



# ÇANKIRI KARATEKİN UNIVERSITY



Cilt / Volume: 6

Sayı / Number: 2

Kasım / November 2020

e- ISSN: 2458-8474 Online

# ANATOLIAN BRYOLOGY

**Kapak fotoğrafi / Cover photo**

1. *Grimmia anodon*
2. *Tortula vlassovii*
3. *Palamocladium euchloron*
4. *Pterygoneurum ovatum*

**by Dr. Tülay EZER**  
**by Dr. Recep KARA**  
**by Dr. Nevzat BATAN**  
**by Dr. Tülay EZER**

**ÇANKIRI KARATEKİN UNIVERSITY**  
**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ**



**ANATOLIAN BRYOLOGY**  
**ANADOLU BRİYOLOJİ DERGİSİ**



**Cilt / Volume: 6**      **Sayı / Number: 2**      **Kasım / November 2020**

**e-ISSN: 2458-8474**

**ÇANKIRI 2020**

<b>ANATOLIAN BRYOLOGY</b>		
<b>Cilt / Volume: 6</b>	<b>Sayı / Number: 2</b>	<b>Kasım / November 2020</b>
<b>İmtiyaz Sahibi = Grantee</b> Prof. Dr. Hasan AYRANCI Rektör = Rector	<b>Yazı İşleri Müdürü = Editor-in-Chief</b> Dr. Serhat URSAVAŞ	
<b>Yayın İdare Merkezi = Publication Administration Center</b> 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 <b>E-posta:</b> serhatursavas@gmail.com, anatolianbryology@gmail.com <b>İnternet sitesi = Website:</b> <a href="http://dergipark.gov.tr/anatolianbryology">http://dergipark.gov.tr/anatolianbryology</a>		
<b>Editör = Editor-in Chief</b> Dr. Serhat URSAVAŞ (TÜRKİYE)	<b>Editör = Editör</b> Dr. Tamer KEÇELİ (TÜRKİYE) Dr. Marko SABOVLJEVIĆ (SERBIA)	
<b>Yayın Kurulu = Editorial Board</b>		
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
<b>Dil Editörü = Language Editor</b> Dr. Arda ÖZEN Dr. Üstüner BİRBEN  <b>Sekretarya = Secretary</b> Research Assistant: Simge ÇİZGEN		

<b>ANATOLIAN BRYOLOGY</b>		
<b>Danışma Kurulu = Advisory Board</b>		
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. 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: <a href="http://dergipark.gov.tr/anatolianbryology">http://dergipark.gov.tr/anatolianbryology</a> adresinden ulaşabilirsiniz.</p> <p>© 2020 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 <a href="http://dergipark.gov.tr/anatolianbryology">http://dergipark.gov.tr/anatolianbryology</a></p> <p>© 2020 All rights reserved.</p>		

## Contents = İçindekiler

### *Research Article / Araştırma Makalesi*

- 70. Epiphytic Bryophyte Flora of *Liquidambar orientalis* Forests**  
*Liquidambar orientalis* Ormanlarının Epifitik Briyofit Florası  
Uğur ÇATAK, Mesut KIRMACI
- 78. The Bryophyte Flora of Doğu Küre Mountains**  
*Doğu Küre Dağları Briyofit Florası*  
Muhammet ÖREN, Serhat URSAVAŞ
- 97. Contributions to The Moss Flora of Muş and Hakkari Provinces in Turkey**  
*Türkiye'nin Muş ve Hakkâri İllerinin Karayosunu Florasına Katkılar*  
Güray UYAR, Murat ÜNAL, İbrahim DEMİR
- 105. Evaluation of fungicidal potential of some moss extracts on phytopathogenic fungus "*Fusarium solani*"**  
*Bazı Karayosunu ekstraktlarının fitopatogenik mantar "*Fusarium solani*" üzerindeki mantar öldürücü potansiyelinin değerlendirilmesi*  
Roghaieh ASADBOLAND, AliReza IRANBAKSH, MohammadReza ESLAHI, Saeed SHIRZADIAN
- 112. Antimicrobial Properties and Chemical Composition of the Essential Oil of *Leucobryum glaucum* (Leucobryaceae)**  
*Leucobryum glaucum (Leucobryaceae)'un Uçucu Yağının Kimyasal Bileşimi ve Antimikrobiyal Özellikleri*  
Gonca ÇELİK
- 119. 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)**  
*Uzun Süreli İmpedans Testleri ile Asidik Çözeltideki Yumuşak Çeliğin Korozyonuna Yeni Bir İnhibitör Yaklaşımı: Hypnum cupressiforme (Bryophyta) için Yeni Bir Uygulama Alanı*  
Demet ÖZKIR, Tülay EZER

### *Review Article / Derleme Makalesi*

- 129. Bryophytes as the Potential Source of Antioxidant**  
*Potansiyel Antioksidan Kaynağı Olarak Briyofitler*  
Hüseyin TÜRKER, Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL

### *Research Note / Araştırma Notları*

- 138. Notes on Rediscovery of *Tortula vlassovii* (Laz.) Ros & Herrnst in Turkey**  
*Türkiye'de Tortula vlassovii (Laz.) Ros & Herrnst'nin Yeniden Keşfi Üzerine Notlar*  
Recep KARA, Seda SERİN, Hatice TAŞPINAR

### 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.

<b>HAKEMLER = REVIEWERS</b>	
<b>Dr. Adnan ERDAĞ</b>	<b>Aydın (TURKEY)</b>
<b>Dr. Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL</b>	<b>Niğde (TURKEY)</b>
<b>Dr. Ergin Murat ALTUNER</b>	<b>Kastamonu (TURKEY)</b>
<b>Dr. Gökhan ABAY</b>	<b>Rize (TURKEY)</b>
<b>Dr. Güray UYAR</b>	<b>Ankara (TURKEY)</b>
<b>Dr. Hatice ÖZENOĞLU</b>	<b>Aydın (TURKEY)</b>
<b>Dr. Hüseyin ERATA</b>	<b>Çanakkale (TURKEY)</b>
<b>Dr. Kerem CANLI</b>	<b>İzmir (TURKEY)</b>
<b>Dr. Marko SABOVLJEVIĆ</b>	<b>Belgrad (SERBIA)</b>
<b>Dr. Mevlüt ALATAŞ</b>	<b>Elazığ (TURKEY)</b>
<b>Dr. Mesut KIRMACI</b>	<b>Aydın (TURKEY)</b>
<b>Dr. Muhammed ALTUN</b>	<b>Çankırı (TURKEY)</b>
<b>Dr. Muhammet ÖREN</b>	<b>Zonguldak (TURKEY)</b>
<b>Dr. Nevzat BATAN</b>	<b>Trabzon (TURKEY)</b>
<b>Dr. Özcan ŞİMŞEK</b>	<b>Çanakkale (TURKEY)</b>
<b>Dr. Recep KARA</b>	<b>Nevşehir (TURKEY)</b>
<b>Dr. Tamer KEÇELİ</b>	<b>Çankırı (TURKEY)</b>
<b>Dr. Tülay EZER</b>	<b>Niğde (TURKEY)</b>
<b>Dr. Turan ÖZDEMİR</b>	<b>Tarabzon (TURKEY)</b>
<b>Dr. Yavuz SÜRME</b>	<b>Niğde (TURKEY)</b>



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

DOI: 10.26672/anatolianbryology.715769

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

## Epiphytic Bryophyte Flora of *Liquidambar orientalis* Forests

Uğur ÇATAK<sup>1\*</sup> , Mesut KIRMACI<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Merkez  
Kampüs, Aydın, TÜRKİYE

Received: 07 April 2020

Revised: 02 May 2020

Accepted: 17 May 2020

### Abstract

*Liquidambar orientalis* forests which are very important for Turkey and the world continue to exist in its unique habitat. In the present study, epiphytic bryophyte flora of *L. orientalis*, naturally spreads in Turkey, was investigated between the years of 2016-2019. A total of 27 localities were visited and 433 envelope plant samples were taken. As a result of identifications, in total 49 bryophytes (48 moss, 1 liverwort) were determined. These taxa were taken from the base, trunk and branches of the trees and presented as a table format. And also, *Orthotrichum philibertii* and *Zygodon catarinoides* has been given as the second distributional locality for Turkey. We believe that this study will contribute to the bryophyte flora of Turkey and the preservation of *Liquidambar orientalis* forests.

**Keywords:** Bryophyte flora of Turkey, Riparian Forests, Sweetgum, *Zygodon catarinoides*, Epiphytic.

## *Liquidambar orientalis* Ormanlarının Epifitik Briyofit Florası

### Öz

Türkiye ve dünya için çok önemli olan *Liquidambar orientalis* ormanları, kendine özgü yaşam alanlarında varlıklarını sürdürmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de doğal olarak yayılan *L. orientalis*’in epifitik briyofit florası 2016-2019 yılları arasında araştırılmıştır. Toplam 27 lokalite ziyaret edilmiş ve 433 zarf bitki örneği alınmıştır. Teşhislerin sonucunda, toplamda 49 karayosunu (48 yapraklı karayosunu, 1 ciğerotu) kaydedilmiştir. Bu taksonlar ağaçların taban, gövde ve yan dallarından alınmış olup, tablo formatında sunulmuştur. Ayrıca, *Orthotrichum philibertii* ve *Zygodon catarinoides* Türkiye’den ikinci kayıt olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın Türkiye karayosunları florasına ve *Liquidambar orientalis* ormanlarının korunmasına katkı sağlayacağı kanısındayız.

**Anahtar kelimeler:** Türkiye Karayosunları Florası, Kıyı Ormanları, Sığla, *Zygodon catarinoides*, Epifitik

\* Corresponding author: [ugurcatakbio4@gmail.com](mailto:ugurcatakbio4@gmail.com)

© 2020 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Çatak U. Kırmacı M. 2020. Epiphytic Bryophyte Flora of *Liquidambar orientalis* Forests. *Anatolian Bryology*. 6:2, 70-77.



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



## 1. Introduction

In recent years, the concept of biodiversity has not only been limited to the scientific environment, but has become an important part of our lives. Plants are an important part of biodiversity. Today, there are more than 391.000 plant species in the world (Kew Gardens, 2016). Epiphytic bryophytes constitute a part of this diversity. Rainforests are the most diverse regions of this group of plants that use almost any substrate from deserts to tundras and especially choose moist and shady places. For example, only about 800 epiphytic taxa have been identified from the Amazon basin (Oliveira and Steege, 2013). There can be up to 67 epiphytic bryophytes in a single tree (Gradstein et al., 1990).

26% of Turkey's territory is covered by forests. 90% of these areas are old-growth forests. These areas home to 560 tree taxa in total, is extremely important to the preservation of biodiversity (Türkiye Orman Varlığı Kitabı, 2015). One of the most important of these taxa is undoubtedly *Liquidambar orientalis* which is a relict and narrowly distributed species.

Epiphytes are organisms that use a plant as a substrate and survive without nutrients and water from its host (Barkman, 1958). These develop on the trunk and branches of the tree. The variety and density of epiphytic bryophytes are under the influence of the tree's chemistry and environmental factors (Barkman 1958; Vanderpoorten et al., 2004). Especially the trunk and branches of old sweetgum trees provide an environment where epiphyte bryophytes can survive.

In recent years, studies on epiphytic bryophytes in the world have been increasing. (Cornelissen and Steege, 1989; Montfoort and Ek, 1989; Burgaz et al., 1994; Lara and Mazimpaka, 1998; Moe and Botnen, 2000, Draper et al., 2003, 2005, 2006; González-Mancebo et al, 2003, 2004; Garcia et al., 2005; Leon-Vargas et al.,

2006; Pereira Alvarenga and Porto, 2007; Mazimpaka et al., 2009; Medina et al., 2010; Sim-Sim, 2011; Odor, 2013; Oliveira and Steege, 2013; Campos and Steege, 2015). There are some studies on the subject in Turkey (Ezer et al., 2009, 2010, 2017, 2019; Ezer and Kara, 2013; Alataş and Batan 2015, Kırmacı and Agcagil, 2018; Alataş et al., 2018, 2019a, b).

The present study was aimed to investigate the diversity of epiphytic bryophytes living on *Liquidambar orientalis* (sweetgum, amber tree) trees.

## 2. Material and Method

The specimens were collected from the parts of trunks of *L. orientalis* during field studies. The collected bryophyte specimens were stored in prepared envelopes. The heights, sampled tree parts (B: base, T: trunk and Br: branch) were noted on these envelopes with collector number (UUR: Uğur Çatak). The samples brought to the laboratory were dried by opening the envelopes under shade conditions. Locality information (GPS, ecology, etc.) was also noted and taxa and their repetitions on the trees were recorded. Here, the height of the base of the tree up to 20 cm has been accepted and above 20 cm has been evaluated as the trunk part. Samples that were re-wetted for diagnosis were examined under the microscope after performing the necessary dissection procedures under the stereo microscope and the naming procedure was carried out using the relevant flora books and revision studies. The names of taxa were checked according to the checklist prepared by Ros et al. (2013). The Orthotrichaceae family was arranged (Lara et al., 2016). And also the validity of all taxa was checked from the Tropicos database. Diagnosed samples were stored in Aydın Adnan Menderes University herbarium (AYDN).

### 2.1. Study Area

It has unique floristic habitats and is spread only in South West Anatolia and Rhodes Island in the world (Kurt and Ketenöglü, 2008).



**Figure 1.** *Liquidambar orientalis*' s distribution area in Turkey (Google earth, 01.03.2020)

Sweetgum forests in Turkey's southwestern province show the following distribution: Antalya, Aydın, Burdur, Denizli, Isparta and Muğla. The localities visited in these provinces are listed below.

**2.1.1. Localities:**

1. Antalya, Serik, Gebiz, Pınargözü, Pınargözü Stream, Köprülü Canyon, confluence region of Gebe Stream and Sinni Stream N 37° 16' 32" E 030° 59' 47,9" 498 m. 10.09.2016. UUR1-15
2. Muğla, Milas, Selimiye, Kandak Village N 37° 26' 16,1" E 027° 39' 58,3" 8 m. 28.09.2016. UUR16-75
3. Muğla, Ula, Gökova, Gökçe, Ferek River N 37° 00' 65,0" E 0,28° 22' 01,6" 10 m. 28.09.2016. UUR76-124
4. Muğla, Ula, Kızılyaka N 37° 00' 16,2" E 028° 27' 97,0" 21 m. 28.09.2016. UUR125-147
5. Muğla, Köyceğiz, Döğüşbelen N 36° 59' 43,7" E 028° 38' 24,9" 21 m. 28.09.2016. UUR148-154
6. Muğla, Köyceğiz, Toparlar N 36° 59' 49,0" E 028° 38' 81,1" 13 m. 29.09.2016. UUR 155-164
7. Muğla, Köyceğiz Center, Köyceğiz Lakeside, Hamitköy, Kulak Hacılar State Forest and Gülpınar State Forest N 36° 57' 90,3" E 028° 40' 62,0" 11 m. 29.09.2016. UUR 165-172
8. Muğla, Köyceğiz, Yangı and Zeytinalan N 36° 55' 97,2" E 028° 43' 95,1" 8 m. 29.09. 2016. UUR 173-229
9. Muğla, Ortaca, Okçular-Sarısu Kavakarası N 36° 50' 27,5" E 028° 40' 14,7" 9 m. 29.09.2016. UUR 230-246
10. Denizli, Acıpayam, Gölcük Series, Alcı Region, Akdere N 37° 11' 33" E 29° 14' 30" 803 m. 05.11.2017. UUR 247-281
11. Muğla, Köyceğiz, Ağla, Kargıcak N 36° 59' 30" E 28° 42' 17" 82 m. 06.11.2017. UUR 282-285
12. Muğla, Köyceğiz, Yuvarlakçay Series N 36° 55' 30" E 28° 49' 40" 162 m. 06.11.2017. UUR 286-292
13. Muğla, Dalaman Center, Forest Management N 36° 47' 42" E 28° 49' 49,3" 14 m. 06.11.2017. UUR 293-298
14. Muğla, Dalaman, Tersakan N 36° 45' 74" E 28° 52' 46" 208 m. 06.11.2017. UUR 299-307
15. Muğla, Dalaman, Şerefler, Karaağaç N 36° 48' 31" E 28° 53' 24" 38 m. 06.11.2017. UUR 308-313
16. Muğla, Dalaman, Elcik N 36° 52' 39" E 28° 57' 34" 233 m. 06.11.2017. UUR 314-320
17. Muğla, Marmaris – Datça road N 36° 50' 56" E 28° 12' 28" 112 m. 22.12.2018. UUR 321-335
18. Muğla, Marmaris – Adaköy road N 36° 49' 56" E 28° 18' 58" 49 m. 22.12.2018. UUR 336-340
19. Muğla, Marmaris – Adaköy N 36° 52' 35" E 28° 34' 07" 110 m. 22.12.2018. UUR 341-353
20. Muğla, Marmaris National Park N 36° 52' 07" E 28° 30' 43" 60 m. 22.12.2018. UUR 354-384
21. Muğla, Marmaris Meriç- Beldi wastewater treatment facility, İsmail river N 36° 51' 24" E 28° 17' 42" 45 m. 29.12.2018. UUR 385-394

22. Muğla, Marmaris İçmeler N 36° 49' 54" E 28° 19' 00" 20 m. 29.12.2018. UUR 395-402
23. Burdur, Kargı village, Sweetgum Forest Nature Conservation Park N 37° 21' 42" E 30° 50' 01" 260 m. 15.06.2019. UUR 402-410
24. Burdur, Melli region, Sarıçay N 37° 20' 42,69" E 30° 48' 10,46" 200 m. 15.06.2019. UUR 411-416
25. Burdur, Melli region N 37° 20' 39" E 30° 47' 59" 225 m. 15.06.2019. UUR 417-421
26. Isparta, Sütçüler, Çandır N 37° 26' 59" E 30° 54' 12" 290 m. 16.06.2019. UUR 422-429
27. Aydın, Umurlu N 37° 52' 21" E 27° 56' 15" 130 m. 18.06.2019. UUR 430-433
28. Aydın, Çine, Çine Dam reserv area N 37° 29' 22" E 28° 08' 47" 180 m. 18.05.1999

### 3. Results and Discussion

During the present study, 7 field studies were carried out and a total of 27 different localities were visited. Finally, 433 packages of bryophyte samples were taken from the base, trunk, and branches of trees. After identification studies, 49

bryophyte taxa were determined belonging to, 13 families and 31 genus. Among these, only one taxa of liverworts were found, no taxa were identified belonging to hornworts. The richest families were listed as Orthotrichaceae, Pottiaceae and Brachythecae respectively. In two previous studies carried out in *Liquidambar orientalis* forests, *O. sprucei* was firstly recorded on the sweetgum trees in Çine Valley/Aydın from Turkey (Erdağ and Kürschner, 2000). This area is sunken under Çine dam reservoir and there are no sweetgum trees around. Also, *Lejeunea cavifolia* (Ehrh.) Lindb. recorded in a phytosociological study recorded by Kürschner et al.. Although these taxa could not be collected during the present study, we added them to the list with the collector's name (Kürschner et al.1998; Erdağ, 2000) because of recorded from sweetgum forests.

The floristic list was given in Table 1 (B: base, T: trunk, Br: branch), locality (Loc: locality), and collection numbers of the trees (UUR: Uğur Çatak collection numbers).

**Table 1.** Floristic list

Taxon	Loc.	B	T	Br	UUR
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.	2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 26		X		149
<i>Lejeunea cavifolia</i> (Ehrh.) Lindb.			X		Kürschner et al., 1998
<i>Grimmia lisae</i> De Not.	3, 5	X	X		92
<i>G. pulvinata</i> (Hedw.) Sm.	2, 10, 19, 20, 21, 22	X	X		247
<i>Fissidens arnoldii</i> R. Ruthe	8, 20	X	X		377
<i>F. taxifolius</i> Hedw.	20, 21		X		393
<i>Bartramia aprica</i> Müll. Hal.	3		X		88
<i>Dialytrichia mucronata</i> (Brid.) Broth.	2, 10, 16, 17, 23, 24, 25, 26	X	X		403
<i>Nogopterium gracile</i> (Hedw.) Crosby & W.R. Buck.	2, 3, 8, 20, 26		X		427
<i>Syntrichia laevipila</i> Brid.	2, 8, 9, 10, 14		X		230
<i>S. montana</i> Nees.	10, 17		X		325
<i>S. princeps</i> (De Not.) Mitt.	4, 27		X		141
<i>S. virescens</i> (De Not.) Ochyra.	1, 4, 9, 27		X		430
<i>Tortella humilis</i> (Hedw.) Jenn.	17		X		322
<i>T. tortuosa</i> (Hedw.) Limpr.	3, 8, 10, 19, 20, 21, 24, 25, 26		X	X	90
<i>Tortula inermis</i> (Brid.) Mont.	9		X		243
<i>T. schimperi</i> M.J. Cano, O. Werner & J. Guerra.	14		X		300
<i>Bryum sp.</i> Hedw.	2, 7, 8, 10, 12, 13, 22		X		351
<i>Rosulabryum capillare</i> (Hedw.) J. R. Spence.	3, 18		X		336
<i>Cryphaea heteromalla</i> (Hedw.) D. Mohr	26		X		423

<i>Lewinskya affinis</i> (Schrad ex. Brid.) F. Lara, Garilleti & Goffinet.	1, 22, 25		X	X	6
<i>L. rupestris</i> (Schleich ex. Schwägr.) F. Lara, Garilleti & Goffinet.	1, 17		X		5
<i>L. speciosa</i> (Nees) F. Lara, Garilleti & Goffinet.	1, 2, 27		X	X	15
<i>L. striata</i> (Hedw.) F. Lara, Garilleti & Goffinet	1, 23, 24, 25, 26		X		405
<i>Orthotrichum anomalum</i> Hedw.	9, 10, 12, 27		X		281
<i>O. diaphanum</i> Brid.	9, 11, 13, 17, 19, 20, 22		X	X	359
<i>O. pallens</i> Bruch ex Brid.	17		X		331
<i>O. patens</i> Bruch ex Brid.	4, 18		X		141
<i>O. philibertii</i> Venturi.	18		X		339
<i>O. pulchellum</i> Brunt.	5, 6, 7, 8, 9, 10		X		150
<i>O. pumilum</i> Sw. ex anon.	9, 22		X		402
<i>O. scanicum</i> Grönvall.	12, 19		X	X	292
<i>O. stellatum</i> Brid.	17, 20, 22		X		329
<i>O. sprucei</i> Mont.	28	X	X		Erdağ, 2000
<i>O. tenellum</i> Bruch ex Brid.	17, 18, 20, 23		X		328
<i>O. vittii</i> Lara, Garilleti & Mazimpaka.	9, 13, 17, 20		X	X	357
<i>Pulviger a lyellii</i> (Hook. & Taylor) Plásek, Sawicki & Ochyra.	10, 23		X		255
<i>Ulota crispa</i> (Hedw.) Brid.	15		X		312
<i>Zygodon catarinoidi</i> C. Garcia, F. Lara, Sérgio & Sim-Sim.	19, 20, 21, 22		X		361
<i>Z. rupestris</i> Schimp. ex Lorentz.	1, 2, 5, 8, 9, 10, 12, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26		X	X	370
<i>Habrodon perpusillus</i> (De Not.) Lindb.	10, 19, 20	X	X		380
<i>Brachytheciastrum velutinum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen.	8, 10	X	X		218
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp.	1, 2, 4, 8, 10, 14, 16, 17, 19, 20, 22		X		269
<i>Rhynchostegiella litorea</i> (De Not.) Limpr.	8	X	X		203
<i>Scleropodium cespitans</i> (Wilson ex Müll.Hal.) L.F. Koch.	3, 8, 15, 17		X		309
<i>Scorpiurium circinatum</i> (Bruch) M. Fleisch.& Loeske.	2, 17, 18		X		338
<i>S. sendtneri</i> (Schimp.) M. Fleisch.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	X	X	X	407
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwägr.	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27		X	X	426
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26	X	X	X	67
<i>H. cupressiforme</i> var. <i>resupinatum</i> (Taylor) Schimp.	8, 9, 26		X		208
<i>Leptodon smithii</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr.	2, 17, 21, 25		X		389

Sweetgum trees maintain their existence especially in habitats where streams and high ground water. Causing the debris residues brought up by rising waters especially in spring, to accumulate at the bottom parts. This accumulation has created a suitable living environment for bryophytes. Taxa determined from the base of the trees; *Grimmia lisae*, *G. pulvinata*, *Fissidens arnoldii*, *Dialytrichia mucronata*, *Tortella inclinata* (R. Hedw.) Limpr., *Fontinalis antipyretica* Hedw., *Habrodon perpusillus*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Rhynchostegiella litorea* (De Not.) Limpr., *R. tenella*, *Scorpiurium sendtneri*, *Hypnum cupressiforme*. Among them, *Fontinalis antipyretica*, *Tortella inclinata* and *Rhynchostegiella tenella* are not known as epiphytic. They probably had the chance to live because of the soil accumulated at the base of the trees. For this reason, these taxa are not listed.

Orthotrichaceae is the richest bryophyte family in Turkey and represented with 50 taxa (Erdağ and Kürschner, 2017; Kırmacı and Agcagil, 2018). Among these records, *O. philibertii* was recently recorded from Dilek Peninsula and Büyük Menderes Delta National Park (Aydın) (Kırmacı and Agcagil, 2016), and was given as the second distribution locality in our study. Another interesting record of the genus *Orthotrichum* is *O. stellatum*. This taxon was firstly reported from Trabzon / Turkey by Lara et al. in 2010. And secondly was collected from Samanlı mountains (Sakarya, Kocaeli, Yalova, Bursa) by Gözcü et al. in 2019. And in our study is given as the third record from Turkey. There is a long distance between the three localities, suggesting that this taxon may be in different parts of Anatolia. *O. scanicum* which is on the many European country red list was recorded from two different localities in study area (Hodgetts, 2015). It has been found on different parts of Turkey (Erdağ and Kürschner, 2017; Gözcü et al., 2019). *Zygodon catarinoides*, which is in the family of Orthotrichaceae, was recorded for the first time from the sweetgum forests in Turkey (Vigalando et al., 2012). In the present study, it was found in 4 different localities around Marmaris where the first record was made. This shows that the taxon has a wide spread in the narrow region.

Taxa determined from our research area are quite high compared to some recent studies on epiphytic bryophytes (Alataş et al., 2016, 2018, 2019a, b; Ezer et al., 2009). Among the main reasons for this is the high humidity in which is the main requirement of the bryophytes in the

sweetgum forests. Another factor in terms of epiphytic bryophytes is that tree bark is in a way that enables the bryophytes to hold. Because the bryophytes can not hold on the smooth tree bark. Indeed, no bryophytes were seen on young tree trunks with a smooth bark surface in this study. *Scorpiurium sendtneri-Zygodontetum vulgaris* Walther 1975, *Leptodonto smithii-Leucodontetum sciuroidis* Privitera & Puglisi 1997 and *Scorpiurium sendtneri-Zygodontetum vulgaris cinclidotesum mucronati* Kürschner 1998 are the most common epiphytic association.

*Liquidambar orientalis* forests have an important position both with their distinctive habitat, contribution to human life for a considerable long time and living in limited areas during the evolutionary process. Habitat of this plant is protected with several protection statuses.

#### Acknowledge

Many thanks to Aydın Adnan Menderes University Scientific Research Projects department (BAP) for financial supporting our project (FEF-16023).

#### References

- Alataş M. Batan N. 2015. Epiphytic Bryophytes and Vegetation of the East Spruce in the Orumcek Forest. *Ekoloji*. 24: 94, 33-42.
- Alataş M. Kara R. Ezer T. Batan N. Özdemir T. 2016. Contribution to the epiphytic flora and vegetation of the Lake District in the Burdur region (Turkey). *Turkish Journal of Botany*. 40: 329-342.
- Alataş M. Batan N. Ezer T. 2018. The Life Forms, Life Strategies and Ecological Characteristics of Epiphytic Bryophytes in Kamilet Valley (Artvin-Arhavi) and Surroundings, *Anatolian Bryology*, 4: 1, 8-16.
- Alataş M. Batan N. Ezer T. 2019a. The Epiphytic Bryophyte Communities of Kamilet Valley (Artvin/Turkey), *Turkish Journal of Botany*, 43: 4, 551-569.
- Alataş M. Batan N. Ezer T. Erata H. 2019b. A new bryophyte sub-association and new record for Turkish bryophyte vegetation, *Biological Diversity and Conservation*, 12: 1, 181-188.
- Barkman J.J. 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Van Gorcum, Assen.
- Burgaz A.R. Fuertes E. Escudero A. 1994. Climax epiphytic communities in Mediterranean Spain. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 115: 35-47.
- Campos L.V. Steege H.T. Uribe J. 2015.

- Epiphytic bryophyte flora of the colombian amazon. *Caldasia*. 37: 1, 47-59.
- Cornelissen J.H.C. Steege H.Ter. 1989. Distribution and Ecology of Epiphytic Bryophytes and Lichens in Dry Evergreen Forest in Guyana. *Journal of Tropical Ecology*. 5: 2, 131-150.
- Draper I. Lara F. Albertos B. Garilleti R. Mazimpaka V. 2003. The epiphytic bryoflora of the Jbel Bouhalla (Rif, Morocco), including a new variety of moss, *Orthotrichum speciosum* var. *brevisetum*. *Journal of Bryology*. 25: 4, 271-280.
- Draper I. Mazimpaka V. Albetros B. Garilleti R. Lara F. 2005. A survey of the epiphytic bryophyte flora of the Rif and Tazzeka Mountains (northern Morocco). *Journal of Bryology*. 27: 23-34.
- Draper I. Lara F. Albertos B. Garilleti R. Mazimpaka V. 2006. Epiphytic bryoflora of the Atlas and AntiAtlas Mountains, including a synthesis on the distribution of the epiphytic bryophytes in Morocco. *J. Bryol*. 28: 312-330.
- Erdağ A. Kürschner H. 2000. *Orthotrichum sprucei* Mont. (Orthotrichaceae, Musci), new to the Moss Flora of Turkey. *Nova Hedwigia*. 71: 1-2, 145-150.
- Erdağ A. Kürschner H. 2017. A reference list of Turkish bryophytes. The state of knowledge from 1829 until 2017. *Anatolian Bryol*. 3: 2, 81-102.
- Ezer T. Kara R. Düzenli A. 2009. The succession, habitat affinity, and life-forms of epiphytic bryophytes in the Turkish oak (*Quercus cerris*) forests on Mount Musa. *Ekoloji*. 72: 8-15.
- Ezer T. Kara R. Atabay D. 2010. Güney Amanos Dağları'ndaki (Musa Dağı) *Quercus cerris* L. Ağaçlarının Epifitik Bryofitleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*. 3: 1, 139-145.
- Ezer T. Kara R. 2013. Succession of epiphytic bryophytes in *Cedrus libani* forest on the Meydan Plateau (Aladağ). *Turkish Journal of Botany*. 37: 389-397.
- Ezer T. 2017. Epiphytic Bryophyte Communities and Succession on *Platanus orientalis* Trees in Kadıncık Valley (Mersin/TURKEY). *Pakistan Journal of Botany*. 49: 2, 623-630.
- Ezer T. Alataş M. Batan N. 2019. Successional trends of some epiphytic bryophytes in Mediterranean Basin. *Acta Biologica Turcica*, 32: 4, 181-193.
- Garcia C.C. Sérgio M. Sim-Sim M. 2005. Epiphytic bryophyte diversity in oak woodlands of Centre and Northern Portugal. First analyses from a national survey. *The Journal of the Hattori Botanical Laboratory*. 97: 161-181.
- González-Mancebo J. M. Losada-Lima A. McAlister S. 2003. Host specificity of epiphytic bryophyte communities of a laurel forest on Tenerife (Canary Islands, Spain). *The Bryologist*. 106, 383-394.
- González-Mancebo J. M. Romaguera F. Losada-Lima A. Suárez A. 2004. Epiphytic bryophytes growing on *Laurus azorica* (Seub.) Franco in three laurel forest areas in Tenerife (Canary Islands). *Acta Oecologica*. 25: 159-167.
- Gözcü M.C. Uyar G. Ören M. Ezer T. Alataş M. 2019. The bryophyte flora of the Samanlı Mountains (Sakarya, Kocaeli, Yalova, Bursa) in north-west Turkey. *Arctoa*. 28: 58-74.
- Gradstein S.R. Montfoort D. Cornelissen J.H.C. 1990. Species richness and phytogeography of the bryophyte flora of the Guianas, with special reference to the lowland forest. *Bryophyte Diversity and Evolution*. 2: 1, 117-126.
- Hodgetts N.G. 2015. Checklist and country status of European bryophytes – towards a new Red List for Europe. *Irish Wildlife Manuals*, No. 84. National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht, Ireland.
- Kew Gardens. 2016. State of the World's Plants Royal Botanic Gardens Kew.
- Kırmacı M. Agcagil E. 2016. *Orthotrichum philibertii*. In: New national and regional bryophyte records, 49. *Journal of Bryology*. 38: 4, 327-347.
- Kırmacı M. Agcagil E. 2018. The bryophyte flora of Fethiye Babadağ (Muğla/Türkiye). *Anatolian Bryol*. 4: 1, 17-30
- Kurt L. Ketenoglu O. 2008. Anadolu Sığla Ağacı. (Günlük Ağacı) (*Liquidambar orientalis* Miller). *Pozitif Matbaa -Ankara*
- Kürschner H. Tonguç Ö. Yayıntaş A. 1998. Life Strategies in Epiphytic Bryophyte Communities of the Southwest Anatolian *Liquidambar orientalis* forest. *Nova Hedwigia*. 66: 435-450.
- Lara F. Mazimpaka V. 1998. Succession of epiphytic bryophytes in a *Quercus pyrenaica* forest from the Spanish Central Range (Iberian Peninsula). *Nova Hedwigia*. 67: 125-138.
- Lara F. Mazimpaka V. Medina R. Caparros R. Garilleti R. 2010. Northeastern Turkey, an

- unnoticed but very important area for the Orthotrichaceae (Bryophyta) Nova Hedwigia. 138: 165-180.
- Lara F. Garilleti R. Goffinet B. Draper I. Medina R. Vigalondo B. Mazimpaka V. 2016. *Lewinskya*, a new genus to accommodate the phaneroporous and monoicous taxa of *Orthotrichum* (Bryophyta, Orthotrichaceae). Cryptogamie Bryologie. 37: 4, 361-382.
- Leon-Vargas Y. Engwald S. Proctor M. C. F. 2006. Microclimate, light adaptation and desiccation tolerance of epiphytic bryophytes in two Venezuelan cloud forests. Journal of Biogeography. 33, 901-913.
- Mazimpaka V. Medina N. G. Draper I. Lara F. 2009. Epiphytic bryophyte flora in dry environments from the Western Mediterranean: The special case of Sierra Alhamilla (Almeria, South-eastern Spain). Plant Biosystems. 143: 113–125.
- Medina R. Lara F. Albertos B. Draper I. Garilleti R. Mazimpaka V. 2010. Epiphytic bryophytes in harsh environments: the *Juniperus thurifera* forests. Journal of Bryology. 32: 23-31.
- Moe B. Botnen A. 2000. Epiphytic vegetation on pollarded trunks of *Fraxinus excelsior* in four different habitats at Grinde, Leikanger, western Norway. Plant Ecology. 151: 143-159.
- Montfoort D. Ek R.C. 1989. Vertical distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in a lowland rain forest, French Guiana. MSc Thesis, Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Ódor P. 2013. Reprint of: Patterns and drivers of species composition of epiphytic bryophytes and lichens in managed temperate forests. Forest Ecology and Management. 321: 42-51.
- Oliveira S. M. Steege H. 2013. Floristic overview of the epiphytic bryophytes of terra firme forests across the Amazon basin. Acta Botanica Brasilica. 27: 2, 347-363.
- Pereira Alvarenga L.D. Porto K.C. 2007. Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. Biological Conservation. 134: 415-427.
- Privitera M. Puglisi M. 1997. Noteworthy orophilous mosses from Mount Etna (Sicily). Bocconea. 5: 2, 905-911.
- Ros R.M. Mazimpaka V. Abou-Salama U. Aleffi M. Blockeel T.L. Brugués M. 2013. Mosses of the Mediterranean, an annotated checklist. Cryptogamie Bryologie. 34: 2, 99-283.
- Sim-Sim M. 2011. Epiphytic bryophyte diversity on Madeira Island: Effects of tree species on bryophyte species richness and composition. The Bryologist. 114: 1, 142-154.
- Türkiye Orman Varlığı. 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- Vanderpoorten A. Engels P. Sotiaux A. 2004. Trends in diversity and abundance of obligate epiphytic bryophytes in a highly managed landscape. Ecology. 27: 567-576.
- Vigalondo B. Lara F. Draper I. Garilleti R. 2012. *Zygodon catarinói* C.A. Garcia, F. Lara, Sergio & Sim-Sim In: New national and regional bryophyte records 33. Journal of Bryology. 33: 288.
- Walther K. 1975. Zur Moosvegetation der *Liquidambar*-walder Südwest-Anatoliens. Phytocoenologia. 2: 13-18.



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

DOI: 10.26672/anatolianbryology.777172

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

## Doğu Küre Dağları Briyofit Florası

Muhammet ÖREN<sup>1\*</sup> , Serhat URSAVAŞ<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zonguldak, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı, TÜRKİYE

Received: 05 August 2020

Revised: 01 September 2020

Accepted: 08 September 2020

### Öz

Bu çalışma, Türkiye'nin kuzeyinde Kastamonu, Sinop ve Samsun illeri sınırlarında uzanan Doğu Küre Dağları'nın briyofit çeşitliliği hakkında bilgi sunmaktadır. Araştırma alanına 2014-2016 yılları arasında yapılan 7 arazi çalışmasında 244 lokaliteden 1600 briyofit örneği toplanmıştır. Toplanan örneklerin teşhis edilmesi sonucunda 310 tür/türaltı briyofit taksonu (2 boynuzotu, 58 ciğerotu, 250 karayosunu) tespit edilmiştir. Bu taksonlardan 4 tanesi A2 karesi, 44 tanesi ise A3 karesinden burada ilk defa rapor edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Briyofit, Flora, Doğu Küre Dağları, Kastamonu, Sinop, Samsun.

## The Bryophyte Flora of Doğu Küre Mountains

### Abstract

This study presents about bryophyte diversity of Doğu Küre Mountains knowledge, which is located in the northern part of Turkey and borders of Kastamonu, Sinop, and Samsun provinces. Seven field trips were organized to the research area between 2014 to 2016 and one thousand six hundred bryophyte samples collected from 244 localities. With the identification of these specimens, 310 specific/subspecific bryophyte taxa were found (2 hornwort, 58 liverwort, and 250 mosses). Of them, 4 bryophyte taxa for A2, and 44 bryophyte taxa for A3 are newly reported here.

**Keywords:** Bryophyte, Flora, Doğu Küre Mountains, Kastamonu, Sinop, Samsun.

### 1. Giriş

Briyofit kelimesi karasal bitkiler içerisinde iletim demeti taşımayan ve yaşamlarında sporofitin bağımlı olduğu gametofit safhasının baskın olduğu 3 bitki grubunu (boynuzotları, ciğerotları ve karayosunları) ifade etmek için kullanılmaktadır. Bu bitkiler üzerine Türkiye'de yapılan ilk çalışmalar 1800'lü yıllara dayanmaktadır. İlk kayıttan günümüze briyofloristik çalışmalara bakıldığında, bu alanda iki önemli dönem görülmektedir. Bunlardan birincisi Türk

uzmanların yetişmeye başladığı 1980'li yıllar, ikincisi ise bu uzmanlar gözetiminde yetişen yüksek lisans ve doktora öğrencileri ile 2000'li yıllardan sonra briyofitler konusunda çalışanların sayısının artmasıdır. Yapılan bu çalışmaların sayısı günümüzde 550'nin üzerindedir ve bilinen tür sayısı yaklaşık olarak 1000 civarındadır (Erdağ ve Kürschner, 2017a, b). Bu çalışmaların artmasında çalışmaların yürütülmesine maddi olanak sağlayan proje desteklerinin de önemi büyüktür.

\* Corresponding author: [muhammetoren@hotmail.com](mailto:muhammetoren@hotmail.com)

© 2020 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Ören M. Ursavaş S. 2020. The Bryophyte Flora of Doğu Küre Mountains. *Anatolian Bryology*. 6:2, 78-96.



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



Küre Dağları batıda Bartın ili sınırlarından başlayıp doğuda Bafra (Samsun)'a kadar uzanmaktadır. Kastamonu ve Bartın sınırları içerisinde kalan Küre Dağları Milli Parkı ve Tampon zonunu içeren Batı Küre Dağları, Ören ve ark. (2010; 2012) tarafından çalışılmıştır. Dağ sırasının doğu kesiminde belirli bölgelerle sınırlı alanlarda yapılan çalışmalar ile alandan 27 ciğerotu ve 168 karayosunu türü bilinmektedir (Akpınar, 1992; Çetin ve Uyar, 1997; Tiryaki, 1997; Çetin, 1999; Uyar ve Çetin, 2006; Keçeli ve Çetin, 2006). Bu çalışma ile bu bütünü tamamlamak ve Doğu Küre Dağlarının briyofit çeşitliliğini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

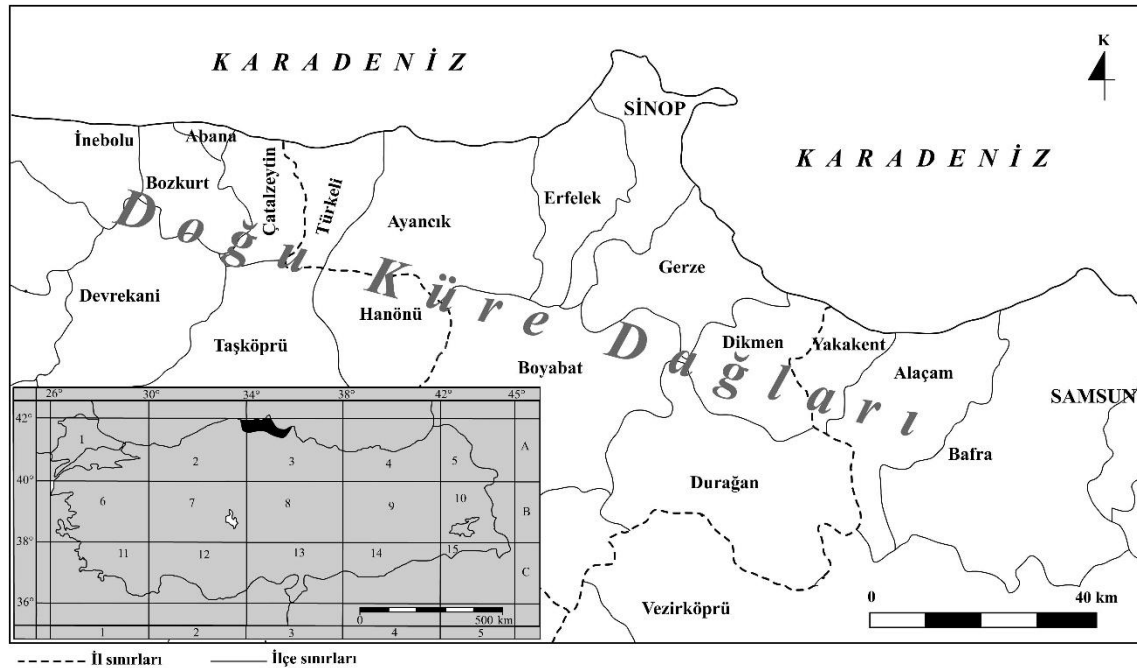
Araştırma alanına yakın bölgelerde son dönemde yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardaki bulgular da bölgenin briyofloristik açıdan önemini ortaya koymaktadır (Canlı ve Çetin, 2014; Özdemir ve Batan, 2016; Söylemez ve ark., 2017; Çalışkan ve ark., 2019).

### 1.1 Araştırma alanının tanıtımı

Araştırma alanı olan Doğu Küre Dağları, Türkiye'nin kuzeyinde batıda Cide'den başlayıp Bafra sınırlarına kadar uzanan bir dağ sırası olup Kastamonu, Sinop ve Samsun ili sınırları

içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Henderson (1961) kareleme sistemine göre Doğu Küre Dağları'nın nerede ise tamamı A3 karesinde yer alırken, batıda kalan az bir kısmı A2 karesi içerisinde yer almaktadır. Alanın en yüksek noktası Yaralıgöz Dağı (2019 m)'dir. Diğer önemli yükseltiler ise Göynük Dağı (1804 m) ve Zindan Dağı (1730 m)'dir.

Doğu Küre Dağları boyunca Oseyanik iklim ve Akdeniz ikliminin farklı tipleri görülmektedir. Kıyı kesimlerden içerilere doğru gidildikçe yağış miktarı ve nem azalmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklıkların aylara göre dağılımı -1 ile 23,1 °C arasında değişmektedir (Akman, 1999). Doğu Küre Dağları jeolojik olarak Pontidler grubunda yer almaktadır. Bu grup Karbonifer yaşta Hersiniyen ve Permo-Triyas yaşta Kimmerid temelli bir mınıtkadır. Formasyon Orta-Alt Jura'da yaygın olarak konglomera, kumtaşı ve şeylden, Orta-Üst Jura ve Alt-Kretase'de ise denizel kireçtaşlarından oluşmaktadır (URL 1). Alanda yaygın toprak tipleri kahverengi orman toprakları, podzolik topraklar, kestane rengi topraklar, alüvyal topraklardır (URL 2, URL 3; Yavuz, 2017).



Şekil 1. Doğu Küre Dağları ve Henderson (1961) kareleme sistemi haritası.

Araştırma alanı fitocoğrafik olarak Avrupa Sibirya bölgesine girmektedir. Alanda step, maki, orman, çayır, tarım alanları gibi farklı habitatlar bulunmaktadır. Bölgede yaygın olan ağaç ve çalılar: *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen,

*Carpinus betulus* L., *C. orientalis* Mill., *Castanea sativa* Mill., *Fagus orientalis* Lipsky, *Ostrya carpinifolia* Scop., *Platanus orientalis* L., *Prunus laurocerasus* L., *Pinus brutia* Ten., *P. nigra* J.F. Arnold, *P. sylvestris* L., *Populus tremula* L., *Quercus* sp. L., *Rhododendron luteum* Sweet,

*Rhododendron ponticum* L. *Salix alba* L.'dir. Daha az yaygın olan odunlu taksonlar ise *Arbutus andrachne* L., *A. unedo* L., *Acer campestre* L., *A. platanoides* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Corylus avellana* L., *C. colurna* L., *Cotinus coggygia* Scop., *Cornus mas* L., *C. sanguinea* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Erica arborea* L., *Ilex colchica* Pojark., *Juniperus communis* var. *saxatilis* Pall., *Laurus nobilis* L., *Pyracantha coccinea* M. Roem., *Phillyrea latifolia* L., *Pinus pinea* L., *Rosa canina* L., *Salix caprea* L., *Sambucus nigra* L., *Taxus baccata* L., *Ulmus minor* Mill., *U. glabra* Huds.'dir (Atalay, 1994; Akman, 1995).

## 2. Materyal ve Metot

Kastamonu, Sinop ve Samsun ili sınırları içerisinde yer alan Doğu Küre Dağları 2014-2016 yılları arasında yılın farklı dönemlerinde yapılan 7 arazi çalışmasında, çeşitli habitat ve yükseltileri içerecek şekilde 244 örnekleme noktasından 1600 briyofit örneği toplanmıştır. Laboratuvar şartlarında kurutulan örneklerin stereo mikroskop altında dış görünüşlerine bakılmış, ışık mikroskopunda inceleme için preparatları hazırlanmıştır. Örneklerin teşhisinde temel olarak Britanya florası ve Güney Batı Asya Bryofitleri teşhis anahtarından yararlanılmıştır (Paton, 1999; Smith, 2004; Kürschner ve Frey, 2020). Ayrıca çeşitli flora, revizyon ve monograflarda teşhiste kullanılmıştır.

Bitki listesinin oluşturulmasında ve sinonimlik/geçerli isimlerin takibinde Hodgetts ve ark. (2020) oluşturdukları Avrupa, Makoronezya ve Kıbrıs için oluşturdukları kontrol listesi kullanılmıştır. Kare kayıtlarının tespitinde ve türlerin dağılımlarının kontrolünde ise ilgili literatürler taranmıştır (Özenoğlu Kiremit ve Keçeli, 2009; Hazer, 2010; Ören ve ark., 2012; Canlı ve Çetin, 2014; Özdemir ve Batan, 2016; Söylemez ve ark., 2017; Çalışkan ve ark. 2019; Can Gözcü ve ark., 2019; Uyar ve ark., 2020). Bitki listesinde kare kayıtlarını göstermek için; A2 karesi için yeni olan taksonların başına siyah kare (■), A3 karesi için yeni yeni olanlara ise yıldız (\*) işareti konulmuştur.

Bitki listesinde tür/tür altı taksonlar toplanma lokaliteleri, habitat ve substrat bilgileri ile birlikte verilmiştir. Listeyi uzatmamak için her bir takson için sadece bir örneğe ait toplama numarası verilmiştir. Örnekler Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Briyofit Herbariumunda (ZNG) muhafaza edilmektedir.

## 2.1 Lokalite listesi

Çalışılan lokalitelerde hakim olan ağaç ve çalı türleri istasyon listesinde kısaltmaları ile yazılmıştır. Bu kısaltmalar; AA (*Arbutus andrachne* L.), AC (*Acer campestre* L.), AG (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), ANE (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen), AP (*Acer platanoides* L.), Asp (*Acer* sp. L.), AU (*Arbutus unedo* L.), Bsp (*Berberis* sp. L.), CA (*Corylus avellana* L.), CB (*Carpinus betulus* L.), CC (*Cotinus coggygia* Scop.), CCo (*Corylus colurna* L.), CM (*Cornus mas* L.), CMO (*Crataegus monogyna* Jacq.), CO (*Carpinus orientalis* Mill.), CS (*Castanea sativa* Mill.), CSa (*Cornus sanguinea* L.), Csp (*Crataegus* sp. L.), EA (*Erica arborea* L.), FO (*Fagus orientalis* Lipsky), IC (*Ilex colchica* Pojark.), JCS (*Juniperus communis* var. *saxatilis* Pall.), Jsp (*Juniperus* sp. L.), LN (*Laurus nobilis* L.), OC (*Ostrya carpinifolia* Scop.), PB (*Pinus brutia* Ten.), PC (*Pyracantha coccinea* M. Roem.), PL (*Prunus laurocerasus* L.), PLat (*Phillyrea latifolia* L.), PN (*Pinus nigra* J.F. Arnold), PO (*Platanus orientalis* L.), PP (*Pinus pinea* L.), PS (*Pinus sylvestris* L.), Psp (*Populus* sp. L.), PT (*Populus tremula* L.), Qsp (*Quercus* sp. L.), RC (*Rosa canina* L.), RL (*Rhododendron luteum* Sweet), RP (*Rhododendron ponticum* L.), SA (*Salix alba* L.), SC (*Salix caprea* L.), SN (*Sambucus nigra* L.), Sosp (*Sorbus* sp. L.), Ssp (*Salix* sp. L.), TB (*Taxus baccata* L.), UM (*Ulmus minor* Mill.), Usp (*Ulmus* sp. L.) şeklindedir.

1. Sinop, Türkeli, Zindan Dağı, Hacıağaç Yaylası civarı, K 41°45'31.5" D 035°18'51.1", ANE, TB, CB, PL, 1385 m, 12.09.14.
2. Sinop, Türkeli, Hacıağaç yaylası, N 41°44'54.8" E 035°19'01.3", ANE, 1580 m, 12.09.14.
3. Sinop, Türkeli, Hacıağaç Yaylası, N 41°44'43.7" E 034°18'42.7", ANE, Jsp, Çayırılık alan, 1670 m, 12.09.14.
4. Kastamonu, Hanönü, N 41°43'39.6" E 034°19'21.3", PS, 1540 m, 12.09.14.
5. Kastamonu, Hanönü, Meriç Yaylası, N 41°42'48.0" E 034°21'49.6", Açık alan ve PS, ANE, 12.09.14.
6. Kastamonu, Hanönü, N 41°43'32.2" E 034°23'18.6", FO, ANE, 1565 m, 12.09.14.
7. Sinop, Ayancık, Aktepe, N 41°44'55.0" E 034°26'02.0", FO, ANE, 1700 m, 12.09.14.
8. Sinop, Ayancık, N 41°51'15.4" E 034°29'34.4", PO, CO, AG, PL, 255 m, 13.09.14.
9. Sinop, Ayancık, Zindan Çayı, N 41°50'31.8" E 034°27'27.0", AG, CB, 365 m, 13.09.14.

10. Sinop, Ayancık, Zindan Çayı, N 41°49'24.3" E 034°27'00.7", CA, CB, PO, FO, 415 m, 13.09.14.
11. Sinop, Ayancık, N 41°47'29.3" E 034°29'17.1" FO, CS, ANE, PL, 850 m, 13.09.14.
12. Sinop, Ayancık, N 41°47'02.9" E 034°29'16.9", FO, 930 m, 13.09.14.
13. Sinop, Ayancık, N 41°45'45.2" E 034°26'23.0", FO, ANE, IC, 1180 m, 13.09.14.
14. Sinop, Ayancık, N 41°45'40.2" E 034°27'39.3", FO, ANE, IC, SN, 1265 m, 13.09.14.
15. Sinop, Ayancık, Kışla Dağı, N 41°46'32.2" E 034°26'56.1", FO, ANE, PL, 890 m, 13.09.14.
16. Sinop, Ayancık, N 41°44'57.9" E 034°39'23.0", FO, ANE, 1090 m, 14.09.14.
17. Sinop, Boyabat, Dağköy, N 41°40'08.8" E 034°38'09.2", PN, Qsp, 1165 m, 14.09.14.
18. Kastamonu, Çatalzeytin, Kayadibi Köyü, N 41°55'14.0" E 034°10'49.6", FO, ANE, Qsp, Sosp, 554 m, 13.10.14.
19. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°57'18.0" E 034°11'41.3", PB, AA, LN, 68 m, 13.04.14.
20. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°57'03.1" E 034°11'23.2", AG, PO, Ssp, 30 m, 13.10.14.
21. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°56'11.9" E 034°13'08.1", AG, PO, SA, Psp, 30 m, 14.10.14.
22. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°54'36.2" E 034°13'52.2", PO, CB, AG, 115 m, 14.10.14.
23. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°52'42.0" E 034°15'02.5", UM, CB, AC, RC, 375 m, 14.10.14.
24. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°52'11.5" E 034°13'30.1", Qsp, Jsp, 625 m, 14.10.14.
25. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°51'37.4" E 034°12'39.0", ANE, Qsp, 825 m, 14.10.14.
26. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°50'52.4" E 034°11'56.5", FO, CB, Qsp, 910 m, 14.10.14.
27. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°50'24.5" E 034°11'40.4", FO, CB, PL IC, CA, 830 m, 14.10.14.
28. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°50'37.5" E 034°15'21.8", PN, Qsp, CB, 613 m, 14.10.14.
29. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°53'24.8" E 034°13'23.7", Qsp, PO, CB, 400 m, 15.10.14.
30. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°52'27.2" E 034°11'22.5", PN, FO, CB, PT, Qsp, AC, 680 m, 15.10.14.
31. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°53'44.9" E 034°11'05.8", ANE, FO, CB, PL, IC, 300 m, 15.10.14.
32. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°53'25.3" E 034°10'52.7", CB, AG, FO, CA, 230 m, 15.10.14.
33. Kastamonu, Bozkurt, N 41°54'27.6" E 034°09'06.3", FO, 780 m, 15.10.14.
34. Kastamonu, Bozkurt, N 41°52'32.4" E 034°05'24.5", Çayırılık alan, RC, 1040, 15.10.14.
35. Kastamonu, Bozkurt, N 41°54'16.8" E 034°06'06.8", ANE, FO, 890 m, 15.10.14.
36. Kastamonu, Bozkurt, N 41°57'08.4" E 034°01'12.8", Qsp, CS, AG, FO, AA, 270 m, 15.10.14.
37. Kastamonu, Abana, N 41°58'51.9" E 034°02'47.3", LN, PLat, Sosp, 10 m, 15.10.14.
38. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°57'57.3" E 034°07'52.9", AG, PO, PL, 210 m, 16.10.14.
39. Kastamonu, Abana, N 41°58'45.1" E 034°03'43.4", PB, AA, AU, PO, 23 m, 16.10.14.
40. Kastamonu, Bozkurt, N 41°58'18.6" E 033°58'20.5", AG, PO, 25 m, 16.10.14.
41. Kastamonu, Bozkurt, N 41°56'49.6" E 033°57'27.9", EA, CB, AA, 200 m, 16.10.14.
42. Kastamonu, Bozkurt, N 41°55'26.9" E 033°58'06.6", CB, Qsp, PS, RP, 610 m, 16.10.14.
43. Kastamonu, Bozkurt, N 41°54'20.6" E 033°56'53.5", PS, ANE, FO, 1005 m, 16.10.14.
44. Kastamonu, Bozkurt, N 41°52'42.8" E 033°57'36.5", PS, EA, Qsp, 1050 m, 16.10.14.
45. Kastamonu, Bozkurt, N 41°51'30.5" E 033°56'10.5", FO, CB, PL, IC, 984 m, 16.10.14.
46. Kastamonu, Devrekani, N 41°49'56.5" E 033°55'30.5", FO, CS, ANE, 1294 m, 16.10.14.
47. Kastamonu, Bozkurt, N 41°49'26.5" E 033°56'35.5", PS, ANE, Jsp, 1500 m, 16.10.14.
48. Kastamonu, İnebolu, N 41°48'56.5" E 033°52'48.5", ANE, 1284 m, 16.10.14.
49. Kastamonu, Bozkurt, Yaralığöz Dağı, N 41°45'26.9" E 034°06'22.2", JCS, ANE, çayırılık alan, 1716 m, 17.10.14.
50. Kastamonu, Bozkurt, Yaralığöz Dağı, N 41°45'29.0" E 034°06'55.4", JCS, 1900 m, 17.10.14.
51. Kastamonu, Bozkurt, Yaralığöz Dağı, N 41°45'35.1" E 034°07'34.2", JCS, 1955 m, 17.10.14.
52. Kastamonu, Bozkurt, Yaralığöz Dağı, N 41°45'53.0" E 034°07'53.2", ANE, 1595 m, 17.10.14.
53. Kastamonu, Bozkurt, N 41°46'09.8" E 034°06'36.2", ANE, 1384 m, 17.10.14.
54. Kastamonu, Çatalzeytin, Koru Yaylası, N 41°46'49.6" E 034°08'38.6", JCS, ANE, çayırılık alan, 1556 m, 17.10.14.

55. Kastamonu, Bozkurt, N 41°46'49.6" E 034°08'38.6", JCS, ANE, PS, 1563 m, 17.10.14.
56. Kastamonu, Devrekani, N 41°35'09.0" E 033°52'05.0", Step, Ssp, SA, Psp, 1132 m, 18.10.14.
57. Kastamonu, Devrekani, N 41°38'35.5" E 033°55'37.8", Step, Çayırılık Alan, 1120 m, 18.10.14.
58. Kastamonu, Devrekani, N 41°41'02.2" E 033°48'50.3", Step, 1122 m, 18.10.14.
59. Kastamonu, Seydiler, N 41°40'45.1" E 033°42'35.9", PS, 1113 m, 18.10.14.
60. Kastamonu, Seydiler, N 41°36'20.5" E 033°46'02.5", SA, 1056 m, 18.10.14.
61. Sinop, Boyabat, N 41°27'53.1" E 034°45'46.7", 440 m, 06.04.15.
62. Sinop, Durağan, N 41°25'05.2" E 034°04'05.3", Csp, PB, Jsp, Bsp, 270 m, 07.04.15.
63. Sinop, Durağan, N 41°22'34.4" E 035°08'13.2", PB, Qsp, CO, 278 m, 07.04.15.
64. Sinop, Durağan, N 41°20'32.3" E 035°09'17.4", PB, 580 m, 07.04.15.
65. Sinop, Durağan, N 41°19'52.2" E 035°15'38.7", Çayırılık alan, 781 m, 07.04.15.
66. Sinop, Durağan, N 41°21'52.8" E 035°09'16.3", Qsp, CO, 602 m, 07.04.15.
67. Sinop, Durağan, N 41°22'41.6" E 035°10'20.8", Çayır ve tarım alanı, 534 m, 07.04.15.
68. Sinop, Durağan, N 41°21'52.5" E 035°13'36.7", vadi, 573 m, 07.04.15.
69. Sinop, Durağan, N 41°22'20.0" E 035°16'11.9", PB, Jsp, 1022 m, 07.04.15.
70. Sinop, Durağan, Tekir Yaylası, N 41°21'16.9" E 035°17'44.7", Çayırılık alan, 926 m, 07.04.15.
71. Sinop, Durağan, N 41°23'59.2" E 035°13'01.7", Qsp, Çayırılık alan, 604 m, 07.04.15.
72. Sinop, Durağan, N 41°18'40.9" E 035°11'55.2", PB, 199 m, 08.04.15.
73. Sinop, Durağan, N 41°15'59.1" E 035°15'13.4", Çayırılık alan, 244 m, 08.04.15.
74. Sinop, Durağan, N 41°16'28.5" E 035°17'59.3", Su kenarı, 628 m, 08.04.15.
75. Sinop, Durağan, N 41°17'47.8" E 035°18'34.1", Qsp, 935 m, 08.04.15.
76. Sinop, Durağan, N 41°19'00.8" E 035°20'46.9", PN, 895 m, 08.04.15.
77. Sinop, Durağan, N 41°18'41.1" E 035°26'22.5", Çayırılık alan, 193 m, 08.04.15.
78. Samsun, Alaçam, N 41°21'10.6" E 035°29'47.2", PN, Qsp, 738 m, 08.04.15.
79. Samsun, Alaçam, N 41°23'08.3" E 035°29'15.0", Çayırılık alan, 947 m, 08.04.15.
80. Sinop, Durağan, N 41°25'12.0" E 035°22'27.8", Çayırılık alan, 1327 m, 08.04.15.
81. Sinop, Durağan, N 41°27'41.6" E 035°02'56.9", Çayır, PB, Qsp, 556 m, 09.04.15.
82. Sinop, Durağan, N 41°30'17.5" E 035°02'58.0", PN, CB, Qsp, 1204 m, 09.04.15.
83. Sinop, Durağan, N 41°30'01.4" E 034°59'31.5", Qsp, Jsp, 585 m, 09.04.15.
84. Sinop, Boyabat, N 41°29'05.5" E 034°53'59.6", PB, Jsp, 300 m, 09.04.15.
85. Sinop, Boyabat, N 41°31'29.6" E 034°52'00.5", Çayırılık alan, 410 m, 09.04.15.
86. Sinop, Boyabat, N 41°33'48.1" E 034°51'09.6", Qsp, 541 m, 09.04.15.
87. Sinop, Boyabat, N 41°34'01.1" E 034°47'32.9", Çayırılık alan, 425 m, 09.04.15.
88. Sinop, Boyabat, N 41°32'26.2" E 034°44'26.7", Çayırılık alan, 320 m, 09.04.15.
89. Sinop, Boyabat, N 41°34'37.4" E 034°41'05.5", Çayırılık alan, 360 m, 09.04.15.
90. Sinop, Boyabat, N 41°38'54.7" E 034°37'29.8", Jsp, 488 m, 10.04.15.
91. Kastamonu, Hanönü, N 41°39'04.1" E 034°33'56.2", PB, Qsp, Jsp, 540 m, 10.04.15.
92. Kastamonu, Hanönü, N 41°38'37.9" E 034°30'45.8", PB, CB, 505 m, 10.04.15.
93. Kastamonu, Hanönü, N 41°39'20.0" E 034°28'02.2", Çayır, Quercus sp., L. CB, 520 m, 10.04.15.
94. Kastamonu, Hanönü, N 41°41'35.0" E 034°26'52.3", PN, Qsp, CB, CM, 937 m, 10.04.15.
95. Kastamonu, Hanönü, N 41°39'49.3" E 034°25'27.9", Qsp, Jsp, 682 m, 10.04.15.
96. Kastamonu, Hanönü, N 41°40'25.0" E 034°22'39.6", Qsp, CB, Jsp, 697 m, 10.04.15.
97. Kastamonu, Hanönü, PN, FO, N 41°41'45.4" E 034°20'13.8", 886 m, 10.04.15.
98. Kastamonu, Taşköprü, N 41°36'56.2" E 034°18'20.4", Qsp, Jsp, 590 m, 10.04.15.
99. Kastamonu, Taşköprü, N 41°38'38.1" E 034°15'23.3", dere kenarı, 726 m, 11.04.15.
100. Kastamonu, Taşköprü, N 41°42'13.4" E 034°15'39.5", dere kenarı, 958 m, 11.04.15.
101. Kastamonu, Taşköprü, N 41°43'05.1" E 034°15'35.0", PB, CB, 1175 m, 11.04.15.
102. Kastamonu, Taşköprü, N 41°43'24.7" E 034°11'19.7", PS, PN, ANE, Qsp, 1258 m, 11.04.15.
103. Kastamonu, Taşköprü, N 41°41'54.2" E 034°11'11.3", ANE, PS, 1436 m, 11.04.15.
104. Kastamonu, Taşköprü, N 41°39'50.12" E 034°09'10.4", PS, Qsp, 1285 m, 11.04.15.
105. Kastamonu, Taşköprü, N 41°38'42.7" E 034°10'41.8", 1141 m, PN, PS, Qsp, 11.04.15.

106. Kastamonu, Taşköprü, N 41°36'05.1" E 034°18'48.2", PN, Qsp, 659 m,
107. Kastamonu, Taşköprü, N 41°34'15.3" E 034°12'26.2", Jsp, 661 m, 11.04.15.
108. Kastamonu, Taşköprü, N 41°33'53.2" E 034°08'46.1", Tarım alanı, 736 m, 11.04.15.
109. Samsun, Alaçam, Bengü Yaylası, N 41°25'33.3" E 035°29'49.7", Sulak Çayırılık Alan ve ANE, FO, PS, RL 1220 m, 23.07.15.
110. Samsun, Alaçam, N 41°25'12.5" E 035°33'21.6", FO, ANE, PS, 1165 m, 23.07.15.
111. Samsun, Alaçam, Dürtmen Tepe, N 41°26'49.1" E 035°28'48.4", Alpin bölge PS, 1640 m, 23.07.15.
112. Samsun, Alaçam, N 41°26'44.8" E 035°26'13.6", Step, Mera, 1643 m, 23.07.15.
113. Samsun, Alaçam, N 41°28'02.0" E 035°29'37.7", ANE, FO, RL, 1145 m, 23.07.15.
114. Samsun, Alaçam, N 41°28'37.8" E 035°34'06.0", FO, CB, PS, 939 m, 23.07.15.
115. Samsun, Alaçam, N 41°30'01.2" E 035°33'27.8", ANE, FO, PL, 720 m, 23.07.15.
116. Samsun, Alaçam, N 41°31'35.8" E 035°36'37.2", FO, CB, Qsp, 734 m, 23.07.15.
117. Samsun, Alaçam, N 41°34'28.5" E 035°35'51.9", Qsp, CO, LN, 375 m, 23.07.15.
118. Samsun, Alaçam, N 41°35'34.1" E 035°34'49.3", PO, AG, 75 m, 23.07.15.
119. Samsun, Yakakent, N 41°36'57.1" E 035°27'45.7", PO, CO, 90 m, 24.07.15.
120. Samsun, Yakakent, N 41°34'32.6" E 035°25'52.5", CB, Qsp, AG, 270 m, 24.07.15.
121. Samsun, Yakakent, Uzunkız Yaylası, N 41°32'44.8" E 035°21'08.5", ANE, PS, 1235 m, 24.07.15.
122. Samsun, Yakakent, N 41°31'28.5" E 035°22'29.3", ANE, PS, RL, PL, 1100 m, 24.07.15.
123. Samsun, Yakakent, N 41°30'44.5" E 035°23'35.1", ANE, RL, FO, 1170 m, 24.07.15.
124. Samsun, Yakakent, N 41°28'36.8" E 035°23'40.3", N 41°28'36.8" E 035°23'40.3", ANE, 1260 m, 24.07.15.
125. Samsun, Yakakent, N 41°28'04.6" E 035°22'39.6", Step, 1270 m, 24.07.15.
126. Sinop, Dikmen, N 41°33'49.4" E 035°10'10.6", CO, Qsp, 630 m, 24.07.15.
127. Sinop, Durağan, N 41°26'50.7" E 035°22'41.7", ANE, CB, FO, 994 m, 24.07.15.
128. Sinop, Durağan, N 41°25'26.2" E 035°20'04.2", ANE, 1220 m, 24.07.15.
129. Sinop, Durağan, N 41°28'26.2" E 035°19'03.7", ANE, FO, PS, 1163 m, 24.07.15.
130. Sinop, Dikmen, N 41°30'13.9" E 035°18'20.4", CM, CA, CO, 640 m, 24.07.15.
131. Sinop, Dikmen, N 41°32'04.3" E 035°17'55.9", Qsp., CO, 535 m, 24.07.15.
132. Sinop, Dikmen, N 41°31'50.4" E 035°09'01.8", ANE, CB, 895 m, 25.07.15.
133. Sinop, Durağan, N 41°30'47.5" E 035°07'35.2", ANE, FO, 1140 m, 25.07.15.
134. Sinop, Durağan, N 41°30'10.4" E 035°09'25.5", ANE, FO, 1290 m, 25.07.15.
135. Sinop, Durağan yolu kenarı, N 41°30'12.9" E 035°02'09.5", PN, 1200 m, 25.07.15.
136. Sinop, Durağan, N 41°31'29.6" E 035°05'14.0", PS, 1140 m, 25.07.15.
137. Sinop, Dikmen-Durağan yolu, N 41°34'25.2" E 035°11'06.6", PB, CO, Qsp, CC, CM, 500 m, 25.07.15.
138. Sinop, Dikmen, N 41°36'11.9" E 035°12'18.2", PB, CO, PLat, 397 m, 25.07.15.
139. Sinop, Dikmen, N 41°35'49.2" E 035°15'13.3", PB, CO, PLat, CA, 275 m, 25.07.15.
140. Sinop, Dikmen, N 41°34'31.9" E 035°18'32.4", ANE, PN, 805 m, 25.07.15.
141. Samsun, Yakakent, N 41°35'35.3" E 035°20'25.6", ANE, PN CB, OC, 630 m, 25.07.15.
142. Samsun, Yakakent, N 41°36'39.31" E 035°22'17.00", Qsp, CO, Jsp, 705 m, 25.07.15.
143. Sinop, Dikmen, N 41°38'29.18" E 035°22'30.81", Usp, OC, LN, PL, 270 m, 25.07.15.
144. Samsun, Yakakent, N 41°39'36.9" E 035°26'18.1", PB, PO, CO, 35 m, 25.07.15.
145. Sinop, Gerze, N 41°47'06.6" E 035°09'23.9", PN, OC, Qsp, CSa, 490 m, 13.10.15.
146. Sinop, Gerze, N 41°44'36.0" E 035°08'26.8", PO, OC, Qsp, 270 m, 13.10.15.
147. Sinop, Gerze, N 41°44'36.0" E 035°08'26.8", PO, SA, 350 m, 13.10.15.
148. Sinop, Gerze, N 41°41'18.5" E 035°09'16.5", CB, AC, 770 m, 13.10.15.
149. Sinop, Gerze, N 41°40'50.0" E 035°09'48.8", ANE, 880 m, 13.10.15.
150. Sinop, Gerze, N 41°37'53.4" E 035°06'56.8", CB, ANE, 975 m, 13.10.15.
151. Sinop, Gerze, N 41°36'45.1" E 035°04'37.4", ANE, 930 m, 13.10.15.

152. Sinop, Gerze, Uzunöz Yaylası, N 41°35'38.8" E 035°03'59.4", Step, 1167 m, 13.10.15.
153. Sinop, Boyabat, N 41°34'38.9" E 034°59'58.3", Kayalık alan Jsp, 1300 m, 13.10.15.
154. Sinop, Boyabat, N 41°34'16.3" E 034°58'39.5", CO, AC, Bsp, 950 m, 13.10.15.
155. Sinop, Gerze, N 41°31'05.8" E 034°57'32.9", Qsp, PB, CMo 390 m, 13.10.15.
156. Sinop, N 41°54'19.03" E 035°02'25.6", CO, CB, Qsp, 60 m, 13.10.15.
157. Sinop, Gerze, N 41°50'20.8 " E 035°04'46.8", Qsp, Tarım alanı, 250 m, 14.10.15.
158. Sinop, Boyabat yolu, N 41°47'18.2 " E 035°57'46.2", CO, Qsp, OC, 640 m, 14.10.15.
159. Sinop, Gerze, N 41°45'04.5 " E 035°57'46.2", ANE, 1065 m, 14.10.15.
160. Sinop, Gerze, N 41°43'02.4" E 034°53'39.6", ANE, 1300 m, 14.10.15.
161. Sinop, Gerze, N 41°39'31.2" E 034°52'19.2", FO, ANE, 1110 m, 14.10.15.
162. Sinop, Gerze, N 41°42'56.7" E 034°51'20.8", SA, 860 m, 14.10.15.
163. Sinop, Erfelek, N 41°45'38.8 " E 034°50'56.8", ANE, FO, 950 m, 14.10.15.
164. Sinop, Erfelek, N 41°48'04.6 " E 034°53'37.5", Qsp, PN, PT, OC, 730 m, 14.10.15.
165. Sinop, Erfelek, N 41°50'29.7 "E 034°56'48.3", PO, SA, AG, 305 m, 14.10.15.
166. Sinop, Erfelek, N 41°50'22.9 " E 034°46'45.4", PO, FO, CB, CA, 405 m, 15.10.15.
167. Sinop, Erfelek, N 41°47'49.8" E 034°47'34.6", CO, CB, 770 m, 15.10.15.
168. Sinop, Erfelek, N 41°48'07.9" E 034°49'10.5", CB, PS, ANE, 870 m, 15.10.15.
169. Sinop, Erfelek, N 41°49'04.1" E 034°50'58.1", CB, CA, CSa, FO, 700 m, 15.10.15.
170. Sinop, Erfelek, N 41°50'07.9" E 034°52'46.6", CB, FO, PS, Qsp, 630 m, 15.10.15.
171. Sinop, Gerze, N 41°50'36.4" E 034°56'23.8", Qsp, PN, Jsp, 400 m, 15.10.15.
172. Sinop, N 41°47'56.6" E 035°01'01.3", PN, Qsp, PP, 380 m, 15.10.15.
173. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°49'28.3" E 034°14'17.2", FO, CB, SA, 420 m, 16.10.15.
174. Kastamonu, Çatalzeytin, Koru Yaylası, N 41°48'34.5" E 034°16'45.2", FO, CB, ANE, 930 m, 16.10.15.
175. Kastamonu, Çatalzeytin, Koru Yaylası, N 41°46'34.9" E 034°14'05.9", ANE, 1480 m, 16.10.15.
176. Kastamonu, Çatalzeytin, Koru yaylası, N 41°45'27.3" E 034°13'51.3", Açık alan, çayır, Jsp, 1485 m, 16.10.15.
177. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°46'18.2" E 034°12'13.6", ANE, Sulak alan, 1590 m, 16.10.15.
178. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°46'19.9" E 034°09'04.4", ANE, FO, 1326 m, 16.10.15.
179. Sinop, Türkeli, N 41°55'27.9" E 034°16'37.9", CB, PN, PS, 360 m, 17.10.15.
180. Sinop, Türkeli, N 41°54'06.9" E 034°18'45.4", CS, FO, CB, 620 m, 17.10.15.
181. Sinop, Türkeli, N 41°53'20.0" E 034°20'53.1", Qsp, CSa, CB, 530 m, 17.10.15.
182. Sinop, Türkeli, N 41°52'16.7" E 034°21'15.0", CS, CB, PO, 265 m, 17.10.15.
183. Sinop, Türkeli, N 41°49'45.6" E 034°20'40.6", CB, CS, FO, PT, 580 m, 17.10.15.
184. Sinop, Türkeli, N 41°47'07.8" E 034°20'44.7", FO, ANE, PT, 1050 m, 17.10.15.
185. Sinop, Türkeli, N 41°44'36.6" E 034°19'01.2", ANE, 1600 m, 17.10.15.
186. Sinop, Türkeli, N 41°45'27.3" E 034°17'10.6", ANE, FO, 1340 m, 17.10.15.
187. Sinop, Türkeli, N 41°46'23.5" E 034°19'54.7", CB, OC, CCo, 1170 m, 17.10.15.
188. Sinop, Türkeli, N 41°48'36.4" E 034°20'07.5", Qsp, CB, FO, RL, 895 m, 17.10.15.
189. Sinop, Türkeli, N 41°49'59.0" E 034°21'01.6", CB, CS, SC, AG, 565 m, 17.10.15.
190. Sinop, Türkeli, N 41°54'01.9" E 034°21'43.5", PO, CB, SC, 185 m, 18.10.15.
191. Sinop, Türkeli, N 41°45'31.5" E 034°20'54.5", PB, PO, 80 m, 18.10.15.
192. Sinop, Ayancık, N 41°56'32.9" E 034°48'12.8", CS, CSa, CA, EA, 150 m, 19.04.16.
193. Sinop, Ayancık, N 41°55'24.0" E 034°45'49.6", Qsp, CB, CM, 170 m, 19.04.16.
194. Sinop, Ayancık, N 41°55'13.7" E 034°40'23.2", PO, CB, CM, 90 m, 19.04.16.
195. Sinop, Ayancık, N 41°54'42.1" E 034°37'26.3", PO, CO, AG, CM, RL, 300 m, 19.04.16.
196. Sinop, Ayancık, N 41°56'28.5 E 034°35'13.1", CO, LN, EA, Qsp, 30 m, 19.04.16.

197. Sinop, Ayancık, N 41°55'47.5" E 034°34'10.3", CB, FO, CS, RL, RP, EA, 250 m, 20.04.16.
198. Sinop, Ayancık, N 41°56'03.1" E 034°33'32.6", CB, FO, Qsp, EA, CSa, RL, 350 m, 20.04.16.
199. Sinop, Ayancık, N 41°57'24.3" E 034°29'24.5", AG, CB, FO, LN, Qsp, AU, 175 m, 20.04.16.
200. Sinop, Ayancık, N 41°50'30.0" E 034°37'18.0", PO, CB, CM, 240 m, 20.04.16.
201. Sinop, Ayancık, N 41°52'39.6" E 034°37'10.2", PO, CB, Qsp, SA, PC, 163 m, 20.04.16.
202. Sinop, Ayancık, N 41°53'02.6" E 034°28'34.3", CB, FO, CS, RP, 265 m, 21.04.16.
203. Sinop, Ayancık, N 41°52'51.4" E 034°30'49.2", FO, RP, 385 m, 21.04.16.
204. Sinop, Ayancık, N 41°51'14.9" E 034°29'31.7", PO, CB, 230 m, 21.04.16.
205. Sinop, Ayancık, N 41°51'19.5" E 034°30'14.2", PO, AG, CB, 200 m, 21.06.16.
206. Sinop, Ayancık, N 41°51'36.7" E 034°33'44.1", CB, CO, Qsp, Jsp, PN, PS, 385 m, 21.04.16.
207. Sinop, Ayancık, N 41°52'55.7" E 034°35'31.5", CB, CO, PN, Qsp, AC, 190 m, 21.04.16.
208. Sinop, Ayancık, N 41°47'44.8" E 034°39'40.4", CB, FO, RL, 780 m, 21.04.16.
209. Sinop, Ayancık, N 41°44'57.9" E 034°39'23.0", FO, ANE, 1090 m, 21.04.16.
210. Sinop, Ayancık-Boyabat arası, N 41°43'14.4" E 034°38'26.9", ANE, FO, PT, 1080 m, 21.04.16.
211. Sinop, Ayancık, Akgöl, N 41°41'50.2" E 034°35'38.3", ANE, 1025 m, 21.04.16.
212. Sinop, Ayancık, İnaltı Mağarası, N 41°43'55.7" E 034°34'08.9", CB, AC, AP, 1120 m, 21.04.16.
213. Sinop, Ayancık, N 41°53'39.2" E 034°58'09.1", CB, FO, CS, AG, 226 m, 22.04.16.
214. Sinop, Ayancık, N 41°53'13.4" E 034°56'37.5", FO, Qsp, 290 m, 22.04.16.
215. Sinop, Erfelek, N 41°52'59.4" E 034°51'30.3", CB, CS, 270 m, 22.04.16.
216. Sinop, Erfelek, N 41°53'28.1" E 034°48'15.7", FO, Qsp, CS, 530 m, 22.04.16.
217. Sinop, Ayancık, N 41°51'44.7" E 034°44'04.4", FO, 650 m, 22.04.16.
218. Sinop, Ayancık, N 41°52'08.7" E 034°41'06.2", PO, EA, AA, PLat, 470 m, 22.04.16.
219. Sinop, Ayancık, N 41°52'47.9" E 034°38'04.1", PO, CB, 210 m, 22.04.16.
220. Sinop, Erfelek, N 41°54'33" E 034°57'10", Qsp, CB, Sosp, EA, AA, PLat, 153 m, 22.04.16.
221. Sinop, Erfelek, N 41°54'0.5" E 034°54'26", Qsp, FO, CS, 271 m, 22.06.16.
222. Sinop, Erfelek, N 41°53'19" E 034°51'10", CS, FO, CB, CSa, 437 m, 22.06.16.
223. Sinop, Ayancık, N 41°52'00" E 034°45'26", FO, CB, PS, 635 m, 22.06.16.
224. Sinop, Ayancık, N 41°52'06" E 034°41'33", FO, CB, Qsp, EA, Sosp, PN, 531 m, 22.06.16.
225. Sinop, Ayancık, N 41°51'55" E 034°34'49", CB, PS, 485 m, 22.06.16.
226. Kastamonu, Bozkurt, N 41°52'51" E 034°00'40", FO, Qsp, PS, CS, 910 m, 22.06.16.
227. Kastamonu, Bozkurt, N 41°51'49" E 034°00'20", ANE, CS, 985 m, 22.06.16.
228. Kastamonu, Bozkurt, N 41°50'23" E 033°58'58", Asp, ANE, Sosp, 1513 m, 22.06.16.
229. Kastamonu, Bozkurt, N 41°50'30" E 033°59'19", TB, ANE, LN, 1550 m, 22.06.16.
230. Kastamonu, Bozkurt, N 41°50'26" E 033°57'04", Çayırılık alan, JCS, 1700 m, 22.06.16.
231. Kastamonu, Bozkurt, N 41°49'44" E 033°59'54", FO, Qsp, CO, CA, 1275 m, 22.06.16.
232. Kastamonu, Devrekani, N 41°47'50" E 033°56'37", FO, Qsp, CB, 1085 m, 22.06.16.
233. Kastamonu, Devrekani, N 41°49'00" E 033°54'21", Qsp, ANE, PS, 1400 m, 22.06.16.
234. Kastamonu, Bozkurt, N 41°52'06" E 034°03'38", AG, PS, Qsp, EA, PN, 433 m, 23.06.16.
235. Kastamonu, Bozkurt, N 41°50'51" E 034°05'01", FO, PO, RP, PS, PN, 1090 m, 23.06.16.
236. Kastamonu, Bozkurt, N 41°48'39" E 034°04'31", ANE, PT, PS, CA, 1420 m, 23.06.16.
237. Kastamonu, Bozkurt, N 41°47'14" E 034°06'25", ANE, CB, 1250 m, 23.06.16.
238. Kastamonu, Çatalzeytin, Koru Yaylası, N 41°47'21" E 034°09'55", ANE, PS, AP, 1655 m, 23.06.16.
239. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°49'07" E 034°11'02", ANE, FO, 1460 m, 23.06.16.
240. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°53'03" E 034°12'23", CO, Qsp, 625 m, 23.06.16.

241. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°54'15" E 034°12'26", CO, PN, FO, Qsp, 300 m, 23.06.16.  
 242. Kastamonu, Çatalzeytin, N 41°55'41" E 034°12'40", FO, PN, AG, CB, 250 m, 23.06.16.  
 243. Kastamonu, Bozkurt, N 41°46'59" E 034°05'26", ANE, FO, CB, 1277 m, 24.06.16.  
 244. Kastamonu, Devrekani, N 41°45'40" E 034°02'36", ANE, PS, 1370 m, 24.06.16.

### 3. Bulgular

#### 3.1 Bitki Listesi

##### ANTHOCEROTOPHYTA Stotler & Crand. Stotl.

##### ANTHOCEROTALES Limpr.

##### Anthocerotaceae Dumort.

*Anthoceros punctatus* L. – Lok. 18, 42, 90, nemli toprak üzeri, ÖREN 603/14.

##### NOTOTHYLADALES Hyvönen & Piippo

##### Notothyladaceae Müll. Frib. ex Prosk.

*Phaeoceros laevis* (L.) Prosk. – Lok. 197, nemli toprak üzeri, ÖREN 142/16.

##### MARCHANTIOPHYTA Stotler & Crand.

##### Stotl.

##### JUNGERMANNIOPSIDA Stotler & Crand.

##### Stotl.

##### JUNGERMANNIALES H. Klinggr.

##### Anastrophyllaceae L.Söderstr., De Roo & Hedd.

*Barbilophozia barbata* (Schmidel ex Schreb.) Loeske – Lok. 76, 99, 137, 152, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 251/15.

\**B. hatcheri* (A.Evans) Loeske – Lok. 3, 95, 100, 102, 176, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 706/15.

##### Cephaloziaceae Mig.

\**Cephalozia bicuspidata* (L.) Dumort. – Lok. 91, toprak üzeri, ÖREN 203/15.

\**Fuscocephaloziopsis lunulifolia* (Dumort.) Váňa & L.Söderstr. – Lok. 1, 185, 228, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 482/15.

\**Nowellia curvifolia* (Dicks.) Mitt – Lok.129, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 375/15.

##### Cephaloziellaceae Douin

*Cephaloziella divaricata* (Sm.) Schiffn.– Lok. 99, 129, nemli toprak ve kütük üzeri, ÖREN 301/15.

*C. rubella* (Nees) Warnst. – Lok. 42, on soil, ÖREN 324/14.

##### Lophoziaceae Cavers

*Lophozia ventricosa* (Dicks.) Dumort. – Lok. 1, 185, 228, 238, 244, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 198/16.

##### Scapaniaceae Mig.

*Diplophyllum albicans* (L.) Dumort. – Lok. 42, 45, 184, kumlu toprak ve kaya üzeri, ÖREN 638/14.

*Scapania aequiloba* (Schwägr.) Dumort. – Lok. 10, 49, 187, kaya üzeri, ÖREN 784/14.

\**S. irrigua* (Nees) Nees – Lok. 76, kaya üzeri, ÖREN 250/15.

*S. nemorea* (L.) Grolle – Lok. 115, torpak üzeri, ÖREN 575/15.

\**S. umbrosa* (Schrad.) Dumort – Lok. 2, 42, taneli toprak ve kaya üzeri, ÖREN 754/14.

*S. undulata* (L.) Dumort. – Lok. 228, ıslak toprak üzeri, ÖREN 220/16.

##### Calypogeiaceae Arnell

*Calypogeia fissa* (L.) Raddi – Lok. 31, 35, 42, 116, 213, 227, 235, yol yamacı nemli toprak üzeri, ÖREN 593/14.

##### Jungermanniaceae Rchb.

*Jungermannia atrovirens* Dumort. – Lok. 2, yol yamacı toprak üzeri, ÖREN 755/14.

\**Liochlaena lanceolata* Nees (=Syn: *Jungermannia leiantha* Grolle) – Lok. 6, su kenarı ıslak kütük üzeri, ÖREN 750/14.

\**Mesoptychia bantriensis* (Hook.) L.Söderstr. & Váňa – Lok. 238, ıslak kaya üzeri, ÖREN 227/16.

\**M. collaris* (Nees) L.Söderstr. & Váňa (Syn: *Leiocolea alpestris* (Schleich. ex F. Weber) Isov.) – Lok. 27, ıslak kaya üzeri, ÖREN 823/14.

*M. turbinata* (Raddi) L.Söderstr. & Váňa – Lok. 22, 91, 95, 100, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 263/15.

##### Solenostomataceae Stotler & Crand.-Stotl.

*Solenostoma gracillimum* (Sm.) R.M.Schust. – Lok. 42, 227, 235, yol yamacı nemli toprak üzeri, ÖREN 171/16.

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

*Southbya tophacea* (Spruce) Spruce – Lok. 8, 10, 193, 221, kalkerli toprak ve kaya üzeri, ÖREN 395/14.

##### Blepharostomataceae W.Frey & M.Stech

*Blepharostoma trichophyllum* (L.) Dumort. – Lok. 14, 185, 238, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 613/15.

##### Lepidoziaceae Limpr.

\**Lepidozia reptans* (L.) Dumort. – Lok. 1, 129, 228, 238, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 779/14.

##### Lophocoleaceae Vanden Berghen

\**Chiloscyphus polyanthos* (L.) Corda – Lok. 2, 177, 228, dere kenarı kaya ve toprak üzeri, ÖREN ÖREN 749/14.

*Lophocolea bidentata* (L.) Dumort. – Lok. 2, 15, 18, 30, 43, 115, 140, 183, 192, 202, 227, 241, neli toprak, kaya ve kütük üzeri, ÖREN 547/14.

*L. heterophylla* (Schrad.) Dumort. – Lok. 27, 110, 227, 228, 244, kütük ve toprak üzeri, ÖREN 47/16.



*L. minor* Nees – Lok. 31, 44, 63, 97, 102, 139, 148, 232, toprak ve kütük üzeri, ÖREN 630/15.

**Plagiochilaceae** Müll. Frib.

*Pedinophyllum interruptum* (Nees) Kaal. – Lok. 27, 110, 238, dere kenarı kaya üzeri, ÖREN 359/14.

*Plagiochila asplenioides* (L. emend. Taylor) Dumort. – Lok. 22, 105, 166, 175, 205, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 684/15.

*P. porelloides* (Torr. ex Nees) Lindenb. – Lok. 18, 22, 31, 41, 72, 100, 143, 176, kaya ve ağaç üzeri, ÖREN 348/14.

**PORELLALES Schljakov**

**Frullaniaceae** Lorch

*Frullania dilatata* (L.) Dumort. – Lok. 22, 26, 30, 75, 91, 105, 116, 137, 156, 171, 203, 222, 225, 240, ağaç ve kaya üzeri, ÖREN 828/14.

*F. tamarisci* (L.) Dumort. – Lok. 139, 142, 206, ağaç, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 859/15.

**Lejeuneaceae** Cavers

*Cololejeunea calcarea* (Lib.) Steph. – Lok. 205, kalkerli kaya üzeri, ÖREN 141/16.

\**C. rossettiana* (C.Massal.) Schiffn. – Lok. 115, gölgeli kaya üzeri, ÖREN 553/15.

*Lejeunea cavifolia* (Ehrh.) Lindb. – Lok. 18, 105, 128, 198, 242, kaya ve ağaç üzeri, ÖREN 201/15.

**Porellaceae** Cavers

*Porella arboris-vitae* (With.) Grolle – Lok. 8, 32, 166, 204, kaya üzeri, ÖREN 664/15.

*P. platyphylla* (L.) Pfeiff. – Lok. 12, 23, 32, 45, 51, 63, 91, 93, 99, 101, 124, 127, 130, 137, 198, 200, 203, 223, ağaç, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 211/15.

**Radulaceae** Müll.Frib.

*Radula complanata* (L.) Dumort. – Lok. 29, 63, 123, 215, 222, 231, 242, ağaç ve kaya üzeri, ÖREN 239/16.

*R. lindenbergiana* Gottsche ex C.Hartm. – Lok. 8, 242, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 751/14.

**PTILIDIALES Schljakov**

**Ptilidiaceae** H.Klinggr.

*Ptilidium pulcherrimum* (Weber) Vain. – Lok. 6, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 774/14.

**METZGERIALES Chalaud**

**Aneuraceae** H.Klinggr.

\**Aneura pinguis* (L.) Dumort. – Lok. 9, 22, 42, 76, 90, 91, 94, 96, 150, 167, 193, ıslak kütük, kalkerli kaya ve toprak üzeri, ÖREN 256/15.

\**Riccardia chamedryfolia* (With.) Grolle – Lok. 10, 31, 42, 182, nemli toprak üzeri, ÖREN 314/14.

\**R. multifida* (L.) Gray – Lok. 183, nemli kütük üzeri, ÖREN 381/15.

\**R. palmata* (Hedw.) Carruth. – Lok. 185, 228, ıslak kütük üzeri, ÖREN 379/15.

**Metzgeriaceae** H.Klinggr.

*Metzgeria conjugata* Lindb. – Lok. 10, 32, 42, 94, 115, 174, nemli kaya ve toprak üzeri, ÖREN 766/14.

*M. furcata* (L.) Corda – Lok. 8, 18, 27, 32, 139, 202, 208, 236, ağaç, kütük ve kaya üzeri, ÖREN 77/16.

**FOSSOMBRONIALES Schljakov**

**Fossombroniaceae** Hazsl.

*Fossombronia angulosa* (Dicks.) Raddi – Lok. 41, toprak üzeri, ÖREN 645/14.

**PELLIALES He-Nygrén**

**Pelliaceae** H.Klinggr.

*Apopellia endiviifolia* (Dicks.) Nebel & D.Quandt (Syn: *Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dumort) – Lok. 8, 20, 21, 22, 36, 64, 74, 76, 94, 100, 194, 221, 228, dere ve su kenarı ıslak toprak ve kaya üzeri, ÖREN 45/16.

**MARCHANTIOPSIDA Gonquist, Takht & W.Zimm.**

**BLASIALES Stotler & Crand.-Stotl.**

**Blasiaceae** H.Klinggr.

*Blasia pusilla* L. – Lok. 42, yol yamacı nemli ve kumlu toprak üzeri, ÖREN 631/14.

**LUNULARIALES H.Klinggr.**

**Lunulariaceae** H.Klinggr.

*Lunularia cruciata* (L.) Dumort. ex Lindb. – Lok. 10, 11, 27, 32, 40, 74, 166, 173, nemli kaya ve toprak, ÖREN 353/15.

**MARCHANTIALES Limpr.**

**Aytoniaceae** Cavers

*Reboulia hemisphaerica* (L.) Raddi – Lok. 41, 51, 62, 196, gölgeli kaya çatlakları ve toprak üzeri, ÖREN 634/14.

**Conocephalaceae** Müll.Frib. ex Grolle

*Conocephalum conicum* (L.) Dumort. – Lok. 8, 27, 42, 102, 161, 166, 183, 195, 238, dere kenarı ıslak kaya ve toprak üzeri, ÖREN 114/16.

**Corsiniaceae** Engl.

\**Corsinia coriandrina* (Spreng.) Lindb. – Lok. 219, gölgeli nemli toprak üzeri, ÖREN 137/16.

**Marchantiaceae** Lindl.

*Marchantia polymorpha* L. subsp. *montivagans* Bischl. & Boissel. – Lok. 174, 177, 228, 243, ıslak toprak üzeri, ÖREN 470/15.

*M. polymorpha* L. subsp. *polymorpha* – Lok. 42, 45, 177, ıslak toprak üzeri, ÖREN 642/14.

**Ricciaceae** Rchb.

- Riccia gougetiana* Durieu & Mont. – Lok. 56, 58, açık alan toprak üzeri, ÖREN 633/14.  
 \**R. sorocarpa* Bisch. – Lok. 24, 49, 51, açık alan toprak üzeri, ÖREN 327/14.

**BRYOPHYTA Schimp.**

**TETRAPHIDOPSISIDA Goffinet & W.R.Buck  
 TETRAPHIDALES M.Fleisch.**

- Tetraphidaceae Schimp.**  
*Tetraphis pellucida* Hedw. – Lok. 1, 238, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 49/16.

**POLYTRICHOPSISIDA Doweld  
 POLYTRICHIALES M.Fleisch.**

- Polytrichaceae Schwägr.**  
*Atrichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv. – Lok. 6, 35, 42, 102, 110, 235, toprak üzeri, Ursavaş 2069.  
*Pogonatum aloides* (Hedw.) P.Beauv. – Lok. 14, 42, 44, 52, 220, 235, yol yamacı toprak üzeri, Ursavaş 1586.  
*P. urnigerum* (Hedw.) P.Beauv. – Lok. 2, 12, 14, 26, 42, 51, 55, 102, 210, 238, 239, toprak, kaya ve kütük üzeri, ÖREN 804/14.  
 \**Polytrichastrum alpinum* (Hedw.) G.L.Sm. – Lok. 174, toprak üzeri, ÖREN 384/15.  
*Polytrichum formosum* Hedw. – Lok. 31, 48, 52, 132, toprak üzeri, Ursavaş 1917.  
*P. juniperinum* Hedw. – Lok. 5, 47, 49, 56, 103, 104, 121, 152, 229, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 1919.  
*P. piliferum* Hedw. – Lok. 42, 47, 53, 55, 95, 99, 179, 232, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 326/14.

**BRYOPSISIDA Pax**

**BUXBAUMIALES M.Fleisch.**

- Buxbaumiaceae Schimp.**  
 \**Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nest. – Lok. 129, 184, 185, 227, 229, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 323/15.

**DIPHYSICALIALES M.Fleisch.**

- Diphysciaceae M.Fleisch.**  
*Diphyscium foliosum* (Hedw.) D.Mohr – Lok. 174, 223, yol kenarı ve yamacı toprak üzeri, ÖREN 138/16.

**TIMMIALES Ochyra**

- Timmiaceae Schimp.**  
 \**Timmia bavarica* Hessel. – Lok. 51, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 551/14.

**ENCALYPTALES Dixon**

- Encalyptaceae Schimp.**  
*Encalypta rhamnoides* Schwägr. – Lok. 56, toprak üzeri, Ursavaş 1529.

- E. streptocarpa* Hedw. – Lok. 15, 17, 24, 49, 56, 57, 65, 68, 138, 154, 212, 238, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 1527.  
*E. vulgaris* Hedw. – Lok. 24, 49, 56, 90, 101, 155, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 333/14.

**FUNARIALES M.Fleisch.**

- Funariaceae Schwägr.**  
*Funaria hygrometrica* Hedw. – Lok. 20, 56, 66, 86, 95, 106, 182, 193, 200, toprak üzeri, ÖREN 861/15.

**DICRANALES H.Philib. ex M.Fleisch.**

- Distichiaceae Schimp.**  
*Distichum capillaceum* (Hedw.) Bruch & Schimp. – Lok. 49, 51, 100, kaya çatlakları üzeri, Ursavaş 1617.

- Hymenolomataceae Ignatov & Fedosov**  
*Hymenoloma crispulum* (Hedw.) Ochyra – Lok. 22, kaya üzeri, ÖREN 734/14.

- Flexitrichaceae Ignatov & Fedosov**  
*Flexitrichum flexicaule* (Schwägr.) Ignatov & Fedosov (Syn: *Ditrichum flexicaule* (Schwägr.) Hampe) – Lok. 49, 50, 57, 62, 64, 238, kaya üzeri, Ursavaş 1916.

- Aongstroemiaceae De Not.**  
*Dichodontium pellucidum* (Hedw.) Schimp. – Lok. 8, 27, 53, 228, dere ve su kenarı kaya üzeri, ÖREN 211/16.

- Dicranellaceae M.Stech**  
*Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp. – Lok. 174, toprak üzeri, ÖREN 526/15.  
*D. howei* Renauld & Cardot – Lok. 30, 190, yol kenarı toprak üzeri, ÖREN 824/14.  
*D. varia* (Hedw.) Schimp. – Lok. 20, 27, 122, toprak üzeri, Ursavaş 1608.

- Fissidentaceae Schimp.**  
*Fissidens bryoides* Hedw. – Lok. 17, kaya yarıkları üzeri, Ursavaş 1554.

- F. crassipes* Wilson ex Bruch & Schimp. subsp. *warnstorffii* (M.Fleisch.) Brugg.-Nann. – Lok. 38, 40, 146, dere içi kaya üzeri, ÖREN 413/14.  
*F. dubius* P.Beauv. – Lok. 1, 2, 8, 39, 45, 47, 62, 92, 136, 187, 205, gölgeli kaya ve toprak üzeri, ÖREN 101/16.

- F. gracilifolius* Brugg.-Nann. & Nyholm – Lok. 16, toprak üzeri, Ursavaş 1555.

- \**F. pusillus* (Wilson) Milde – Loc. 8, on rocks, ÖREN 768/14.

- F. taxifolius* Hedw. (Syn: *Fissidens taxifolius* ssp. *pallidicaulis* (Mitt.) Mönk.) – Lok. 6, 8, 16, 21, 22, 25, 27, 31, 33, 38, 53, 97, 129, 143, 180, 202, 215, 220, 224, 234, 242, toprak ve kaya çatlakları üzeri, Ursavaş 2093.

- F. viridulus* (Sw.) Wahlenb. – Lok. 6, 36, 137, 168, 225, toprak üzeri, ÖREN 192/16.

- Dicranaceae Schimp.**

- Dicranum scoparium* Hedw. – Lok. 1, 16, 24, 41, 42, 47, 48, 49, 63, 65, 69, 76, 83, 92, 114, 135, 151, 168, 174, 176, 233, 244, toprak, kaya, ağaç ve kütük üzeri, Ursavaş 1891.
- D. tauricum* Sapjegin – Loc. 2, 4, 48, 97, 102, 121, 134, 175, 228, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 812/14.
- Ditrichaceae** Limpr.
- \**Ceratodon conicus* (Hampe) Lindb. – Lok. 49, toprak üzeri, Ursavaş 1593.
- C. purpureus* (Hedw.) Brid. – Lok. 17, 30, 38, 42, 47, 56, 72, 99, 103, 105, 111, 125, 135, 141, 179, 229, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 1590.
- Ditrichum heteromallum* (Hedw.) E.Britton – Lok. 239, toprak örtülü kaya üzeri, ÖREN 66/16.
- \**D. pusillum* (Hedw.) Hampe – Lok. 112, 239, toprak üzeri, ÖREN 221/16.
- Pleuridium acuminatum* Lindb. – Lok. 222, toprak üzeri, ÖREN 223/16.
- P. subulatum* (Hedw.) Rabenh. – Lok. 103, toprak üzeri, Ursavaş 2020.
- Trichodon cylindricus* (Hedw.) Schimp. – Lok. 111, toprak üzeri, Ursavaş 1995.
- Pottiaceae** Schimp.
- Barbula unguiculata* Hedw. – Lok. 16, 18, 20, 36, 37, 46, 61, 67, 70, 73, 79, 81, 94, 109, 148, 160, 172, 182, toprak ve kaya çatlağı üzeri, Ursavaş 2182.
- \**Crossidium squamiferum* var. *pottioideum* (De Not.) Mönk. – Lok. 72, 218, kaya üzeri, Ursavaş 2192.
- Dialytrichia mucronata* (Brid.) Broth. – Lok. 120, 234, dere kenarı kaya üzeri, ÖREN 853/15.
- Didymodon acutus* (Brid.) K.Saito – Lok. 19, 56, 57, 234, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 889/15.
- D. insulanus* (De Not.) M.O.Hill – Lok. 39, toprak üzeri, ÖREN 508/14.
- D. luridus* Hornsch. – Lok. 38, 64, 77, 84, 119, 137, 145, 170, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 310/15.
- D. nicholsonii* Culm. – Lok. 99, 137, dere kenarı ıslak kaya üzeri, Ursavaş 2070.
- D. rigidulus* Hedw. – Lok. 234, kaya üzeri, ÖREN 216/16.
- D. tophaceus* (Brid.) Lisa – Lok. 83, 91, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 267/15.
- D. vinealis* (Brid.) R.H.Zander – Lok. 20, 27, 38, 61, toprak üzeri, Ursavaş 1865
- \**Ephemerum recurvifolium* (Dicks.) Boulay – Lok. 88, toprak üzeri, ÖREN 171/15.
- Eucladium verticillatum* (With.) Bruch & Schimp. – Lok. 8, 22, 64, 234, ıslak kalkerli kaya üzeri, Ursavaş 2044.
- Gymnostomum aeruginosum* Sm. – Lok. 100, kalkerli kaya üzeri, ÖREN 177/15.
- \**G. viridulum* Brid. – Lok. 95, kalkerli kaya üzeri, Ursavaş 2014.
- \**Microbryum curvicollum* (Hedw.) R.H.Zander – Lok. 84, 85, 87, 93, toprak üzeri, Ursavaş 1874.
- \**M. starckeanum* (Hedw.) R.H.Zander – Lok. 72, toprak üzeri, ÖREN 274/15.
- Pseudocrossidium hornschuchianum* (Schultz) R.H.Zander – Lok. 63, 84, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 592/15.
- Pterygoneurum ovatum* (Hedw.) Dixon – Lok. 50, 56, 57, 95, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 340/14.
- \**P. subsessile* (Brid.) Jur. – Lok. 86, toprak üzeri, Ursavaş 2049.
- Streblotrichum convolutum* (Hedw.) P.Beauv. var. *convolutum* (Syn: *Barbula convoluta* Hedw. var. *convoluta*) – Lok. 21, 34, 37, 66, 84, toprak üzeri, Ursavaş 1614.
- S. convolutum* (Hedw.) P.Beauv. var. *commutatum* (Jur.) J.J.Amann (Syn: *Barbula convoluta* Hedw. var. *sardoa* Schimp.) – Lok. 18, toprak üzeri, ÖREN 580/14.
- Syntrichia calcicola* J.J.Amann – Lok. 37, 57, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 455/14.
- \**S. caninervis* Mitt. var. *gypsophila* (J.J.Amann ex G.Roth) Ochyra – Lok. 61, toprak üzeri, ÖREN 646/15.
- S. norvegica* F.Weber – Lok. 176, kaya üzeri, ÖREN 701/15.
- S. princeps* (De Not.) Mitt. – Lok. 29, 72, 76, kaya ve ağaç üzeri, Ursavaş 2165.
- S. ruraliformis* (Besch.) Mans. (Syn: *S. ruralis* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr var. *ruraliformis* (Besch.) Delogne) – Lok. 92, toprak üzeri, Ursavaş 2166.
- S. ruralis* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr – Lok. 16, 23, 24, 26, 46, 48, 49, 56, 57, 60, 79, 82, 92, 125, 131, 229, kaya, toprak, ağaç ve kütük üzeri, Ursavaş 1636
- S. virescens* (De Not.) Ochyra – Lok. 60, 81, 98, 142, ağaç ve kaya üzeri, Ursavaş 1637.
- Tortella humilis* (Hedw.) Jenn. – Lok. 91, toprak üzeri, Ursavaş 2065.
- T. inclinata* (R.Hedw.) Limpr. – Lok. 58, toprak üzeri, Ursavaş 1630.
- T. squarrosa* (Brid.) Limpr. – Lok. 19, 23, 41, 62, 84, 86, 89, 90, 99, 106, 155, 172, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 2053.
- T. tortuosa* (Hedw.) Limpr. – Lok. 26, 49, 51, 58, 125, 126, 135, 136, 138, 150, 153, 243, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 585/14.
- Tortula acaulon* (With.) R.H.Zander var. *acaulon* – Lok. 50, 57, 64, 65, 71, 77, 81, 103, 108, toprak üzeri, ÖREN 315/15.
- \**T. acaulon* (With.) R.H.Zander var. *pilifera* (Hedw.) R.H.Zander – Lok. 50, 56, 57, 64, toprak üzeri, ÖREN 342/14.
- \**T. caucasica* Broth. – Lok. 35, toprak üzeri, ÖREN 470/14.

- \**T. hoppeana* (Schultz) Ochyra – Lok. 3, toprak üzeri, ÖREN 357/14.  
*T. inermis* (Brid.) Mont. (Syn: *Syntrichia inermis* (Brid.) Bruch) – Lok. 62, 83, 131, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 2081.  
*T. lindbergii* Broth. (Syn: *Pottia lanceolata* (Hedw.) Müll. Hal., *Tortula lanceola* R.H.Zander) – Lok. 56, 62, 64, 68, 72, 76, 88, 98, toprak üzeri, Ursavaş 2060.  
*T. muralis* Hedw. var. *aestiva* Hedw. – Lok. 74, kaya üzeri, Ursavaş 2169.  
*T. muralis* Hedw. var. *muralis* – Lok. 11, 22, 24, 28, 34, 37, 38, 60, 61, 64, 74, 82, 102, 118, 240, kaya, beton ve toprak üzeri, ÖREN 761/14.  
 \**T. protobryoides* R.H.Zander – Lok. 71, 83, 105, 106, toprak üzeri, Ursavaş 2057.  
*T. schimperi* M.J.Cano, O.Werner & J.Guerra – Lok. 13, 26, 42, 44, 232, toprak üzeri, ÖREN 783/14.  
*T. subulata* Hedw. – Lok. 13, 16, 35, 45, 47, 50, 54, 60, 91, 113, 129, 184, 208, 223, 231, toprak, kaya, dip kütük üzeri, Ursavaş 1642.  
 \**T. truncata* (Hedw.) Mitt. – Lok. 176, toprak üzeri, ÖREN 386/15.  
*Trichostomum brachydontium* Bruch – Lok. 41, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 574/14.  
*T. crispulum* Bruch – Lok. 8, 143, 157, 169, 191, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 557/15.  
*Weissia brachycarpa* (Nees & Hornsch.) Jur. – Lok. 17, 62, toprak üzeri, Ursavaş 1589.  
*W. condensa* (Voit) Lindb. – Lok. 142, toprak üzeri, ÖREN 891/15.  
*W. controversa* Hedw. – Lok. 54, 63, 86, 103, toprak üzeri, Ursavaş 1588.  
*W. longifolia* Mitt. – Lok. 79, 87, 103, toprak üzeri, ÖREN 306/15.

#### GRIMMIALES M.Fleisch.

##### Seligeriaceae Schimp.

- Blindiadelphus recurvatus* (Hedw.) Fedosov & Ignatov (Syn: *Seligeria recurvata* (Hedw.) Bruch & Schimp.) – Lok. 16, 22, 129, 234, nemli ve gölgeli kaya üzeri, Ursavaş 1524.  
 \**Seligeria pusilla* (Hedw.) Bruch & Schimp. – Lok. 27, nemli ve gölgeli kaya üzeri, ÖREN 339/14.

##### Grimmiaceae Arn.

- \**Grimmia anodon* Bruch & Schimp. – Lok. 50, 57, 130, kaya üzeri, Ursavaş 1645.  
*G. hartmanii* Schimp. – Lok. 6, 231, kaya üzeri, ÖREN 355/14.  
*G. laevigata* (Brid.) Brid. – Lok. 62, 72, 75, 96, 98, 111, kaya üzeri, ÖREN 467/15.  
*G. montana* Bruch & Schimp. – Lok. 99, kaya üzeri, Ursavaş 2134.  
*G. muehlenbeckii* Schimp. – Lok. 6, kaya üzeri, ÖREN 356/14.

- G. orbicularis* Bruch ex Wilson – Lok. 49, 61, kaya üzeri, Ursavaş 2135.  
*G. ovalis* (Hedw.) Lindb. – Lok. 17, 50, 55, 57, 58, 111, kaya üzeri, Ursavaş 1646.  
*G. pulvinata* (Hedw.) Sm. – Lok. 17, 23, 26, 29, 34, 41, 56, 57, 59, 60, 75, 79, 80, 82, 102, 104, 107, 112, 125, 138, 152, 240, kaya ve beton üzeri, Ursavaş 1647.  
*G. tergestina* Tomm. ex Bruch & Schimp. – Lok. 57, kaya üzeri, ÖREN 506/14.  
*G. trichophylla* Grev. – Lok. 16, 41, 46, kaya üzeri, Ursavaş 1648.  
*Racomitrium affine* (F.Weber & D.Mohr) Lindb. – Lok. 42, 52, 178, 236, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 645/15.  
*R. canescens* (Hedw.) Brid. – Lok. 24, 35, 47, 81, 121, kaya ve toprak üzeri, Ursavaş 1657.  
*R. elongatum* Ehrh. ex Frisvoll – Lok. 3, 35, 43, 44, 110, 159, 175, 233, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 715/16.  
 ■*R. ericoides* Brid. – Lok. 42, toprak üzeri, Ursavaş 1656.  
*Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp. – Lok. 8, 16, 17, 24, 45, 50, 51, 53, 64, 67, 78, 94, 95, 122, 236, kaya üzeri, Ursavaş 1651.  
*S. atrofusum* (Schimp.) Limpr. – Lok. 65, kaya üzeri, ÖREN 195/15.  
*S. confertum* (Funck) Bruch & Schimp. – Lok. 32, 46, 47, 49, 75, 111, 135, 136, kaya üzeri, Ursavaş 1909.  
*S. crassipilum* H.H.Blom – Lok. 15, 50, 96, 129, 240, kaya üzeri, ÖREN 799/14.

#### HEDWIGIALES Ochyra

##### Hedwigiaceae Schimp.

- Hedwigia ciliata* (Hedw.) P.Beauv. – Lok. 62, 72, 75, 99, kaya üzeri, ÖREN 172/15.

#### BARTRAMIALES D.Quandt, N.E.Bell & Stech

##### Bartramiaceae Schwägr.

- Bartramia halleriana* Hedw. – Lok. 174, 178, 228, kaya yarıkları üzeri, ÖREN 546/15.  
*B. ithyphylla* Brid. – Lok. 6, 52, 55, kaya yarıkları üzeri, ÖREN 775/14  
*B. pomiformis* Hedw. – Lok. 105, 237, 238, kaya yarıkları üzeri, Ursavaş 2006.  
*Philonotis caespitosa* Jur. – Lok. 97, su içi toprak üzeri, ÖREN 176/15.  
*P. calcarea* (Bruch & Schimp.) Schimp. – Lok. 109, 238, su içi torpak ve kaya üzeri, Ursavaş 2091.  
*P. capillaris* Lindb. – Lok. 42, su içi torpak üzeri, Ursavaş 1584.  
*P. fontana* (Hedw.) Brid. – Lok. 42, 46, 132, 150, 230, su içi toprak ve kaya üzeri, ÖREN 663/15.

- P. marchica* (Hedw.) Brid. – Lok. 120, su içi kaya üzeri, Ursavaş 2008.  
*P. seriata* Mitt. – Lok. 64, 112, 189, 230, su içi toprak üzeri, ÖREN 532/15.  
*P. tomentella* Molendo – Lok. 42, su içi toprak üzeri, Ursavaş 1585.

### BRYALES Limpr.

#### Bryaceae Schwägr.

- Bryum argenteum* Hedw. – Lok. 7, 16, 20, 21, 23, 49, 58, 72, 81, 95, 98, 111, 223, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 1564.  
*B. dichotomum* Hedw. – Lok. 83, toprak üzeri, ÖREN 566/15.  
*Imbribryum alpinum* (Huds. ex With.) N.Pedersen – Lok. 42, 44, 54, 56, 99, 101, 103, 150, toprak ve kaya çatlakları üzeri, ÖREN 699/14.  
*Ptychostomum capillare* (Hedw.) Holyoak & N.Pedersen – Lok. 6, 19, 32, 39, 41, 45, 69, 72, 117, 122, 123, 138, 145, toprak, kaya ve kütük üzeri, ÖREN 705/14.  
*P. creberrimum* (Taylor) J.R.Spence & H.P.Ramsay – Lok. 30, kaya üzeri, Ursavaş 1567.  
*P. donianum* (Grev.) Holyoak & N.Pedersen – Lok. 42, dere kenarı kaya üzeri, ÖREN 726/14.  
*P. imbricatulum* (Müll.Hal.) Holyoak & N.Pedersen – Lok. 17, 49, 108, 157, toprak üzeri, Ursavaş 1569.  
*P. moravicum* (Podp.) Ros & Mazimpaka – Lok. 59, 60, 111, 147, 149, 231, 236, toprak, kaya ve kütük üzeri, ÖREN 828/15.  
*P. pallescens* (Schleich. ex Schwägr.) J.R.Spence (Syn: *P. boreale* (F.Weber & D.Mohr) Ochyra & Bedn.-Ochyra) – Lok. 38, 103, toprak üzeri, Ursavaş 2106.  
*P. pseudotriquetrum* (Hedw.) J.R.Spence & H.P.Ramsay – Lok. 78, 97, 109, 126, 185, 211, 228, sulak alanlarda toprak üzeri, Ursavaş 2005.  
*\*Rhodobryum ontariense* (Kindb.) Kindb. – Lok. 166, 174, 177, 211, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 503/15.  
*R.roseum* (Hedw.) Limpr. – Lok. 1, 22, 51, 228, toprak üzeri, ÖREN 654/14.

#### Mniaceae Schwägr.

- Mnium hornum* Hedw. – Lok. 51, kaya üzeri, ÖREN 572/14.  
*M. marginatum* (Dicks.) P.Beauv. – Lok. 49, kaya üzeri, Ursavaş 1544.  
*M. spinosum* (Voit) Schwägr. – Lok. 51, 55, 175, toprak üzeri, Ursavaş 1543.  
*M. spinulosum* Bruch & Schimp. – Lok. 238, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 67/16.  
*M. stellare* Hedw. – Lok. 11, 32, 45, 51, 105, 109, 110, 113, 149, 167, 243, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 456/14.

- M. thomsonii* Schimp. – Lok. 27, 51, 186, kaya ve toprak üzeri, Ursavaş 1881.  
*Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T.J.Kop. – Lok. 21, 32, 35, 47, 49, 51, 64, 86, 141, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 1540.  
*P. cuspidatum* (Hedw.) T.J.Kop. – Lok. 122, toprak üzeri, Ursavaş 2097.  
*P. elatum* (Bruch & Schimp.) T.J.Kop. – Lok. 20, 123, toprak üzeri, Ursavaş 2017.  
*P. rostratum* (Schrad.) T.J.Kop. – Lok. 27, 82, 150, 187, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 560/14.  
*P. undulatum* (Hedw.) T.J.Kop. – Lok. 16, 22, 32, 64, 99, 110, 137, 148, 156, 213, 243, toprak, kaya ve kök üzeri, ÖREN 326/15.  
*Pohlia cruda* (Hedw.) Lindb. – Lok. 51, 100, 129, 228, 237, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 281/15.  
*P. melanodon* (Brid.) A.J.Shaw – Lok. 21, 60, 91, toprak üzeri, Ursavaş 2101.  
*P. nutans* (Hedw.) Lindb. – Lok. 49, 50, 51, kaya ve ağaç üzeri, ÖREN 714/14.  
*P. wahlenbergii* (F.Weber & D. Mohr) A.L.Andrews var. *calcareo* (Warnst.) E.F.Warb. – Lok. 11, 113, kalkerli kaya ve toprak üzeri, Ursavaş 2045.  
*P. wahlenbergii* (F.Weber & D.Mohr) A.L.Andrews var. *wahlenbergii* – Lok. 27, 46, 162, ıslak toprak ve kaya üzeri, ÖREN 786/15.  
*Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T.J.Kop. – Lok. 32, 45, 175, 180, 210, 228, 243, orman içi dere kenarı kaya, toprak ve kütük üzeri, ÖREN 118/16.

### ORTHOTRICHALES Dixon

#### Orthotrichaceae Arn.

- Codonoblepharon forsteri* (Dicks.) Goffinet (Syn: *Zygodon forsteri* (Dicks.) Mitt.) – Lok. 25, dip kütüğü üzeri, ÖREN 331/14.  
*Lewinskya affinis* (Schrad. ex Brid.) F.Lara, Garilleti & Goffinet – Lok. 14, 16, 21, 23, 30, 32, 33, 47, 59, 60, 62, 63, 75, 83, 91, 94, 97, 98, 125, 156, 240, ağaç üzeri, Ursavaş 1621.  
*L. rupestris* (Schleich. ex Schwägr.) F.Lara, Garilleti & Goffinet – Lok. 17, 45, 50, 99, 100, 105, 136, 236, kaya üzeri, Ursavaş 1624.  
*L. speciosa* (Nees) F.Lara, Garilleti & Goffinet – Lok. 14, 16, 65, 70, 75, 79, 97, 100, 223, ağaç üzeri, ÖREN 160/15.  
*L. striata* (Hedw.) F.Lara, Garilleti & Goffinet – Loc. 7, 8, 14, 23, 24, 30, 32, 63, 64, 75, 76, 91, 110, 237, 243, ağaç üzeri, Ursavaş 1890.  
*Nyholmiella obtusifolia* (Brid.) Holmen & E.Warncke – Loc. 29, 60, ağaç üzeri, ÖREN 729/14.  
*Orthotrichum anomalum* Hedw. – Lok. 23, 29, 49, 57, 59, 95, 117, 158, 231, 234, kaya üzeri, ÖREN 461/14.  
*O. cupulatum* Brid. – Lok. 53, 119, kaya üzeri, ÖREN 523/14.

- O. diaphanum* Brid. – Lok. 29, 56, 68, 88, 98, ağaç üzeri, Ursavaş 2025.  
*O. pumilum* Sw. ex anon. – Lok. 56, 75, 165, 223, ağaç üzeri, Ursavaş 2024.  
 \**O. schimperii* Hammar – Lok. 23, ağaç üzeri, ÖREN 468/14.  
*O. stramineum* Hornsch. ex Brid. – Lok. 7, ağaç üzeri, ÖREN 786/14.  
*Pulviger a lyellii* (Hook. & Taylor) Plášek, Sawicki & Ochyra – Lok. 4, 7, 32, 33, 76, 98, 237, ağaç üzeri, ÖREN 809/14.  
*Ulota crispa* (Hedw.) Brid. – Lok. 8, ağaç dalı üzeri, ÖREN 415/14.  
*Zygodon rupestris* Schimp. ex Lorentz – Lok. 218, on tree trunks, ÖREN 229/16.

#### HYPNALES W.R.Buck & Vitt

##### Fontinalaceae Schimp.

- Fontinalis antipyretica* Hedw. – Lok. 61, 99, dere içi kaya üzeri, ÖREN 778/15.

##### Plagiotheciaceae M.Fleisch.

- Herzogiella seligeri* (Brid.) Z.Iwats. – Lok. 25, 49, 110, 129, 141, 159, 211, 227, çürüyen kütük üzeri, Ursavaş 1854.  
*Plagiothecium cavifolium* (Brid.) Z.Iwats. – Lok. 2, 42, 138, 228, toprak, kütük ve kaya üzeri, Ursavaş 2124.  
*P. curvifolium* Schlieph. ex Limpr. – Lok. 42, 234, çürüyen kütük ve toprak üzeri, ÖREN 477/14.  
*P. denticulatum* (Hedw.) Schimp. – Lok. 2, 6, 47, 50, 109, 175, ağç tabanı, çürüyen kürük ve toprak üzeri, ÖREN 792/14.  
*P. nemorale* (Mitt.) A.Jaeger – Lok. 35, toprak üzeri, ÖREN 319/14.  
*P. succulentum* (Wilson) Lindb. – Loc. 110, 115, toprak üzeri, Ursavaş 2121.  
*Pseudotaxiphyllum elegans* (Brid.) Z.Iwats. – Lok. 235, yol yamacı nemli toprak üzeri, ÖREN 219/16.

##### Pterigynandraceae Schimp.

- Heterocladium heteropterum* (Brid.) Schimp. – Lok. 228, gölgeli kaya üzeri, ÖREN 222/16.  
*Pterigynandrum filiforme* Hedw. – Lok. 1, 4, 16, 26, 32, 33, 45, 47, 82, 95, 122, 133, 164, 209, 212, 217, 224, 229, 231, ağaç, kaya ve kütük üzeri, ÖREN 803/14.

##### Climaciaceae Kindb.

- Climacium dendroides* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr – Lok. 3, 176, 177, toprak üzeri, ÖREN 756/14.

##### Amblystegiaceae G. Roth.

- Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. – Lok. 16, 60, 96, 117, toprak, kaya ve ağaç kökü üzeri, ÖREN 524/14.  
*Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R.S.Chopra – Lok. 8, 19, 22, 28, 109, 137, 149, 195, 223, 241, toprak ve kaya üzeri, ÖREN 416/14.

- Campylium protensum* (Brid.) Kindb. – Lok. 27, kaya üzeri, ÖREN 700/14.

- Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warn – Lok. 160, küçük gölet toprak üzeri, ÖREN 628/15.

- Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruce – Lok. 46, 97, 102, 109, 137, 146, 162, 189, 201, 231, 234, sulak alan toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 1550.

- Hygrohypnum luridum* (Hedw.) Jenn. – Lok. 8, 21, 97, 99, 100, 118, 120, 150, 194, 199, dere kenarı kaya üzeri, ÖREN 391/14.

- Palustriella commutata* (Hedw.) Ochyra – Lok. 100, 109, 161, 204, su kenarı kaya ve toprak üzeri, Ursavaş 2050.

- P. falcata* (Brid.) Hedenäs – Lok. 238, su kenarı kaya üzeri, ÖREN 217/16.

- Pseudoamblystegium subtile* (Hedw.) Vanderp. & Hedenäs – Lok. 16, 18, 222, kaya ve ağaç kökü üzeri, ÖREN 738/14.

##### Scorpidiaceae Ignatov & Ignatova

- Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske – Lok. 1, 48, 49, 51, 228, 230, orman içi toprak ve çürüyen kütük üzeri, Ursavaş 1851.

##### Pseudoleskeaceae Schimp.

- Lescuraea incurvata* (Hedw.) E.Lawton – Lok. 49, 51, 230, 238, kaya üzeri, Ursavaş 1571.

- \**L. mutabilis* (Brid.) Lindb. ex I.Hagen – Lok. 50, ağaç üzeri, ÖREN 718/14.

- L. plicata* (Schleich. ex F.Weber & D.Mohr) Broth. – Lok. 44, 49, toprak üzeri, ÖREN 444/14.

##### Pseudoleskeellaceae Ignatov & Ignatova

- Pseudoleskeella catenulata* (Brid. ex Schrad.) Kindb. – Lok. 49, 51, 57, 100, 187, 209, kaya üzeri, ÖREN 549/14.

- P. nervosa* (Brid.) Nyholm – Lok. 51, ağaç üzeri, ÖREN 411/14.

##### Thuidiaceae Schimp.

- Abietinella abietina* (Hedw.) M.Fleisch. var. *abietina* – Lok. 16, 23, 28, 51, 59, 62, 86, 99, 131, 181, 206, 225, 229, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 1575.

- A. *abietina* (Hedw.) M.Fleisch. var. *hystricosa* (Mitt.) Sakurai – Lok. 24, toprak üzeri, ÖREN 605/14.

- Thuidium assimile* (Mitt.) A.Jaeger – Lok. 26, toprak üzeri, ÖREN 566/14.

- T. delicatulum* (Hedw.) Schimp. – Lok. 8, 16, 18, 25, 28, 30, 50, 83, 107, 113, 122, 137, 140, 148, 235, toprak, kaya ve kütük üzeri, Ursavaş 1574.

- T. recognitum* (Hedw.) Lindb. – Lok. 24, 83, toprak üzeri, Ursavaş 1572.

- T. tamariscinum* (Hedw.) Schimp. – Lok. 22, 27, 204, 205, 227, 238, toprak, kaya ve ağaç kökü üzeri, ÖREN 624/14.

##### Brachytheciaceae G.Roth.

- Brachytheciastrum salicinum* (Schimp.) J.D.Orgaz, M.J.Cano & J.Guerra (Syn: *B. velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen var. *salicinum* (Schimp.) Ochyra & Zarnowiec) – Lok. 70, ağaç üzeri, ÖREN 590/15.
- B. velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen – Lok. 27, 31, 35, 48, 52, 78, 102, 141, 242, Kütük, kaya ve toprak üzeri, Ursavaş 1533.
- Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp. – Loc. 35, 46, 54, 55, 56, 71, 80, 91, 102, 122, 170, 229, toprak üzeri, ÖREN 591/15.
- B. glareosum* (Bruch ex Spruce) Schimp. – Loc. 26, 28, 29, 42, 47, 51, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 1837.
- B. rivulare* Schimp. – Lok. 16, 70, 228, 243, su kenarı kaya ve toprak üzeri, ÖREN 235/15.
- B. rutabulum* (Hedw.) Schimp. – Lok. 19, 25, 60, 116, 162, 173, 216, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 783/15.
- \**B. tommasinii* (Sendtn. ex Boulay) Ignatov & Huttunen – Lok. 117, 223, toprak üzeri, ÖREN 830/15.
- Cirriphyllum crassinervium* (Taylor) Loeske & M.Fleisch. – Lok. 22, 27, 38, 147, 198, dere kenarı kaya üzeri, ÖREN 550/14.
- Eurhynchiastrum pulchellum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen – Lok. 56, 105, 163, toprak üzeri, ÖREN 451/14
- Eurhynchium angustirete* (Broth.) T.J.Kop. – Lok. 228, 238, toprak üzeri, ÖREN 52/16.
- E. striatum* (Hedw.) Schimp. – Lok. 11, 21, 27, 39, 167, 179, 194, 197, kaya ve toprak üzeri, Ursavaş 1846.
- Homalothecium lutescens* (Hedw.) H.Rob. – Lok. 22, 23, 29, 51, 79, 81, 93, 97, 110, 126, 138, 144, 172, 201, 203, 225, 244, kaya, torpak ve ağaç kökü üzeri, Ursavaş 1602.
- H. philippeanum* (Spruce) Schimp. – Lok. 212, kaya üzeri, ÖREN 236/16.
- H. sericeum* (Hedw.) Schimp. – Lok. 8, 21, 49, 56, 61, 72, 97, 100, 111, 130, 137, 200, 220, 226, 242, kaya, toprak ve ağaç üzeri, Ursavaş 1961.
- Kindbergia praelonga* (Hedw.) Ochyra – Loc. 41, toprak üzeri, Ursavaş 1549.
- Microeurhynchium pumilum* (Wilson) Ignatov & Vanderp. – Lok. 16, 18, 31, toprak üzeri, Ursavaş 1545.
- Oxyrrhynchium hians* (Hedw.) Loeske – Lok. 16, 19, 21, 71, 137, 143, 171, 173, 180, 190, 211, kaya, toprak ve ağaç kökü üzeri, ÖREN 887/15.
- O. speciosum* (Brid.) Warnst. – Lok. 18, 23, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 1547.
- Palamocladium euchloron* (Müll.Hal.) Wijk & Margad. – Lok. 8, 22, 32, 38, 109, 204, 219, gölgeli kayalar ve toprak üzeri, ÖREN 392/14.
- Plasteurhynchium striatulum* (Spruce) M.Fleisch. – Lok. 28, 82, 139, kaya üzeri, Ursavaş 1959.
- Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) M.Fleisch. – Lok. 8, 15, 19, 28, 41, 59, 69, 92, 114, 124, 128, 129, 135, 144, 178, 179, 181, 207, 241, toprak üzeri, ÖREN 507/15.
- \**Rhynchostegiella teneriffae* (Mont.) Dirkse & Bouman – Lok. 36, 38, nemli ve ıslak kaya üzeri, ÖREN 711/14.
- Rhynchostegium megapolitanum* (Blandow ex F.Weber & D.Mohr) Schimp. – Lok. 23, 77, taş ve toprak üzeri, Ursavaş 1831.
- R. riparioides* (Hedw.) Cardot – Loc. 21, 31, 32, 61, 96, 99, 132, 150, 201, 228, 234, dere yatağı kaya üzeri, ÖREN 135/16.
- Sciuro-hypnum flotowianum* (Sendtn.) Ignatov & Huttunen – Lok. 142, kaya üzeri, ÖREN 602/15.
- S. populeum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen – Lok. 35, 173, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 671/15.
- Scleropodium touretii* (Brid.) L.F.Koch – Lok. 41, 197, 214, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 112/16.
- Hypnaceae** Schimp.
- Hypnum andoi* A.J.E.Sm. – Lok. 21, 122, ağaç tabanı üzeri, ÖREN 506/15.
- H. cupressiforme* Hedw. var. *cupressiforme* – Loc. 8, 16, 18, 24, 28, 31, 35, 43, 55, 64, 72, 86, 98, 114, 127, 128, 138, 163, 168, 217, 222, 225, kaya, toprak, ağaç, kök ve kütük üzeri, ÖREN 578/15.
- H. cupressiforme* Hedw. var. *lacunosum* Brid. – Lok. 17, 19, 35, 41, 48, 61, 62, 76, 82, 99, 100, 109, 118, 131, 170, 172, 188, 203, 206, kaya ve toprak üzeri, Ursavaş 1861.
- H. jutlandicum* Holmen & E.Warncke – Lok. 141, 152, 178, toprak ve çürüyen kütük üzeri, ÖREN 529/15.
- H. resupinatum* Taylor (Syn: *H. cupressiforme* Hedw. var. *resupinatum* (Taylor) Schimp.) – Loc. 16, 24, 62, 72, ağaç ve kaya üzeri, Ursavaş 1842.
- Pylaisiaceae** Schimp.
- Buckia vaucheri* (Lesq.) D.Rios, M.T.Gallego & J.Guerra (Syn: *Hypnum vaucheri* Lesq.) – Lok. 16, 50, 51, 57, 131, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 343/14.
- Calliargonella cuspidata* (Hedw.) Loeske – Lok. 8, 22, 56, 76, 102, 222, su içi toprak üzeri, Ursavaş 1551.
- Homomallium incurvatum* (Schrad. ex Brid.) Loeske – Lok. 26, 122, kaya üzeri, Ursavaş 1519.
- Hylocomiaceae** M. Fleisch.
- Hylocomiadelphus triquetrus* (Hedw.) Ochyra & Stebel (Syn: *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.) – Lok. 2, 47, 48, 51, 102, 105, 109, 151, 178, 211, 230, 233, 237, toprak üzeri, ÖREN 597/15.

*Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. – Lok. 51, 92, 102, 138, 151, 230, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 1960.

*Loeskeobryum brevirostre* (Brid.) M.Fleisch. – Lok. 2, 205, toprak üzeri, ÖREN 789/14.

*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. – Lok. 44, 47, 49, 227, 233, toprak üzeri, ÖREN 10/06.

*Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst. – Lok. 2, 135, toprak ve kaya üzeri, Ursavaş 2151.

*R. subpinnatus* (Lindb.) T.J.Kop. – Lok. 177, 228, toprak üzeri, ÖREN 834/15.

#### **Entodontaceae** Kindb.

*Entodon concinnus* (De Not.) Paris – Lok. 137, toprak üzeri, ÖREN 704/15.

#### **Leucodontaceae** Schimp.

*Leucodon immersus* Lindb. – Lok. 45, 166, 200, 223, ağaç üzeri, ÖREN 385/15.

*L. sciuroides* (Hedw.) Schwägr. – Lok. 23, 30, 45, 60, 62, 72, 75, 147, 153, 164, 188, 218, 226, ağaç ve kaya üzeri, Ursavaş 1853.

#### **Antitrichiaceae** Ignatov & Ignatova

*Antitrichia curtispindula* (Hedw.) Brid. – Lok. 105, 122, 133, 210, ağaç, kütük ve kaya üzeri, ÖREN 166/15.

#### **Neckeraceae** Schimp.

*Alleniella besseri* (Lobenz.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt – Lok. 72, 91, kaya ve ağaç üzeri, ÖREN 312/15.

*A. complanata* (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt – Lok. 8, 21, 22, 27, 76, 122, 137, ağaç üzeri, ÖREN 232/15.

*Exsertotheca crispa* (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt – Lok. 8, 32, 139, 166, 173, 182, 204, gölgeli kaya ve ağaç üzeri, ÖREN 886/15.

\**Neckera pumila* Hedw. – Lok. 133, çürüyen kütük üzeri, ÖREN 519/15.

*Pseudanomodon attenuatus* (Hedw.) Ignatov & Fedosov (Syn: *Anomodon attenuatus* (Hedw.) Huebener) – Lok. 9, 15, 32, 110, kaya ve ağaç üzeri, ÖREN 847/15.

*Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Gangulee – Lok. 8, 27, 115, 210, dere yatağı kaya üzeri, Ursavaş 1849.

#### **Lembophyllaceae** Broth.

*Isoetecium alopecuroides* (Lam. ex Dubois) Isov. – Lok. 6, 13, 25, 27, 33, 38, 129, 184, 216, 225, 226, 235, 238, kaya, ağaç tabanı ve toprak üzeri, ÖREN 770/14.

#### **Myuriaceae** M.Fleisch

*Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt. – Lok. 8, 19, 27, 30, 49, 69, 144, 169, 176, 184, 195, 217, 238, 244, kaya ve toprak üzeri, ÖREN 429/14.

#### **Anomodontaceae** Kindb.

*Anomodon longifolius* (Schleich. ex Brid.) Hartm. – Lok. 115, kaya üzeri, ÖREN 316/15.

*A. viticulosus* (Hedw.) Hook. & Taylor – Lok. 13, 18, 22, 31, 32, 75, 94, 212, kaya ve ağaç üzeri, Ursavaş 1966.

#### **4. Tartışma ve Sonuç**

Çalışma alanından toplanan yaklaşık 1600 briyofit örneğinin teşhis edilmesi sonucunda boynuzotlarından 2 familya ve 2 cinse ait 2 tür; ciğerotlarından 29 familya ve 38 cinse ait 58 tür/türaltı takson tespit edilmiştir. Karayosunlarından ise 43 familya ve 116 cinse ait 250 tür/türaltı takson saptanmıştır. Alandan bulunan toplam tür/türaltı briyofit sayısı ise 310'dur.

İçerdikleri takson sayısı açısından en büyük familyalar karayosunlarından Pottiaceae (50), Brachytneeciaceae (27), Grimmiaceae (18), Mniaceae (17) ve Orthotrichaceae (15) iken ciğerotlarından Scapaniaceae (6), Jungermanniaceae (5), Lophocoleaceae (4) ve Aneuraceae (4) şeklinde sıralanmaktadır. Karayosunlarından 17, ciğerotlarından 14 ve boynuzotlarından 2 familya tek tür ile temsil edilmektedir. Cinslerin içerdikleri tür/türaltı takson sayılarına bakıldığında karayosunlarında çeşitlilik açısından ilk iki sırayı 12 takson ile *Tortula*, 10 takson ile *Grimmia* alırken, bunları 7 takson ile *Didymodon*, *Fissidens*, *Philonotis*, *Ptychostomum* ve *Syntrichia* takip etmektedir. Ciğerotları cinslerine bakıldığında *Scapania* 5 tür ile ilk sırada yer alırken bunu 3 tür ile *Mesoptychia*, *Lophocolea* ve *Riccardia* takip etmektedir. Karayosunlarından 66 cins, ciğerotlarından 24 cins ve boynuzotlarından 2 cins ise tek tür/türaltı takson içermektedir.

Alandan tespit edilen taksonlardan 2 ciğerotu: *Lepidozia reptans*, *Scapania umbrosa* ve 2 karayosunu *Racomitrium ericoides*, *Tortula acaulon* var. *pilifera*, Henderson (1961) kareleme sisteminde A2 karesi için yenidir. Ciğerotlarından 18 tanesi: *Corsinia coriandrina*, *Riccia sorocarpa*, *Aneura pinguis*, *Riccardia chamedryfolia*, *Riccardia multifida*, *Riccardia palmata*, *Cololejeunea rossettiana*, *Lepidozia reptans*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Cephalozia bicuspidata*, *Fuscocephalozia lunulifolia*, *Nowellia curvifolia*, *Barbilophozia hatcheri*, *Scapania irrigua*, *Scapania umbrosa*, *Mesoptychia bantriensis*, *Mesoptychia collaris*, *Liochlaena lanceolata* ve karayosunlarından 26 tanesi: *Polytrichastrum alpinum*, *Buxbaumia viridis*, *Timmia bavarica*, *Grimmia anodon*, *Seligeria pusilla*, *Fissidens pusillus*, *Ceratodon conicus*, *Ditrichum pusillum*, *Crossidium squamiferum* var. *pottioideum*, *Ephemerum recurvifolium*, *Gymnostomum viridulum*,



*Microbryum curvillum*, *Microbryum starckeanum*, *Pterygoneurum subsessile*, *Syntrichia caninervis* var. *gypsophila*, *Tortula acaulon* var. *pilifera*, *Tortula caucasica*, *Tortula hoppeana*, *Tortula protobryoidea*, *Tortula truncata*, *Rhodobryum ontariense*, *Orthotrichum schimperii*, *Lescuraea mutabilis*, *Brachythecium tommasinii*, *Rhynchostegiella teneriffae*, *Neckera pumila* olmak üzere toplamda 44 tür/türaltı takson A3 karesi için yenidir.

Kardeniz Bölgesinde yer alan önemli sıradağlardan biri olan ve Küre Dağları Milli Parkı ve tampon bölgesini içeren batı kesimi daha önceden briyofloristik açıdan çalışılan Küre Dağlarının bu çalışma ile doğu kesimi de incelenerek önemli bir dağ sırasının briyofit florası ortaya çıkarılmıştır. Floristik listede belirtilen lokalite, habitat ve substrat bilgileri ile birlikte verildiğinden türlerin dağılım, tehlike kategorileri ve ekolojilerine önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca detaylı lokalite bilgilerinin, floristik çalışmalar dışında briyofitlerle çalışacak olan araştırmacılara bir klavuz olarak yardımcı olacağı düşünülmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 114Z149 numaralı proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

**Not:** Çalışma sözlü bildiri olarak 19-23 Haziran 2018 tarihlerinde Kastamonu'da düzenlenen International Ecology 2018 Symposium'da sunulmuş ve özet metin olarak kongre kitabında yer almıştır.

#### Kaynaklar

- Akman Y. 1995. Türkiye Orman Vegetasyonu, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Botanik Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Akman Y. 1999. İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim metodları ve Türkiye İklimleri). Kariyer Matbaacılık, Ankara.
- Akpınar R. 1992. Yaralıgöz Dağı (Devrekani-Kastamonu) karayosunları florası. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Atalay İ. 1994. Türkiye Vegetasyon Coğrafyası. Ege Üniv. Basımevi, İzmir.
- Canlı K. Çetin B. 2014. The moss flora of Akdağ Mountain (Amasya, Turkey). The Scientific World Journal 2014: Article ID 860379, 1-8.
- Can Gözcü M. Uyar G. Ören M. Ezer T. Alataş M. 2019. The Bryophyte Flora of The Samanlı Mountains (Sakarya, Kocaeli,

- Yalova, Bursa) in North-West Turkey. Arctoa. 28: 1, 58-74.
- Çalışkan S. Ören M. Ursavaş S. 2019. Bafra İlçesi'nin (Samsun) Briyofit Florası. Anatolian Bryology. 5: 2, 74-84.
- Çetin B. Uyar G. 1997. The Moss Flora of Sinop and its Environs (Ayancık, Boyabat and Gerze). Turkish Journal of Botany. 21: 231-244.
- Çetin B. 1999. The Liverworts (Hepaticae) of Sinop and its Environs (Ayancık, Boyabat and Gerze). Turkish Journal of Botany. 23: 113-116.
- Erdağ A. Kürschner H. 2017a. Türkiye Bitkilerinin Listesi (Karayosunları). Ali Nihat Gokyigit Vakfı Bas. İstanbul.
- Erdağ A. Kürschner H. 2017b. A reference list of Turkish bryophytes. The state of knowledge from 1829 until 2017. Anatolian Bryology. 3: 2, 81-102.
- Hazer Y. 2010. Son Literatür ve Herbarium Verilerine Göre Türkiye Karayosunlarının Floristik Dağılımı ve Elektronik Veritabanının Oluşturulması. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak.
- Henderson D.M. 1961. Contributions to the bryophyte flora of Turkey V: summary of present knowledge. Notes Roy Bot Gard Edinburgh. 23: 279-301.
- 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. ve ark. 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. Frey W. 2020. Liverworts, mosses and hornworts of Southwest Asia (Marchantiophyta, Anthocerotophyta, Bryophyta). Nova Hedwigia. 149: 1-267.
- Ören M. Uyar G. Keçeli T. 2010. Anomodon longifolius (Anomodontaceae, Bryopsida) new to the bryophyte flora of Turkey. Turkish Journal of Botany. 34: 141-145.
- 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: 5, 538-557.

- Özdemir T. Batan N. 2016. The Bryophyte Flora Of Ordu Province (Turkey). *Arctoa*. 25: 144-159.
- Özenoğlu Kiremit H. Keçeli T. 2009. An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Turkey. *Cryptogamie, Bryologie*. 30: 3, 343-356.
- Paton J. 1999. The Liverworts Flora of the British Isles. Harley Books. London.
- Smith A.J.E. 2004. The Moss Flora of Britain and Ireland (Second Edition). Cambridge University Press. London.
- Söylemez B. Ören M. Ursavaş S. Keçeli T. 2017. The bryophyte flora of Sinop Peninsula Turkey. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*. 10: 3, 120-129.
- Tiryaki H. 1997. Çangal Dağı (Sinop) Karayosunları Florası. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- URL1. Türkiye Jeolojisi ders notları (Okay A.I) 2008. Website: [http://web.itu.edu.tr/~okay/geology\\_turkey\\_notes/lecture\\_notes\\_geology\\_turkey.pdf](http://web.itu.edu.tr/~okay/geology_turkey_notes/lecture_notes_geology_turkey.pdf) [Erişim: 01 Haziran 2016].
- URL2. 2018 Yılı Çalışma Raporu. T.C. Kastamonu Valiliği, İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2019. Website: [https://kastamonu.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Calisma\\_Raporu/2018\\_Yili\\_Calisma\\_Raporu.pdf](https://kastamonu.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Calisma_Raporu/2018_Yili_Calisma_Raporu.pdf) [Erişim: 25 Mayıs 2020].
- URL3. Samsun ili 2013-2017 Yılı Kuraklık Eylem Planı. T.C. Samsun Valiliği, Gıda Tarım ve Orman İl Müdürlüğü 2013. Website: [https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Samsun\\_Ili\\_Kuraklik\\_Eylem\\_plani/Samsun\\_Ili\\_2013\\_2017\\_Kuraklik\\_Eylem\\_Pl.pdf](https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Samsun_Ili_Kuraklik_Eylem_plani/Samsun_Ili_2013_2017_Kuraklik_Eylem_Pl.pdf) [Erişim: 25 Haziran 2020].
- 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.
- Uyar G. Ören M. Alataş M. 2020. The bryophyte flora of Akyazı, Arifiye, Geyve, Karapürçek districts (Sakarya, Turkey). *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*. 13: 1, 27-43.
- Yavuz Y. 2017. Sinopeli, Sinova-Sinope-Sinop. Akis Kitap. İstanbul.



## Türkiye'nin Muş ve Hakkâri İllerinin Karayosunu Florasına Katkılar

Güray UYAR<sup>1\*</sup>, Murat ÜNAL<sup>2</sup>, İbrahim DEMİR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Polatlı Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Polatlı-Ankara, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Zeve Kampüsü, Tuşba-Van, TÜRKİYE

<sup>3</sup>Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bitlis, TÜRKİYE

Received: 08 August 2020

Revised: 04 September 2020

Accepted: 18 September 2020

### Öz

Bu çalışmanın amacı; öncelikle Muş ve Hakkari illerinin karayosunu floralarına ve ayrıca Türkiye karayosunu florasına katkı sağlamaktır. Karayosunu örnekleri 2019 yılı Nisan, Temmuz ve Eylül ayları içerisinde Türkiye'nin güneydoğu bölgesindeki Hakkari ilinin Çukurca ve Derecik ilçelerinden, ayrıca Türkiye'nin doğu bölgesindeki Muş ilinin Varto ve Merkez ilçelerinden toplanmıştır. Topladığımız karayosunu örneklerinin teşhis edilmesi sonucu, Henderson'un Türkiye Kareleme Sistemi'ne göre B9 (Muş) karesi için 3 ve C15 (Hakkâri) karesi için ise 9 taksonun yeni kare kaydı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, floristik listedeki tüm taksonlar, onlarla ilgili bütün literatürlerin gözden geçirilmesi sonucu belirlenen, Türkiye dağılımları ve Avrupa için IUCN kategorileri, yaşam formları ve bazı ekolojik özelliklerine (nemlilik, ışık ve asidite) ait bilgilerle birlikte sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Karayosunu, Flora, Kare kaydı, Hakkâri, Muş, Türkiye.

## Contributions to The Moss Flora of Muş and Hakkari Provinces in Turkey

### Abstract

This study firstly aims to contribute to the moss flora of Hakkari and Muş provinces and also, moss flora of Turkey. The moss samples were collected from Çukurca and Derecik districts of Hakkari province in Turkey's south-eastern region, furthermore from Varto and Central districts of Muş province in Turkey's east region in April, July and September the year of 2019. As a result of the identification of these moss specimens, 3 specific taxa have been regarded as the new records for square B9 (Muş) and 9 moss taxa for C15 (Hakkâri) according to the grid-square system of Henderson. Moreover, in the floristic list all taxa, with their Turkey distributions, which are determined by reviewing the related all literature, and IUCN categories in European and also life forms, ecological characteristics (humidity, light, acidity) belong to these taxa have been given with the floristic list.

**Keywords:** Moss, Flora, Grid-square record, Hakkâri, Muş, Turkey.

\* Corresponding author: [guray.uyar@hbv.edu.tr](mailto:guray.uyar@hbv.edu.tr)

© 2020 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Uyar G. Ünal M. Demir İ. 2020. Contributions to The Moss Flora of Muş and Hakkari Provinces in Turkey. *Anatolian Bryology*. 6:2, 97-104.



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

## 1. Giriş

Briyofitler, karasal bitkiler içerisinde hayat döngülerinde gametofitin hakim olduğu tek bitki grubudur (Goffinet ve Shaw, 2009). Dahası, ekolojik toleransları tohumlu bitkilerden oldukça farklıdır ve onların gelişemedikleri kuru ağaç kabukları ve çıplak kaya yüzeyleri gibi substratlar üzerinde de gelişebilirler. Bununla birlikte, briyofitler buldukları ortamın özelliklerini değiştirerek, tohumlu bitkilerin gelişebilecekleri yeni habitatlar da oluştururlar. Bu özelliklerinden dolayı likenlerle birlikte primer süksesyonda öncül bitkiler olarak rol almaktadırlar (Glime, 2009). Ülkemizde de şimdiye kadar yapılan briyofloristik çalışmalar sonucunda yaklaşık 1030 ( $\pm 191$  ciğerotu,  $\pm 835$  karayosunu,  $\pm 4$  boynuzsu ciğerotu) briyofit taksonun varlığı ortaya çıkartılmış olmasına rağmen, özellikle Türkiye'nin doğu ve güneydoğusunda çalışılmamış alanların çokluğu nedeniyle, Türkiye briyofit florası halen yazılmamıştır (Uyar ve Çetin, 2004; Kürschner ve Erdağ, 2005; Özenoğlu Kiremit ve Keçeli, 2009; Erdağ ve Kürschner, 2017). Bu çalışmanın amacı; biyolojik çeşitlilik açısından ülkemizin ve dünyanın önemli alanlarından olan Hakkâri ve Muş illerinin karayosunu floralarına katkı sağlamaktır. Şimdiye kadar çalışma alanına yakın bölgelerden birkaç briyofloristik çalışma yapılmış olsa da, bizim çalışma alanımızdan daha önce yabancı araştırmacıların dışında örnek toplayan yerli araştırmacının olmaması bizi bu bölgede çalışmaya teşvik etmiştir (Henderson, 1961; Henderson ve Prentice, 1969; Crundwell ve Nyholm, 1979).

### 1.1. Çalışma alanı

Ülkemizin güneydoğu kesiminde Irak ve İran'la sınır komşusu olan Hakkâri ili floristik olarak İran-Turan bitki coğrafyası bölgesine girmektedir. Ayrıca bu alan İran-Anadolu biyolojik çeşitlilik sıcak noktası içindedir. Alanda dağların birbirine oldukça yakın olmasından dolayı, derin vadiler ve kayalık alanlar çok miktarda yer almaktadır. Örneğin; Hakkâri ili sınırları içerisinde yer alan Derecik ilçesinin deniz seviyesinden yüksekliği 759 metre iken, Cilo Sat Göllerinin en yüksek noktası 4135 metredir. Dolayısı ile il bazında en düşük ve en yüksek noktalar arasında 3500 metre gibi devasa bir yükseklik farkı ortaya çıkmaktadır. Bu kısa mesafelerde oluşan yükselti farkı ile birlikte bölgede habitat çeşitliliği artmakta ve dolayısıyla bölgede tür zenginliğinde de bir artış yaşanmaktadır. Aynı durum vadi tabanlarından dağların zirvelerine doğru çıkıldıkça da görülebilmektedir. Bununla birlikte, bölgede dağların dik yamaçları, aşınım ve süpürme sonucu çoraklaşmış iken eğimin azaldığı yamaçlar,

orman, çalılık veya çayırlarla örtülüdür. Doğal orman sınırı 1800-2000 metreye kadardır. 2000-3000 metreler arası zengin çayırlık alanlardır. 3000 metreden sonra ise doğal bitki örtüsü ortadan kalkar. Seyrek olarak vadi boylarında ve özellikle dağların kuzey yamaçlarında başta meşe toplulukları olmak üzere ardıç, huş, kavak, söğüt, dişbudak gibi doğal seyrek ağaçları hariç tutarsak, genellikle ilin doğu, batı ve kuzey kesimlerinde hakim bitki topluluğu antropojen steptir. Ancak bölgenin güney kesimlerinde yer alan ve oldukça geniş bir alanı kaplayan Toroslar'ın belirli bölgelerinde dağlar arasına sıkışmış dar şeritler halinde sıcaklık isteği yüksek meşeler ve ardıçlardan oluşan kuru orman kalıntılarına rastlamak mümkündür (Günel, 2013). Hakkâri yöresinin genel olarak iklim özelliklerine bakıldığında ise; Doğu Anadolu'nun şiddetli karasal ikliminin bütün bileşenlerinin görüldüğü bir yöre olduğu ve bu bileşenlerin iklim elemanlarına yansıdığı görülmektedir. Bölgenin doğusuna ve kuzeydoğusuna doğru gidildikçe karasallığın şiddeti artmasına karşılık, güneydoğusuna gidildiğinde bu etki özellikle de alçak kesimlerde tedrici olarak azalmaktadır. Bölgenin denizlerden uzaklığı, yükseltisinin fazlalığı ve bunun yanında yaz ve kış devrelerinde farklı hava kütlelerinin tesiri altında kalması gibi sebeplerden dolayı, bölgede kışlar çok uzun şiddetli ve karlı, yaz mevsimi ise çok kısa ve oldukça sıcak geçmektedir. Hakkâri'nin ikliminde, enlem, bakı ve topografya şartlarıyla ilişkili olarak, kısa mesafelerde önemli değişiklikler de göze çarpar. İlde geniş alanları kaplayan dağlar, yüksek platolar ve bunların arasında uzanan depresyonlar, kısa mesafelerde birbirlerinden ayrılmaktadır. Bu arızalı rölyef ve yükselti farkından kaynaklanan yerel iklim tipleri ortaya çıkmıştır. İlin son 57 yılın aylara göre sıcaklık ortalamasına bakıldığında, Temmuz ayı ortalamasının 24,8°C (en yüksek); Ocak ayı ortalamasının da -4,6°C (en düşük) olduğu görülmektedir. Ayrıca yıllık yağış miktarı ise 600-1500 mm arasında kalmaktadır. Yağışın en fazla olduğu ay Nisan (126,9 mm) ayı iken, en düşük olduğu aylar ise Mart (120,3 mm) ve Şubat (105,1 mm) aylarıdır (URL1).

Çalışmamızın diğer örnek toplanan lokalitesi ise Muş ilidir. Ülkemizin Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Muş ilinin, konumu itibarıyla Erzurum, Ağrı, Bitlis, Bingöl, Diyarbakır ve Batman illeri ile sınırları bulunmaktadır. Bölge floristik olarak İran-Turan bitki coğrafyası bölgesine girmektedir. Ayrıca alan İran-Anadolu biyolojik çeşitlilik sıcak noktası içindedir. Alan ilin ortasında yer alan ve Muş Ovası adını alan, bir plato ile karakteristiktir. Bu platonun kuzeyinde ve güney kısımlarında

dağlık alanlar bulunmaktadır. Muş ilinin zeminini oluşturan ova ve platolar 1200-1700 metreler arasında değişen yükseltilere sahiptir. Dolayısı ile il bazında en düşük ve en yüksek noktalar arasında 1750 metre gibi yükseklik farkı ortaya çıkmaktadır. Muş Ovasının zengin antropojenik step formasyonunun başlıca türleri; geven (*Astagalus* sp.), çoban yastığı (*Acantholimon* sp.), kekik (*Thymus* sp.), yavşan otu (*Artemisia* sp.), kılıç otu (*Stipa* sp.), çakır dikenini (*Gundelia tournefortii*), çörek otu (*Nigella sativa*), gelincik (*Papaver* sp.), üçgül (*Trifolium* sp.), adaçayı (*Salvia* sp.), sığır kuyruğu (*Verbascum* sp.), üzerlik otu (*Peganum harmala*), brom otu (*Bromus* sp.), sorguç otu (*Stipa* sp.), üçgül (*Trifolium* sp.), deve dikenini (*Alhagi pseydhalagi*), baldıran (*Conium maculatum*), yonca (*Medicago* sp.), kanarya otu (*Senecio vernalis*), sarmaşık (*Convolvulus cantabricus*), bağa (*Plantago* sp.)'dır. Bu türler yağışlı devrede gelişerek çiçek açar, yağışların sona erdiği kurak devrede kuruyarak tohumlarını saçarlar (Günel, 2013).

Doğu Anadolu karasal ikliminin egemen olduğu Muş ilinde, kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazlar ılıman ve az yağışlıdır. Yıllık ortalama sıcaklık 9,7°C, en soğuk ay Ocak, en sıcak ay Temmuzdur. Yağış yönünden kış aylarında Akdeniz, yaz aylarında Doğu Anadolu ikliminin etkileri görülür. Merkez'de yıllık ortalama yağış miktarı 886,7 mm olup, bu değerle Muş ili yarı nemli bölge içinde kalmaktadır. En çok yağış Ocak ve Şubat, en az yağış Temmuz ve Ağustos aylarında düşer. Muş ilinde son 54 yılın, aylara göre en düşük (minimum) sıcaklığı -34,4 °C ile Şubat ayında, en yüksek sıcaklık 41,6 °C olarak Ağustos ayında görülmüştür (URL2).

## 2. Materyal ve Metod

Arazi çalışmalarımız bölgede vejetasyonun yeni uyandığı 2019 yılının Nisan ayından başlayarak, Temmuz ve Eylül ayları içerisinde devam etmiştir. Araştırma materyalleri Türkiye'nin güneydoğu bölgesindeki Hakkari ilinin Çukurca ve Derecik ilçelerinden ve ayrıca Türkiye'nin doğu bölgesindeki Muş ilinin Varto ve Merkez ilçelerinden toplanmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Lokalitelere ait veriler (LN: Lokalite Numarası)

L.N.	Şehir/İlçeler	Lokaliteler	Yükseklik (metre)	GPS Kaydı		Tarih
1	Hakkari- Şemdinli ile Derecik arası	Şelale Dinlenme Tesisleri	1165	37°16'38"N	44° 30'77"E	04.04.2019
2	Hakkari/Derecik	Derecik ilçesine giderken 19.km	1013	37°06'76"N	44°24'09"E	06.04.2019
3	Hakkari/ Çukurca	Susam kavurma ocağı çevresi	1513	37°18'12"N	43° 41'56"E	03.09.2019
4	Hakkari/Derecik	Samanlı köyü ile Derik köyü arası	883	37°034'70"N	44°24'62"E	05.04.2019
5	Hakkari/Derecik	Umurlu Köyünün Güneyi	1112	37°04'39"N	44°19'16"E	06.04.2019
6	Muş/Varto	Kumkiy köyü ile Derik kölü arası	1501	39°02'56"N	41°43'58"E	11.09.2019
7	Muş/Merkez	Üçevler köyüne doğru, Kurtik Dağı Yolu, Tünel Yakımları	2259	38°41'49"N	41°26'29"E	22.07.2019

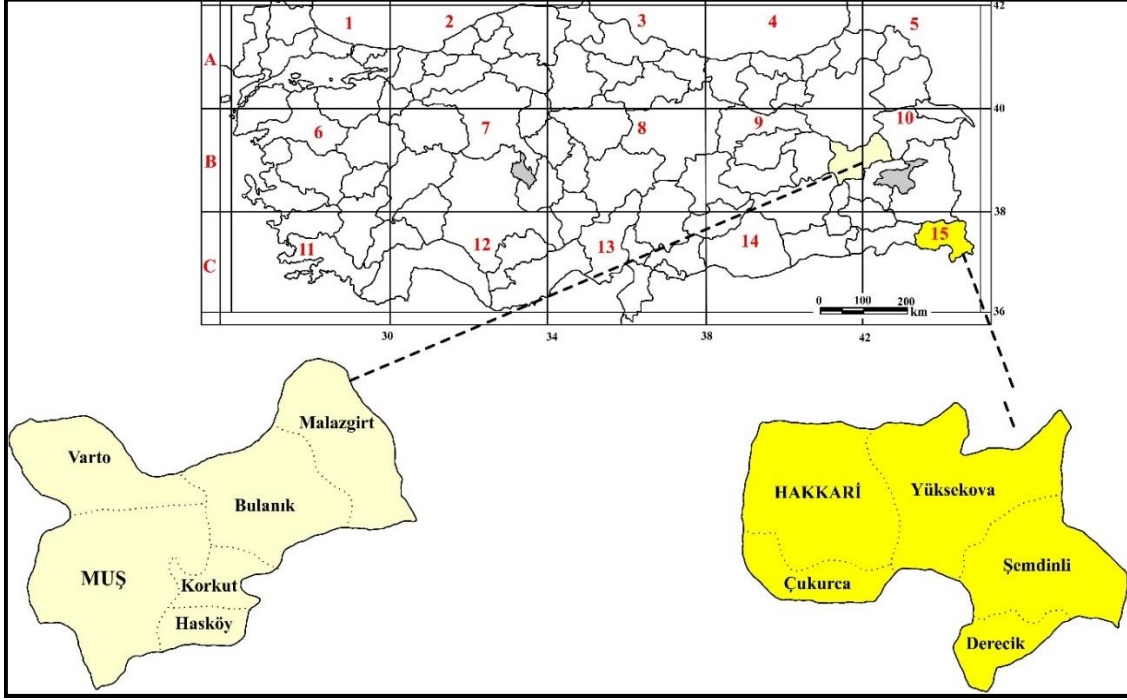
Örnekleme noktalarının seçiminde vejetasyon tipleri, deniz seviyesinden yükseklik, su ile olan ilişkileri, habitatın baskısı gibi ekolojik özellikler etkili olmuştur. Toplanan karayosunu örnekleri elde henüz yazılı bir Türkiye Briyofit Florası olmadığı için, örneklerin teşhislerinde temel olarak; İngiltere-İrlanda florası (Smith, 2004) ve diğer Avrupa ülkelerine ait floralar (Nyholm, 1986, 1989, 1993, 1998; Hedenäs, 1992; Pedrotti, 2001, 2006; Casas ve ark., 2006; Guerra ve ark., 2006; Brugués ve ark., 2007; Frey ve ark., 1995) kullanılmıştır. Bu floraların yanı sıra bazen *Grimmia* cinsi (Greven, 2003; Munoz, 1998), ve

Pottiaceae familyası (Zander, 1993) için oluşturulan revizyon ve monograflardan da yararlanılmıştır. Avrupa flora ve revizyonları ile teşhisinde güçlük çekilen örneklerde ise İsrail ve yakın bölgeleri (Heyn ve Herrnstadt, 2004) briyofit florası da kullanılmıştır.

Türkiye Karayosunları Florası için yeni kayıt durum değerlendirmeleri için ise Türkiye karayosunlarının kontrol listesi (Uyar ve Çetin, 2004), Türkiye Briyofitlerinin referans listesi (Kürschner ve Erdağ, 2005), Akdeniz bölgesi ülkelerinin karayosunları kontrol listesi (Ros ve

ark., 2013), Türkiye Bitkilerinin Listesi (Karayosunları) (Erdağ ve Kürschner, 2017) ve Türkiye briyofitleri için yayınlanmış yeni kayıtlar gözden geçirilerek karar verilmiştir. Kesin teşhisi yapılan örnekler 12,5 cm ebadında zarflar içerisinde muhafaza edilmek suretiyle Herbarium

örneği haline getirilip, UYAR'ın briyofit koleksiyonunda (Ankara-Polatlı) muhafaza edilmektedir. Henderson (1961) Türkiye Kareleme Sistemi'ne göre araştırma alanı Muş ili için B9 ve Hakkâri ili için C15 kareleri içerisinde yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Henderson (1961) kareleme sistemi ve çalışma alanının haritası

Teşhisleri yapılan örneklerin kare kayıt durumları B9 karesi için Alataş ve ark., (2014); Alataş ve Batan (2015; 2017); Alataş ve Ursavaş (2019) çalışmaları, C15 karesi için ise Hazer (2010) çalışmalarından yararlanılmıştır. Teşhis edilen taksonların sistematik olarak düzenlenmesinde Goffinet ve Shaw (2009), geçerli isim ve sinonim durumlarının tespitinde ise Ros vd. (2013) dikkate alınmıştır. Bitki listesinde, taksonların Türkiye'deki dağılımlarının yanı sıra, hayat formları, yaşam stratejileri ve toplandıkları ortamın nemlilik durumu, ışık ve asiditesi gibi ekolojik özellikleri de belirtilmiştir. Örneklerin toplandıkları ortamın nemlilik durumu, ışık ve asiditesi gibi ekolojik özelliklerinin tespitinde arazi gözlemlerinin yanı sıra Dierßen (2001)'den yararlanılmıştır. Teşhis edilen taksonların hayat formları, Hill vd.'ye (2007), yaşam stratejileri ise During (1979), Frey ve Kürschner (1991) ve Dierßen'e (2001) göre belirlenmiştir. Ayrıca Listede B9 karesi için yeni olan kayıtlar tek yıldızla (\*) ve C15 karesi için yeni kayıt olanlar ise artı (+) ile işaretlenmiştir.

### 3. Bulgular

Topladığımız karayosunu örneklerinin teşhis edilmesi sonucu, Henderson'un Türkiye Kareleme Sistemi'ne göre *Syntrichia virescens* (De Not.) Ochyra, *Ptychostomum pallens* (Sw.) J.R.Spence ve *Pseudephemerum nitidum* (Hedw.) Loeske türleri B9 (Muş) karesi için ve ayrıca *Grimmia dissimulata* E.Maier, *Pterygoneurum ovatum* (Hedw.) Dixon, *Syntrichia virescens* (De Not.) Ochyra, *Tortella inclinata* (R.Hedw.) Limpr, *Tortula subulata* (Hedw.) Schimp, *Bryum argenteum* Hedw., *Ptychostomum elegans* (Nees in Brid) Holyoak, *Ptychostomum capillare* (Hedw.) Holyoak & N. Pedersen ve *Philonotis calcarea* (Bruch & Schimp.) Schimp. türlerinin de C15 (Hakkâri) karesi için yeni kare kaydı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, floristik listedeki tüm taksonlar, onlarla ilgili bütün literatürlerin gözden geçirilmesi sonucu belirlenen, Türkiye dağılımları ve Avrupa için IUCN kategorileri, yaşam formları ve bazı ekolojik özelliklerine (asidite, nemlilik ve ışık) ait bilgilerle birlikte sunulmuştur (Dierßen, 2001; Hazer, 2010; Alataş ve ark., 2014; Alataş ve Batan, 2015; 2017; Alataş ve Ursavaş, 2019;

Ursavaş ve ark., 2020; Hodgetts ve Lockhart, 2020).

#### Floristik Liste:

**BRYOPHYTA** Schimp.

**Funariaceae** Schwägr.

**Funaria hygrometrica** Hedw. - Lokasyon: 4; *Quercus* sp. ormanı, orman kenarı, taş üzeri, *AHBV* 3902, Ekolojisi: Subnötrotfit; higrofit; sciofit, Hayat formu: Öbek, Yaşam stratejisi: Kaçıcı, Türkiye dağılımı: A1, A2, A3, A4, A5, B6, B7, B8, B10, C11, C12, C13, C14, C15, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

**Grimmiaceae** Arn.

+**Grimmia dissimulata** E.Maier - Lokasyon: 2; *Quercus* sp. ormanı, yol kenarı, taş üzeri, *AHBV* 3900, Ekolojisi: Subnötrotfit, kserofit, fotofit, Hayat formu: Yastık, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A2, A4, A5, B7, C11, C13, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

**Ditrichaceae** Limpr.

\***Pseudephemerum nitidum** (Hedw.) Loeske - Lokasyon: 7; step vejetasyonu, çeşme kenarı, taş üzeri, *AHBV* 3909, Ekolojisi: Asidofit, higrofit, sciofit, Hayat formu: Dağınık turf, Yaşam stratejisi: Tek yıllık mekik, Türkiye dağılımı: A1, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

**Pottiaceae** Schimp.

+**Pterygoneurum ovatum** (Hedw.) Dixon - Lokasyon: 1; *Quercus* sp. ormanı, yol kenarı, taş üzeri, *AHBV* 3898, Ekolojisi: Bazifit; kserofit; fotofit, Hayat formu: Dağınık turf, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A3, A4, A5, B6, B7, B8, B9, B10, C11, C12, C13, C14, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

+\***Syntrichia virescens** (De Not.) Ochyra - Lokasyon: 1, 5, 6; *Quercus* sp. ormanı içerisinde, taş üzeri, *AHBV* 3904, Ekolojisi: Subnötrotfit; kserofit; fotofit, Hayat formu: Turf, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A2, A4, B6, B7, C11, C13, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

+**Tortella inclinata** (R.Hedw.) Limpr -Lokasyon: 2; *Quercus* sp. ormanı, yol kenarı, taş üzeri, *AHBV* 3905, Ekolojisi: Bazifit; kserofit; fotofit, Hayat formu: Öbek, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A2, A3, A4, B6, C11, C12, C13, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

**Tortula muralis** Hedw. -Lokasyon: 1; *Quercus* sp. Ormanı kenarı taş üzeri, *AHBV* 3899, Ekolojisi: Subnötrotfit; mezofit; fotofit, Hayat formu: Turf, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A2, A3, A4, B6, B7, B8, B9, B10, C11, C12, C13, C14, C15, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

+**Tortula subulata** (Hedw.) Schimp. -Lokasyon: 4; *Quercus* sp. ormanı kenarı taşlık alan, taş üzeri, *AHBV* 3903, Ekolojisi: Subnötrotfit; kserofit; sciofit, Hayat formu: Öbek, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A2, A3, A4, B6, B7, B8, C11, C12, C13, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

**Bryaceae** Schwägr.

+**Bryum argenteum** Hedw. -Lokasyon: 4; *Quercus* sp. ormanı, yol kenarı, taş üzeri, *AHBV* 3906, Ekolojisi: Subnötrotfit, mezofit, fotofit, Hayat formu: Turf, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A2, A3, A4, A5, B6, B7, B8, B9, B10, C11, C12, C13, C14, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

+**Ptychostomum elegans** (Nees in Brid) Holyoak -Lokasyon: 3; Su kanalı içi, taş üzeri, *AHBV* 3901, Ekolojisi: Subnötrotfit, mezofit, fotofit, Hayat formu: Turf, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A2, A3, A4, B6, B8, C11, C12, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

+ **Ptychostomum capillare** (Hedw.) Holyoak & N. Pedersen -Lokasyon: 1; *Quercus* sp. ormanı, orman kenarı, taş üzeri, *AHBV* 3908, Ekolojisi: Subnötrotfit, mezofit, sciofit, Hayat formu: Turf, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A2, A3, A4, A5, B6, B7, B8, B9, B10, C11, C12, C13, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

**Ptychostomum imbricatum** (Müll. Hal.) Holyoak & N. Pedersen - Lokasyon: 7; step vejetasyonu, çeşme kenarı, taş üzeri, *AHBV* 3982, Ekolojisi: Subnötrotfit, mezofit, fotofit, Hayat formu: Turf, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A2, A3, A4, B6, B7, B8, B9, B10, C11, C12, C13, C14, C15, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

\***Ptychostomum pallens** (Sw.) J.R.Spence - Lokasyon: 7; step vejetasyonu, çeşme kenarı, taş üzeri, *AHBV* 3910, Ekolojisi: Asidofit, higrofit, sciofit, Hayat formu: Turf, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A2, A3, A4, B6, B10, C11, C12, C13, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

**Bartramiaceae** Schwägr.

+**Philonotis calcarea** (Bruch & Schimp.) Schimp. -Lokasyon: 3; su kanalı içi, taş üzeri, *AHBV* 3911, Ekolojisi: Bazifit, higrofit, fotofit, Hayat formu: Turf, Yaşam stratejisi: Uzun yaşamlı mekik, Türkiye dağılımı: A1, A2, A3, A4, A5, B6, B7, B9, B10, C11, C12, C13, Avrupa için tehlike kategorisi: NT.

**Orthotrichaceae** Arn.

**Orthotrichum cupulatum** Hoffm. ex Brid. var. **cupulatum** -Lokasyon: 2; *Quercus* sp. Ormanı kenarı, kaya üzeri, *AHBV* 3897, Ekolojisi:

Subnötrofit; mezofit; fotofit, Hayat formu: Turf, Yaşam stratejisi: Kolonist, Türkiye dağılımı: A1, A2, A5, B6, B7, B8, B9, B10, C11, C12, C13, C14, C15, Avrupa için tehlike kategorisi: LC.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Araştırma materyalleri 2019 yılının Nisan, Temmuz ve Eylül ayları içerisinde, Hakkari ilinin Çukurca ve Derecik ve Muş ilinin Varto ve Merkez ilçelerinden toplamda 7 lokaliteden toplanmıştır. Çalışma alanındaki briyofit taksonlarının büyük bir bölümünün turf hayat formu ve kolonist yaşam stratejisi göstermesi bölgenin genel itibarıyla karasal bir iklime sahip olması ile ilgilidir. Ayrıca arazi çalışmaları esnasında edinilen izlenimlere göre alandaki hakim vejetasyon antropojenik step olmakla birlikte bölgenin güney kesimlerinde Torosların uzantılarında dağlar arasına sıkışmış küçük topluluklar halinde meşe ve ardıç ağaçlarından oluşan orman kalıntılarında da rastlamak mümkündür. Bu dar habitatlardan toplanan örneklerden *Pseudephemerum nitidum* Romonya için nesli tehlike altında (EN) kategorisinde, Estonya için ise kolay zarar görebilir (VU) kategorisinde sınıflandırılmıştır. Ayrıca, şimdiye kadar bu türün Türkiye'den yalnızca A1 karesinden kaydı bilinmekteydi. Bu çalışma ile ilk kez B9 karesinden de kaydı verilmiş oldu. *Pterygoneurum ovatum* İrlanda için bölgesel yok olmuş (RE) kategorisinde iken, İzlanda, Büyük Britanya ve Slovenya için nesli tehlike altında (EN) kategorisinde, İsviçre, Sırbistan için ise kolay zarar görebilir (VU) kategorisinde, Hollanda için nesli kritik tehlikede (CR) kategorisinde ve ayrıca Almanya ve Lüksemburg için ise (NT) tehlikeye yakın kategoride sınıflandırılmıştır. Bununla birlikte, *Philonotis calcarea* Lüksemburg için nesli kritik tehlikede (CR) kategorisinde, Finlandiya, Kanarya Adaları, Almanya için nesli tehlike altında (EN), İsveç, Andorra, Sicilya ve Hollanda için ise (NT) tehlikeye yakın kategoride sınıflandırılmıştır. *Ptychostomum pallens* Kanarya Adaları için nesli tehlike altında (EN) kategorisinde, Macaristan için kolay zarar görebilir (VU) kategorisinde, Andorra için ise (NT) tehlikeye yakın kategoride sınıflandırılmıştır. *Syntrichia virescens* Norveç ve Bulgaristan için kolay zarar görebilir (VU) kategorisinde, Polonya için ise (R) nadir kategorisinde sınıflandırılmıştır. *Tortula subulata* Hollanda ve Maderia için kolay zarar görebilir (VU) kategorisinde sınıflandırılmıştır. *Tortella inclinata*, Büyük Britanya için nesli tehlike altında (EN) kategorisinde, Portekiz için kolay zarar görebilir (VU) kategorisinde iken, Finlandiya, Lüksemburg, Romanya, Hollanda ve Norveç için (NT) tehlikeye yakın kategoride

sınıflandırılmıştır. *Grimmia dissimulata* İrlanda ve Lüksemburg için kolay zarar görebilir (VU) kategorisinde sınıflandırılmıştır. (Hodgetts ve Lockhart, 2020). Bu verilerden de açıkça anlaşılacağı üzere, araştırma bölgesi birçok değerli karayosunu türü için önemli habitatlar bulundurmaktadır. Bu verilerin ışığında bizler, alanda briyofitler üzerine floristik araştırmaların daha da artması ve detaylandırılması gerektiğini düşünüyoruz.

#### Kaynaklar

- Alataş M. Batan N. Hazer Y. 2014. The Moss Flora of Elazığ-Sivrice (Turkey) Province. *Biological Diversity and Conservation*. 7: 2, 148-153.
- Alataş M. Batan N. 2015. The Moss Flora of Keban (Elazığ/Turkey) District. *Biological Diversity and Conservation*. 8: 2, 59-65.
- Alataş M. Batan N. 2017. The bryophyte flora of Baskil district (Elazığ/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*. 10: 1, 31-38.
- Alataş M. Ursavaş S. 2019. The bryophyte flora of Palu (Elazığ/Turkey) district. *Biological Diversity and Conservation*. 12: 1, 81-88.
- Brugués M. Cros R.M. Guerra J. 2007. Flora Briofítica Ibérica Volumen I, Sphagnales: Sphagnaceae, Andreaeales: Andreaeaceae, Polytrichales: Polytrichaceae, Tetraphidales: Tetraphidaceae, Buxbaumiales: Buxbaumiaceae, Diphysciales: Diphysciaceae, Universidad de Murcia, Sociedad Espanola de Briyologia. Murcia.
- Casas C. Brugués M. Cros R.M. Sergio C. 2006. Handbook of mosses of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Cortini Pedrotti C. 2001. Flora dei muschi d'Italia, Sphagnopsida, Andreaopsida, Bryopsida (I parte). ISBN: 88-7287-250-2, Antonio Delfino Editore Medicina-Scienze. pp. 817.
- Cortini Pedrotti C. 2006. Flora dei muschi d'Italia, Bryopsida (II parte). Roma: Antonia Delfino Editore. ISBN: 88-7287-370-3, Antonio Delfino Editore Medicina-Scienze. pp. 817-1235.
- Crundwell A.C. Nyholm E. 1979. Some Additions to The Bryophyte Flora of Turkey I. Hepaticae. *Journal of Bryology*. 10: 479-789.
- Dierßen K. 2001. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes Band 56. *Bryophytorum Bibliotheca*. Stuttgart.



- During H.J. 1979. Life Strategies of Bryophytes: A Preliminary Review. *Lindbergia*. 5: 2-18.
- Erdağ A. Kürschner H. 2017. Türkiye Bitkileri Listesi (Karayosunları). Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Bas. İstanbul.
- Frey W. Kürschner H. 1991. Lebensstrategien von terrestrischen Bryophyten in der Judäischen Wüste. *Botanica Acta*. 104: 172-182.
- Frey W. Frahm J.P. Fischer E. Lobin W. 1995. Kleine Kryptogamenflora, Band 4, Die Moos- und Farnpflanzen Europas. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Glime J. 2009. Bryophyte Ecology. Ebook sponsored by Michigan Technological University and The International Association of Bryologists. USA.
- Goffinet B. Shaw A.J. 2009. Bryophyte Biology, Second Edition. Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Cambridge.
- Greven H.C. 2003. Grimmiaceae of The World. Backhuys Publishers. Leiden.
- Guerra J. Cano M.J. Cros R.M. 2006. Flora Briofítica Iberica Volumen 3, Pottiales: Pottiaceae, Encalyptales: Encalyptaceae, Universidad de Murcia, Sociedad Española de Briología. Murcia.
- Günel N. 2013. Türkiye’de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri. *Acta Turcica*. 1: 1-22.
- Hazer Y. 2010. Son Literatür ve Herbarium Verilerine Göre Türkiye Karayosunlarının Floristik Dağılımı ve Elektronik Veri Tabanının Oluşturulması. Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Zonguldak.
- Henderson D.M. 1961. Contribution to the Bryophyte Flora of Turkey, IV. Notes from Royal Botanic Garden Edinburgh. 23: 263-278.
- Henderson D.M. Prentice H.T. 1969. Contributions to The Bryophyte Flora of Turkey VIII. Notes From Royal Botanic Garden Edinburgh. 29: 235-262.
- Hedenäs L. 1992. Flora of Maderian Pleurocarpous Mosses (Isobryales, Hypnobryales, Hookeriales), Bryophytorum Bibliotheca, Band 44, J. Cramer. Stuttgart.
- Heyn C.C. Herrstadt I. 2004. The Bryophyte Flora of Israel and Adjacent Regions. The Israel Academy of Sciences and Humanities. Jerusalem. pp. 719.
- Hill M.O. Preston C.D. Bosanquet S.D.S. Roy D.B. 2007. Bryophytes, 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. Lockhart N. 2020. Checklist and country status of European bryophytes-update 2020. *Irish Wildlife Manuals*, No: 123. National Parks and Wildlife Service, Department of Culture, Heritage and the Gaeltacht. Ireland.
- Kürschner H. Erdağ A. 2005. Bryophytes of Turkey: An Annotated Reference List of the Species with Synonyms from the recent literature and an annotated list of Turkish bryological literature. *Turkish Journal of Botany*. 29: 95-154.
- Munoz, J. (1998). A Taxonomic Revision of *Grimmia* Subgenus *Orthogrimmia* (Musci, Grimmiaceae). *Annals of The Missouri Botanical Garden*. 85: 3, 367-403.
- Nyholm E. 1986. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 1. Fissidentaceae – Seligeriaceae, The Nordic Bryological Society. Lund.
- Nyholm E. 1989. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 2. Pottiaceae – Splachnaceae – Schistostegaceae, The Nordic Bryological Society. Lund.
- Nyholm E. 1993. Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fasc. 3. Bryaceae – Rhodobryaceae – Mniaceae – Cinclidiaceae – Plagiomniaceae, 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, The Nordic Bryological Society. Lund.
- Özenoğlu Kiremit H. Keçeli T. 2009. An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Turkey. *Cryptogamie Bryologie*. 30: 343-356.
- Ros R.M. Mazimpaka V. Abou-Salama U. Aleffi M. Blockeel T.L. Brugués M. Cros R.M. Dia M.G. Dirkse G.M. Draper I. ve ark. 2013. Mosses of the Mediterranean, an annotated checklist. *Cryptogam Bryol*. 34: 2, 99-283.
- Smith A.J.E. 2004. The Moss Flora of Britain and Ireland. Second Edition, Cambridge University Press. Cambridge.
- URL1. 2020. Hakkari ili iklim verileri Website: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler->

- [istatistik.aspx?m=HAKKARI](#)). [Erişim: 02 Temmuz 2020].
- URL2. 2020. Muş ili iklim verileri Website: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MUS>). [Erişim: 02 Temmuz 2020].
- Uyar G. Çetin B. 2004. A New Check-List of The Mosses of Turkey. *Journal of Bryology*. 26: 203-220.
- Uyar G. Ören M. Ezer T. Gözcü M.C. 2018. The genus *Pseudephemerum* and *Schistidium confusum* newly reported from Turkey and Soutwestern Asia. *Cryptogamie Bryologie*. 39: 1, 55-60.
- Ursavaş S. Keçeli T. Uyar G. Ören M. 2020. *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*, DOI: 10.1080/11263504.2020.1762778
- Zander R.H. 1993. Genera of The Pottiaceae: Mosses of Harsh Enviroments.: Bulletin of the Buffalo Society of Naturel Sciences 32. Newyork.






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

DOI: 10.26672/anatolianbryology.746243

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

## Evaluation of Fungicidal Potential of Some Moss Extracts on Phytopathogenic Fungus “*Fusarium Solani*”

Roghaieh ASADBOLAND<sup>1</sup> , AliReza IRANBAKHSH<sup>1\*</sup> , MohammadReza ESLAHI<sup>2</sup> , Saeed SHIRZADIAN<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Department of Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, IRAN

<sup>2</sup>Plant Protection Department, Khuzestan Agriculture and Natural Resource Research and Education Center (AREEO), Ahvaz, IRAN

<sup>3</sup>Department of Botany, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, IRAN

Received: 01 June 2020

Revised: 08 August 2020

Accepted: 15 August 2020

### Abstract

Mosses are a group of non-vascular plants containing sources of secondary metabolites with anti-cancer, anti-microbial, and antifungal properties. This study aimed to evaluate the antifungal potential of the different extracts (ethanolic, methanolic and acetonic extracts) of mosses, collected from Iran against the phytopathogenic fungi *Fusarium solani* (IRAN 11C), by the twofold serial dilution method. The used extract concentrations percentage were: 100, 50, 25, 12.5, 6.25 and 3.125%. The results indicated that, by increasing the concentration of extracts, the antifungal activities also increased, and the radial growth of test fungi was reduced. Ethanolic extracts in particular showed the best antifungal activities with significant inhibition on the growth of test fungi at the highest and lowest concentrations.

**Keywords:** Mosses, Extract, Antifungal effects, Minimum inhibitory concentration.

## Bazı Karayosunu Ekstraktlarının Fitopatogenik Mantar “*Fusarium Solani*” Üzerindeki Mantar Öldürücü Potansiyelinin Değerlendirilmesi

### Öz

Karayosunları, anti-kanser, anti-mikrobiyal ve antifungal özelliklere sahip ikincil metabolizma kaynakları içeren bir grup vasküler olmayan bitkidir. Bu çalışmanın amacı, İran'dan toplanan karayosunlarının farklı ekstraktların (etanolik, metanolik ve asetonik ekstraktlar) antifungal potansiyelini, fitopatogenik mantarlar *Fusarium solani*'ye (IRAN 11C), Hastalığa yol açan ve buğdayın kök çürümesine karşı değerlendirmektir. İki katlı seri seyreltme yönteminde kullanılan ekstrakt konsantrasyonları yüzdesi: %100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125 idi. Sonuçlar, ekstraktların konsantrasyonunu arttırarak antifungal aktivitelerin de arttığını ve test mantarlarının radyal büyümesinin azaldığını gösterdi. Özellikle etanolik ekstraktlar, en yüksek ve en düşük konsantrasyonlarda test mantarlarının büyümesinde önemli bir inhibisyon ile en iyi antifungal aktiviteyi gösterdi.

**Anahtar kelimeler:** Karayosunları, Ekstrakt, Antifungal etkiler, Minimum inhibitör konsantrasyonu.

\* Corresponding author: [iranbakhsh@iau.ac.ir](mailto:iranbakhsh@iau.ac.ir)

© 2020 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Asadboland R. Iranbakhsh A. Eslahi M. Shirzadian S. 2020. Evaluation of fungicidal potential of some moss extracts on phytopathogenic fungus “*Fusarium solani*”. *Anatolian Bryology*. 6:2, 105-111.



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

## 1. Introduction

Bryophytes are the largest group of land plants after the Angiosperms and are placed between algae and ferns (Asakawa, 2007). This group comprises three categories: Bryophyta (mosses), Marchantiophyta (liverworts), and Anthoceroophyta (hornworts) varies between 15000 and 20000 species known in the world (Goffinet and Shaw, 2009). The small size and biomass of these plants have made them ignored for extensive uses. The most important properties that helped the bryophytes to maintain their position in today's flora, is their content of bioactive compositions. They are used for pharmaceutical, horticultural, household purposes (Glime and Saxena, 1991). Due to the growing concern about the infection increase caused by antibiotic-resistant microorganisms, attention to these plants with antimicrobial activity has become increasingly important in recent years. The antimicrobial activity of various bryophytes was studied in detail by Banerjee (2001). Deora et al. (2007) studied three bryophytes such *Plagiochasma articulatum* Kashyap, *Anthoceros longii* Steph., *Fissiden bryoides* Hedw. for their antibiotic effect on *Agrobacterium tumefaciens*.

Shirzadian et al. (2009) investigated different extracts of 23 species of bryophytes including 21 species of mosses and two species of liverworts on seven pathogenic fungi and observed that, ethanolic extract of six species of mosses namely *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Smith, *Philontis marchica* (Hedw.) Brid., *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst., *Bryum pallens* (Brid.) Sw., *Haplocladium* sp., *Plagimnium rugicum*, and two species of liverworts, namely *Pellia epiphylla* (L.) Corda and

*Dumortiera hirsuta* (Sw.) Nees had the most spectrum of antifungal effects.

Alam (2013) examined the effects of the ethanol, methanol, and chloroform extracts of *Hyophila rosea* Williams against three fungal species, namely, *Aspergillus flavus*, *Alternaria alternate*, and *Phytophthora infestans*, and observed that, all the three extracts showed significant inhibition against tested microorganism in comparison with the commercial fungicide Bifonazol.

Deora and Suhalka (2016) also evaluated the fungicidal potential of moss *Philonotis revolute* Bosch. & Lac. against a fungus *Helminthosporium turcicum*.

The main purpose of the present study is to evaluate the antifungal effects of ethanolic, methanolic and acetic extracts of some mosses from Khuzestan province of Iran and determine their minimum inhibitory concentration (MIC) on the phytopathogenic fungus *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Plant material

Samples of regarding plants were collected from their locations [Chelo Andika and Sheyvand (Khuzestan, Iran)] in spring (2018) and identified by the help of some taxonomic monographs such Smith (2004) and Kürschner (2006, 2007, 2008) (Table 1). After collection of the plant samples, they were kept in the refrigerator (+4 °C) and processed to obtain their extracts.

**Table 1.** List of collected samples of mosses along with their related data

No.	Taxa	Locality	Coordinates	Altitude (m)
1	<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	Chelo, Andika	49 68 70 E 32 40 47 N	600
2	<i>Cinclidotus riparius</i> .	Chelo, Andika	49 68 70 E 32 40 47 N	600
3	<i>Oxyrrhynchium hians</i>	Sheyvand waterfall, Izeh	50 19 31 E 31 36 32 N	550
4	<i>Oxystegus tenuirostris</i>	Chelo, Andika	49 68 70 E 32 40 47 N	600
5	<i>Palustriella commutata</i>	Sheyvand waterfall, Izeh	50 19 31 E 31 36 32 N	550
6	<i>Platyhypnidium riparioides</i>	Sheyvand waterfall, Izeh	50 19 31 E 31 36 32 N	550
7	<i>Syntrichia ruralis</i>	Sheyvand waterfall, Izeh	50 19 31 E 31 36 32 N	550
8	<i>Tortula muralis</i>	Sheyvand waterfall, Izeh	50 19 31 E 31 36 32 N	550

## 2.2. Preparation of the extract

Moss specimens were transferred to the lab and washed with water to remove soil particles. One gram of plant material per repetition was finely ground with a pestle and mortar. The extract was prepared using 10 ml of ethanol 96 % (Merck), methanol 80 % (Merck), and acetone 80 % (Merck). The suspensions were kept in a refrigerator for 24 hours and then centrifuged (2500 rpm, 30 min) (Banerjee and Sen, 1979) These extracts were used as 100 per cent crude extract, then serially diluted by distilled water to provide different concentrations from 100 – 3.125 %.

## 2.3. Test organism

The pure culture of test fungi *Fusarium solani* (Mart.) Sacc (IRAN 11C) was obtained from the Department of Pathology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

## 2.4. Minimum Inhibitory Concentration (MIC)

The minimum inhibitory concentration (MIC) of the moss extracts was examined on Potato Dextrose Agar (PDA). The used extract concentrations (100, 50, 25, 12.5, 6.25 and 3.125 %) were added to PDA (at 45 °C) and then the resulting media were poured in petri dishes (8 cm in diameter). Ethanol 96 %, methanol 80 % and acetone 80 % were added to the medium in control plates. Then, inoculum discs (5 mm in diameter) from seven days growing cultures of *F. solani* placed in the middle of petri plates containing PDA and extracts. Each treatment was examined on three plates as repetition which were incubated in 27 °C. After seven days (when the fungus overgrows on control plates), the radial growth of *F. solani* was recorded for each plate. The percentage of fungal growth inhibition was calculated as in Pandey formula (Pandey et al., 1982).

Growth inhibition % = [(growth in control – growth in sample)/growth in control] × 100

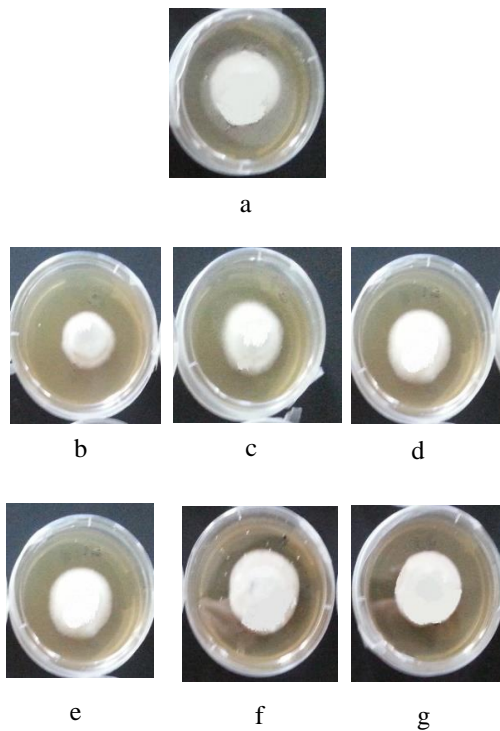
The values reported for MIC were the lowest concentrations of extracts on which the fungus grew a little after seven days.

## 2.5. Statistical analysis

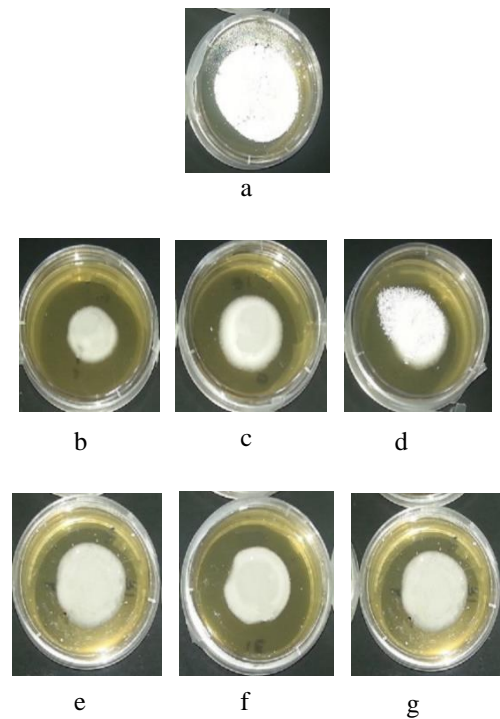
The data of the two parameters (concentration and moss extract) were statistically analyzed using SAS 9.2 program with Completely Randomized Block (CRB). Inhibition of radial growth was examined using analysis of variance (ANOVA) and the means were compared by Duncan test.

## 3. Findings

Different doses (100, 50, 25, 12.5, 6.25 and 3.125 %) of the extracts from eight mosses were tested against *F. solani* to determine their antifungal activity *in vitro* tests (Figures 1–2). The results of analysis of variance showed that all tested extracts caused inhibition in the growth of fungi. Furthermore, the data analysis revealed the differences between the extracts and dosages, and their interaction was significant ( $p < 0.01$ ). The results indicated that, by increasing the concentration of extracts, the antifungal activities also increase (Tables 2–3). The comparison of means showed that, maximum inhibition of *F. solani* growth was found at the highest doses which were followed by other concentrations 50, 25, 12.5, 6.25, and 3.125 % of the moss extracts, as compared to control, showed the least inhibition on fungus growth. The ethanolic extract of *Oxystegus tenuirostris* at highest dose (100%) was the most effective in decreasing fungus growth (49.66 %) followed by acetic extract of *Syntrichia ruralis* (32.66 %), methanolic extract of *Tortula muralis* (30.33 %) and ethanolic extract of *Cinclidotus riparius* (29.66 %). The growth inhibition of *O. tenuirostris* varies from 49.66 to 8 % in various concentrations. The lowest effect of inhibitory fungus growth at highest concentration (100 %) is related to *Oxyrrhynchium hians* (10.33 %). In the lowest concentration (3.125 %) of various extracts, the maximum inhibition of fungus growth was obtained by *Cinclidotus fontinaloides* (10.33 %) and *O. tenuirostris* (8 %). Among methanolic and acetic extracts, *T. muralis* and *S. ruralis*, indicate the highest effect on the tested fungus respectively 30.33 % and 32.66 % in high concentration (100 %). The MIC for all the extracts against the microorganisms in the study was in the range of 3.125 % to 6.25 % except for *S. ruralis* which was 0.25 %.



**Figure 1.** Mycelium growth of *F. solani* on PDA in the control (a), 100 (b), 50 (c), 25 (d), 12.5 (e), 6.25 (f), 3.125 (g) percent concentration of ethanolic extract of *Cinclidotus riparius*.



**Figure 2.** Mycelium growth of *F. solani* on PDA in the control (a), 100 (b), 50 (c), 25 (d), 12.5 (e), 6.25 (f), 3.125 (g) percent concentration of ethanolic extract of *Oxystegus tenuirostris*.

**Table 2.** ANOVA table for the effect of different concentrations of moss extracts on inhibition of *F. solani* growth.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F value	Pr>F
Extract	9	3633.646181	403.738465	1313.86	<.0001
Concentration	5	7887.647569	1577.529514	5133.66	<.0001
Extract * Concentration	45	3203.585069	71.19.779	231.67	<.0001
Error	120	36.87500	0.30729		
Total	179	14761.75382			
CV		4.997171			

**Table 3.** Percent of inhibition growth of *F. solani* by different concentrations of moss extracts on PDA and MIC.

Extract	Mosses	Concentration %						MIC
		100%	50%	25%	12.5%	6.25%	3.125%	
Ethanolic	<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	14.66 f	10.33 d	10.33 c	10.33 b	10.33 a	10.33 a	3.125%
	<i>Cinclidotus riparius</i>	29.66 c	24.05 a	20.33 a	14.66 a	10.33 a	4.66 bcd	3.125%
	<i>Oxystegus tenuirostris</i>	49.66 a	24.66 a	20.33 a	14.66 a	10.33 a	8.00 ab	3.125%
	<i>Palustriella commutate</i>	14.66 f	10.33 d	66 d4.	4.66 d	4.66 c	0.00 d	6.25%

	<i>Platyhypnidium riparioides</i>	24.66 d	14.66 b	10.33 c	5.00 cd	5.00 bc	5.00 bc	3.125%
Methanolic	<i>Cinclidotus riparius</i>	20.66 e	14.33 b	14.33 b	10.33 b	10.33 a	3.33 cd	3.125%
	<i>Oxyrrhynchium hians</i>	10.33 g	04.66 e	4.66 d	4.66 d	4.66 c	4.66 bcd	3.125%
	<i>Tortula muralis</i>	30.33 c	14.66 b	10.00 c	4.66 d	4.66 c	4.66 bcd	3.125%
Acetonic	<i>Cinclidotus riparius</i>	15.66 f	10.66 d	5.66 d	5.66 c	5.66 b	5.66 bc	3.125%
	<i>Syntrichia ruralis</i>	32.66 b	12.66 c	5.33 d	0.00 e	0.00 d	0.00 d	25%

\*Within each column having the same letters are not significantly different (Duncan  $p < 0.01$ ).

#### 4. Results and Discussion

The observations showed that, ethanolic extract was more effective on fungus growth. This finding was similar to the one obtained Deora and Guhil (2014). They assessed the antifungal potential of moss *Bryum argentum* and *B. cellulare* in various concentrations from 10-100 % against the phytopathogenic fungi *Curvularia lunata*, the causal organism of leaf spot of *Zea mays*. They reported that, the ethanolic extract of *B. argentum* had a strong antifungal activity with significant inhibition on the growth of *Curvularia lunata*. They also found that, the radial growth and fresh weight of test fungi was significantly decreased in response to all concentrations ranging between 10–100 %.

Veljic et al. (2008) showed that, the methanol extract of *P. commutata* possessed an acceptable antifungal activity with a MIC 2.5–5.0 mg/ml against *Aspergillus niger*, *A. ochraceus*, *A. versicolor*, *A. flavus*, *Penicillium funiculosum*, *Trichoderma viride*, and *Candida albicans*.

Latinovic et al. (2019) evaluated antifungal activity of *C. fontinaloides* in three dosages 5  $\mu$ L, 10  $\mu$ L and 15  $\mu$ L to suppress mycelial growth of certain fungal plant pathogens *Botryosphaeria dothidea* and *Calosphaeria* sp. and indicated that extract of *C. fontinaloides* exhibited no inhibitory activity no matter the dosage applied. Also, in the present study, ethanolic extract of *C. fontinaloides* showed no significant different inhibition to different concentrations.

Colak et al. (2011) used four different extracts (ethyl alcohol, methyl alcohol, chloroform and acetone) of *P. riparioides*, *Leucodon sciuroides*, *Hypnum cupressiforme*, *Homalothecium sericeum*, and *Anomodon viticulosus* against eight bacterial and

fungus strains. They observed that, ethanol extracts of *P. riparioides* had inhibition effect against *Saccharomyces cerevisiae*.

Tedela et al. (2014) looked into the antimicrobial effects of acetonic, ethanolic, methanolic and hexanic extracts of *Calymperes erosum* and *Bryum coronatum* at the concentrations of 0.625, 1.25, 2.50 and 5.00 mg/ml against 20 clinically important bacteria pathogens. The MIC of the extracts of *C. erosum* were between  $<0.625$  and  $>5.0$  mg/ml. They also reported that, ethanolic extract had relatively higher activity among the extracts following acetone and *Bryum coronatum* extracts. Alam et al. (2011) investigated the fungi toxicity and growth inhibition of the aqueous extract of *Dumortiera hirsuta* in 13 concentrations (50–700 ppm) against seven postharvest phytopathogens and found that spore germination of all phytopathogens completely inhibited by the *Dumortiera* extract within the ranging between 400–550 ppm concentrations.

In this study acetonic extract of *S. ruralis* had the lowest antifungal activity with a MIC 25 %. The literature data about the antimicrobial effects of some mosses are negligible and need more attention. Elibol et al. (2011) indicated that, acetonic extract of *S. ruralis* had not antifungal effect against *Saccharomyces cerevisiae*.

The above-mentioned study indicates that, although all tested concentrations may have a deterrent effect, the lowest tested concentration does not necessarily mean the minimum inhibitory concentration and upward intermediate concentrations often have a more acceptable inhibitory effect. The bryophyte extracts made ready in various solvents were effective in the reduction of the fungal growth as they possess different secondary metabolites that

acting as antifungal agents. The activity of various solvent extracts was in the order of ethanolic>methanolic>acetic as the bioactive compounds are more soluble in organic solvents.

The possible reason behind this might be the multitudinous solubility of various plant metabolites in different solvents, in which the differential antifungal activity was observed. The manner of action of these plant extracts probably include some cellular modifications (e.g. destruction of cytoplasm and malformations in cell wall structure) and finally affects all over growth of hyphae and subsequent mycelia (Sharma, 2008).

Numerous environmental troubles are resulted in the intensive use of commercial fungicides in agriculture, whereas the natural plant-derived products for agriculture have less impact on the environment. These findings can conform the infrastructure for latter research to plan an optimized preparation of moss extracts to further evaluation them against a wider range of fungal strains. The possible antifungal components can be extracted at mass scale by using the advanced techniques (e.g. tissue culture) so that they can be eco-friendly used for controlling of phytopathogens.

#### References

- Alam A. 2013. Antifungal efficacy of *Hyophila rosea* (Bryophyta: Pottiaceae). Mycopath. 11: 1, 15-17.
- Alam A. Tripathi A. Behera K. K. Vats S. Sharma V. 2011. In vitro antifungal efficacies of aqueous extract of *Dumortiera hirsute* (Schwaegr.) Nees against sporulation and growth of postharvest phytopathogenic fungi. Archive for Bryology. 103: 1-9.
- Asakawa Y. 2007. Biologically active compounds from bryophytes. Pure and Applied Chemistry. 79: 4, 557-580.
- Banerjee R.D. 2001. Antimicrobial activities of bryophytes: A Review. In: Nath V, Asthana AK. (eds.), Perspectives in Indian Bryology. Bishen Singh Mahendra Pal Singh Publisher. Dehradun.
- Banerjee R.D. Sen P. 1979. Antibiotic activity of bryophytes. The Bryologist. 84: 141-149.
- Çolak E. Kara R. Ezer T. Yuvalı Çelik G. Elibol B. 2011. Investigation of antimicrobial activity of some Turkish pleurocarpic mosses. African Journal of Biotechnology. 10: 60, 12905-12908.
- Deora G.S. Bhati D. 2007. Antibiotic effects of certain bryophytes on *Agrobacterium tumefaciens*. Pure and Applied Microbiology. 1: 2, 215-519.
- Deora G.S. Guhil N. 2014. Bryophytes: A potent tool for controlling some fungal diseases of crop plants. International Journal of Pharmaceutical Science Invention. 3: 6, 21-26.
- Deora G.S. Suhalka D. 2016. Phytochemical composition and fungicidal potential of moss *Philonotis revolute* against spore germination process of fungus *Helminthosporium Turcicum*. IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences. 11: 6, 38-43.
- Elibol B. Ezer T. Kara R. Çelik G.Y. Çolak E. 2011. Antifungal and antibacterial effects of some acrocarpic mosses. African Journal of Biotechnology. 10: 6, 986- 989.
- Glime J. M. Saxena D.K. 1991. Uses of Bryophytes. Today's and Tommorrow's Printers and Publisher. New Delhi.
- Goffinet B. Shaw A.J. 2009. Bryophyte Biology. Cambridge University Press. London.
- Kürschner H. 2006. A key to the pleurocarpic mosses (Bryophytina p. p.) of the Near and Middle East towards a bryophyte flora of the Near and Middle East, 5.- Nova Hedwigia. 83: 353-386.
- Kürschner H. 2007. A key to the Pottiaceae (Bryopsida - Bryophytina) of the Near and Middle East towards a bryophyte flora of the Near and Middle East, 6.- Nova Hedwigia. 84: 21-50.
- Kürschner H. 2008. A key to the acrocarpic mosses (Bryophytina p. p., excl. Pottiaceae) of the Near and Middle East. towards a bryophyte flora of the Near and Middle East, 7.- Nova Hedwigia 86: 43-103.
- Latinovic N. Sabovljevic M.S. Vujicic M. Latinovic J. Sabovljevic A. 2019. Growth suppression of plant pathogenic fungi using Bryophyte extracts. Bioscience Journal. 35: 1213-1219.
- Mekuria T. Blaeser P. Steiner U. Frahm J.P. 1999. Effects of Moss extracts against phytopathogenic fungi in *W. laux* (ed.) 51 Deutsche Pflanzenschutz-Tagung 5-8, Halle/Saale Mitt. BBA. 357: 167-168.
- Pandey D.K. Trpathi N.N. Tripathi R.D. Dixit S.N. 1982. Fungitoxic and phytotoxic properties of the essential oil of *H. suaveolens*. Zeit. Pflanzenschutz. 89: 344-349.



- Sharma N. Tripathi A. 2008. Integrated management of post-harvest *Fusarium* rot of *Gladiolus* corms using hot water, UV-C and *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. essential oil. *Postharvest Biology and Technology*. 47: 246-254.
- Shirzadian S. Afsharia Azad H. Khalghani J. 2009. Introductory study of antifungal activities of bryophyte extracts. *Iranian Journal of Plant Pest Diseases*. 77: 1-22.
- Smith A.J.E. 2004. *The Moss Flora of British and Ireland*. Cambridge University Press. London.
- Tedela P.O. Adebisi A.O. Aremu A. David O.M. 2014. In Vitro Antibacterial Activity of Two Mosses: *Calymperes erosum* C. Muell and *Bryum coronatum* Schwaegr from South-Western Nigeria. *Journal of Biology and Life Science*. 5: 9, 77-84.
- Veljic M. Tarbuk M. Marin P.D. Ciric A. Sokovic M. Marin M. 2008. Antimicrobial activity of methanol extracts of mosses. *Pharmaceutical Biology*. 46: 871-875.



## Antimicrobial Properties and Chemical Composition of the Essential Oil of *Leucobryum glaucum* (Leucobryaceae)

Gonca ÇELİK<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Karadeniz Technical University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Trabzon, TURKEY

Received: 01 May 2020

Revised: 17 May 2020

Accepted: 09 June 2020

### Abstract

In this study, a detailed study of the essential oil from *Leucobryum glaucum* (Hedw.) Angstr. was evaluated by gas chromatography/flame ionization detector (GC/FID) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) methods as well as screened for antibacterial activities of the essential oil and solvent extracts (*n*-hexane and methanol). According to the results, a total of 47 compounds were detected, among which thujopsadiene (35.5%) and  $\beta$ -curcumene (25.4%) were the main components. In the second part of this study, the essential oil and solvent extracts were tested for its antimicrobial activity against 9 microorganisms with minimal-inhibitory-concentration (MIC) values in the range 61-4235  $\mu$ g / mL.

**Keywords:** *Leucobryum glaucum*, Essential oil, Solvent extract, GC-FID/MS, Antimicrobial activity

## *Leucobryum glaucum* (Leucobryaceae)'un Uçucu Yağının Kimyasal Bileşimi ve Antimikrobiyal Özellikleri

### Öz

Bu çalışmada, *Leucobryum glaucum* (Hedw.) Angstr.'nin uçucu yağının detaylı çalışması gaz kromatografisi/ alev iyonlaştırma dedektörü (GC/FID) ve gaz kromatografisi/ kütle spektrometresi ile değerlendirildi hem de uçucu yağ ve çözücü ekstraktlarının (*n*-hekzan ve metanol) antimikrobiyal aktivitesi incelendi. Sonuçlara göre, thujopsadien (%35,5) ve  $\beta$ -curcumen (%25,4) başlıca bileşenler olmak üzere toplamda 47 bileşik belirlendi. Çalışmanın ikinci kısmında ise uçucu yağ ve çözücü ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi 9 mikroorganizmaya karşı minimum-inhibisyon-konsantrasyonu (MİK) değerleri 61-4235  $\mu$ g / mL aralığında test edildi.

**Anahtar kelimeler:** *Leucobryum glaucum*, Uçucu yağ, Çözücü ekstraktı, GC-FID/MS, Antimikrobiyal aktivite

\* Corresponding author: [mavi\\_gnc@hotmail.com](mailto:mavi_gnc@hotmail.com)

© 2020 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Çelik G. 2020. Antimicrobial Properties and Chemical Composition of the Essential Oil of *Leucobryum glaucum* (Leucobryaceae). *Anatolian Bryology*. 6:2, 112-118.



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

## 1. Introduction

Bryophytes, which are separated into three classes: Bryophyta (mosses), Marchantiophyta or Hepaticae (liverworts), and Anthocerotophyta (hornworts), consist of 25,000 species of mosses (Bryophyta) in the wide-spread in almost every part of our world (Saritas et al., 2001; Pannequin et al., 2017).

The species of *Leucobryum glaucum* (Hedw.) Angstr. related to the *Leucobryaceae* family (Bryophytes). The mosses of the genus *Leucobryum* is represented by 2 taxa, in Turkey. Many species from Bryophytes were used in folk medicine for various purposes in the world. In fact, besides its use as pharmacological activities, and for its antibacterial, antitumor, antiseptic, anticoagulant, insect antifeedant, nerve protecting, and cytotoxic qualities, providing at the same time (Boyom et al., 2003; Li and Zhao, 2009; Tosun et al., 2015). Additionally, previous studies have reported that the members of mosses have rich content including terpenoids, phenolics, glycosides, fatty acids, and the same rare aromatic compounds (Zeinsmeister and Mues, 1987; Zeinsmeister, et al., 1991; Jockovic et al., 2008; Sabovljević et al., 2009; Sabovljević et al., 2010). Recent phytochemical researches revealed that the dominant chemical essential oil components of mosses were aldehydes, terpenes, and aliphatic and aromatic compounds (Üçüncü et al., 2010; Cansu et al., 2013; Tosun et al., 2014). In contrast studies on the volatile composition and essential oil of mosses are still incompletely known (Tosun et al., 2015; Valarezo et al., 2018).

Our study represents the first and significant addition to solve the importance of the chemical composition of essential oil and antimicrobial activities of essential oil and solvent extracts in mosses in Turkey. Due to this, this paper aimed to identify the essential oil composition of *L. glaucum* and essential oil and solvent extracts (*n*-hexane and methanol) antimicrobial activities were investigated.

## 2. Material and Method

### 2.1. Sample collection

*L. glaucum* was collected from Ordu-Turkey (altitude: 1560-1700 m) in September 2013. The mosses were identifications immediately after collection. Voucher specimen diagnosed (Uyar and Çetin, 2004; Fedosov and Ignatova, 2009;) by Assoc. Prof. Dr. Nevzat BATAN and deposited in the Herbarium of the Department of Biology (KTUB: 1609), Faculty of Science, Karadeniz Technical University, Turkey. Plant material

cleaned to remove any residual compost, dried under the shadow, and stored in an air-tight container until use and grounded before use.

### 2.2. Isolation of essential oil

The essential oil of *L. glaucum* was obtained from the air-dried above the ground part of the moss (85 g) by hydrodistillation in a Clevenger-type apparatus with a cooling bath (-15 °C) system (3 h) [yields: 0.05% (w/w)]. The obtained oils were dissolved in HPLC grade *n*-hexane (0.5 mL), dried over anhydrous sodium sulfate and stored at 4 °C in a sealed brown vial. Two µL of the essential oil was directly injected into the GC-FID/MS instrument.

### 2.3. Solvent (hexane and methanol) extracts

Air-dried grounded whole part of *L. glaucum* (10 g, each) extracted with *n*-hexane and methanol to give 0.035 g and 0.675 g extracts, respectively.

### 2.4. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-FID/MS)

GC analysis performed using a gas chromatography device (Shimadzu GC 2010 Plus, Kyoto, Japan) attached to a mass selective detector (Shimadzu QP2010 Ultra, Kyoto, Japan) according to the previously described method (Renda et al., 2016). The separation was carried out using a Restek Rxi-5MS capillary column (Bellefonte, PA, USA) 60 m length, 0.25 mm i.d. and a 0.25 µm phase thickness in split mode. The carrier gas was helium (99.99%) at a constant flow rate of 1 mL/min. Detection was implemented in electronic impact mode (EI); ionization voltage was fixed at 70 eV, scan mode (40-450 *m/z*) was used for mass acquisition.

Volatile compounds were compared to their retention index (RIs) (relative to C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub> *n*-alkane standards) for identification (Adams, 2004). Mass spectral data were compared to those held in the FFNSC1.2 and W9N11 library of mass spectra (Bicchi et al., 2008; Kahriman et al., 2011; Özgenç et al., 2017). The sample was analyzed and the mean reported.

### 2.5. Antimicrobial activity

All tested microorganisms were obtained from the Refik Saydam Hifzissihha Institute (Ankara, Turkey). These were *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Yersinia pseudotuberculosis* (ATCC 911), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 43288), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Bacillus cereus* (709 Roma), *Mycobacterium smegmatis* (ATCC 607), *Candida albicans* (ATCC 60193), *Candida tropicalis* (ATCC 13803) and

*Saccharomyces cerevisiae* (RSKK 251). The essential oil was dissolved in *n*-hexane (84.700 µg/mL) and solvent extracts were dissolved in dimethyl-sulphoxide (99.0%) (DMSO) to prepare extract solution within the range of 19.700-150.200 µg/mL. The screening results are shown in Table 2.

## 2.6. Agar dilution MIC assay

The antimicrobial effects of the essential oil, *n*-hexane, and methanol extracts were tested quantitatively in respective broth media by using the agar well diffusion method, and the minimal inhibition concentration (MIC) values (µg/mL) were examined and used in our previous work (Ahmad et al., 1998; Villanova, 1999; Tosun et al., 2014). The antibacterial and antifungal assays were performed in Mueller-Hinton broth (MH) (Difco, Detroit, MI) at pH 7.3 and buffered Yeast Nitrogen Base (Difco, Detroit, MI) at pH 7.0, respectively. The microdilution test plates were incubated for 18-24 h at 35 °C. Brain Heart Infusion broth (BHI) (Difco, Detroit, MI) was used for *M. smegmatis*, and incubated for 48-72 h at 35 °C (Wood et al., 2003). The MIC was defined as the lowest concentration that showed no growth. Ampicillin (10,000 µg/mL), streptomycin (10,000 µg/mL), and fluconazole (2,000 µg/mL) were used as a standard antibacterial and antifungal drug, respectively. Dimethyl-sulfoxide (DMSO) with a dilution of 1:10 was used as solvent control.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Chemical composition

The essential oil *L. glaucum* (aerial parts) was obtained by hydrodistillation producing a yellow colored essential oil in the range of 0.05% (w/w). The combination of the essential oil of *L. glaucum* was identified by GC-FID and GC-MS and the components were determined by the association of their linear retention indices rates (against C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub> *n*-alkanes on Restek Rxi-5MS capillary column) and mass spectra under identical experimental conditions (Table 1) (Üçüncü et al., 2010; Kahrman et al., 2011; Cansu et al., 2013; Tosun et al., 2015; Renda et al., 2016; Özgenç et al., 2017). The chemical components of the essential oil were grouped into nine classes, which were terpene/terpenoids (monoterpene hydrocarbon, oxygenated monoterpene, sesquiterpene hydrocarbons, oxygenated sesquiterpenes), aliphatic hydrocarbons, aldehydes, ketones, alcohols, and other in Table 1. The chemical profile explained that essential oil contained 47 specific constituents, which accounted for 98.6% of the total amount. *L. glaucum* essential oil was

included 1 monoterpene hydrocarbon (0.1%), 1 oxygenated monoterpene (0.1%), 15 sesquiterpene hydrocarbons (73.6%), and 9 oxygenated sesquiterpenes (19.5%). These chemical class variations of the mosses could be connected to the climatic conditions and environmental agents for example, ecospecies, location, season, soil properties, age of the plant, and extraction techniques (Tosun et al., 2015).

Looking at the consequences of the essential oil of *L. glaucum*, four of the most abundant components of this moss were thujopsadiene (31; 35.5%),  $\beta$ -curcumene (36; 25.4%), cedrol (43; 7.6%) and cis-isolongifolene (44; 5.0%). The chemical components of the essential oil of *L. glaucum* presented in this study were parallel and different following previous reports (Cansu et al., 2013; Sim-Sim et al., 2017; Valarezo, et al., 2018). For example, it was reported that essential oils of the mosses, was rich in monoterpene hydrocarbons ( $\alpha$ - and  $\beta$ -pinene, camphene, *p*-cymene, myrecene, limonene,  $\alpha$ -terpinene, and camphor) and aldehydes (n-heptanal, n-octanal, n-nonanal, 2(*E*),4(*E*)-decadienal, 2(*E*),4(*Z*)-decadienal, n-tetradecanal, benzaldehyde, and benzene acetaldehyde) with high percentages (Shaw and Goffinet, 2000; Adams, 2004; Özdemir et al., 2009; Tosun et al., 2014). Similarly, Üçüncü et al. presented of the essential oils of mosses *Tortula muralis* Hedw., *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H. Rob., *Hypnum cupressiforme* Hedw. and *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. from Turkey were rich in aliphatic and aromatic aldehydes: n-heptanal, n-nonanal, 2(*E*),4(*E*)-decadienal, benzaldehyde, phenylacetaldehyde, aliphatic alcohols: n-octanol, 1-octen-3-ol, and hydrocarbons: C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub>, saturated, mono- and di- unsaturated (Üçüncü et al., 2010). In the essential oil of mosses species from Ecuador, ninety-four constituents were identified, the major components were epizonarene (8.7%) and  $\alpha$ -selinene (6.7%) in the oil of *Breutelia tomentosa*,  $\beta$ -selinene (13.5%) and  $\alpha$ -selinene (10.5%) in the oil of *Leptodontium viticulosoides*, selina-3,11-dien-6- $\alpha$ -ol (19.7%) and curcuphenol (10.6%) in the oil of *Macromitrium perreflexum*, epi- $\alpha$ -muurulol (15.1%) and  $\alpha$ -cadinol (12.5%) in the oil of *Campylopus richardii*,  $\alpha$ -cadinol (36.8%) and  $\alpha$ -santalene (8.4%) in the oil of *Rhacocarpus purpurascens*, and phytol (21.7%) and valerenol (10.1%) in the oil of *Thuidium peruvianum* (Valarezo et al., 2018). Our results are in agreement which reported that aldehydes (3.8%), among which hexanal (1; 1.2%) were the important constituent in the essential oils of *L. glaucum*. In contrast to the previously reported,

our analysis of the essential oil of *L. glaucum* in Turkey found that sesquiterpene hydrocarbons and oxygenated sesquiterpenes were the

dominant class (Özdemir et al., 2009; Üçüncü et al., 2010; Cansu et al., 2013; Tosun et al., 2014; Tosun et al., 2015).

**Table 1.** Essential oil compounds identified from *L. glaucum*.

A				
No	Compounds	Area <sup>b</sup> (%)	Exp.RI <sup>a</sup>	Ident.LRI
1	Hexanal	1.2	817	802
2	Heptan-2-one	0.1	900	892
4	Heptanal	0.2	909	902
5	2( <i>E</i> )-Heptenal	0.1	962	959
6	1-Octene-3-ol	0.2	982	979
7	3-Octanone	0.1	990	984
8	2-Amylfuran	0.3	996	991
9	Octanal	0.2	1006	999
10	$\alpha$ -Terpinene	0.1	1010	1017
11	Benzene acetaldehyde	0.1	1050	1042
12	2( <i>E</i> )-Octenal	0.1	1062	1055
13	Octanol	0.2	1071	1068
14	Nonanal	1.2	1106	1101
15	2( <i>E</i> )-Nonenal	0.1	1163	1162
16	Decanal	0.1	1208	1202
17	2( <i>E</i> )-Decenal	0.1	1265	1264
18	2( <i>E</i> ),4( <i>Z</i> )-Decadienal	0.1	1298	1293
19	Tridecane <sup>c</sup>	0.1	1300	1300
20	Undecanal	0.1	1310	1307
21	2( <i>E</i> ),4( <i>E</i> )-Decadienal	0.2	1321	1317
22	Bicycloelemene	1.6	1348	1333
23	Eugenol	0.1	1361	1359
24	$\beta$ -Bourbonene	0.2	1390	1388
25	Tetradecane <sup>c</sup>	0.5	1403	1400
26	Longifolene	0.2	1411	1408
27	( <i>E</i> )-Caryophyllene	0.4	1422	1419
28	$\beta$ -Ylangene	3.7	1429	1421
29	$\beta$ -Copaene	0.1	1436	1432
30	$\gamma$ -Elemene	1.4	1440	1437
31	Thujopsadiene	35.5	1472	1468
32	$\gamma$ -Gurjunene	1.0	1481	1477
33	$\beta$ -Selinene	0.6	1493	1490
34	Valencene	1.6	1499	1496
35	( <i>E</i> )- $\beta$ -Guaiene	1.6	1508	1503
36	$\beta$ -Curcumene	25.4	1522	1516
37	Selina-3,7(11)-diene	0.1	1550	1547
38	Germacrene B	0.2	1563	1561
39	Ledol	0.3	1573	1569
40	Spathulenol	0.5	1579	1578
41	Caryophyllene oxide	3.8	1589	1583
42	Viridiflorol	0.5	1602	1593
43	Cedrol	7.6	1609	1601
44	cis-Isolongifolene	5.0	1617	1613
45	$\beta$ -Eudesmol	1.4	1643	1651
46	Valerianol	0.1	1666	1658
47	Longifolol	0.3	1718	1715
<b>Constituents</b>				
Monoterpene hydrocarbon		0.1		
Oxygenated monoterpene		0.1		
Sesquiterpene hydrocarbons		73.6		

Oxygenated sesquiterpenes	19.5
Aliphatic hydrocarbons	0.6
Aldehydes	3.8
Ketones	0.2
Alcohols	0.4
Other	0.3
<b>Total</b>	<b>98.6</b>

<sup>a</sup>RI calculated from retention times relative to those of n-alkanes (C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>) on the same methyl silicone capillary column.

<sup>b</sup>Percentages obtained by FID peak-area normalization.

<sup>c</sup>Identified by authentic samples.

**A:** *Leucobryum glaucum*

### 3.2. Antimicrobial activity

The antimicrobial activities of the essential oil and solvent extracts (*n*-hexane and methanol) of *L. glaucum* were examined using minimal-inhibitory-concentration (MIC) values with different microorganisms (strains of bacteria, yeast, and fungi), which are listed in Table 2 (Barry et al., 1999; Woods et al., 2003; Tosun et al., 2015). All analyzed examples moderate to low antibacterial activity against all ten microorganisms with the MIC values varied from 61 µg/mL to 4235 µg/mL. Table 2 shows that, essential oil and solvent extracts (*n*-hexane and methanol) from *L. glaucum* no antimicrobial activities against Gram-negative bacteria (*Escherichia coli*, *Yersinia pseudotuberculosis*,

and *Pseudomonas aeruginosa*). In general, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Candida albicans*, and *Saccharomyces cerevisiae* (Gram-positive bacteria, acido-resistant mycobacterium, and yeast-like fungi) were selective microorganisms to the essential oil and solvent extracts (*n*-hexane and methanol) of *L. glaucum*. In addition, if compared to that of all studied samples, the hexane extract of *L. glaucum* exhibited good antibacterial activity (61-985 µg/mL). The highest bioactivity was detected against *Mycobacterium smegmatis* with MIC values (61-405 µg/mL).

**Table 2.** Screening for the antimicrobial activity of the essential oil and solvent extracts of *L. glaucum*.

Samples	Stock Sol. µg/mL	Microorganisms and minimal inhibition concentration (MIC, µg/mL)									
		Ec	Yp	Pa	Ef	Li	Sa	Bc	Ms	Ca	Sc
Essential oil	84.700	-	-	-	-	-	4235	2117	405	4235	4235
Methanol ext.	150.200	-	-	-	-	-	938	469	117	469	234
Hexane ext.	19.700	-	-	-	-	-	123	61	61	985	985
Amp.	10	10	18	>128	10	10	35	15			
Strep.	10								4		
Flu	5									<8	<8

**Ec:** *Escherichia coli* (ATCC 25922), **Yp:** *Yersinia pseudotuberculosis* (ATCC 911), **Pa:** *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), **Sa:** *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), **Ef:** *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), **Li:** *Listeria monocytogenes* (ATCC 43251), **Bc:** *Bacillus cereus* (709 Roma), **Ms:** *Mycobacterium smegmatis* (ATCC607), **Ca:** *Candida albicans* (ATCC 60193), **Sc:** *Saccharomyces cerevisiae* (RSKK 251), **Amp.:** Ampicillin, **Strep.:** Streptomycin, **Flu.:** Fluconazole, —: no activity of test concentrations.

### Acknowledgments

The author is grateful to Professor Şengül Alpay Karaoğlu (Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Science, Department of Biology) for the help in the antimicrobial activity test. We also thank Associate Professor Nevzat Batan (Karadeniz Technical University, Maça Vocational School) for the help in diagnose of the species. The author acknowledges the financial support from The Scientific and

Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) with Project 113Z228.

### References

- Adams R.P. 2004. Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. Carol Stream, IL: Allured Publication.
- Ahmad I. Mehmood Z. Mohammad F. 1998. Screening of some Indian medicinal

- plants for their antimicrobial properties. *Journal of Ethnopharmacology*. 62: 183-193.
- Barry A.L. Craig W.A. Nadler H. Reller L.B. Sander C.C. Swenson J.M. 1999. Methods for Determining Bactericidal Activity of antimicrobial Agents. Approved Guideline, NCCLS. 19: 1-29.
- Bicchi C. Cordero C. Liberto E. Sgorbini B. Rubiolo P. 2008. Headspace sampling of the volatile fraction of vegetable matrices. *Journal of Chromatography A*. 1184: 220-233.
- Boyom F.F. Ngouana V. Amvam Zollo P.H. Menut C. Bessiere J.M. Gut J. Rosenthal P.J. 2003. Composition and anti-plasmodial activities of essential oils from some Cameroonian medicinal plants. *Phytochem*. 64: 1269-1275.
- Cansu T.B. Yaylı B. Özdemir T. Batan N. Alpay Karaoğlu Ş. Yaylı N. 2013. Antimicrobial activity and chemical composition of mosses (*Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. and *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwägr) growing in Turkey. *Turkish Journal of Chemistry*. 37: 213-219.
- Fedosov V.E. Ignatova E.A. 2009. *Tortella Densa* (Pottiaceae, Bryophyta) in Russia. *Arctoa*. 18: 189-194.
- Jockovic N. Andrade P.B. Valentão P. Sabovljevic M. 2008. HPLC-DAD of phenolics in bryophytes *Lunularia cruciata*, *Brachytheciastrum velutinum* and *Kindbergia praelonga*. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 73: 1161-1167.
- Kahriman N. Tosun G. Terzioglu S. Alpay Karaoğlu Ş. Yaylı N. 2011. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils from the Flower, Leaf, and Stem of *Senecio pandurifolius*. *Record of Natural Products*. 5: 82-91.
- Li L. Zhao J. 2009. Determination of the Volatile Composition of *Rhodobryum giganteum* (Schwaegr.) Par. (Bryaceae) using Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC/ MS). *Molecules*. 14: 2195-2201.
- Özdemir T. Yaylı N. Cansu T.B. Volga C. Yaylı N. 2009. Essential Oils in Mosses (*Brachythecium salebrosum*, *Eurhynchium pulchellum*, and *Plagiomnium undulatum*) Grown in Turkey. *Asian Journal of Chemistry*. 21: 5505-5509.
- Özgenç Ö. Durmaz S. Çelik G. Korkmaz B. Yaylı N. 2017. Comparative phytochemical analysis of volatile organic compounds by SPME-GC-FID/MS from six coniferous and nine deciduous tree bark species grown in Turkey. *South African Journal of Botany*. 113: 23-28.
- Pannequin A. Tintaru A. Desjobert J.M. Costa J. Muselli A. 2017. New advances in the volatile metabolites of *Frullania tamarisci*. *Flavour and Fragrance Journal*. 32: 409-418.
- Renda G. Tosun G. Yaylı N. 2016. SPME GC/MS Analysis of Three *Ornithogalum L.* species from Turkey. *Records of Natural Products*. 10: 497-502.
- Sabovljević A. Sabovljevic M. Jockovic N. 2009. *In vitro* culture and secondary metabolite isolation in Bryophytes. In: Mohan Jain S and Saxena PK (eds) *Methods in Molecular Biology: Protocols for in vitro cultures and secondary metabolite analysis of aromatic and medicinal plants*. Humana Press. 547: 117-128.
- Sabovljević A. Sokovic M. Glamočlija J. Ćirić A. Vujičić M. Pejin B. Sabovljević M. 2010. Comparison of extract bio-activities of *in-situ* and *in-vitro* grown selected bryophyte species. *African Journal of Microbiology Research*. 4: 808-812.
- Shaw A.J. Goffinet B. 2000. *Bryophyte Biology*. Cambridge University Press, UK.
- Saritas Y. Sonwa M.M. Iznaguen H. König W.A. Muhle H. Mues R. 2001. Volatile constituents in mosses (Musci). *Phytochemistry*. 57: 443-457.
- Sim-Sim M. Abreu M. Garcia C. Sergio C. Figueiredo C. 2017. Essential Oil Composition of Two *Sphagnum* Species Grown in Portugal and their *In-Vitro* Culture Establishment. *Natural Product Communications*. 12: 1307-1310.
- Tosun G. Yaylı B. Özdemir T. Batan N. Yaylı N. Alpay Karaoğlu Ş. 2014. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils from *Tortella inclinata* var. *Densa*, *T. tortusa* and *Pleurochaete squarrosa*. *Asian Journal of Chemistry*. 26: 2001-2004.
- 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. Record of Natural Products. 9: 237-242.
- Uyar G. Çetin B. 2004. A new check-list of the mosses of Turkey. Journal of Bryology. 26: 203-220.
- Üçüncü O. Cansu T.B. Özdemir T. Alpay Karaoğlu Ş. Yaylı N. 2010. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of mosses (*Tortula muralis* Hedw., *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H. Rob., *Hypnum cupressiforme* Hedw., and *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb.) from Turkey. Turkish Journal of Chemistry. 34: 825-834.
- Valarezo E. Vidal V. Calva J. Jaramillo S.P. Febres J.D. Benitez A. 2018. Essential Oil Constituents of Mosses Species from Ecuador. Teop. 21: 189-197.
- Villanova P.A. 1999. Methods for Determining Bactericidal Activity of Antimicrobial Agents; Approved Guideline. NCCLS, M26-A, Vol. 19.
- Woods G.L. Brown-Elliott B.A. Desmond E.P. Hall G.S. Heifets L. Pfyffer G.E. Ridderhof J.C. Jr. Wallace R.J. Warren N.C. Witebsky F.G. 2003. Susceptibility testing of mycobacteria, nocardiae, and other aerobic actinomycetes; Approved Standard. NCCLS document, M24-A, Vol. 23.
- Zinsmeister H.D. Becker H. Eicher T. 1991. Bryophytes, a source of biologically active, naturally occurring material. Angewandte Chemie International Edition in English. 30, 130-147.
- Zinsmeister H.D. Mues R. 1987. Moose as reservoir remarkable sekundärer. Ingredients GIT Mag. Lab. 31: 499-512.





## 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)

Demet ÖZKİR<sup>1\*</sup> , Tülay EZER<sup>2,3</sup> 

<sup>1</sup>Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Arts & Sciences, Department of Chemistry, Niğde  
TURKEY

<sup>2</sup>Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Arts & Sciences, Department of Biology, Niğde, TURKEY

<sup>3</sup>Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture,  
Niğde, TURKEY

Received: 10 July 2020

Revised: 30 September 2020

Accepted: 09 October 2020

### Abstract

The most important aspect of this study is that the effect of *Hypnum cupressiforme* Hedw. which is a bryophyte species as a “green inhibitor” on the corrosion behavior of mild steel in 1.0 M HCl solution at 298 K is being examined for the first time. The inhibitory effect of moss extract was investigated applying the electrochemical impedance spectroscopy (EIS) technique. Nyquist diagrams were performed by EIS to examine the variation of the different concentrations of the extract with some immersion-time parameters. Also, the surface charge of the metal in terms of the inhibition mechanism was determined by the EIS technique and as a result, it was found that the protonated inhibitor molecules were adsorbed directly onto the metal surface. The surface morphology studies of working electrodes were performed using field emission scanning electron microscope (FESEM) and optical metal microscopy techniques. Electrochemical tests and surface analysis studies support each other.

**Keywords:** Bryophyte, *Hypnum cupressiforme*, Green inhibitor, Acidic corrosion, EIS.

### Uzun Süreli İmpedans Testleri ile Asidik Çözeltideki Yumuşak Çeliğin Korozyonuna Yeni Bir İnhibitör Yaklaşımı: *Hypnum cupressiforme* (Bryophyta) için Yeni Bir Uygulama Alanı

#### Öz

Bu çalışmanın en önemli yönü, 298 K’de 1,0 M HCl çözeltisindeki yumuşak çeliğin korozyon davranışına, bir briyofit türü olan *Hypnum cupressiforme* Hedw.’nin “yeşil inhibitör” olarak etkisinin ilk kez inceleniyor olmasıdır. Karayosunu ekstraktının inhibitör etkisi, elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS) tekniği uygulanarak araştırılmıştır. Ekstrakt’ın farklı derişimlerinin bazı zaman parametreleriyle değişimini incelemek amacıyla, EIS ile Nyquist diyagramları oluşturulmuştur. Ayrıca, EIS tekniği ile metalin inhibisyon mekanizması açısından yüzey yükü belirlenmiş ve bunun sonucunda, protonlanmış inhibitör moleküllerinin doğrudan metal yüzeyine adsorplandığı bulunmuştur. Çalışma elektrotlarının yüzey morfoloği incelemeleri alan emisyonlu taramalı elektron mikroskobu (FESEM) ve optik metal mikroskobu teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elektrokimyasal deneylerle, yüzey analizi çalışmaları birbirini destekler niteliktedir.

**Anahtar kelimeler:** Briyofit, *Hypnum cupressiforme*, Yeşil inhibitör, Asidik korozyon, EIS.

\* Corresponding author: [dozkir@ohu.edu.tr](mailto:dozkir@ohu.edu.tr)

© 2020 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: 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.



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

## 1. Introduction

Metallic materials undergo structural degradation called “corrosion” as a result of their interaction both electrochemically and chemically with their environment (Allaoui et al., 2017; Fang et al., 2019). Corrosion is a phenomenon that harms life from industry until it reaches homes (Xu et al., 2013). Since corrosion cannot be virtually eliminated in industrial and many areas, inhibiting and deceleration of corrosion have been their central focuses. In acidic solutions, the application of inhibitors is one of the most common and most influential methods used to protect metals against corrosion. Different organic compounds containing heteroatoms in their structure were synthesized and used as inhibitors on various metal surfaces (Emregül and Hayvalı, 2006; Özkır and Çıfıbaşı, 2017; Özkır, 2018, 2019). Also, synthetic organic and inorganic inhibitors are also used to prevent corrosion, but their utilization is restricted due to their toxic effects on the environment. For this reason, the trend towards environmentally friendly corrosion inhibitors called “green” is the majority instead of using toxic and harmful chemicals in recent years (Abakedi et al., 2016; Dar, 2011; Oguzie, 2008; Singh et al., 2016).

As a “green” word, it is a branch of technology and science that uses environmentally friendly chemicals and reduces the application of environmentally hazardous materials. Recently, scientists working in the field of corrosion science have drawn attention to the green synthesis of organic inhibitors using techniques such as the ultrasound and microwave method (Aljuhani et al., 2018; Ameta et al., 2015). Besides, different plant extracts (Abdel-Gaber et al., 2006; Alibakhshi et al., 2018) attract researchers for the development of green corrosion inhibitors. Plants are unique assets that turn solar energy into a source of life through photosynthesis. Photosynthesis is a phenomenon that cleans the water, soil and air in the environment (Sheldon, 2016). It is also the raw material of many fruits and vegetables that we use in our daily lives. The use of corrosion inhibitors obtained from plant extracts among all green compounds is important because it is harmless to human health and is of interest for to low environmental toxicity. If we compare the synthetic corrosion inhibitors with the corrosion inhibitors obtained from the plant extract, those obtained from the plant extract are less costly and obtaining is shorter and easier than the inhibitors obtained by synthesizing (Mo et al., 2016; Fang et al., 2019).

To use plant-derived compounds as corrosion inhibitors, it is first necessary to understand the mechanisms to reduce the corrosion rate. Aromatic compounds generally found in their structure have high inhibitory properties and electrochemical activity. The mechanisms of action of plants as corrosion inhibitors are generally as follows: They perform their functions either by adsorbing molecules and ions on the metallic material or by reducing the reaction rate in the cathodic/anodic region or by increasing the electrical resistance of the metal surface (Dar, 2011; Houbairi et al., 2013; Al-Senani, 2016).

Bryophytes, the ancestors of land plants, are spread all over the world from the equator to the poles. The first bryophytes which are probably liverworts most likely appeared in the Ordovician period, about 450 million years ago (Delwiche and Cooper, 2015) and today they have could been still able to survive. Despite its primitive structures, bryophytes have many adaptive features for adaptation to terrestrial life. One of these adaptive features is the biosynthesis of secondary metabolites which are enormously diverse in the bryophytes against environmental stress (biotic or abiotic). The secondary metabolites of the bryophytes such as terpenoids, phenolic compounds, alkaloids are a defense against the competition, microbial attack and, insect or animal predation. Moreover, these metabolites are also important in UV protection, drought tolerance, and freezing survival (Xie and Lou, 2009).

Several studies have reported the successful use of plant extracts containing secondary metabolites as green corrosion inhibitors to inhibit the corrosion of metals in an acidic and alkaline environment (Rani and Basu, 2012; El Ouariachi et al., 2010; Abiola et al., 2007; Okafor et al., 2005; El-Etre, 2003; Ebenso and Ekpe, 1996). In these studies, higher vascular plants were used as plant material. In this context, no published studies on bryophytes which are non-vascular earliest land plants have been encountered as plant material. Therefore, the present study aimed to indicate the usability of bryophytes as green inhibitors against corrosion and revealing their anti-corrosion effects.

The present study is especially important for the first time by testing a corrosion inhibitor of cosmopolitan moss species *Hypnum cupressiforme* in Turkey. For this purpose, it was aimed to investigate the effect of moss extract as an inhibitor on the corrosion of mild steel in 1.0 M HCl solution. It is focused to find out by

calculating some thermodynamic parameters with which the adsorption isotherm that this green inhibitor is adsorbed on the mild steel surface by electrochemical tests at different concentrations. As a result of all these studies, it has been discussed that the environmentally friendly extract, which is not harmful and toxic, is an application-oriented and highly effective inhibitor.

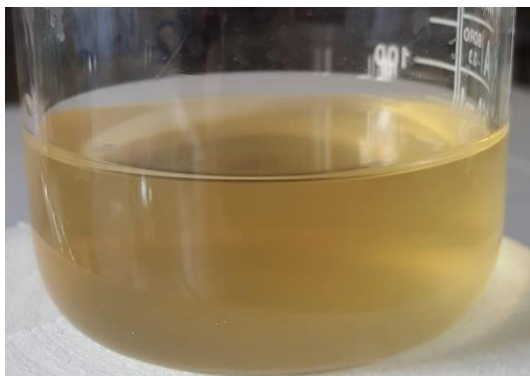
## 2. Materials and Methods

### 2.1. Plant material

The plant material was collected from Adana-Aladağ, Başpınar highplateau, 1014 m, 37°33' N, 35°24' E, on rock in July 2019 and identified using relevant literature (Smith, 2004; Cortini Pedrotti, 2006).

### 2.2. Preparation of extract solutions

Distilled water and HCl with analytical grade were used in all test solutions prepared for application in electrochemical experiments. The moss specimens were firstly cleaned from the grounded parts of its roots. Later, *H. cupressiforme* specimens were dried to prepare the stock solution of moss extract in an oven for approximately 2 h at 80 °C and the moss specimens were powdered in a pestle. Powdered 7 g of the moss specimens were weighed and 250 mL distilled water was added and refluxed for 24 h. The refluxed solution was filtered and the extracted one was light yellow colored (Figure 1).



**Figure 1.** Filtered and evaporated moss extract

The concentration of the stock moss solution studied was 0.202% (w/v). Other concentrations were prepared by dilution of the stock solution. The concentration of the stock solution was determined by evaporation of 50 mL of the moss solution and weighed the residue. Electrochemical measurements were performed in 1.0 M HCl solution to provide electrolyte medium.

### 2.3. Electrodes and electrochemical tests

Mild steel with the following percentage composition (wt.%) such as 0.08400% C, 0.01100% P, 0.06030% Cr, 0.00222% Nb, 0.07890% Ni, 0.01100% V, 0.01040% Mo, 0.21700% Cu, 0.01900% S, 0.40900% Mn, 0.01620% Sn, 0.10200% Si, 0.00198% Co and 98.977% Fe was used as the working electrode. The electrodes were inserted in a cylindrical mold containing polyester and the surface area 0.5024 cm<sup>2</sup> of electrodes were exposed to the aggressive medium. The surfaces of the working electrodes were polished with 150 and 600 grids of abrasive paper before each electrochemical test. The electrodes' surfaces were cleaned with acetone and distilled water and allowed to dry at ambient temperature. Three conventional electrode techniques were used for all electrochemical experiments. The first of them is mild steel used as the working electrode mentioned above. The second one, the counter electrode is a platinum plate with a surface area of 1.0 cm<sup>2</sup>, and the third one is Ag/AgCl as the reference electrode. All potentials granted in this study are given by a reference electrode.

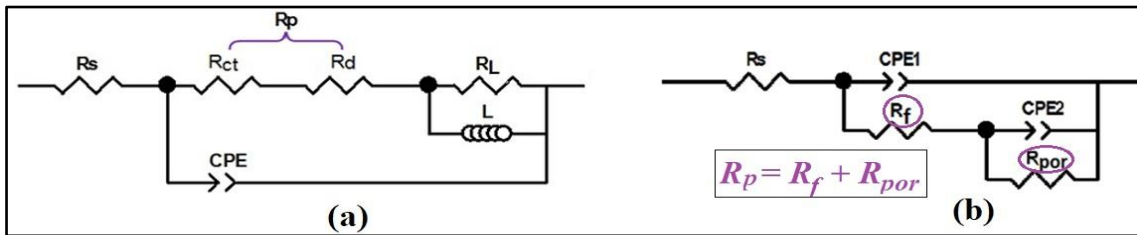
Electrochemical impedance spectroscopy tests were performed using a computer-controlled CHI 660B model electrochemical analyser. These tests were realized in 1.0 M HCl solution in without and with different moss extract concentrations. Before all electrochemical measurements, the working electrodes were immersed in the working solution for 1 h in order to stabilize the system for the open circuit potential ( $E_{corr}$ ). EIS measurements were conducted on the  $E_{corr}$  at a frequency range of 10<sup>5</sup> to 5x10<sup>-3</sup> Hz with 5 mV amplitude applied to the system. One, 48 and 120 h measurements were realized to examine long-term EIS experiments. Surface images were taken 120 h of duration in aggressive solution (1.0 M HCl) with and without moss extract using metal microscope (digital camera integrated OLYMPUS BX-51 model) and FE-SEM (Zeiss GeminiSEM 500 with computer controlled) techniques. The surface analyses were only performed in a 1.0 M HCl solution containing without and with 0.05% (w/v) moss extract for each surface measurement. The potential of zero charge ( $E_{pzc}$ ) of mild steel was found by using EIS method. The values of the polarization resistance ( $R_p$ ) at open circuit potential were enrolled at  $\pm 0.200$  V (Ag/AgCl) ranges and the  $R_p$  values recorded against their potential values were plotted as a graph. The all electrochemical experiments were conducted at 298 K.

**3. Results and Discussion**

**3.1. EIS test results**

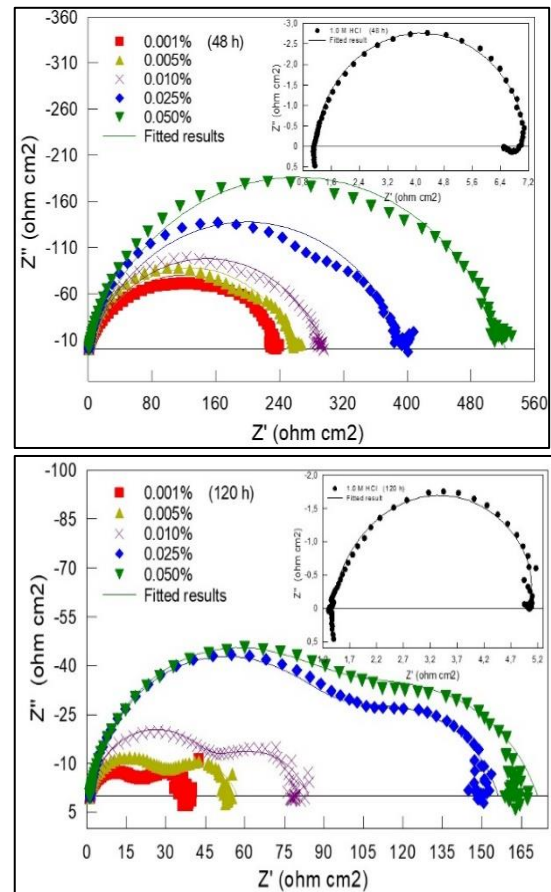
EIS is one of the most common and practical techniques used to investigate the protective effect of inhibitor molecules on metal (Sürme and Gürten, 2009; Sürme et al., 2011). The most important reason for choosing this method is that it does not disrupt the metal / solution interface in time-based tests. Inhibitor concentrations studied in 1.0 M HCl solution are 0.001%, 0.005%, 0.01%, 0.025% and 0.05% (w/v), respectively. The experimental data of the Nyquist diagrams obtained from the electrochemical analyser were

enrolled as “txt” files and the equivalent circuit of the system was formed from these data by using Zview2 software. Proposed equivalent electrical circuits (Figure 2) and Nyquist diagrams formed of the mild steel electrodes in hydrochloric acid solution and all concentrations of the moss extract have been indicated for 1 h, 48 h and 120 h exposure times in Figure 3. Figure 2 shows two types of equivalent circuit models. The first is the equivalent circuit used for the 1.0 M HCl solution in Figure 2a. The other is the circuit model valid for all inhibitor solutions (Figure 2b).

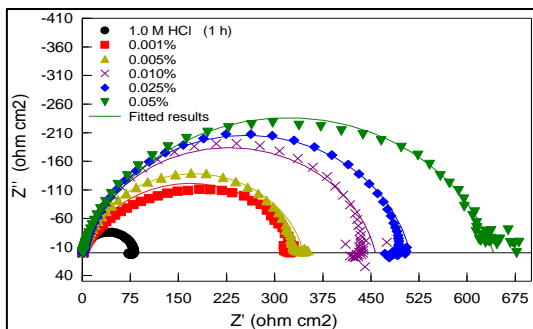


**Figure 2.** Proposed equivalent circuits for blank (a) and inhibited (b) solutions

The main difference between the two is the presence of film resistance ( $R_f$ ) caused by adsorption in inhibited solutions. On the other hand, only for the blank solution are inductive resistance ( $R_L$ ) and inductance ( $L$ ). All these equivalent circuits describe the corrosion process, and especially the adsorption process in inhibited solutions. The polarization resistance ( $R_p$ ) in the equivalent circuit valid for the 1.0 M HCl solution is responsible for the charge transfer resistance ( $R_{ct}$ ) together with the diffuse layer resistance ( $R_d$ ). However, during the adsorption process of the moss extract to the metal surface, the polarization resistance includes the sum of the film resistance ( $R_f$ ) and the pore resistance ( $R_{por}$ ). When pore resistance is referred to here, all types should come to mind from the resistance of the accumulated species ( $R_a$ ) originating from corrosion products on the metal surface to the charge transfer ( $R_{ct}$ ) and diffuse layer resistance ( $R_d$ ). While the inhibitor adsorbs to a mild steel surface, the contribution of these species is inevitable.



**Figure 3.** Nyquist plots for mild steel in 1.0 M HCl in the absence and presence of different moss extract concentrations after 1, 48 and 120 h immersion times



It is clear that from Figure 3 by adding moss extract to 1.0 M HCl solution leads to increase resistance owing to the adsorption of bryophyte molecules to the mild steel surface (Özkır et al., 2012). It is indicated that the charge transfer

process occurring at the metal/solution interface is delayed with the contribution of the moss and that it is caused by the protective feature of this inhibitor. The impedance parameters related to the adsorption process are also presented in Table 1.

**Table 1.** The related impedance parameters obtained from fitting results for mild steel 1.0 M HCl solution with and without containing the moss extract at different exposure time.

Time C (w/v %)	$R_s$ ( $\Omega$ $\text{cm}^2$ )	$R_p$ ( $\Omega$ $\text{cm}^2$ )	CPE		$R_L$ ( $\Omega$ $\text{cm}^2$ )	$L$ (H)	$\eta$ (%)
			( $\mu\text{F}$ $\text{cm}^{-2}$ )	$n$			
<b>1 h</b>							
Blank	1.2	72	110	0.94	8	4	-
0.001	1.2	334	101	0.80	-	-	78.4
0.005	1.2	344	91	0.86	-	-	79.1
0.010	1.0	456	80	0.86	-	-	84.2
0.025	1.2	510	69	0.86	-	-	85.9
0.050	1.0	640	55	0.81	-	-	88.8
<b>48 h</b>							
Blank	1.1	5	10123	0.94	0.7	1	-
0.001	0.8	240	1037	0.74	-	-	97.9
0.005	0.9	258	523	0.76	-	-	98.1
0.010	1.1	296	301	0.75	-	-	98.3
0.025	1.1	396	107	0.77	-	-	98.7
0.050	1.1	522	67	0.79	-	-	99.0
<b>120 h</b>							
Blank	1.4	4	36520	0.89	0.4	0.3	-
0.001	1.2	40	5681	0.74	-	-	90.0
0.005	1.0	56	3395	0.74	-	-	92.9
0.010	1.2	83	1713	0.72	-	-	95.2
0.025	1.2	155	514	0.77	-	-	97.4
0.050	1.1	170	211	0.75	-	-	97.7

The protective effect of this moss extract is determined by calculating the percent inhibition efficiency ( $\eta\%$ ) values for each concentration of the inhibitor at each immersion time. The  $\eta\%$  values were calculated with the following equation (Özkır, 2019b):

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

where  $\eta\%$  is the percent inhibition efficiency value,  $R'_p$  and  $R_p$  are in inhibited and uninhibited polarization resistance values, respectively. Depending on immersion times in acidic solutions with and without inhibitor, deviations from the semicircles are observed in the EIS curves. The frequency scattering becomes more evident as the immersion times increase (especially at the end of 120 h). Frequency dispersion is also caused by the increment in surface roughness due to prolonged exposure to an acidic solution. In Figure 3, as the concentration rises at each immersion time,  $R_p$  values enhanced accordingly. The inhibitor

protects the mild steel surface at the highest concentration (0.05%) with an 89% effect after a 1-hour immersion time. This is a very good and high result for green inhibitors. As a result, Nyquist diagrams in the moss extract solutions progress in depressed cycles at low and high frequencies. The high frequency loop is responsible for  $R_{ct}$  and  $R_d$ , the low one is control of  $R_f$  and  $R_a$  (Figure 2). According to EIS diagrams of Figure 3, the resistance values of both hydrochloric acid solution and solutions containing the moss extract decrease as the immersion times increase. In other words, the capacitive loop diameters of Nyquist curves are getting smaller.

It can be seemed clearly from both Figure 3 and Table 1 that the surfaces of mild steels immersed for 48 h in acidic solutions containing moss extract, have reached a more stable state than the first hour measurements. This means that the inhibitor molecules are adsorbed tightly on the mild steel surface and have a protective effect. It can also be easily understood from the fact that the inhibition efficiency values in Table 1 are above

98% at the end of 48 h. Also, at the end of this period, it can be said that the best inhibition of the mild steel surface is achieved at an optimum concentration as 99.0%. Even at the end of the 120-hour exposure period, the protection effect is still above 90%. The durability of the inhibitor is quite good even after this time. This high inhibition effect results from secondary metabolites known to contain molecules such as phenolic compounds, nitrogenous compounds and terpenes, the main source of which is bryophyte. It can be said that this high effect is caused primarily by the aromatic ring and the  $\pi$ -electrons in this ring, which are particularly present in phenolic and nitrogenous compounds. There is also an orientation towards the Fe surface from heteroatoms such as oxygen and nitrogen in phenolic compounds and nitrogenous compounds, and unshared electron pairs in these heteroatoms. In this case, it can be interpreted that it closes the surface like a cover and performs corrosion inhibition. As a result, considering all the immersion times of the inhibitor, extremely successful results were achieved with EIS completely.

CPE is the Constant Phase Element value. CPE values progressively attenuated as concentration increased during all immersion times. This diminish in CPE values is due to the reduction in local dielectric constant or increase of double layer thickness (Obot and Obi-Egbedi, 2011). “ $n$ ” value is the roughness coefficient of the metal surface. As seen in Table 1 in particular, as the

inhibitor was added to the acidic solution, the “ $n$ ” values were smaller than the uninhibited solution. As the inhibitor molecules are added to the hydrochloride acid solution, the “ $n$ ” values will gradually get smaller, since the adsorption of these molecules on the mild steel surface will increase (Charitha and Rao, 2018).

In general, adsorption of an inhibitor molecule of organic origin on a metal surface can be explained as follows in the corrosion process; when these molecules begin to move towards the metal in the acidic solution, they gradually undergo a replacement process with other ions and water molecules previously adsorbed in the medium. In this process, the more adsorption and the more inhibition efficiency will be.

**3.2. The surface charge of mild steel**

The adsorption of organic molecules to the metal surface primarily depends on the chemical structure of that molecule. It also depends on parameters such as the type and charge of the metal. The charge of the metal surface can be determined by comparing the open circuit potential ( $E_{corr}$ ) of the metal with the zero-charge potential ( $E_{pzc}$ ) (Prathibha et al., 2017). To determine the surface charge of the mild steel electrode, EIS measurements of different potentials were made in 1.0 M HCl solution containing 0.05% (w/v) moss extract and the  $R_p$  values measured were plotted against the potential in Figure 4. The measured potential range is  $\pm 0.200$  V (Ag/AgCl).

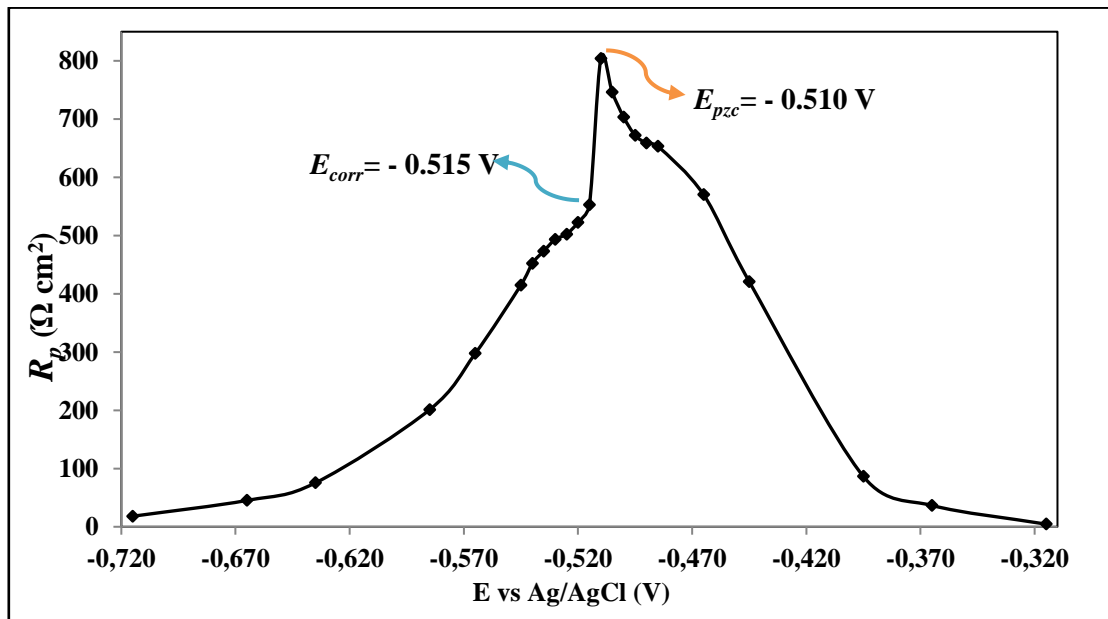


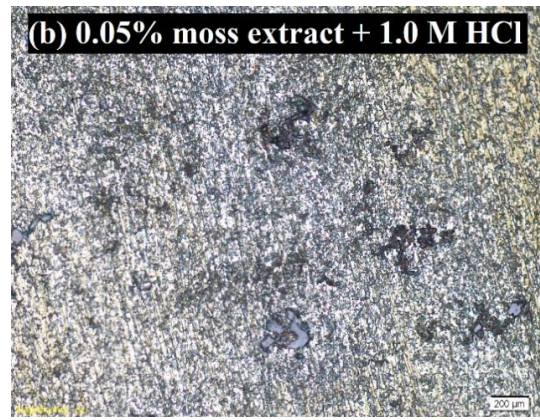
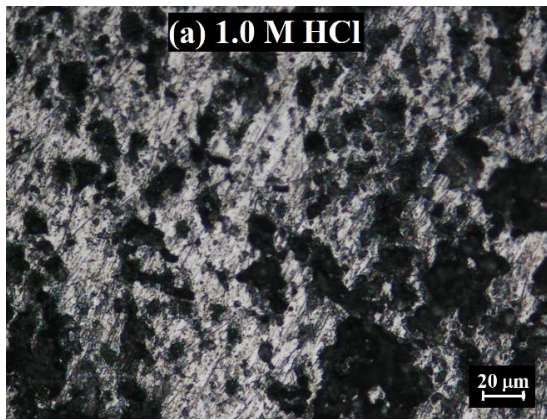
Figure 4.  $E$ - $R_p$  graph in acidic solution containing 0.05% (w/v) moss extract of mild steel electrode at 298 K.

The surface charge of the metal can be interpreted by comparing the positions of  $E_{corr}$  and  $E_{pzc}$  against each other in Fig. 4. The maximum point in the curve obtained indicates  $E_{pzc}$ . Referring to Figure 4, the  $E_{corr}$  value (-0.515 V) of the mild steel electrode under measuring conditions is more negative than the  $E_{pzc}$  value (-0.510 V). This result shows that the surface of the mild steel electrode is negative under these conditions. According to this result, it can be interpreted that the protonated inhibitor molecules are adsorbed directly to the metal surface or adsorption of cations to the metal surface (Fitöz et al., 2018). Thus, the protective layer formed on the metal surface contributes to the inhibition mechanism

by inhibiting the direct interaction of the metal with the chloride solution (Sin et al., 2017; Wang et al., 2018).

**3.3. The surface morphologies of mild steel electrodes**

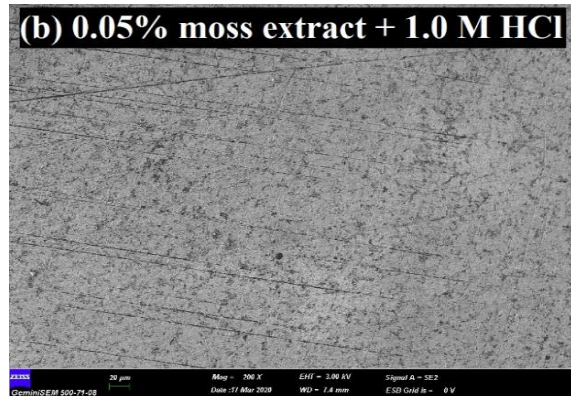
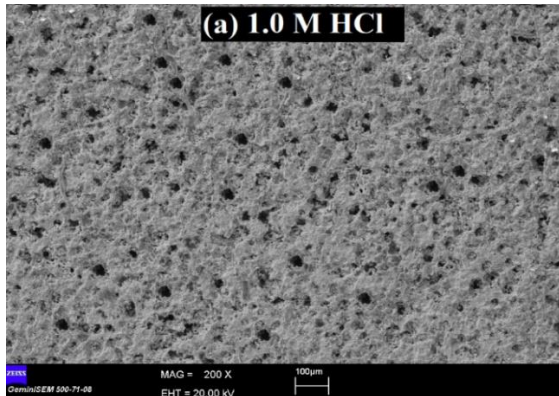
FESEM and optical microscope surface analyzes were carried out in 1.0 M HCl with and without moss extract at an optimum concentration at 298 K and an immersion time of 120 h, providing a detailed understanding of corrosion morphology. Optical microscope (Özkır and Kayakırılmaz, 2020) and FESEM at 200 times magnification (Saraswat et al., 2020) images were evaluated in Figure 5 and Figure 6, respectively.



**Figure 5.** Surface images of the mild steels by optical microscopy after 120 h at 298 K

When Figures 5(a) and 6(a) are examined, it is observed that the mild steel electrodes, which are kept in an acidic solution for 120 h, are highly

affected by corrosion and deep pits are formed on the surface of the electrode.



**Figure 6.** Surface images of the mild steels by FESEM after 120 h at 298 K

When the images in the inhibited solutions in Figure 5(b) and 6(b) are examined, it is seen that it is extremely smooth and more uniform compared to the images in the uninhibited ones. It is clearly observed that the pits are reduced in number and the deep cavities are filled to a considerable extent. It can be concluded that the

surface images are another distinguishing indicator that the inhibitor studied is very well protected in the acidic solution of the mild steel electrode.

**4. Conclusions**

This study is quite important for a moss species *Hypnum cupressiforme* the first application of green inhibitor in Turkey. In the long term, EIS moss extract tests provided a good inhibition by adsorbing the mild steel surface very well with decreasing CPE values in response to increasing  $R_p$  values. It even showed 98% inhibition at the highest concentration after 120 h of immersion. It is concluded that protonated inhibitor molecules are adsorbed directly to mild steel because the surface charge of the metal is negative. Finally, the optical microscope and FESEM images are highly compatible with electrochemical measurements. Surface morphologies clearly showed that the pits in the acidic solution are closed as the inhibitor is added to the medium during the corrosion process.

The anti-corrosion effect of organic substances such as tannins, alkaloids, amino acids and organic dyes of plant origin is important for industry and the environment, as they are biodegradable and free of toxic compounds. Although several studies have been conducted on green corrosion inhibitor using the plant extracts, there is need for more study on this subject. In particular, further studies should be conducted on the use of bryophytes, which form an extremely rich source of bioactive molecules such as terpenoids and aromatic compounds, as a new green inhibitor to protect metals against corrosion.

#### References

- Abakedi O.U. Moses I.E. Asuquo J.E. 2016. Comparative study on the corrosion inhibition of mild steel by *Maesobatria barteri* leaf and root extracts in acidic medium. J. Sci. Eng. Res. 3: 138-144.
- Abdel-Gaber A.M. Abd-El-Nabey B.A. Sidahmed I.M. El-Zayady A.M. Saadawy M. 2006. Inhibitive action of some plant extracts on the corrosion of steel in acidic media. Corrosion Science. 48: 2765-2779.
- Abiola O.K. Oforka N.C. Ebenso E.E. Nwinuka N.M. 2007. Eco-friendly corrosion inhibitors: The inhibitive action of *Delonix regia* extract for the corrosion of aluminium in acidic media. Anti-Corrosion Methods and Materials. 54: 4, 219-224.
- Alibakhshi E. Ramezanzadeh M. Bahlakeh G. Ramezanzadeh B. Mahdavian M. Motamedi M. 2018. *Glycyrrhiza glabra* leaves extract as a green corrosion inhibitor for mild steel in 1 M hydrochloric acid solution: experimental, molecular dynamics, Monte Carlo and quantum mechanics study. J. Mol. Liq. 255: 185-198.
- Aljuhani A. El-Sayed W.S. Sahu P.K. Rezki N. Aouad M.R. Salghi R. Messali M. 2018. Microwave-assisted synthesis of novel imidazolium, pyridinium and pyridazinium based ionic liquids and/or salts and prediction of physico-chemical properties for their toxicity and antibacterial activity. J. Mol. Liq. 249: 747-753.
- Allaoui M. Rahim O. Sekhri L. 2017. Electrochemical study on corrosion inhibition of iron in acidic medium by *Moringa oleifera* extract. Orient. J. Chem. 33: 2, 637-646.
- Al-Senani G.M. 2016. Corrosion Inhibition of Carbon Steel in acidic chloride medium by *Cucumis sativus* (cucumber) Peel Extract. Int. J. Electrochem. Sci. 11: 291-302.
- Ameta G. Pathak A.K. Ameta C. Ameta R. Punjabi P.B. 2015. Sonochemical synthesis and characterization of imidazolium based ionic liquids: a green pathway. J. Mol. Liq. 211: 934-937.
- 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.
- Cortini Pedrotti C. 2006. Flora dei muschi d'Italia, Bryopsida (II parte). Roma: Antonia Delfino Editore. ISBN: 88-7287-370-3, Antonio Delfino Editore Medicina-Scienze. pp. 817-1235.
- Dar M.A. 2011. A review: plant extracts and oils as corrosion inhibitors in aggressive Media. Ind. Lubr. Tribol. 63: 4, 227-233.
- Delwiche C.F. Cooper E.D. 2015. The Evolutionary Origin of a Terrestrial Flora. Current Biology. 25: 899-910.
- Ebenso E.E. Ekpe U.J. 1996. Kinetic study of corrosion and corrosion inhibition of mild steel in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> using *Parica papaya* leaves extract. West African Journal of Biological and Applied Chemistry. 41: 21-27.
- El-Etre A.Y. 2003. Inhibition of aluminum corrosion using *Opuntia* extract. Corrosion Science. 45: 11, 2485-2495.
- El Ouariachi E. Paolini J. Bouklah M. Elidrissi A. Bouyanzer A. Hammouti B. Desjobert J.M. Costa J. 2010. Adsorption properties of *Rosmarinus officinalis* oil as green corrosion inhibitors on C38 steel in 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Acta Metallurgica Sinica. 23: 1, 13-20.



- Emregül K.C. Hayvalı M. 2006. Studies on the effect of a newly synthesized Schiff base compound from phenazone and vanillin on the corrosion of steel in 2 M HCl. *Corrosion Science*. 48: 4, 797-812.
- Fang Y. Suganthan B. Ramasamy R.P. 2019. Electrochemical characterization of aromatic corrosion inhibitors from plant extracts. *Journal of Electroanalytical Chemistry*. 840: 74-83.
- Fitoz A. Nazır H. Özgür nee Yakut M. Emregül E. Emregül K.C. 2018. An experimental and theoretical approach towards understanding the inhibitive behavior of a nitrile substituted coumarin compound as an effective acidic media inhibitor. *Corros. Sci.* 133: 451-464.
- Houbairi S. Essahli M. Lamiri A. 2013. Inhibition of Copper Corrosion in 2 M HNO<sub>3</sub> by the Essential Oil of Thyme Morocco. *Port. Electrochim. Acta*. 31: 4, 221-233.
- Mo S. Luo H.-Q. Li N.-B. 2016. Plant extracts as "green" corrosion inhibitors for steel in sulphuric acid. *Chemical Papers*. 70: 9, 1131-1143.
- Obot I.B. Obi-Egbedi N.O. 2011. Anti-corrosive properties of xanthone on mild steel corrosion in sulphuric acid: Experimental and theoretical investigations, *Curr. Appl. Phys.* 11: 382-392.
- Oguzie E.E. 2008. Evaluation of the inhibitive effect of some plant extracts on the acid corrosion of mild steel. *Corrosion Science*. 50: 11, 2993-2998.
- Okafor P.C. Ekpe U.J. Ebenso E.E. Umoren E.M. Leizou K.E. 2005. Inhibition of mild steel corrosion in acidic medium by *Allium sativum* extracts. *Bulletin of Electrochemistry*. 21: 8, 347-352.
- 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. Çifcibaşı 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*. 1-11. Article ID 5743952. <https://doi.org/10.1155/2019/5743952>.
- 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.* (Epub ahead of print). <https://doi.org/10.33961/jecst.2019.00703>
- Prathibha B.S. Nagaswarupa H.P. Kotteswaran P. BheemaRaju V. 2017. Inhibiting effect of Quaternary ammonium compound on the corrosion of mild steel in 1M Hydrochloric acid solution, its adsorption and kinetic characteristics. *Mater. Today-Proc.* 4: 11, 12245-12254.
- Rani B.E.A. Basu B.B.J. 2012. Green Inhibitors for Corrosion Protection of Metals and Alloys: An Overview. *International Journal of Corrosion*. 15 pp.
- Saraswat V. Yadav M. Obot I.B. 2020. Investigations on eco-friendly corrosion inhibitors for mild steel in acid environment: Electrochemical, DFT and Monte Carlo Simulation approach. *Colloids and Surfaces A*. 599, 124881-124893.
- Sheldon R.A. 2016. Green chemistry and resource efficiency: towards a green economy. *Green Chem.* 18: 3180-3183.
- Sin H.L.Y. Rahim A.A. Gan C.Y. Saad B. Salleh M.I. Umeda M. 2017. Aquilaria subintergra leaves extracts as sustainable mild steel corrosion inhibitors in HCl. *Measurement*. 109: 334-345.
- Singh A. Ahamad I. Quraishi M.A. 2016. *Piper longum* extract as green corrosion inhibitor for aluminium in NaOH solution. *Arab. J. Chem.* 9: 2, S1584-S1589.
- Smith A.J.E. 2004. *The moss flora of Britain and Ireland*, Cambridge Univ. Press. 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.
- Sürme Y. Gürten A.A. Bayol E. 2011. Corrosion behavior of mild steel in the presence of scale inhibitor in sulfuric acid solution. *Prot. Met. Phys. Chem.* 47: 1, 117-120.
- Wang Y. Zuo Y. Tang Y. 2018. Inhibition effect and mechanism of sodium oleate on passivation and pitting corrosion of steel in simulated concrete pore solution, *Constr. Build. Mater.* 167: 197-204.
- Xie C.F. Lou H.X. 2009. Secondary Metabolites in Bryophytes: An Ecological Aspect. *Chemistry & Biodiversity.* 6: 303-312.
- Xu B. Liu Y. Yin X. Yang W. Chen Y. 2013. Experimental and theoretical study of corrosion inhibition of 3-pyridinecarbozalde thiosemicarbazone for mild steel in hydrochloric acid. *Corrosion Science.* 74: 206-213.





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

DOI: 10.26672/anatolianbryology.740094

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

## Potansiyel Antioksidan Kaynağı Olarak Briyofitler

Hüseyin TÜRKER<sup>1</sup> , Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, Niğde, TÜRKİYE

Received: 20 May 2020

Revised: 28 June 2019

Accepted: 02 July 2020

### Öz

İnsanlığın varoluşundan bu yana tıbbi ve aromatik bitkiler önemli yere sahip olmuştur. Son yıllarda doğala yönelişle birlikte hastalıklara karşı korunmada ve tedavide sekonder bileşik içerikleri yüksek olan tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı artmıştır. Hastalıkların temel nedenlerinden biri olan oksidatif stres, serbest radikaller ve antioksidanlar arasındaki dengesizlikten kaynaklanmaktadır. İstenmeyen bu durum ile mücadele etmede organizmalar endojen ya da ekzojen kaynaklı antioksidanlara ihtiyaç duymaktadır. Günümüzde dejeneratif hastalıklarla mücadelede etkili olan doğal antioksidanların araştırılması zorunluluk haline gelmiştir. Vasküler bitkilerin doğal antioksidan kaynağı oldukları iyi bilinmesine rağmen diğer bitki grupları özellikle de briyofitler hakkında çok az veri bulunmaktadır. Briyofitler en eski kara bitkileri olarak sekonder metabolitlerce zengin, abiyotik ve biyotik streslere karşı adaptasyon yetenekleri yüksek bitkilerdir. Briyofitlerin zengin antioksidan kaynağı oldukları ve kullanımlarının artması gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Antioksidan, Fitokimyasal, Karayosunu, Reaktif Oksijen Türleri, Sekonder Metabolit,

## Bryophytes as the Potential Source of Antioxidant

### Abstract

Medicinal and aromatic plants have had an important place since the existence of humanity. In recent years, the use of medicinal and aromatic plants with high secondary compound content in the protection and treatment of diseases has increased with the orientation towards nature. Oxidative stress, which is one of the main causes of diseases, is due to the imbalance between free radicals and antioxidants. To combat this unwanted condition, organisms need endogenous or exogenous antioxidants. Today, it has become imperative to investigate natural antioxidants that are effective in combating degenerative diseases. Although it is well known that vascular plants are a natural antioxidant source, there is very little data about other plant groups, especially bryophytes. The bryophytes are the oldest land plants, rich in secondary metabolites, with high adaptability to abiotic and biotic stresses. It is thought that bryophytes are rich sources of antioxidants and their usage should increase.

**Keywords:** Antioxidant, Phytochemical, Moss, Reactive Oxygen Species, Secondary Metabolite.

\* Corresponding author: [bturkyilmaz@ohu.edu.tr](mailto:bturkyilmaz@ohu.edu.tr)

© 2020 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Türker H. Türkyılmaz Ünal B. 2020. Bryophytes as the Potential Source of Antioxidant. *Anatolian Bryology*, 6:2, 129-137.



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

## 1. Giriş

Bir veya daha fazla eşleştirilmemiş elektrona sahip olan serbest radikaller çeşitli kimyasal gruplardan oluşabilmektedir ve genellikle yüksek oranda reaktiflerdir. Reaktif oksijen türleri (ROS), canlı bir hücrede biyolojik elektron taşıma sistemi (fotosentetik, mitokondriyal, mikrozomal), enzimler ve biyomoleküller (ksantin oksidaz, siklooksijenaz, lipoksijenaz vb.) dahil olmak üzere çeşitli metabolik yollarda kendiliğinden üretilmektedir (Chandna ve ark., 2012).

Oksidasyon işlemi substratların ışığa ve ısıya maruz kaldığı oksijen bakımından zengin herhangi bir ortamda meydana gelebilmektedir. Bu işlemlerin tümüne yüksek oranda reaktif oksijen radikalleri aracılık etmektedir. Oksijen, metabolik faaliyetler için gerekli enerji üretimini sırasında serbest oksijen radikalının üretilmesiyle sonuçlanan substrat oksidasyonunda rol oynamaktadır. Süperoksit radikalleri, hidrojen peroksit ve serbest hidroksil radikalleri gibi çeşitli ROS'lar yüksek derecede toksik, mutajenik ve reaktif özelliklere sahip oldukları için hücrelere zarar verebilmektedir. ROS'lar ve antioksidanlar arasında ciddi bir dengesizlik durumu söz konusu olduğunda oksidatif stres oluşabilmektedir (Erşahin ve ark., 2013). Bu dengesizliğin üstesinden gelmek için canlıların endojen ya da ekzojen kaynaklı antioksidanlara ihtiyacı vardır (Gahtori ve Chaturvedi, 2019).

Bitkiler kısıtlı hareket kabiliyetlerinden dolayı biyotik (böcek zararı, bakteri ve mantarlar) ve abiyotik (kuraklık, tuzluluk, su basması, aşırı soğuk ve sıcaklıklar, radyasyon ve toksik metaller) streslere daha fazla maruz kaldıkları için, hücresel iç dengenin (homeostasi) bozulmasını takiben daha fazla ROS üretiminin meydana geldiği ifade edilmiştir (Srivastava ve Dubey 2011).

Briyofitler, yapraklı karayosunları (Bryophyta), ciğerotları (Marchantiophyta) ve boynuzlu ciğerotlarını (Anthocerotophyta) kapsayan ve bitki biyoçeşitliliğinin ikinci büyük grubunu oluşturan en eski kara bitkileridir (Erdağ ve Kürschner, 2017). Dünya genelinde takson sayısı yaklaşık 20000-25000 (~ 12700-13373 yapraklı karayosunu, ~7266-9000 ciğerotu, ~221-225 boynuzlu ciğerotu) arasında olup bunların yaklaşık 1000 kadar üyesi ülkemizde temsil edilmektedir (Christenhusz ve Byng, 2016; Erdağ ve Kürschner, 2017; Ezer, 2017). Briyofitlerin yaklaşık 3000 taksonunun tıbbi açıdan öneme sahip oldukları belirtilmiştir (Saroya, 2011).

Briyofitlerin, böcek/hayvan predasyonu, UV radyasyon, aşırı sıcaklık ve mikrobiyal ayrışma gibi birçok stresle mücadele etmek için çeşitli sekonder metabolitler ürettiği bilinmektedir (Xie ve Lou, 2009). Bu bitkilerin birçok türü çeşitli biyolojik aktiviteler göstermekte, sekonder bileşikler bakımından sıra dışı bir rezervuara sahip olmalarından dolayı antikanser, antitümör, antifungal, antibakteriyel ve antioksidan özellikleriyle ön plana çıkmaktadır (Bhattarai ve ark., 2009; Gaurav ve ark., 2018; Provenzano ve ark., 2019). Karayosunlarının antioksidan kapasitesinin bazı yüksek yapılı bitkilerden daha fazla olduğu bilinmektedir (Aslanbaba ve ark., 2017).

Briyofitlerin yüksek seviyedeki antioksidan içerikleri gelecekte tıp, kozmetik ve gıda sektörlerinde doğal bir kaynak olarak kullanılabilir. Bu derlemede ilkel yapılarına rağmen çevresel streslere karşı kendilerini iyi derecede koruyabilen briyofitlerin antioksidan kaynağı olma potansiyelleri irdelenecektir.

## 2. Reaktif Oksijen Türleri

Serbest radikaller canlılarda oksijen (reaktif oksijen türleri-ROS) ve azottan (reaktif azot türleri-RNS) çeşitli endojen sistemler aracılığıyla ya da farklı stres koşullarına maruz kalma yoluyla üretilirler (Rasheed ve Azzez, 2019).

Reaktif oksijen türleri (ROS) terimi genel olarak bütün oksijen merkezli radikalleri belirtmekle birlikte, tekli (singlet) oksijen, süperoksit, hidrojen peroksit, hidroksil, hipokloröz asit, hidroperoksit gibi kimyasal olarak reaktif fonksiyonel grupları içeren bileşikleri ifade etmede kullanılmaktadır (Giri ve ark., 1999).

Ultraviyole ışık, iyonlaştırıcı radyasyonlar, kirleticiler, toksinler ve patojenler gibi streslerden ya da antioksidan yetersizliğinden kaynaklı ROS üretimi sonucunda oksidatif stres ortaya çıkabilmektedir. Yüksek seviyede ROS oluşumu ve düşük seviyede antioksidan hücrede serbest radikal moleküllerin birikimiyle oksidatif stresi teşvik etmektedir (O'Brien ve ark., 2012).

Aşırı ROS üretiminin ve uzaklaştırılmamasının çeşitli metabolik faaliyetlerin aksamasına ve biyolojik makromoleküllerin hasar görmesine neden olduğu ifade edilmiştir (Chopra ve Wallace, 1998; Habtemariam, 2019). Hücre oksidatif stres durumunda olduğunda lipid peroksidasyonu, proteinlerin oksidasyonu, DNA hasarı, enzim inhibisyonu ve programlanmış hücre ölümünün aktivasyonu ile apoptozis meydana gelebilmektedir (Mishra ve Dubey,

2011). Kısacası oksidatif stres çok sayıda hastalığın gelişmesine aracılık etmektedir (Habtemariam, 2019).

Bitkilerde çoklu redoks ve/veya ROS sinyallerinin düzenlenmesi metabolik yollarda yüksek derecede koordinasyon ve denge gerektirmektedir (Nobushiro ve ark., 2012). ROS'un zararlı etkilerinin giderilmesi antioksidan savunma sistemi ile sağlanmaktadır (Sharma ve ark., 2012; Kataria ve ark., 2019).

### 3. Antioksidanlar

Antioksidan savunma sistemi enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlardan meydana gelmektedir. Enzimatik antioksidan savunma sistemi süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), guaiacol peroksidaz (GPX) ve glutatyon redüktaz (GR) iken, askorbat (ASA), glutatyon (GSH), karotenoidler, tokoferoller, polifenoller, antioksidan kofaktörler, organosülfür bileşikler, vitaminler ve mineraller hücre içerisinde potansiyel nonenzimatik antioksidanlar olarak görev yapmaktadırlar (Gahtori ve Chaturvedi, 2019).

Hurnell (2003) ise besin maddelerindeki enzimatik olmayan antioksidanların, antioksidan mineraller, antioksidan vitaminler ve çeşitli fitokimyasallar olduğunu bildirmiştir. Antioksidan mineraller, antioksidan enzimlerin kofaktörü olan selenyum, bakır, demir vb. minerallerdir. Antioksidan vitaminlere C vitamini, E vitamini ve B vitamini örnek olarak gösterilebilir. Vitamin ve mineral olmayan fenolik bileşikler fitokimyasallar olarak ifade edilmektedir. Flavanoidler, kateşinler ve karotenoidler bu grupta yer almaktadır.

Antioksidanların, aerobik solunum sırasında üretilen ROS'a karşı vücut savunma sisteminde çok önemli role sahip oldukları düşünülmektedir. ROS ve antioksidan savunma sistemi arasındaki dengesizlik oksidasyon yükünü artırarak karbonhidratlar, proteinler ve yağlar gibi makromoleküllerin hasarlanmasına, dolayısıyla vücutta çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına neden olur (Rasheed ve Azeez, 2019). Enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar bu hasarlanmaların ortadan kaldırılması ya da en azından hafifletilmesini sağlar. Antioksidanların çeşitli hastalıklar ve özellikle kansere karşı alternatif, tamamlayıcı ve doğal bir ilaç olarak kullanılması dünyanın bazı bölgelerinde oldukça yaygındır (Savaroğlu ve ark., 2011).

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, briyofitlerdeki oksidatif streslerin giderilmesinde

aşırı antioksidan aktivitenin sürdürüldüğünü ve çevresel strese karşı toleransın bu şekilde arttırıldığını kanıtlamıştır (Gahtori ve Chaturvedi, 2019).

### 4. Şimdiye Kadar Gerçekleştirilen Çalışmalara Göre Antioksidan İçeriğine Sahip Briyofit Türleri

Karasal ekosistemlerin temel bileşenlerinden olan briyofitler oksidatif stresle başa çıkmak için enzimatik ve/veya enzimatik olmayan antioksidanlar vb. iç savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Sekonder metabolitlerce zengin olan bu bitkiler büyük terapötik potansiyele sahip biyoaktif bileşiklerin kaynağıdır (Yayintas ve Irkin, 2018). Günümüzde briyofitler üzerine terapötik araştırmalar hızla artsa da terapötik kimyası çözümlerin sayısı %10'u geçmemektedir (Asakawa, 2004). Birçok bilim insanı antioksidan potansiyele sahip briyofit türlerini araştırmışlardır (Chobot ve ark., 2006; Bhattarai ve ark., 2009; Dey ve De, 2012; Pejin ve ark., 2013).

*Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske Amblystegiaceae familyasına ait olup Antarktika Deniz kıyılarında en çok yayılışa sahip karayosunlarından biridir (Pizarro ve ark., 2019). Bu bölgede bulunan bitkiler yaşamları boyunca sıfırın altındaki sıcaklıklar, verimsiz topraklar, şiddetli rüzgarlar ve kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine maruz kalmaktadır. *Sanionia uncinata*'nın antioksidan aktivitesi, süperoksit süpürme aktivitesi, ABTS katyon süpürme aktivitesi ve DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi ile indirgeyici gücü analiz edilerek değerlendirilmiştir. 0,1 mg *Sanionia uncinata* ekstraktının indirgeyici gücü 31,9 µg/mL, DPPH serbest radikal süpürme, süperoksit süpürme ve ABTS katyon süpürme aktiviteleri sırasıyla 356 µg/mL, 466,2 µg/mL ve 181,3 µg/mL olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, *Sanionia uncinata*'nın doğal antioksidan kaynağı olabileceğini, tıp ve kozmetik alanlarında kullanılabileceğini göstermiştir.

Aynı bölgeden temin edilen *Polytrichastrum alpinum* (Hedw.) G.L. Sm. iki çeşit benzonaptoksanton (ohioensins F ve G) izole edilmiştir. *P. alpinum*'un yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu saptanmış, ayrı ayrı izole edilen iki etken maddenin tüm bitki ekstraktının olduğu gruptan iki kat daha fazla antioksidan aktivite gösterdiği ifade edilmiştir (Bhattarai ve ark., 2009).

Pejin ve ark (2013) *Bryum moravicum* (*Ptychostomum moravicum* (Podp.) Ros &

Mazimpaka)'un antioksidan potansiyelini incelemişlerdir. Araştırmada türün sulu ekstraktının antioksidan kapasitesi, ABTS katyon süpürme aktivitesi ve toplam fenolik içeriği analiz edilerek değerlendirilmiştir. Türün antioksidan aktivitesi 84,56 µg (askorbik aside göre hesaplanmıştır) ve 356,44 µg (ferulik aside göre hesaplanmıştır) olarak saptanmıştır. Çalışma *B. moravicum*'un tıbbi açıdan faydalı antioksidan kaynaklar ihtiva ettiğini ortaya koymuştur.

*Plagiochasma appendiculatum* Lehm. & Lindenb. Hindistan'ın farklı bölgelerinde geniş yayılışa sahip türlerdendir. Kangra vadisindeki Gaddi kabilesi tarafından cilt hastalıklarının tedavisinde macun şeklinde kullanılmaktadır (Kumar ve ark., 2000). Singh ve ark (2006) yapmış oldukları bir çalışmada yara iyileşmesinin patogenezinde serbest radikallerin de rol olabileceğini düşünmüşler ve *P. appendiculatum*'un antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Bu türün lipit peroksidasyonunu inhibe ederek SOD ve CAT aktivitelerini arttırdığını bulmuşlardır. Enzimlerdeki artış *P. appendiculatum*'un güçlü bir antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmada yara iyileştirme kapasitesinin güçlü radikal süpürücü aktiviteye bağlı olabileceği ifade edilmiştir. Benzer şekilde *Marchantia paleacea* var. *diptera* (Nees & Mont.) S. Hatt.'nın da önemli derecede SOD aktivitesinin olduğu belirtilmiştir (Tanaka ve ark., 1998).

Model organizma olarak sıçanların kullanıldığı bir çalışmada, kalp kası hücrelerinde uyarılmış oksidatif stres sonucu oluşan lipid peroksidasyonunu inhibe edici olarak *Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr. ekstraktları kullanılmıştır. Yüksek antioksidan özelliğe sahip olan türün oksidatif hasarın sebep olduğu zararlı etkilerin giderilmesine aracılık ettiği saptanmıştır (Hu ve ark., 2009).

Rajan ve Murugan (2010) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada *Pallavicinia lyelli* (Hook.) Gray'nin çeşitli stres koşullarında hücreyi korumada görevli enzimlerden biri olan askorbat peroksidaz (APX)'i yüksek oranda ihtiva ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen ve *Marchantia polymorpha* L. türleri de hidrojen peroksidin zararlı etkilerinin giderilmesinde rol alan APX'i yüksek miktarda içermektedir (Paciolla ve Tommasi, 2003). Mishra ve ark. (2014) *Marchantia polymorpha*'nın metanol ve etilasetat ekstraktlarının antioksidan özelliğe sahip olduğunu, briyofitlerin antioksidan kaynağı

olarak birçok yeni ilacın üretiminde yer alabileceğini ifade etmişlerdir.

*Calyptothecium ramosii* Broth., *Gymnostomum recurvirostum* Hedw., *Hypnum plumiforme* Wilson, *Leucobryum skaler* Müll.Hal. ör. M.Fleisch., *Meteoriopsis reclinata* (Müll.Hal.) M.Fleisch., *Mitthyridium undulatum* (Dozy & Molk.) H.Rob. ve *Pelekium boniamum* (Besch) türlerinin antioksidan potansiyellerinin incelendiği bir çalışmada *Gymnostomum recurvirostum*, *Pelekium boniamum* ve *Calyptothecium ramosii*'nin serbest radikallere karşı son derece düşük yarı maksimum inhibitör potansiyel sergilediği görülmüştür (Carranza ve ark., 2019). Elde edilen veriler *Gymnostomum recurvirostum*, *Pelekium boniamum* ve *Calyptothecium ramosii* 'nin yarı maksimum inhibitör konsantrasyonlarının diğer tıbbi bitkilerin değerlerinden daha iyi olduğunu ifade eden Pourmorad ve ark., (2006)'nın çalışmasıyla uyumludur.

Manoj (2012) *Plagiochilla beddomei* Steph., *Leucobryum bowringii* Mitt. ve *Octoblepharum albidum* Hedw. 'un antioksidan ve antibakteriyel özelliklerini araştırdığı doktora tez çalışmasında bu briyofitlerin metanol ekstraktlarının antioksidan özelliklere sahip olduğunu bildirmiştir. Manoj ve Murugan (2012) *Plagiochilla beddomei* 'nin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesini belirlemek amacıyla DPPH, ferrik indirgeyici antioksidan güç ve hidroksil radikal süpürücü aktivite yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda *Plagiochilla beddomei*'nin yüksek seviyede antioksidan aktiviteye sahip olduğunu, yüksek oranda flavonoid ve fenolik bileşikler içerdiğini ifade etmişlerdir.

Yaygın etnomedikal kullanıma sahip *Leucobryum bowringii* Mitt. ve *Dicranum scoparium* Hedw., epifitik karayosunlarının fitokimyasal bileşimlerinin ve antioksidan potansiyellerinin belirlendiği çalışmada *Leucobryum bowringii*'nin *Dicranum scoparium*'dan daha fazla antioksidan potansiyel gösterdiği saptanmıştır. Her iki örneğin etanol ve metanol ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin fenolik ve flavonoid içeriğinden, kloroform ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin terpenoidlerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Mitra ve ark., 2019).

Doğal habitatı Şili olan *Sphagnum magellanicum* Brid.'un antioksidan içeriği incelendiğinde benzer şekilde yüksek miktarda fenolik madde ihtiva ettiği ve dolayısıyla antioksidan aktivite

gösterdiği tespit edilmiştir (Montenegro ve ark., 2009).

Ertürk ve ark. (2015) doğal yaşam alanları arasında Türkiye'nin de bulunduğu bazı briyofit türlerinin toplam fenolik madde miktarı ve potansiyel antioksidan durumlarını tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Schimp. ve *Eurhynchium striatulum* (*Plasteurhynchium striatulum* (Spruce) M. Fleisch.) türlerinin en yüksek aktiviteye sahip olduğunu saptamışlardır.

Tonguc Yayintas ve ark. (2017) Türkiye'nin farklı lokalitelerinden topladıkları *Oxystegus tenuirostris* (Hooker & Taylor) A. Smith, *Eurhynchium striatum* (Schreb. ex Hedw.) Schimp ve *Rhynchostegium murale* (Hedw.) Schimp. türlerinin antioksidan kapasitelerini inceledikleri çalışmalarında bu üç türün ekstraktlarının kolaylıkla ulaşılacak doğal antioksidan kaynakları olduklarını ifade etmişlerdir.

Çanakkale İda dağından toplanan *Marchantia polymorpha* L., *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm., *Hedwigia ciliata* (Hedw.) P. Beauv., *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Nieuwl. Ex Gangulee, *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T.J. Kop, *Antitrichia curtipendula* (Timmex Hedw.) Brid., *Thuidium tamariscinum* (Hedw.) Schimp., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Neckera complanata* (Hedw.) Huebener ve *Isothecium myurum* Brid. briyofit türlerinin antioksidan içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada ise *Marchantia polymorpha*, *Hypnum cupressiforme* ve *Neckera complanata*'nın yüksek ekstraksiyon verimi ve antioksidan aktiviteye sahip oldukları belirtilmiştir (Yayintas ve ark., 2019).

*Thuidium tamariscinum* (Hedw.) Schimp. ve *Platyhypnidium riparioides* (Hedw.) Dixon türlerinden elde edilen ekstraktların antioksidan etki gösterdikleri ve bu etkinin briyofitlerin yapısında bulunan fenolik bileşiklerden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Aslanbaba ve ark., 2017).

Gerçekleştirilen çalışmalarda briyofitlerin fenolik bileşikler, flavonoidler, saponinler, tanenler ve glikozitler gibi değerli biyoaktif maddeleri ihtiva ettikleri saptanmıştır. *Marchantia linearis* Lehm. & Lindenb.'in hücre süspansiyon kültürlerinden ekstrakte edilen flavonoidlerin kolon kanseri hücre hatlarına karşı tedavi edici özelliği belirlenmiştir (Krishnan ve Murugan, 2013).

Araştırmalar genellikle ciğerotlarının toplam flavonoid miktarlarının yapraklı karayosunlarından daha yüksek olduğunu bildirmektedir. Ciğerotlarının antioksidan kapasitelerinin vasküler bitkilerinkine daha yakın olduğu da bilinmektedir. Akrokarp karayosunları pleurokarp karayosunlarından, düşük ışık seviyelerinde büyüyenler tam güneşte büyüyenlerden, epifitik olanlar suda yaşayanlardan, düşük enlemlerde yaşayanlar yüksek enlemlerde bulunanlardan daha yüksek flavonoid içeriğine sahiptir (Wang ve ark., 2017).

Sharma ve ark (2015)'nin yaptığı çalışmada guaiacol peroksidaz ve CAT aktivitesi *Pellia appendiculatum* (*Plagiochasma appendiculatum* Lehm. & Lindenb.)'da *Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dumort.'dan daha yüksekken, süperoksit dismutaz aktivitesi, askorbik asit, prolin, glutatyon ve toplam fenoller *Pellia endiviifolia*'da daha fazla olarak saptanmıştır. Önemli bir kirlilik belirteci olan *Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) M. Fleisch.'da da glutatyon yüksek seviyede bulunan bir antioksidan olarak tespit edilmiştir (Varela ve ark., 2018).

Briyofitlerden izole edilen terpenoidlerin ve aromatik bileşiklerin biyoaktif özellikleri nedeniyle antibakteriyel ve antifungal aktivite gösterdikleri bilinmektedir (Greeshma ve ark., 2017; Greeshma ve Murugan, 2018). *Thuidium tamariscinum* (Hedw.) Schimp. üzerinde yapılan bir araştırmada ilgili briyofitin fazla miktarda terpenoid içerdiği belirtilmiş, *T. tamariscinum*'un yüksek antioksidan özelliğe sahip olmasının içerdiği terpenoidle ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Mohandas ve Kumaraswamy, 2018). *Lunularia cruciata* (L.) Dumort. ex Lindb.'nin asetonlu ekstraktlarının da flavonoid ve seskiterpen içerikleri belirlenmiş, bunların çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde kullanılabileceği düşünülmüştür (Ielpo ve ark., 1998).

Briyofitlerin antioksidan aktivitesi diğer bitkilerde olduğu gibi çeşitli stres faktörlerinden etkilenebilmektedir. Yapılan bir çalışmada *Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst.'a bazı abiyotik (ağır metal, sıcaklık ve tuzluluk) stres faktörleri uygulandığında antioksidan aktivitesinde artış meydana geldiği saptanmıştır (Basile ve ark., 2011).

Örneklendirdiğimiz bitkiler dışında da antioksidan potansiyele sahip birçok briyofit bulunmaktadır (Mukhopadhyay ve ark., 2013; Vats ve Alam, 2013; Oyedapo ve ark., 2015). *In vitro* koşullarda çeşitli elisitörler kullanılarak briyofitlerin sekonder metabolitlerini arttırmaya

yönelik çalışmalar mevcuttur (Becker, 2009; Milošević ve ark., 2017). Son yıllarda özellikle yüksek antioksidan içeriğe sahip bazı briyofitlerin in vitro koşullarda üretimi gündeme gelmiştir. Hazer ve ark (2019) *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Gangulee’u in vitro koşullarda üretmiş, bu briyofit türünün zengin fenolik içeriğiyle önemli antioksidan kapasiteye sahip olduğunu bildirmiştir.

##### 5. Tartışma ve Sonuç

Briyofitlerin antioksidan kapasitelerine ait bazı bulgular bu derlemede özetlenmiştir. Bitkisel kaynaklı doğal antioksidanlar gıda, kozmetik, tıp vb. endüstrilerde sentetik antioksidanlar yerine alternatif oluşturabilmektedir. Doğal antioksidanlar kolay erişilebilirlik, düşük maliyet ve yan etkilerinin bulunmaması/az olması nedenleriyle tercih edilmektedir. Birçok bitki türünde doğal olarak bulunan antioksidanlar ROS’ların zararlı etkilerinin giderilmesinde önemli rol oynamaktadır. Doğal antioksidan kaynağı olarak geleneksel tıpta kullanılan Angiospermler ön planda olmasına rağmen, günümüzde farklı bitki kaynakları araştırılmaktadır. Yüksek adaptasyon yeteneği gösteren ve zengin sekonder metabolit içerikleri olan briyofitler güçlü antioksidan kaynakları olarak tıp, kozmetik, gıda başta olmak üzere çeşitli endüstri alanlarında kullanım potansiyeline sahiptirler. Antioksidan içeriklerinin tespiti ile bunların elde edilmesi ve artırılmasına yönelik daha kapsamlı ve büyük ölçekli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

##### Kaynaklar

Asakawa Y. 2004. Chemosystematics of the hepaticae. *Phytochemistry*. 65: 623-669.

Aslanbaba B. Yılmaz S. Yayıntaş Ö.T. Özyurt D. Öztürk B.D. 2017. Total phenol content and antioxidant activity of mosses from Yenice forest (İda mountain). *Journal of Scientific Perspectives*. 1:1, 1-12.

Basile A. Sorbo S. Conte B. Golia B. Montanari S. Castaldo Cobianchi R. Esposito S. 2011. Antioxidant activity in extracts from *Leptodictyum riparium* (Bryophyta), stressed by heavy metals, heat shock, and salinity. *Plant Biosystems*. 145:1, 77-80.

Becker, H. 2009. Bryophyte in vitro cultures, secondary products. *Encyclopedia of Industrial Biotechnology: Bioprocess, Bioseparation, and Cell Technology*. Flickinger M. C (Editor) pp. 1-6.

Bhattarai H.D. Paudel B. Lee H.K. Oh H. Yim J.H. 2009. In vitro antioxidant capacities of two Benzonaphthoxanthones: ohioensins F and G, isolated from the

antarctic moss *Polytrichastrum alpinum*. *Zeitschrift für Naturforschung C*. 64: 3-4, 197-200.

Carranza M.S.S. Linis V.C. Ragasa C.Y. Tan M.C.S. 2019. Chemical constituents and antioxidant potentials of seven Philippine mosses. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 23:6, 950-962.

Chandna R. Hakeem K.R. Ahmad P. 2012. Proteomic markers for oxidative stress: new tools for reactive oxygen species and photosynthesis research. Ahmad P, Prasad M.N.V (Editors) *Abiotic stress responses in plants: metabolism, productivity and sustainability*. Springer. New York.

Chobot V. Kubicová L. Nabbout S. Jahodář L. Vytlačilová J. 2006. Antioxidant and free radical scavenging activities of five moss species. *Fitoterapia*. 77: 7-8, 598-600.

Chopra S. Wallace H.M. 1998. Induction of spermidine/ spermine N-1 acetyl transferase in human cancer cells in response to increased production of reactive oxygen species. *Biochemical Pharmacology*. 55: 1119-1123.

Christenhusz M.J.M. Byng J.W. 2016. The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*. 261: 3, 201-217.

Dey A. De J.N. 2012. Antioxidative potential of bryophytes: stress tolerance and commercial perspectives: a review. *Pharmacologia*. 3:6, 151-159.

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.

Erşahin M. Özşavcı D. Şener A. Özakpınar Ö.B. Toklu H.Z. Akakin D. Yeğen B.Ç. 2013. Obestatin alleviates subarachnoid haemorrhage-induced oxidative injury in rats via its anti-apoptotic and antioxidant effects. *Brain Injury*. 27:10, 1181-1189.

Erturk O. Sahin H. Erturk E.Y. Hotaman H.E. Koz B. Oldemir O. 2015. The antimicrobial and antioxidant activities of extracts obtained from some moss species in Turkey. *Herba Polonica Journal*. 61:4, 52-65.

Ezer T. 2017. Contributions to the bryophyte flora of Turkey. *Acta Biologica Turcica*. 30:4, 128-133.

Gahtori D. Chaturvedi P. 2019. Bryophytes: A Potential Source of Antioxidants. In *Bryophytes*. IntechOpen.

Gaurav B. Rathore Kajal S. Shivom S. 2018. Phytochemical screening and total phenolic content in the extract of bryophyte *Plagiochasma appendiculatum*



- and *Dicranum scoparium*. Environment Conservation Journal. 19: 1-2, 175-181.
- Giri U. Kausar H. Athar M. 1999. Free radicals and oxidative stress in biological system. Environ Health. 1–16.
- Greeshma G.M. Manoj G.S. Murugan K. 2017. Insight into pharmaceutical importance of bryophytes. Kongunadu Research Journal. 4:2, 84-88.
- Greeshma G.M. Murugan K. 2018. Comparison of antimicrobial potentiality of the purified terpenoids from two moss species *Thuidium tamariscinum* (C. Muell.) Bosch. & Sande-Lac and *Brachythecium buchananii* (Hook.) A. Jaeger. J Anal Pharm Res. 7:5, 530-538.
- Habtemariam, S. 2019. Modulation of Reactive Oxygen Species in Health and Disease. Antioxidants. 8:11, 513.
- Hazer Y. Çölgeçen H. Koca-Çalışkan U. Uyar G. 2019. *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Gangulee in vitro Doku Kültürü, Fitokimyasal İçeriği, Biyolojik Aktivitesi. Karaelmas Science and Engineering Journal. 9:1, 142-151.
- Hu Y. Guo D.H. Liu P. Rahman K. Wang D.X. Wang B. 2009. Antioxidant effects of a *Rhodobryum roseum* extract and its active components in isoproterenol-induced myocardial injury in rats and cardiac myocytes against oxidative stress-triggered damage. Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences. 64: 1, 53-57.
- Hurrell R. 2003. Influence of vegetable protein sources on trace element and mineral bioavailability. Journal of Nutrition. 133: 9, 2973-2977.
- Ielpo M.T.L. Sole P.D. Basile A. Moscatiello V. Laghi E. Cobianchi R.C. Vuotto M. L. 1998. Antioxidant properties of *Lunularia cruciata* (Bryophyta) extract. Immunopharmacology and Immunotoxicology. 20: 4, 555-566.
- Kataria S. Baghel L. Jain M. Guruprasad K.N. 2019. Magnetopriming regulates antioxidant defense system in soybean against salt stress. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 18: 1-9.
- Krishnan R. Murugan K. 2013. In vitro anticancer properties of flavonoids extracted from cell suspension culture of *Marchantia linearis* Lehm & Lindenb.(Bryophyta) against SW 480 colon cancer cell lines. Indo American Journal of Pharmaceutical Research. 3: 12, 1427-1437.
- Kumar K. Singh K.K. Asthana A.K. Nath V. 2000. Ethnotherapeutics of Bryophyte *Plagiochasma appendiculatum* among the Gaddi Tribes of Kangra Valley, Himachal Pradesh, India. Pharmaceutical Biology. 38, 353–356.
- Manoj G.S. 2012. Screening of secondary metabolites from *Plagiochilla beddomei* Steph., *L. bowringii* Mitt. and *Octoblepharum albidum* Hedw. (Bryophytes) and their antioxidant and antimicrobial potentiality (Ph.D. thesis). Department of Botany. University College, Thiruvananthapuram, Kerala, India.
- Manoj G. S. Murugan K. 2012. Phenolic profiles, antimicrobial and antioxidant potentiality of methanolic extract of a liverwort, *Plagiochila beddomei*. Indian Journal of Natural Products and Resources. 3:2, 173-183.
- Milošević S. Vujičić M.M. Sabovljević M.S. Sabovljević A. D. 2017. Effect of ABA treatment on activities of antioxidative enzymes in selected bryophyte species. Botanica Serbica. 41:1, 11-15.
- Mishra S. Jha A.B. Dubey R.S. 2011. Arsenite treatment induces oxidative stress, upregulates antioxidant system, and causes phytochelatin synthesis in rice seedlings. Protoplasma. 248: 3, 565–577.
- Mishra R. Pandey V.K. Chandra R. 2014. Potential of bryophytes as therapeutics. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 5:9, 3584-3593.
- Mitra S. Manna A. Rai R. 2019. Phytochemical screening and in-vitro antioxidant potential of two ethnomedicinally important mosses of Dicranaceae from Darjeeling hills. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 8: 1, 649-654.
- Mohandas G.G. Kumaraswamy M. 2018. Antioxidant activities of terpenoids from *Thuidium tamariscinum* (C. Muell.) Bosch. and Sande-Lac. A Moss. Pharmacognosy Journal. 10: 4, 645-649.
- Montenegro G. Portaluppi M.C. Salas F.A. Díaz M.F. 2009. Biological properties of the Chilean native moss *Sphagnum magellanicum*. Biological Research. 42: 2, 233-237.
- Mukhopadhyay S.T. Mitra S. Biswas A. Das N. Poddar-Sarkar M. 2013. Screening of antimicrobial and antioxidative potential of Eastern Himalayan mosses. Journal of Medicinal Plants. 3: 3, 422-428.
- Nobushiro S. Shai K. R Mittler. G Miller. 2012. ROS and redox signalling in the response

- of plants to abiotic stress. *Plant Cell Environ.* 35: 259–270.
- O'Brien J.A. Daudi A. Butt V.S. Bolwell G.P. 2012. Reactive oxygen species and their role in plant defence and cell wall metabolism. *Planta.* 236: 765–779.
- Oyedapo O.O. Makinde A.M. Ilesanmi G.M. Abimbola E.O. Akiwunmi K.F. Akinpelu B.A. 2015. Biological activities (anti-inflammatory and anti-oxidant) of fractions and methanolic extract of *Philonotis hastata* (Duby Wijk & Margadant). *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicine.* 12: 4, 50-55.
- Paciolla C. Tommasi F. 2003. The ascorbate system in two bryophytes: *Brachythecium velutinum* and *Marchantia polymorpha*. *Biologia plantarum.* 47: 3, 387-393.
- Sharma P. Jha A.B. Dubey R.S. Pessarakli M. 2012. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of Botany.*
- Pejin B. Bogdanovic-Pristov J. Pejin I. Sabovljevic M. 2013. Potential antioxidant activity of the moss *Bryum moravicum*. *Natural Product Research.* 27: 10, 900-902.
- Pizarro M. Contreras R.A. Köhler H. Zúñiga G.E. 2019. Desiccation tolerance in the Antarctic moss *Sanionia uncinata*. *Biological Research.* 52: 1, 46.
- Pourmorad F. Hosseinimehr S.J. Shahabimajd N. 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *African Journal of Biotechnology.* 5: 11, 1142-1145.
- Provenzano F. Sánchez J.L. Rao E. Santonocito R. Ditta L.A. Borrás Linares I. ... & Segura-Carretero A. 2019. Water extract of *Cryphaea heteromalla* (Hedw.) D. Mohr bryophyte as a natural powerful source of biologically active compounds. *International Journal of Molecular Sciences.* 20: 22, 5560.
- Rajan S.S. Murugan K. 2010. Purification and kinetic characterization of the liverwort *Pallavicinia lyelli* (Hook.) S. Gray. cytosolic ascorbate peroxidase. *Plant Physiology and Biochemistry.* 48: 9, 758-763.
- Rasheed A. Azeez R.F.A. 2019. A Review on Natural Antioxidants. In *Traditional and Complementary Medicine.* IntechOpen.
- Saroya A.S. 2011. Herbalism, Phytochemistry, and Ethnopharmacology. Science Publishers. Punjab. pp. 286-293.
- Savaroğlu F. İşçen C.F. Vatan A.P.Ö. Kabadere S. İlhan S. Uyar R. 2011. Determination of antimicrobial and antiproliferative activities of the aquatic moss *Fontinalis antipyretica* Hedw. *Turkish Journal of Biology.* 35: 3, 361-369.
- Sharma A. Slathia S. Gupta D. Handa N. Choudhary S.P. Langer A. Bhardwaj R. 2015. Antifungal and antioxidant profile of ethnomedicinally important liverworts (*Pellia endiviifolia* and *Plagiochasma appendiculatum*) used by indigenous tribes of district Reasi: North West Himalayas. *Proceedings of the National Academy of Sciences. India Section B: Biological Sciences.* 85: 2, 571-579.
- Singh M. Govindarajan R. Nath V. Rawat A.K.S. Mehrotra S. 2006. Antimicrobial, wound healing and antioxidant activity of *Plagiochasma appendiculatum* Lehm. et Lind. *Journal of Ethnopharmacology.* 107:1, 67-72.
- Srivastava S. Dubey R.S. 2011. Manganese-excess induces oxidative stress, lowers the pool of antioxidants and elevates activities of key antioxidative enzymes in rice seedlings. *Plant Growth Regulation.* 64: 1–16.
- Tanaka K. Takio S. Yamamoto I. Satoh T. 1998. Characterization of a cDNA encoding CuZn-superoxide dismutase from the liverwort *Marchantia paleacea* var. *diptera*. *Plant and cell physiology.* 39: 2, 235-240.
- Tonguc Yayintas O. Sogut O. Konyalioglu S. Yilmaz S. Tepeli B. 2017. Antioxidant activities and chemical composition of different extracts of mosses gathered from Turkey. *AgroLife Scientific Journal.* 6: 2, 205-213.
- Xie C.F. Lou H.X. 2009. Secondary metabolites in bryophytes: An ecological aspect. *Chemistry and Biodiversity.* 6: 3, 303-312.
- Varela Z. Debèn S. Saxena D.K. Aboal J.R. Fernández J.A. 2018. Levels of antioxidant compound glutathione in moss from industrial areas. *Atmosphere.* 9: 7, 284.
- Vats S. Alam A. 2013. Antioxidant activity of *Barbula javanica* Doz. Et Molk.: A relatively unexplored bryophyte. *Elixir Applied Botany.* 65: 3, 20103-20104.
- Wang X. Cao J. Dai X. Xiao J. Wu Y. Wang Q. 2017. Total flavonoid concentrations of bryophytes from Tianmu Mountain, Zhejiang Province (China): Phylogeny and ecological factors. *PloS One.* 12: 6, 1-10.

Yayintas O.T. Irkin L.C. 2018. Bryophytes as hidden treasure. Journal of Scientific Perspectives. 2: 1, 71-82.

Yayintas, O.T. Yilmaz S. Sökmen M. 2019. Determination of antioxidant,

antimicrobial and antitumor activity of bryophytes from Mount Ida (Canakkale, Turkey). Indian Journal of Traditional Knowledge. 18: 2, 395-401.



## Türkiye’de *Tortula vlassovii* (Laz.) Ros & Herrnst’nin Yeniden Keşfi Üzerine Notlar

Recep KARA<sup>1\*</sup> , Seda SERİN<sup>1</sup> , Hatice TAŞPINAR<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Nevşehir, TÜRKİYE

Received: 18 August 2020

Revised: 04 September 2020

Accepted: 08 October 2020

### Öz

*Tortula vlassovii* dünya biyoçeşitliği açısından korunması gereken önemli karayosunu türlerinden biridir. Bu tür; Türkiye Florasında şimdiye kadar yalnızca bir lokaliteden bilinmekteydi. Bu karayosunu Türkiye briyoflorasında yaklaşık yarım asırdır kayıptı. Bu çalışmada bu tür Türkiye’den ikinci kez toplanmış, mikro dijital fotoğrafları çekilmiş ve tanıtımı yapılmıştır. Bu makalenin amacı, dünyada nesli tehlike altında olan ve taksonomik durumu hala tartışılan *Tortula vlassovii*’nin Türkiye’deki durumunu ortaya çıkarmaktır.

**Anahtar kelimeler:** Briyoflora, Kırmızı liste, *Tortula vlassovii*, Türkiye.

## Notes on Rediscovery of *Tortula vlassovii* (Laz.) Ros & Herrnst in Turkey

### Abstract

*Tortula vlassovii* is one of the most important moss species that should be protected in terms of world biodiversity. So far, this species was known from only one locality in the bryophyte flora of Turkey. This moss species has lost nearly half a century in Turkey Bryoflora. In this study, it was collected for the second time and micro digital photographs were taken and introduced. The purpose of this article is endangered in the world and taxonomic status is still debated, *Tortula vlassovii* reveal the situation in Turkey.

**Keyword:** Bryoflora, Red list, *Tortula vlassovii*, Turkey.

### 1. Giriş

Türkiye Florası’nda yalnızca bir lokaliteden bilinen *Tortula vlassovii* (Laz.) Ros & Herrnst. Akdeniz Bölgesi için hazırlanan kontrol listesinde Türkiye’den kaydı şüpheli olarak belirtilmektedir (Ros ve ark., 2013). Bulunduğu ülkelerde çok dar yayılışlı olan bu tür IUCN koruma kriterlerine göre nesli tehlikede (EN) olarak değerlendirilmektedir (Sergio ve Cano, 2019). Bu tür ülkemizden 48 yıl sonra ilk defa farklı bir lokaliteden bu çalışma ile toplanmış ve detaylı

mikro dijital fotoğrafları çekilmiştir. Bu çalışmanın amacı, taksonomik durumu tartışılmalı olan ve biyoçeşitlilik açısından korunması gereken *T. vlassovii* türünün ülkemizde daha iyi tanınmasını sağlamaktır.

### 2. Materyal ve Metot

*Tortula vlassovii* türüne ait örnekler Nevşehir–Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Kampüs alanından 2020 yılında yapılan arazi çalışmaları sırasında bahçe toprağı üzerinden toplanmıştır

\* Corresponding author: [recepkara@nevsehir.edu.tr](mailto:recepkara@nevsehir.edu.tr)

© 2020 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Kara R. Serin S. Taşpınar H. 2020. Notes on Rediscovery of *Tortula vlassovii* (Laz.) Ros & Herrnst in Turkey. *Anatolian Bryology*. 6:2, 138-142.



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

(38° 40' 28" K - 34° 44' 36"D, 1120 m). Türün morfolojik özellikleri, mikroskopik dijital fotoğraflarından ve Ros ve Herrnstadt (2010)'dan yararlanılarak açıklanmıştır. Türün ülkemizdeki lokalite kayıtları, son çıkan kontrol (Uyar ve Çetin, 2004; Kürschner ve Erdağ 2005; Hazer, 2010; Erdağ ve Kürschner, 2017) listelerinden takip edilmiş ve koruma statüsü, dünyadaki dağılımı, morfolojisi ile ilgili bilgilerine de değinilmiştir. Toplanan örnekler herbaryum materyali haline getirildikten sonra Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi herbaryumunda S.S.004 toplayıcı numarası ile muhafaza altına alınmıştır.

### 3. Bulgular

*Tortula vlassovii*, Türkiye'den ilk kez Elsa Cecilia Nyhom (1911-2002) tarafından 30 Mart 1972 tarihinde Burdur ilinden (Sewden's Virtual Herbarium-B56713) *Phascum vlassovii* Laz. olarak toplanmıştır (URL1). Nadir bulunan bu tür geçen 48 yıl boyunca ülkemizde tekrardan bulunamamış bu yüzden kontrol listelerinde Türkiye'den şüpheli kayıt olarak değerlendirilmiştir (Ros ve ark., 2013). Bu tür dik veya küçük, dağınık yamalar olarak büyüyen, 2 mm'den daha kısa boylu küçük bireylerden oluşur. Olgun yapraklar açık yeşil ile sarımsı yeşildir ve yaklaşık 1 mm uzunluğunda, ovat-mızrak şeklindedir. Genellikle yaprağın apeksi sivri şekilde içbükeydir. Kosta (midrib) soluk kahverengidir. Genellikle apeksi tabandan daha geniştir ve turuncu bir mukro ile dışarı uzanır. Kosta üst yüzeyi şişe şeklinde ve papilloz hücreler ile süslenmiştir. Bitki monoiktir yani her bireyde hem erkek hem de dişi üreme yapıları bulunur. Spor üreten sporofitler, kış sonlarında ve ilkbaharda olgunlaşır ve yapraklar içerisine gömülüdür. Kapsülün üstünde küçük bir apikulus bulunur. Neredeyse küresel kapsüller bir kapakla açılmaz. Sporlar kapsül duvarı yaz aylarında yırtıldıkça dağılmaktadır. Spor boyutları 18-25 µm arasında değişir. *Bu tür morfolojik olarak kapaksız küre şekilli kapsülü ve kostonun karın yüzeyinde şişe şekilli hücrelerin bulunması ile çok kolayca tanınmaktadır* (Şekil 1). Bitki örneklerini topladığımız loklitede doğal olmayan sekonder sükseyonun başladığı antropojenik baskı altındaki bir habitat içerisinde yer almaktadır. *Tortula vlassovii* bulunduğu habitat tipi *Cichorium intybus* L. *Convolvulus arvensis* L., *Malva neglecta* Wallr. *Plantago major* L. *Echium italicum* L. ve *Papaver rhoeas* L. gibi otsu bitkiler tarafından istila edilen çimenlik bir alan olarak tanımlanabilir. Bu habitat içerisinde 1 m<sup>2</sup> 'lik dar bir alanda dağılım gösteren *Tortula vlassovii*, *Pterygoneurum ovatum* (Hedw.) Dix. ve *Funaria hygrometrica* Hedw. ile birlikte bulunmaktadır. Dünyadaki dağılımına göre nadir tür olarak

değerlendirilen (Şekil 2) *Tortula vlassovii*'nin sadece Türkiye, İspanya, Almanya, Ukrayna, Ermenistan, Rusya, Kanada ve Amerika'da kaydı bulunmaktadır (Ros ve Herrnstadt, 2010; British Columbia Bryophyte Recovery Team, 2009).

### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma sonucunda, *Tortula vlassovii* türünün ülkemizdeki ikinci lokalite kaydı verilerek dünyadaki kontrol listelerine göre kaydı şüpheli konumdan kurtarılmıştır. Bilim dünyasına 1938 yılında *Phascum vlassovii* Laz., olarak tanımlan bu türün taksonomik durumu konunun uzmanları tarafından hala tartışılmaktadır. Bu uzmanlardan Zander (1993) tarafından bu tür *Microbryum* cinsi içinde *M. vlassovii* (Laz.) R.H. Zander olarak kabul edilirken, Ros ve Herrnstadt (2010) tarafından *Tortula* cinsi içinde *T. vlassovii* (Laz.) Ros & Herrnst. olarak kabul edilmektedir. İnternet ortamında yayınlanan bazı veri tabanlarında bu tür için *P. vlassovii* ismi %47,4 oranıyla kabul görürken *M. vlassovii* ismi %52,6 oranıyla daha çok kabul görmektedir. Ayrıca *T. vlassovii*, *M. vlassovii*'nin basionimi olarak gösterilmektedir (URL2.). Biz de bulduğumuz bu örneğin sporlarının papilloz olmaması ve spor morfolojisinin *Tortula* cinsine benzemesinden dolayı Ros ve Herrnstadt (2010) gibi *Tortula vlassovii* (Laz.) Ros & Herrnst. olarak değerlendirdik. Bu türün, Avrupa'nın Kırmızı Karayosunları Listesindeki durumu göz önüne alındığında (Hodgett ve ark. 2019) ülkemizde de EN kategorisinde tehlike altında bir tür olarak korunması gerektiğini düşünüyoruz.

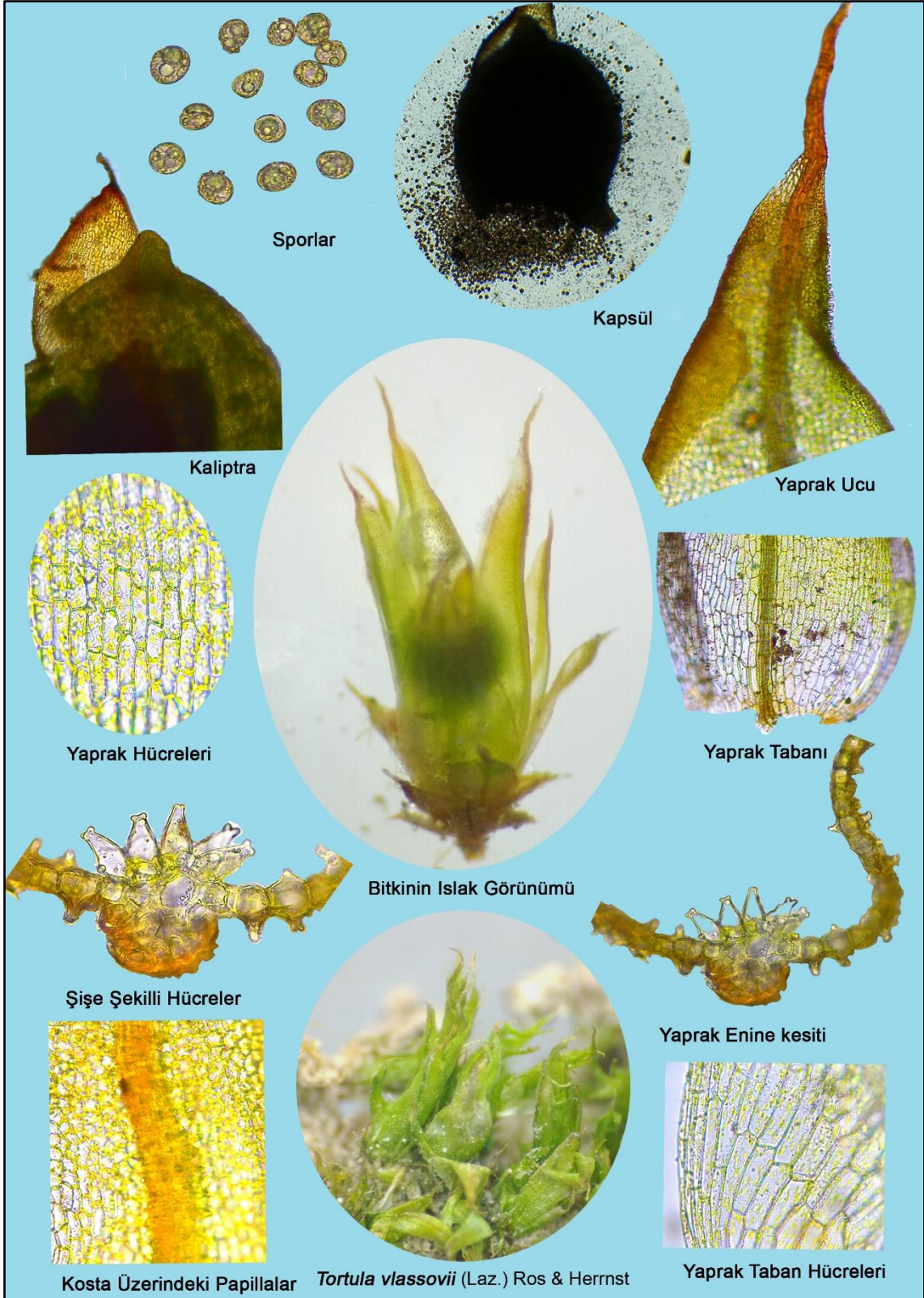
**Teşekkür:** Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun 119Z205 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

**Not:** Bu makale Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yürütülmekte olan "Göreme Milli Parkı Briyofit Florası" adlı yüksek lisans tezinin bir parçasıdır.

### Kaynaklar

- British Columbia Bryophyte Recovery Team 2009. Recovery strategy for the nugget moss (*Microbryum vlassovii*) in British Columbia. British Columbia Ministry of Environment, Victoria, British Columbia, 14 pp.
- Erdağ A. Kürschner H. 2017. Türkiye Bitkileri Listesi: Karayosunları. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını, İstanbul.
- Hazer Y. 2010. Son Literatür ve Herbaryum Verilerine Göre Türkiye Karayosunlarının Floristik Dağılımı ve Elektronik Veri Tabanının Oluşturulması. Zonguldak

- Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Zongudak.
- Hodgetts N. Cáliz M. Englefield E. Fettes N. García Criado M. Patin L. Nieto A. Bergamini A. Bisang I. Baisheva E. et al. 2019. A miniature world in decline. European Red List of mosses, liverworts and hornworts. IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Brussels, Belgium.
- Kürschner H. Erdağ A. 2005. Bryophytes of Turkey: An Annotated Reference List of the Species with Synonyms from the Recent Literature and An Annotated List of Turkish Bryological Literature. Turk. Jour. Bot. 29: 95-154.
- Ros R.M. Mazimpaka V. Abou-Salama U. Aleffi M. Blockeel T.L. Brugués M. Cros R.M. Dia M.G. Dirkse G.M. Draper I. et al., 2013. Mosses of the Mediterranean, an annotated checklist. Cryptogamie Bryologie. 34: 99-283.
- Ros R.M. Herrnstadt I. 2010. New taxonomical data in the genus *Tortula* (Pottiaceae, Bryophyta). Tropical Bryology, 31: 150–3.
- Sergio C. Cano M. 2019. *Tortula vlassovii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019 (<https://www.iucnredlist.org/species/87564467/87729905>).
- URL1. Sewden's Virtual Herbarium. 2020. Website: <http://herbarium.emg.umu.se/index.html> [Erişim: 14 Ağustos 2020].
- URL2. Global Biodiversity Information Facility. 2020. Website: <https://www.gbif.org/species/2671421> [Erişim: 15 Ağustos 2020].
- Uyar G. Çetin B. 2004. A new check-list of the mosses of Turkey. Journal of Bryology. 26: 203-220.
- Zander R.H. 1993. Genera of the Pottiaceae: Mosses of Harsh Environments. Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences, Vol. 32, Buffalo, USA.



Şekil 1. *Tortula vlassovii* 'nin mikroskopik görüntüsü



Şekil 2. *Tortula vlassovii* 'nin Dünyadaki dağılışı British Columbia Bryophyte Recovery Team 2009'dan değiştirilerek.



## 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 (7<sup>th</sup> ed.). If symbols such as  $\times$ ,  $\mu$ ,  $\eta$ , or  $v$  are used, they should be added using the Symbols menu of Word. Degree symbols ( $^{\circ}$ ) must be used from the Symbol menu, not superscripted letter o or number 0. Multiplication symbols must be used ( $\times$ ), not the letter x. Spaces must be inserted between numbers and units (e.g., 3 kg) and between numbers and mathematical symbols (+, -,  $\times$ , =, <, >), but not between numbers and percent symbols (e.g., 45%). Please use SI units. Generally, all numbers should be given as numerals (e.g., "In 2 previous studies..."); please consult the above-mentioned style manual for full details. All abbreviations and acronyms should be defined at first mention. Latin terms such as et al., in vitro, or in situ should not be italicized.

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

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

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

### **Ethical Rules and Responsibilities**

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

### **Title and contact information**

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

### **Abstract**

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

### **Keywords**

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

### **1. Introduction**

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

### **2. Materials and Methods**

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

### **3. Findings**

Station information and plant list etc.

### **4. Results and Discussion**

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

### **Acknowledgements and/or disclaimers, if any**

Names of funding organizations should be written in full.

### **References**

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

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

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

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

#### **Books**

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

#### **Chapters in books**

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

#### **Web sites (no print version):**

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

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

#### **Tables and Figures:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Correspondence Address**

Manuscripts can only be submitted through our online system. Other correspondence may be directed to:  
E-mail: [anatolianbryology@gmail.com](mailto:anatolianbryology@gmail.com), [serhaturavas@gmail.com](mailto: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.

1. **Araştırma makaleleri:** Briyofitlerin çeşitli alanlarındaki özgün araştırma makaleleri değerlendirilecektir.
2. **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.
3. **Yorumlar:** Editör veya danışman kurulu tarafından talep edilecek; briyofitler ile alakalı çeşitli alanlardaki son ilerlemeler, gelişmeler, keşifler yorumlar ve fikirlerdir.
4. **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  $\times$ ,  $\mu$ ,  $\eta$ , 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 yapılabilmelidir.

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](mailto:anatolianbryology@gmail.com), [serhaturavas@gmail.com](mailto:serhaturavas@gmail.com)

veya

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







ÇANKIRI KARATEKİN  
ÜNİVERSİTESİ

# ANADOLU BRİYOLOJİ DERGİSİ

## Contents = İçindekiler

### Research Article / Araştırma Makaleleri

70. **Epiphytic Bryophyte Flora of *Liquidambar orientalis* Forests**  
*Liquidambar orientalis* Ormanlarının Epifitik Briyofit Florası  
Uğur ÇATAK, Mesut KIRMACI
78. **The Bryophyte Flora of Doğu Küre Mountains**  
*Doğu Küre Dağları Briyofit Florası*  
Muhammet ÖREN, Serhat URSAVAŞ
97. **Contributions to The Moss Flora of Muş and Hakkari Provinces in Turkey**  
*Türkiye'nin Muş ve Hakkâri İllerinin Karayosunu Florasına Katkılar*  
Güray UYAR, Murat ÜNAL, İbrahim DEMİR
105. **Evaluation of fungicidal potential of some moss extracts on phytopathogenic fungus "*Fusarium solani*"**  
*Bazı Karayosunu ekstraktlarının fitopatogenik mantar "*Fusarium solani*" üzerindeki mantar öldürücü potansiyelinin değerlendirilmesi*  
Roghaieh ASADBOLAND, AliReza IRANBAKSHSH, MohammadReza ESLAHI, Saeed SHIRZADIAN
112. **Antimicrobial Properties and Chemical Composition of the Essential Oil of *Leucobryum glaucum* (Leucobryaceae)**  
*Leucobryum glaucum* (Leucobryaceae)'un Uçucu Yağının Kimyasal Bileşimi ve Antimikrobiyal Özellikleri  
Gonca ÇELİK
119. **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)**  
*Uzun Süreli İmpedans Testleri ile Asidik Çözeltideki Yumuşak Çeliğin Korozyonuna Yeni Bir İnhibitör Yaklaşımı: Hypnum cupressiforme* (Bryophyta) için Yeni Bir Uygulama Alanı  
Demet ÖZKIR, Tülay EZER

### Review Article / Derleme Makaleleri

129. **Bryophytes as the Potential Source of Antioxidant**  
*Potansiyel Antioksidan Kaynağı Olarak Briyofitler*  
Hüseyin TÜRKER, Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL

### Research Note / Araştırma Notları

138. **Notes on Rediscovery of *Tortula vlassovii* (Laz.) Ros & Herrnst in Turkey**  
*Türkiye'de Tortula vlassovii* (Laz.) Ros & Herrnst'nin Yeniden Keşfi Üzerine Notlar  
Recep KARA, Seda SERİN, Hatice TAŞPINAR