bryophyta). *Nova Hedwigia*. 149: 1-267.
- Nyholm E. 1986. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 1. Fissidentaceae – Seligeriaceae, 1-72, The Nordic Bryological Society, Lund.
- Nyholm E. 1989. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 2. Pottiaceae – Splachnaceae-Schistostegaceae, 75-141, The Nordic Bryological Society, Lund.
- Nyholm E. 1993. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 3. Bryaceae-Rhodobryaceae Mniaceae –Cinclidiaceae-Plagiomniaceae. 145-244, The Nordic Bryological Society, Lund.
- Nyholm E. 1998. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 4. Aulacomniaceae-Meesiaceae-Catocopiaceae-Bartramiaceae-Timmiaceae-Encalyptaceae-Grimmiaceae Ptychomitriaceae-Hedwigiaceae-Orthotrichaceae. 145-244, The Nordic Bryological Society, Lund.
- Paton J. 1999. The Liverworts Flora of the British Isles, ISBN: 0-946589-60-7, 626 pp, Harley Books, England.
- Smith A.J.E. 1996. The Liverworts of Britain and Ireland, ISBN: 0-521-42473-9, 384 pp Cambridge University Press, Cambridge.
- Smith A.J.E. 2004. The Moss Flora of Britain and Ireland. Second Edition, ISBN: 0-52181640-8, 1012 pp, Cambridge University Press, Cambridge.
- Tonguc Yayintas Ö. 2013. New Moss Records From Western Part of Turkey. *Bangladesh Journal of Botany*. 42:2, 371-375.
- Ursavaş S. Keçeli T. Uyar G. Ören M. 2021. *Dicranella staphylina* (Dicranaceae), a new moss record from Turkey and South West Asia. *Plant Biosystems*. 155:3, 483-486.



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

DOI: 10.26672.anatolianbryology.997424

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



Bryodiversity of Eflani District of Karabük Province

Ahmet ARSLAN¹ , Ayşe Dilek UNAN¹ , Muhammet ÖREN^{1*} 

¹Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Science and Art, Department of Biology, Zonguldak.
TURKEY

Received: 19 September 2021

Revised: 02 October 2021

Accepted: 13 October 2021

Abstract

Eflani district of the Karabük province selected as the study area is located Western Black Sea Region. Three field excursions have been made in different seasons between October 2017 to April 2019 in the study area. Bryophyte specimens were collected from 30 different habitats and ecosystems such as steppes, forests, riparian, farmlands, wetlands etc. vegetation. Approximately 500 specimens have been collected, examined under stereo and light microscopes, and identified using related literature. 156 specific and infraspecific bryophyte taxa (15 liverworts and 141 mosses) were found in the visited localities. Among them, 21 taxa were reported from Karabük province for the first time and *Lewinskya acuminata* (H.Philib.) F.Lara, Garilleti & Goffinet was new for A2 grid square. These taxa were listed according to taxonomic hierarchy with locality, habitat, and substrate information.

Key words: Bryophyte, flora, Eflani, Karabük, Turkey

Karabük İli, Eflani İlçesi'nin Briyofit Çeşitliliği

Öz

Çalışma alanı olarak seçilen Karabük İli, Eflani İlçesi, Batı Karadeniz Bölgesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanına Ekim 2017-Nisan 2019 tarihleri arasında farklı sezonlarda 3 arazi gezisi düzenlenmiştir. Briyofit örnekleri; step, orman, dere kenarları, sulak alanlar, tarım arazileri gibi. farklı habitat ve ekosistemleri içeren 30 farklı lokaliteden toplanmıştır. Toplanan yaklaşık 500 örnek, ışık ve stereo mikroskop altında ilgili yayınlar kullanılarak teşhis edilmiştir. Ziyaret edilen lokalitelerden tür ve türaltı kategoride 156 briyofit taksonu (15 ciğerotu ve 141 karayosunu) tespit edilmiştir. Bunlardan 21 tanesi Karabük ilinden ilk defa bildirilirken, *Lewinskya acuminata* (H.Philib.) F.Lara, Garilleti & Goffinet türü A2 karesinden ilk kez kaydedilmiştir. Bulunan taksonlar sistemik hiyerarşiye uygun olarak lokalite, habitat ve substrat bilgileri ile birlikte listelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Briyofit, flora, Eflani, Karabük, Türkiye.

1. Introduction:

Bryophytes are a primitive and non-tracheophyte group of land plants. They are dominant plants of some ecosystems and have a worldwide

distribution, from the equator to the poles. This group includes 20.000-25.000 species and a very important role in their ecosystems (Glime, 2021).

* Corresponding author: muhammetoren@hotmail.com

© 2021 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Arslan A. Unan A.D. Ören M. 2021. Bryodiversity of Eflani District of Karabük Province. *Anatolian Bryology*, 7:2, 146-155.



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

Turkey inhabits approximately 1000 bryophyte species. This number indicates that Turkey has the highest biodiversity among the Southwest Asian countries (Kürschner and Frey, 2020). Because of different habitat types, geology, soil types, topography, climates, and also its biogeographic location, Turkey has the potential of hosting a vast amount of bryophyte species with different ecological requirements. Thus, many new bryophyte records, have been reported the different localities of northern part of the country, in recent years (Gözcü et al., 2019; Özenoğlu et al., 2019; Ursavaş and Keçeli, 2019; Ursavaş and Işın, 2019; Erata and Batan, 2020; Abay et al., 2021; Erata et al., 2021; Unan and Ören, 2021; Unan et al., 2021; Ursavaş et al., 2021). It is seen that even from Northern Turkey, where many bryofloristical studies have been carried out, new records are still

being given. These areas are characterized by oceanic or rainy Mediterranean climate and related to bryologist researchers' workplace. From this point of view, in order to achieve a better understanding of the bryofloristical structure of Turkey, floristically unstudied parts of the country with different ecosystems and climate conditions should be promptly investigated in detail.

2. The Study Area

The study area, Eflani is a district of the Karabük province located in the Northern West Black Sea region (Fig. 1). The district covers an area of 536 km², and the altitude is 910 m a.s.l. at the city center. The population density of Eflani is fairly low, the population of the city center is approximately 2240, while the total population is 9700 including villages (URL 1).

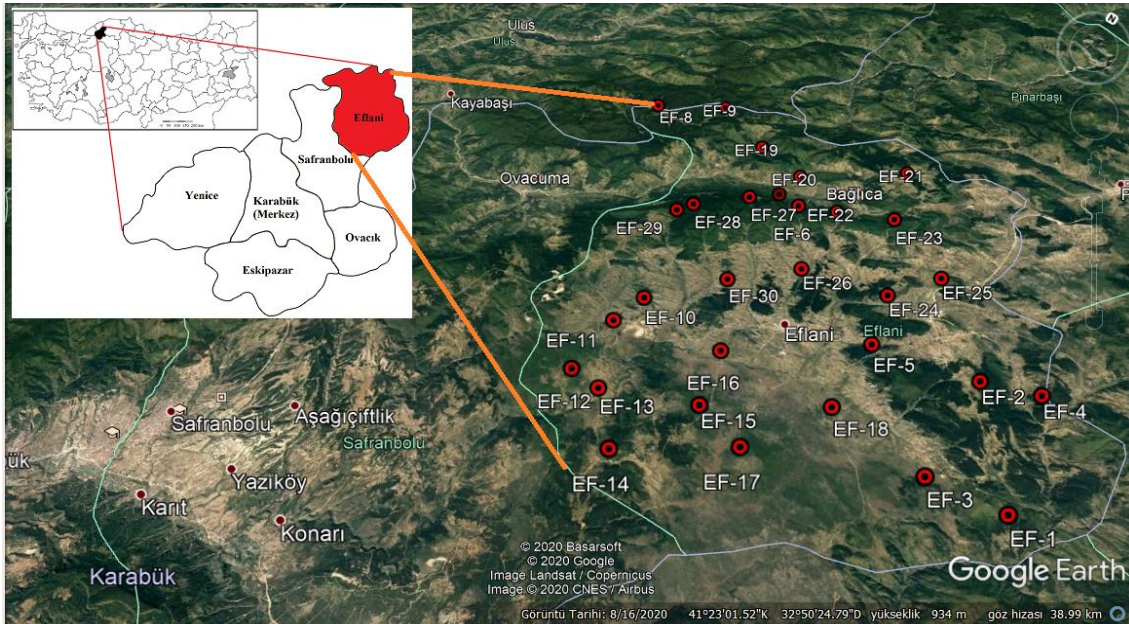


Fig. 1. The map of the Eflani district and collecting points.

The study area is located in the climatic transition zone: northern parts of the district are cool and rainy, and southern parts are relatively hot and dry. According to Köppen-Geiger classification, Eflani climate has Cfb type climate. This climate type is characterized by warm winters and summers, and precipitation throughout the year. The annual average temperature is around 9.9 °C, and the annual average precipitation is around 716 mm (Arslan, 2021). Considering the distribution of precipitation according to the seasons, it is listed as 223 mm in winter, 205 mm in spring, 149 mm in autumn and 139 mm in summer, and the precipitation regime is Eastern Mediterranean 1st type, KIYS, (Winter, Spring, Summer, Fall) (Akman, 1999).

Eflani has different ecosystems and habitats. Approximately 40% of the district consists of agricultural areas, 43% forests, 6% meadows and pastures, 10% settlements and other areas (steppe, rocky areas etc.) (URL 2). *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, *Quercus* sp. L., *Carpinus betulus* L., *Fagus orientalis* Lipsky, *Pinus sylvestris* L., *Juniperus* sp. L. are dominant trees in the forests. The other woody plants are *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Corylus avellana* L., *Carpinus betulus* L., *Cornus mas* L., *Pyracantha coccinea* M.Roem., *Populus tremula* L., *P.nigra* L., *Salix* sp. L., *Crataegus* sp. L..

The main rocks types are respectively clastic, clastic and carbonate, neritic limestone, carbonate and clastic (dated back to Middle Devonian - Lower Carboniferous), carbonate and clastic rocks (dated back to Ordovician - Lower Devonian) (URL 3). Brown soils cover a large area in and around Eflani. It is also possible to find alluvial soils around the rivers. Other soil types are colluvial, gray-brown podzolic, brown forest, non-calcareous brown forest soils in the research area (URL 1).

3. Material and Methods

In order to reveal the bryophyte flora of Eflani district of Karabük province, plant specimens were collected from 30 points by visiting the area between October 2017 and April 2019 at different seasons of the year. In the selection of sampling points, attention was paid to include different elevations, habitats, forest types and coordinates that could represent the whole area.

Collecting localities

- 1- Karabük, Eflani, between Başışdır-Demirli village, 41°22'19.2"N 033°06'33.1"E, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Carpinus betulus* L., *Quercus* sp. L., *Juniperus* sp. L., 1092 m, 14.10.2017.
- 2- Karabük, Eflani, Abakolu Village, 41°25'52.6"N 033°04'24.3"E, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Quercus* sp. L., 1140 m, 14.10.2017.
- 3- Karabük, Eflani, Abakolu Village, Örencik vicinity, 41°22'19.2"N 033°03'54.7"E, open lands, 1088 m, 14.10.2017.
- 4- Karabük, Eflani, Karlı Village, 41°26'15.1"N 033°06'23.0"E, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *P. sylvestris* L., 989 m, 14.10.2017.
- 5- Karabük, Eflani, Urban Forest, around Ortakçiler Pond, 41°25'44.7"N 033°00'39.0"E, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Pinus sylvestris* L., 935 m, 14.10.2017.
- 6- Karabük, Eflani, Seferler Village vicinity, 41°29'55.3"N 032°55'41.5"E, *Populus tremula* L., *Quercus* sp. L., *Carpinus betulus* L., *Fagus orientalis* Lipsky, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, 1053 m, 14.10.2017.
- 7- Karabük, Eflani, Seferler Village vicinity, 41°30'09.0"N 032°54'44.3"E, *Fagus orientalis* Lipsky, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, 944 m, 14.10.2017.
- 8- Karabük, Eflani, Ovaşeyhler Village vicinity, 41°32'20.1"N 032°47'45.0"E, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, *Salix* sp. L., 956 m, 15.10.2017.
- 9- Karabük, Eflani, Akçakese Village, Bostancı vicinity, 41°33'19.8"N 032°50'25.7"E, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, *Pinus sylvestris* L., *Carpinus betulus* L., 994 m, 15.10.2017.
- 10- Karabük, Eflani, Akçakese Village, Dere Mah. vicinity, 41°32'079"N 032°52'38.1"E, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, 710 m, 15.10.2017.
- 11- Karabük, Eflani, Çalı Kahvesi, 41°23'04.8"N 032°52'11.5"E, open areas and *Pinus sylvestris* L., *Cornus mas* L., *Quercus* sp. L., 860 m, 31.03.2018.
- 12- Karabük, Eflani, Çukurören village vicinity, 41°21'01.8"N 032°52'01.8"E, *Carpinus betulus* L., *Quercus* sp. L., 992 m, 31.03.2018.
- 13- Karabük, Eflani, Değirmendere vicinity, 41°20'51.9"N 032°53'12.5"E, *Carpinus betulus* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Salix* sp. L., *Quercus* sp. L., *Juniperus* sp. L., *Cornus mas* L., 850 m, 31.03.2018.
- 14- Karabük, Eflani, Bozarmut village, 41°19'16.8"N 032°54'46.2"E, farmland and *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Quercus* sp. L., 1036 m, 31.03.2018.
- 15- Karabük, Eflani, Çal village vicinity, 41°21'35.3"N 032°56'32.0"E, open areas, *Quercus* sp. L., 1036 m, 01.04.2018.
- 16- Karabük, Eflani, between Tabaklar stream and Çalışlar village, 41°23'33.9"N 032°56'08.3"E, rocky steam banks, *Quercus* sp., 890 m, 01.04.2018.
- 17- Karabük, Eflani, Çal village, Kızılgelik vicinity, 41°20'56.5"N 032°58'23.8"E, open areas, *Quercus* sp. L., 1054 m, 01.04.2018.
- 18- Karabük, Eflani, between Gelicek and Karacapınar, 41°23'13.7"N 033°00'23.9"E, *Populus tremula* L., *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Quercus* sp. L., *Carpinus betulus* L., open areas, 970 m, 01.04.2018.
- 19- Karabük, Eflani, Akçakese vicinity, 41°32'07,7"N 32°52'54,5"E, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, *Carpinus betulus* L., *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Salix alba* L., 740 m, 06.04.2019.
- 20- Karabük, Eflani, Ovaçalış village, 41°31'24,9"N 32°55'01,6"E, old farmland, *Cornus mas* L., *Crataegus* sp. L., *Quercus* sp. L., 800 m, 06.04.2019.
- 21- Karabük, Eflani, Bağlıca village, Çelebioğlu vicinity, 41°33'06.0"N 32°58'50,5"E, open areas

- and *Carpinus betulus* L., *Fagus orientalis* Lipsky, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Quercus* sp. L., *Populus tremula* L., *Pyracantha coccinea* M.Roem., 1005 m, 06.04.2019.
- 22-Karabük, Eflani, Soğucak Hill, wetlands, 41°30'11.7"N 32°57'10.2"E, *Populus tremula* L., *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Pinus sylvestris* L., *Cornus mas* L., *Juniperus* sp. L., 1140 m, 06.04.2019.
- 23-Karabük, Eflani, Çukurgelik vicinity, 41°30'43.5"N 32°59'17.5"E, *Fagus orientalis* Lipsky, *Quercus* sp. L., *Carpinus betulus* L., *Cornus mas* L., *Crataegus* sp. L., 1120 m, 07.04.2019.
- 24-Karabük, Eflani, Kadıköy Pond, 41°27'42.3"N 33°00'22.2"E, wetlands, 946 m, 07.04.2019.
- 25-Karabük, Eflani, Esencik Koruboğazi Stream vicinity, 41°29'03.9"N 33°01'50.4"E, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Pinus sylvestris* L., *Juniperus* sp. L., *Quercus* sp. L. 1002 m, 07.04.2019.
- 26-Karabük, Eflani, Bostancılar Pond, 41°27'28.0"N 32°57'06.4"E, wetland, *Salix* sp. L., 945 m, 07.04.2019.
- 27-Karabük, Eflani, Bedil village vicinity, 41°29'29.4"N 32°53'47.8"E, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, *Cornus mas* L., *Fagus orientalis* Lipsky, *Corylus avellana* L., 1090 m, 07.04.2019.
- 28-Karabük, Eflani, Hacıağaç village vicinity, 41°28'22.2"N 32°52'00.3"E, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, *Fagus orientalis* Lipsky, 945 m, 07.04.2019.
- 29-Karabük, Eflani, Hacıağaç village forest, 41°27'55.5"N 32°51'33.7"E, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, *Fagus orientalis* Lipsky, 993 m, 07.04.2019.
- 30-Karabük, Eflani, Kavak village vicinity, 41°26'01.9"N 32°54'56.4"E, *Pinus sylvestris* L., *Quercus* sp. L., *Cornus mas* L., *Juniperus* sp. L., 977 m, 07.04.2019.

Diagnostic characters of specimens were examined by using stereo and light microscope, and specimens were identified by related revision, monographs, and floristic books (Smith, 1996, 2004; Paton, 1999; Guerra et al., 2006; Cortini Pedrotti, 2001, 2006; Grevén, 2003; Lara et al., 2009; Casas et al., 2006, 2009; Kürschner and Frey, 2020).

Bryofloristic studies conducted in the area (Özalp, 1995; Uyar, 2003; Keçeli and Çetin, 2006; Uyar and Çetin, 2006; Uyar et al., 2007; Ursavaş and Abay,

2009; Ören et al., 2015; Sarı and Ören, 2016) and the distribution of the bryophyte species in Turkey were reviewed for determining the new bryophyte taxa for Henderson's A2 Grid and the Karabük (Kürschner and Erdağ, 2021). Families and upper taxonomic categories in the floristic list are arranged according to Hodgetts et al. (2020)'s systematically hierarchy, and species are listed alphabetically under families in the bryofloristic list given in the appendix.

All specimens deposited at Zonguldak Bülent Ecevit University, Bryophyte Herbarium (ZNG).

4. Result and Discussion

156 specific and infraspecific bryophyte taxa (15 liverworts and 141 mosses) have been identified with the examination of approximately 500 bryophyte specimens collected from 30 different localities in the study area. *Lewinskya acuminata* (H.Philib.) F.Lara, Garilleti & Goffinet is new to Henderson's A2 square and nineteen species newly reported from Karabük province. These species are *Riccardia chamedryfolia* (With.) Grolle, *Riccia beyrichiana* Hampe, *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Polytrichum piliferum* Hedw., *Fissidens adianthoides* Hedw., *Pleuridium subulatum* (Hedw.) Rabenh., *Gymnostomum calcareum* Nees & Hornsch., *Syntrichia latifolia* (Schwägr.) Venturi ex Broth., *Syntrichia papillosissima* (Copp.) Loeske, *Tortula schimperi* M.J.Cano, O.Werner & J.Guerra, *Grimmia laevigata* (Brid.) Brid., *Racomitrium elongatum* Ehrh. ex Frisvoll, *Racomitrium heterostichum* (Hedw.) Brid., *Schistidium elegantulum* H.H.Blom, *Ptychostomum kunzei* (Hornsch.) J.R.Spence, *Lewinskya acuminata* (H.Philib.) F.Lara, Garilleti & Goffinet, *Plagiothecium curvifolium* Schlieph. ex Limpr., *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warn., *Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst..

There is no previous comprehensive study on the bryophyte diversity of Eflani District. However, some bryophyte records were given by Ören et al. (2012) and Arslan et al. (2018) from only 4 localities within the borders of Eflani District. These species are *Lophocolea bidentata* (L.) Dumort., *Metzgeria furcata* (L.) Dumort., *Ptilidium pulcherrimum* (Weber) Vain., *Riccia cavernosa* Hoffm. from liverworts and *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl., *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske., *Dicranum tauricum* Sappégin, *Ephemerum minutissimum* Lindb., *Physcomitrium patens* Hedw., *Plagiochila porelloides* (Torrey ex Nees) Lindenb., *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T.J.Kop., *Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) Schimp., *Rhizomnium punctatum* (Hedw.)

T.J.Kop., *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske from mosses. Considering the previous studies together with this study, the bryophyte diversity reached up to 160 in Eflani District, and 336 in Karabük Province (Keçeli and Çetin, 2006; Uyar and Çetin, 2006; Ören et al., 2012; Ören et al., 2015; Sarı ve Ören, 2016; Arslan et al., 2018; Verimbaş, 2019).

Note: This study was presented as an oral presentation in EurasianBioChem 2020 Conference and published as a summary text in the conference proceedings book.

References

- Abay G. Erata H. Batan N. Özdemir T. 2021. Two new records for the bryophyte flora of Turkey and Southwest Asia, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, DOI: 10.1080/11263504.2021.1947407
- Akman Y. 1999. İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri). Kariyer Matbaacılık. Ankara.
- Arslan A. Unan A.D. Ören M. 2018. A new locality for two remarkable bryophytes in Turkey. *Anatolian Bryology*. 4:1, 1-7.
- Casas C. Brugués M. Cros M.R. Sérgio C. 2006. *Handbook of Mosses of the Iberian Peninsula and The Balearic Islands*, Institut D'estudis Catalans. Barcelona, 349 p.
- Casas C. Brugués, M. Cros, M.R. Sérgio C. Infante M. 2009. *Handbook of Liverworts and Hornworts of the Iberian Peninsula and The Balearic Islands*, ISBN: 978-84-92583-55-3, 177 p, Institut D'estudis Catalans, Spain.
- Cortini Pedrotti C. 2001. *Flora dei muschi d'Italia, Sphagnopsida, Andreaopsida, Bryopsida (I parte)*. ISBN: 88-7287-250-2, Antonio Delfino Editore Medicina-Scienze.
- Cortini Pedrotti C. 2006. *Flora dei muschi d'Italia, Bryopsida (II parte)*, ISBN: 88-7287-370-3, Antonio Delfino Editore Medicina-Scienze, Roma.
- Erata H. Batan H. 2020. New and remarkable bryophyte records from Turkey and Southwest Asia, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. 154:3, 376-383
- Erata H. Özen Ö. Batan N. Alatas M. 2021. *Pohlia* Hedw. and *Oleolophozia* L.Söderstr., De Roo & Hedd. species new to Turkey and South-West Asia. *Cryptogamie, Bryologie*. 42:1 1-10.
- Glime J.M. 2017. *Bryophyte Ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Last updated 18 July 2020 and available at <<https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>>.
- Gözcü C.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: 58-7.
- Greven H.C. 2003. *Grimmias of the World*. Backhuys Publishers, Leiden, 247 pp.
- Guerra J. Cano M.J. Cros R.M. 2006. *Flora Briofítica Ibérica Volume 3*, Universidad de Murcia, ISBN: 84-609-9097-4. Sociedad Espanola de Briyologia Murcia. Murcia.
- 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. Bell D. Bell N.E. Blom H.H. Bruggeman-Nannenga M.A. Brugués M. Enroth J. Flatberg K.I. Garilleti R. Hedenäs L. Holyoak D.T. Hugonnot V. Kariyawasam I. Köckinger H. Kučera J. Lara F. Porley R.D. 2020. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology*. 42:1, 1-116.
- Keçeli T. Çetin B. 2006. A Contribution to the Liverwort Flora of Western Black Sea Region, Northern Turkey, and a new record (*Cephaloziella dentata*, Cephaloziellaceae) to Southwest Asia. *Cryptogamie Bryologie*. 27:4, 459-470.
- Kürschner H. Erdağ A. 2021. Bryophyte locality data from the Near and Middle East 1775-2019 (Afghanistan, Bahrain, Iran, Iraq, Israel, Jordan, Kuwait, Lebanon, Oman, Qatar, Saudi Arabia, Sinai Peninsula, Syria, Turkey, United Arab Emirates and Yemen (incl. Socotra)) 1:6, Hiperlink Yayınları, İstanbul.
- Kürschner H. Frey W. 2020. Liverworts, Mosses and Hornworts of Southwest Asia, *Nowa Hedwigia*, Beiheft 149, J. Cramer in Borntraeger Science Publishers, Stuttgart, 267 pp.
- Kürschner H. Frey W. 2020. Liverworts, Mosses and Hornworts of Southwest Asia, *Nowa Hedwigia*, Beiheft 149, J. Cramer in Borntraeger Science Publishers, Stuttgart, 267 pp.
- Lara F. Garilleti R. Medina R. Mazimpaka V. 2009. A new key to the *Orthotrichum* Hedw. in Europe and the Mediterranean Region. *Cryptogamie Bryologie*. 30:1, 129-142.
- Ören M. Sarı B. Ursavaş S. 2015. *Syntrichia minor* (Pottiaceae) and *Cephaloziella integerrima* (Cephaloziellaceae) new to bryophyte flora of Turkey. *Archives of Biological Sciences*. 67:2, 367-372.

- Ören M. Uyar G. Keçeli T. 2012. The bryophyte flora of the western part of the Küre Mountains (Bartın, Kastamonu). Turkey. Turkish Journal of Botany. 36: 538-557.
- Özalp G. 1995. Çitdere Bölgesi (Yenice, Zonguldak)'nin Kriptogam Florasına Katkı. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Ayrı Baskı, Seri A. 45:1, 35-43.
- Özenoğlu H. Kırmacı M. Kiremit F. 2019. Contributions to the genus *Riccia* L. (Ricciaceae) in Turkey. Turkish Journal of Botany. 43:2, 253-261.
- Paton J. 1999. The Liverworts Flora of the British Isles, 626 pp, Harley Books, England.
- Sarı B. Ören M. 2016. Safranbolu İlçesi (Karabük) Briyofit Florası. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty. 16:1, 157-168.
- Smith A.J.E. 1996. The Liverworts of Britain and Ireland, ISBN: 0-521-42473-9, 384 pp Cambridge University Press, Cambridge.
- Smith A.J.E. 2004. The Moss Flora of Britain and Ireland. Second Edition, ISBN: 0-2181640-8, 1012 pp, Cambridge University Press, Cambridge.
- Unan A.D. Ören M. 2021. New and noteworthy records of deadwood dwelling bryophyte species for Turkey and Southwest Asia. Cryptogamie, Bryologie. 42:4, 33-44.
- Unan A.D. Potemkin A. Ursavaş S. Çalışkan S. Ören M. 2021. New records of two *Scapania* species (Scapaniaceae, Marchantiophyta) from north of Turkey, Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology. 155:4, 679-684.
- URL 1. TC Karabük Valiliği, Eflani ilçesi, 2021. <http://www.karabuk.gov.tr/eflani-ilcesi> [Erişim: 08 Eylül 2021].
- URL 2. TC Eflani Kaymakamlığı, 2021. <http://www.eflani.gov.tr/ilcemizden-gorunum>. [Erişim: 08 Eylül 2021].
- URL 3. TC Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2020. <<https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/50Obas>>, [Erişim: 15 Aralık 2020].
- Ursavaş S. Abay G. 2009. Türkiye'nin A2 Karesinin Karayosunları (Musci) Kontrol Listesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 11:16, 33-43.
- Ursavaş S. Işın 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 Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology. 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 Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 155:3, 483-486.
- Uyar G. 2003. Two New Varieties of *Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt. (Hypnaceae, Musci) for The Moss Flora of Turkey. Turkish Journal of Botany. 27: 227-229.
- Uyar G. Alataş M. Ören M. Keçeli T. 2007. The Bryophyte Flora of Yenice Forests (Karabük, Turkey). International Journal of Botany. 3:2, 129-146.
- Uyar G. Çetin B. 2006. Contribution to the Moss Flora of Turkey: Western Black Sea Region (Bolu, Katamonu, Karabük, Bartın and Zonguldak). International Journal of Botany. 2:3, 229-241.
- Verimbaş B. 2019. Ovacık (Karabük) İlçesi Briyofit Florası, (Yüksek lisans tezi), Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Zonguldak, 91s.

Appendix

Bryofloristic List

MARCHANTIOPHYTA Stotler & Crand. Stotl.

JUNGERMANNIOPSIDA Stotler & Crand. Stotl.

JUNGERMANNIALES H.Klinggr

Cephaloziaceae Mig.

1. *Cephalozia ambigua* (L.) Dumort. - 1, on soil, AArslan 160.

2. *Nowellia curvifolia* (Dicks.) Mitt - 19, on deadwood, AArslan 38.

Cephaloziellaceae Douin

3. *Cephaloziella divaricata* (Sm.) Schiffn - 1, 19, 28, on soil and deadwood, AArslan 45.

Blepharostomataceae W.Frey & M.Stech

4. *Blepharostoma trichophyllum* (L.) Dumort. - 19, on deadwood, AArslan 183.

Lophocoleaceae Vanden Berghen

5. *Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort. - 19, 28, on deadwood, AArslan 46.

Plagiochilaceae Müll. Frib.

6. *Plagiochila porelloides* (Torr. ex Nees) Lindenb. - 6, 19, on soil and rocks, AArslan 184.

PORELLALES Schljakov

Frullaniaceae Lorch

7. *Frullania dilatata* (L.) Dumort. - 1, 2, 11, 18, on tree bark and rocks, AArslan 246.

Porellaceae Cavers

8. *Porella platyphylla* (L.) Pfeiff. - 1, 9, on bark, AArslan 158.

Radulaceae Müll.Frib.

9. *Radula complanata* (L.) Dumort. - 1, 2, 11, 15, 17, on tree bark and rocks, AArslan 217.

METZGERIALES Chalaud

Aneuraceae H.Klinggr

10. *Aneura pinguis* (L.) Dumort. - 22, on wet dead wood, AArslan 58.

11. **Riccardia chamedryfolia* (With.) Grolle - 19, on wet soil at stream bank, AArslan 32.

PELLIALES He-Nygrén

Pelliaceae H.Klinggr.

12. *Apopellia endiviifolia* (Dicks.) Nebel & D.Quandt (Syn: *Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dumort) - 8, 10, on wet soil, AArslan 144.

MARCHANTIOPSIDA Gonquist, Takht & W.Zimm.

MARCHANTIALES Limpr.

Ricciaceae Rchb.

13. **Riccia beyrichiana* Hampe - 11, on soil at open area, AArslan 120, 204.

14. *Riccia cavernosa* Hoffm. - 5, on wet soil near ponds, AArslan 205.

15. *Riccia gougetiana* Durieu & Mont. - 11, on soil at open area, AArslan 106.

BRYOPHYTA Schimp.

POLYTRICHOPSIDA Doweld

POLYTRICHALES M.Fleisch.

Polytrichaceae Schwägr

16. *Artichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv. - 1, 8, on rocks and soil, AArslan 249.

17. *Polytrichum formosum* Hedw. (Syn: *Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G.L.Sm.) - 8, on soil, AArslan 297.

18. **Polytrichum juniperinum* Hedw. - 1, on soil, AArslan 308.

19. **Polytrichum piliferum* Hedw. - 1, 11, on soil, AArslan 148.

20. *Pogonatum urnigerum* (Hedw.) P.Beauv. - 1, on soil, AArslan 296.

BRYOPSIDA Pax

BUXBAUMIALES M.Fleisch.

Buxbaumiaceae Schimp.

21. *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nest. - 9, 28, on deadwood, AArslan 33.

ENCALYPTALES Dixon

Encalyptaceae Schimp.

22. *Encalypta streptocarpa* Hedw. - 1, 6, 12, 16, 25, on rocks, AArslan 149.

23. *Encalypta rhamnoides* Schwägr. - 16, on rocks, AArslan 309.

24. *Encalypta vulgaris* Hedw. - 16, on soil covered rocks, AArslan 228.

FUNARIALES M.Fleisch.

Funariaceae Schwägr.

25. *Funaria hygrometrica* Hedw. - 16, on soil, AArslan 128.

26. *Physcomitrium patens* (Hedw.) Mitt. (Syn: *Aphanorrhagma patens* (Hedw.) Lindb., *Physcomitrella patens* (Hedw.) Bruch & Schimp.) - 5, on wet soil near ponds, AArslan 207A.

DICRANALES H.Philib. ex M.Fleisch

Flexitrichaceae Ignatov & Fedosov

27. *Flexitrichum flexicaule* (Schwägr.) Ignatov & Fedosov (Syn: *Ditrichum flexicaule* (Schwägr.) Hampe) - 1, 11, on rocks and soil, AArslan 187.

Dicranellaceae M.Stech

28- *Dicranella howei* Renaud & Cardot - 7, on soil,

29. *Dicranella varia* (Hedw.) Schimp. - 8, 10, 22, on soil, AArslan 151.

Fissidentaceae Schimp.

30. **Fissidens adianthoides* Hedw. - 1, on soil, AArslan 220.

31. *Fissidens dubius* P.Beauv. - 6, 9, 16, on rocks and soil, AArslan 220.

32. *Fissidens taxifolius* Hedw. - 1, 9, 18, 28, on soil and rocks, AArslan 166.

Dicranaceae Schimp.

33. *Dicranum scoparium* Hedw. - 1, 9, 12, 15, 17, 23, 25, 29, On soil, rocks, bark, roots, deadwood, AArslan 142.

34. *Dicranum tauricum* Sapjegin - 1, 9, on deadwood, AArslan 170.

Ditrichaceae Limpr.

35. *Pleurozia acuminatum* Lindb. - 1, on soil, AArslan 310.
36. **Pleurozia subulatum* (Hedw.) Rabenh. - 1, on soil, AArslan 311.
- Pottiaceae** Schimp.
37. *Barbula unguiculata* Hedw. - 1, 3, 8, 10, 12, 13, on soil and rock crevices, AArslan 251.
38. *Bryoerythrophyllum recurvirostrum* (Hedw.) P.C.Chen - 13, on roots near streams,
39. *Cinclidotus fontinaloides* (Hedw.) P.Beauv. - 13, on submerged rocks, AArslan 139.
40. *Cinclidotus riparius* (Host ex Brid.) Arn. - İstasyon 13, on submerged rocks, AArslan 109.
41. *Didymodon acutus* (Brid.) K.Saito - 3, 16, on soil, AArslan 155.
42. *Didymodon luridus* Hornsch. - 3, 8, 10, 14, on soil and rocks, AArslan 290.
43. *Didymodon nicholsonii* Culm. - 13, on wet deadwood near stream, AArslan 306.
44. *Didymodon tophaceus* (Brid.) Lisa - 11, on concrete, AArslan 320.
45. *Didymodon vinealis* (Brid.) R.H.Zander - 12, on soil, AArslan 355.
46. **Gymnostomum calcareum* Nees & Hornsch. - 16, on wet calcareous rocks, AArslan 125.
47. *Streblotrichum convolutum* (Hedw.) P.Beauv. (Syn: *Barbula convoluta* Hedw.) - 11, on soil, AArslan 295.
48. **Syntrichia latifolia* (Schwägr.) Venturi ex Broth. - 8, 13, on roots and barks near streams, AArslan 250.
49. **Syntrichia papillosissima* (Copp.) Loeske - 25, on rocks at open lands, AArslan 62.
50. *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr - 1, 8, 9, 12, 14, on soil, rocks and barks, AArslan 2.
51. *Syntrichia virescens* (De Not.) Ochyra - 13, on barks, AArslan 133.
52. *Tortella inclinata* (R.Hedw.) Limpr. - 11, on soil, AArslan 127.
53. *Tortella squarrosa* (Brid.) Limpr. (Syn: *Pleurochaete squarrosa* (Brid.) Lindb.) - 5, 11, on soil and rocks, AArslan 91.
54. *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. - 2, 5, 6, 12, 25, on soil and rocks, AArslan 293.
55. *Tortula inermis* (Brid.) Mont. - 1, on soil, AArslan 356.
56. *Tortula muralis* Hedw. - 10, 11, on rocks and concrete, AArslan 288.
57. **Tortula schimperi* M.J.Cano, O.Werner & J.Guerra - 1, on soil, AArslan 141.
58. *Tortula subulata* Hedw. - 12, 13, on soil, AArslan 19.
59. *Trichostomum brachydontium* Bruch - 1, on soil, AArslan 382.
60. *Trichostomum crispulum* Bruch - 11, 14, 22, on oil, AArslan 179.
61. *Weissia brachycarpa* (Nees & Hornsch.) Jur. - 14, on soil, AArslan 389.
62. *Weissia condensata* (Voit) Lindb. - 1, 14, 20, on soil, AArslan 273.
63. *Weissia controversa* Hedw. - 1, 16, on soil, AArslan 196.
- GRIMMIALES** M.Fleisch.
- Seligeriaceae** Schimp.
64. *Seligeria acutifolia* Lindb. - 6, 16, on rocks, AArslan 277.
65. *Seligeria recurvata* P.Beauv. - 28, on rocks, AArslan 392.
- Grimmiaceae** Arn.
66. **Grimmia laevigata* (Brid.) Brid. - 16, on rocks, AArslan 402.
67. *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm. - 1, 8, 11, 18, 25, on rocks and concrete, AArslan 61.
68. *Grimmia tergestina* Tomm. ex Bruch & Schimp. - 16, on rocks, AArslan 413.
69. **Racomitrium elongatum* Ehrh. ex Frisvoll - 1, 8, on soil, AArslan 269.
70. **Racomitrium heterostichum* (Hedw.) Brid. - 1, on rocks, AArslan 248.
71. *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp. - 2, 8, 13, 17, on rocks and roots, AArslan 278.
72. *Schistidium crassipilum* H.H.Blom - 1, 9, 12, 13, 18, on rocks, AArslan 240.
73. **Schistidium elegantulum* H.H.Blom - 10, on rocks, AArslan 214.
74. *Schistidium helveticum* (Schkuhr) Deguchi (Syn: *Schistidium singarense* (Schiffn.) Laz.) - 11, on concrete, AArslan 414.
- HEDWIGIALES** Ochyra
- Hedwigiaceae** Schimp.
75. *Hedwigia ciliata* (Hedw.) P.Beauv. - 1, on rocks, AArslan 266.
- BRYALES** Limpr.
- Bryaceae** Schwägr.
76. *Bryum argenteum* Hedw. - 20, on rocks, AArslan 75.
77. *Imbricarium alpinum* (Huds. ex With.) N.Pedersen (Syn: *Bryum alpinum* Huds. ex With.) - 8, 16, on soil, AArslan 254.
78. *Ptychostomum capillare* (Hedw.) Holyoak & N.Pedersen (Syn: *Bryum capillare* Hedw.) - 6, 12, 23, 25, on rocks and soil, AArslan 55.
79. *Ptychostomum imbricatulum* Holyoak & N.Pedersen (Syn: *Bryum caespiticium* Hedw.) - 3, 12, 14, on soil, AArslan 176.
80. **Ptychostomum kunzei* (Hornsch.) J.R.Spence (Syn: *Bryum kunzei* Hornsch.) - 14, on soil, AArslan 27.
81. *Ptychostomum moravicum* (Podp.) Ros & Mazimpaka (Syn: *Bryum moravicum* Podp.) - 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17, 21, on rocks, soil and barks, AArslan 188.

82. *Ptychostomum pallens* (Sw. ex anon.) J.R.Spence (Syn: *Bryum pallens* Sw. ex anon.) - 22, on wet wood and soil, AArslan 198.
83. *Ptychostomum pseudotriquetrum* (Hedw.) J.R.Spence & H.P.Ramsay ex Holyoak & N.Pedersen (Syn: *Bryum neodamense* Itzigs., *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P.Gaertn. B.Mey. & Scherb.) - 11, 22, on wet soil, AArslan 11.
84. *Ptychostomum torquescens* (Bruch & Schimp.) Ros & Mazimpaka (Syn: *Bryum torquescens* Bruch & Schimp.) - 16, on soil, AArslan 305.
85. *Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr. - 6, on soil, AArslan 93.
- Mniaceae** Schwägr
86. *Mnium hornum* Hedw. - 6, on rocks, AArslan 236.
87. *Mnium stellare* Hedw. - 7, on rocks, AArslan 164.
88. *Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T.J.Kop. - 8, on soil, AArslan 235.
89. *Plagiomnium elatum* (Bruch & Schimp.) T.J.Kop. - 17, on roots, AArslan 227.
90. *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T.J.Kop. - 8, 9, on soil, AArslan 88.
91. *Pohlia wahlenbergii* (F.Weber & D. Mohr) A.L.Andrews - 10, on wet soil, AArslan 123.
92. *Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T.J.Kop. - 9, 19, on wet soil and deadwood, AArslan 84.
- ORTHOTRICHALES** Dixon
- Orthotrichaceae** Arn
93. *Lewinskya acuminata* (H.Philib.) F.Lara, Garilleti & Goffinet - 18, on barks, AArslan 257.
94. *Lewinskya affinis* (Schrud. ex Brid.) F.Lara, Garilleti & Goffinet (Syn: *Orthotrichum affine* Schrad.ex Brid.) - 1, 5, 11, on barks, AArslan 121.
95. *Lewinskya sordida* (Sull. & Lesq.) F.Lara, Garilleti & Goffinet (Syn: *Orthotrichum sordidum* Sull. & Lesq.) - 2, on roots, AArslan 268.
96. *Lewinskya speciosa* (Nees) F.Lara, Garilleti & Goffinet (Syn: *Orthotrichum speciosum* Nees) - 1, 5, 8, 9, 11, 15, 18, on barks, AArslan 303.
97. *Lewinskya striata* (Hedw.) F.Lara, Garilleti & Goffinet (Syn: *Orthotrichum striatum* Hedw.) - 1, 5, 9, 18, 20, on barks, AArslan 222.
98. *Orthotrichum anomalum* Hedw. - 12, on rocks, AArslan 224.
99. *Orthotrichum cupulatum* Brid. - 13, on rocks and roots near stream, AArslan 192.
100. *Orthotrichum pumilum* Sw. ex anon. - 11, 13, on barks, AArslan 211.
101. *Pulvigeria lyellii* (Hook. & Taylor) Plášek, Sawicki & Ochyra (Syn: *Orthotrichum lyellii* Hook. & Taylor) - 9, 11, on barks, AArslan 216.
- HYPNALES** W.R.Buck & Vitt
- Fontinalaceae** Schimp.
102. *Fontinalis antipyretica* Hedw. - 13, on submerged rocks, AArslan 136.
- Plagiotheciaceae** M.Fleisch.
103. *Herzogiella seligeri* (Brid.) Z.Iwats. - 6, 19, 28, on deadwood, AArslan 282.
104. *Plagiothecium curvifolium* Schlieph. ex Limpr. - 28, on deadwood, AArslan 199.
105. *Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) Schimp. - 8, 9, on roots, barks and soil, AArslan 108.
- Pterigynandraceae** Schimp
106. *Pterigynandrum filiforme* Hedw. - 1, 8, 11, on barks, AArslan 194.
- Amblystegiaceae** G.Roth.
107. *Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R.S.Chopra - 2, 11, 22, on rocks and soil, AArslan 264.
108. *Campylophyllopsis calcarea* (Crundw. & Nyholm) Ochyra (Syn: *Campylidium calcareum* (Crundw. & Nyholm) Ochyra, *Campylophyllum calcareum* (Crundw. & Nyholm) Hedenäs) - 5, 13, on wet calcareous rocks, AArslan 168.
109. *Campylium protensum* (Brid.) Kindb. - 18, on rocks, AArslan 238.
110. *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruce - 3, 8, 10, 11, 22, on wet soil and rocks, AArslan 24.
111. *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warn - 21, 22, 24, on wet soil and submerged, AArslan 77.
112. *Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst. - 8, on damp barks, AArslan 292.
- Scorpidiaceae** Ignatov & Ignatova
113. *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske - 8, on damp barks, AArslan 147 A, B ve C.
- Leskeaceae** Schimp.
114. *Leskea polycarpa* Hedw. - 13, on wet rocks near stream, AArslan 428.
- Thuidiaceae** Schimp
115. *Abietinella abietina* (Hedw.) M.Fleisch. - 2, 4, 23, on soil, AArslan 263.
116. *Thuidium assimile* (Mitt.) A.Jaeger - 19, on rocks, AArslan 201.
117. *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Schimp. - 8, on soil, AArslan 245.
118. *Thuidium tamariscinum* (Hedw.) Schimp. - 8, on soil and roots, Arslan 243.
- Brachytheciaceae** G.Roth.
119. *Brachytheciastrum salicinum* (Schimp.) J.D.Orgaz, M.J.Cano & J.Guerra (Syn: *B. velutinum* Hedw.) Ignatov & Huttunen var. *salicinum* (Schimp.) Ochyra & Zarnowiec) - 1, 5, 28, on tree trunk, on deadwood and rocks, AArslan 294.

120. *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen - 1, on soil and rocks, AArslan 110.
121. *Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp. - 3, on soil, AArslan 98.
122. *Brachythecium glareosum* (Bruch ex Spruce) Schimp. - 2, 4, on soil, AArslan 281.
123. *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp. - 21, on damp and wet soil near forest, AArslan 42.
124. *Brachythecium rivulare* Schimp. - 13, 17, 18, on wet rocks, soil and roots near stream, AArslan 241.
125. *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp. - 8, 19, on bark and rocks, AArslan 175.
126. *Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp. - 9, 19, 28, on soil and roots, AArslan 82, 92.
127. *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H.Rob. - 1, kaya, on bark and soil, AArslan 169.
128. *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Schimp. - 2, 6, 19, 23, on rocks, soil and bark, AArslan 280.
129. *Microeurhynchium pumilum* (Wilson) Ignatov & Vanderp. - 8, 19, on damp soil and roots, AArslan 31.
130. *Oxyrrhynchium hians* (Hedw.) Loeske - 7, on soil and rocks, AArslan 103.
131. *Oxyrrhynchium schleicheri* (R.Hedw.) Röhl - 13, on soil at forest road slope, AArslan 427.
132. *Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) M.Fleisch. - 1, 11, 15, 25, 29, 30, on soil, AArslan 40.
133. *Rhynchostegium megapolitanum* (Blandow ex F.Weber & D.Mohr) Schimp. - 13, on soil at forest road slope, AArslan 237.
134. *Rhynchostegium riparioides* (Hedw.) Cardot - 8, 13, on wet rocks near stream, AArslan 85.
- Hypnaceae** Schimp.
135. *Hypnum andoi* A.J.E.Sm. - 1, 8, 19, on soil and deadwood, AArslan 153.
136. *Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *cupressiforme* - 1, 2, 9, 21, on soil and tree root, AArslan 274.
137. *Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *lacunosum* Brid. - 1, 8, 11, on soil and rocks, AArslan 111.
138. *Hypnum jutlandicum* Holmen & E.Warncke - 17, on rocks, AArslan 443.
139. *Hypnum resupinatum* Taylor (Syn: *H. cupressiforme* var. *resupinatum* (Taylor) Schimp.) - 11, on bark, AArslan 195.
- Pylaisiaceae** Schimp.
140. *Buckia vaucheri* (Lesq.) D.Rios, M.T.Gallego & J.Guerra (Syn: *Hypnum vaucheri* Lesq.) - 11, on soil and rocks, AArslan 96.
141. *Calliargonella cuspidata* (Hedw.) Loeske - 8, 10, 22, on wet or damp soil, AArslan 177.
142. *Homomallium incurvatum* (Schrad. ex Brid.) Loeske - 17, on rocks, AArslan 244.
143. *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp. - 5, on barks, AArslan 115.
- Hylocomiaceae** M.Fleisch
144. *Hylocomiadelphus triquetrus* (Hedw.) Ochyra & Stebel (Syn: *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.) - 8, on soil, AArslan 101.
145. *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. - 8, 25, on soil, AArslan 167.
- Rhytidiaceae** Broth.
146. *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb. - 1, 4, 15, 25, on soil at black pine forest, AArslan 9.
- Leucodontaceae** Schimp.
147. *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwägr. var. *morensis* (Schwägr.) De Not. - 1, 8, 20, on barks, AArslan 129.
148. *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwägr. var. *sciuroides* - 11, on barks, AArslan 8.
- Antitrichiaceae** Ignatov & Ignatova
149. *Antitrichia curtispindula* (Hedw.) Brid. - 1, 9, on barks, AArslan 165.
- Neckeraceae** Schimp
150. *Alleniella complanata* (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt (Syn. *Neckera complanata* (Hedw.) Huebener) - 19, 29, on barks, AArslan 39.
151. *Exertotheca crispa* (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt (Syn. *Neckera crispa* Hedw.) - 29, on barks, AArslan 53.
152. *Pseudanomodon attenuatus* (Hedw.) Ignatov & Fedosov (Syn: *Anomodon attenuatus* (Hedw.) Huebener) - 29, on barks, AArslan 181.
153. *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Gangulee - 10, on rocks, AArslan 112.
- Lembophyllaceae** Broth.
154. *Isothecium alopecuroides* (Lam. ex Dubois) Isov. - 2, on barks and roots, AArslan 272.
- Myuriaceae** M.Fleisch
155. *Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt. - 6, 12, 19, on rocks and soil, AArslan 231.
- Anomodontaceae** Kindb.
156. *Anomodon viticulosus* (Hedw.) Hook. & Taylor - 7, 13, on rocks, AArslan 145.

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 Kiziladağ (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/IPCIN> [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 \times , μ , η , or ν 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, serhaturesavas@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 Makalesi

- 70. New Moss Records from Azerbaijan**
Azerbaycan'dan Yeni Karayosunu Kayıtları
Aygun Vidadi MAMMADOVA, Hüseyin ERATA, Vagif ATAMOV, Nevzat BATAN
- 77. The Bryophyte Flora of Kümbet High Plateau (Dereli district, Turkey)**
Kümbet Yayalası Briyofit Florası (Dereli, Türkiye)
Hüseyin ERATA, Nevzat BATAN, Mevlüt ALATAŞ
- 90. Asterella saccata (Wahlenb.) A. Evans a new genus and liverwort (Aytoniaceae, Hepaticae) species from Turkey**
Türkiye'den yeni bir cins ve ciğerotu (Aytoniaceae, Hepaticae) türü Asterella saccata (Wahlenb.) A. Evans
Mesut KIRMACI, Metin ARMAĞAN, Hatice ÖZENOĞLU
- 96. Substrate Preferences of Epiphytic Mosses in Göreme National Park (Nevşehir)**
Göreme Milli Parkındaki (Nevşehir) Epifitik Karayosunlarının Substrat Tercihleri
Recep KARA, Hatice TAŞPINAR
- 109. Spectroscopic Investigation of the Effects of *Syntrichia ruraliformis* (Besch.) Mans., *Hypnum andoi* A.J.E.Sm. and *Platyhypnidium riparioides* Dixon Ethanol Extracts on HCT116 Cell Viability**
Syntrichia ruraliformis (Besch.) Mans., Hypnum andoi A.J.E.Sm. ve Platyhypnidium riparioides Dixon Etanol Ekstraktlarının HCT116 Hücre Canlılığı Üzerindeki Etkilerinin Spektroskopik Açından İncelenmesi
Hilal ZENGİN KÖKSAL, Dilşad ÖZERKAN, Ergin Murat ALTUNER, Kerem CANLI
- 119. An Overview of *Plagiochila porelloides* (Marchantiophyta) as a New Environmentally Sustainable Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acidic Solution**
*Asidik Çözeltilide Yumuşak Çelik için Çevresel Olarak Sürdürülebilir Yeni Bir Yeşil Korozyon İnhibitörü Olarak *Plagiochila porelloides* (Marchantiophyta)'e Genel Bir Bakış*
Demet ÖZKIR
- 131. Bryophyte Flora of Anzer Valley and Its Surroundings (İkizdere, Rize)**
Anzer Vadisi ve Çevresinin Briyofit Florası (İkizdere, Rize)
Hüseyin ERATA, Nevzat BATAN, Gökhan ABAY, Turan ÖZDEMİR
- 146. Bryodiversity of Eflani District of Karabük Province**
Karabük İli Eflani İlçesinin Briyofit Çeşitliliği
Ahmet ARSLAN, Ayşe Dilek UNAN, Muhammet ÖREN