



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

DOI: 10.26672/anatolianbryology.951081

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



## Göreme Milli Parkındaki (Nevşehir) Epifitik Karayosunlarının Substrat Tercihleri

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

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

Received: 11 June 2021

Revised: 30 July 2021

Accepted: 04 August 2021

### Öz

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

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

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

#### Abstracts

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

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

#### 1. Giriş

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

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

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

© 2021 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

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



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

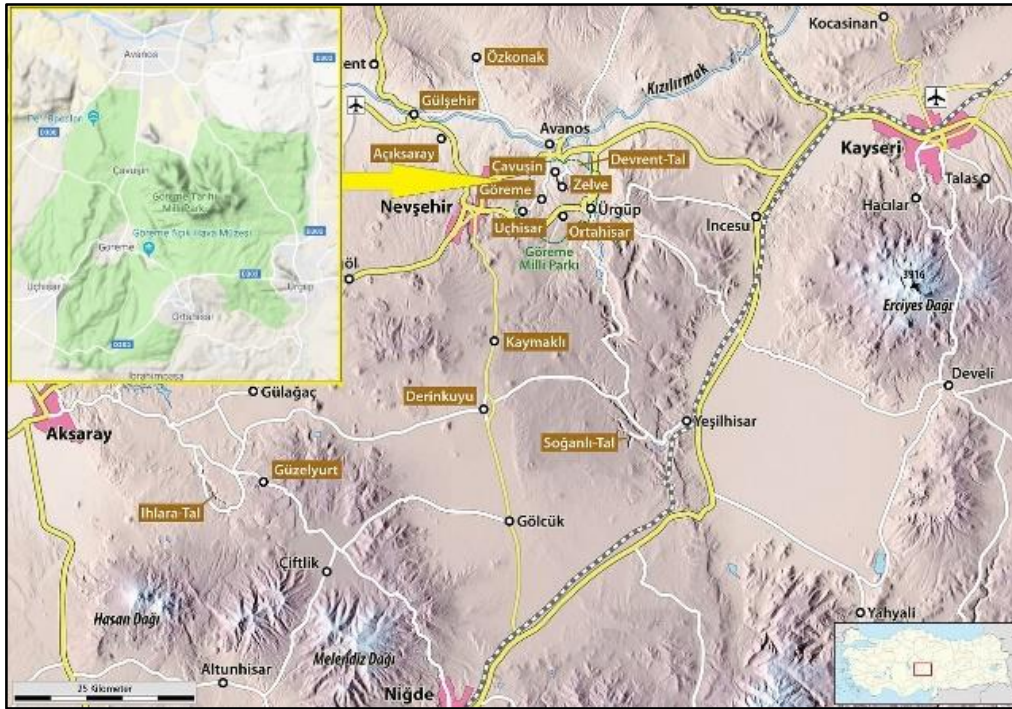
kabuğunda yetişmesini yetersiz ışık, yetersiz nem ve yüksek sıcaklık engelleyebilir. Öte yandan, konukçu bitki türlerinin özellikleri (ağaç çapı, kabuk pürüzlülüğü) muhtemelen küçük faktörler olarak düşünülebilir. Ancak epifitik briyofitler konusundaki daha önce yapılan çalışmalar (Söderström ve During,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

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

ile incelendiği ilk çalışma olması nedeniyle önem arz etmektedir.

## 1.2. Araştırma Alanı

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



Şekil 1: Araştırma alanının konumu.

## 2. Materyal ve Metod

### 2.1. Materyal

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

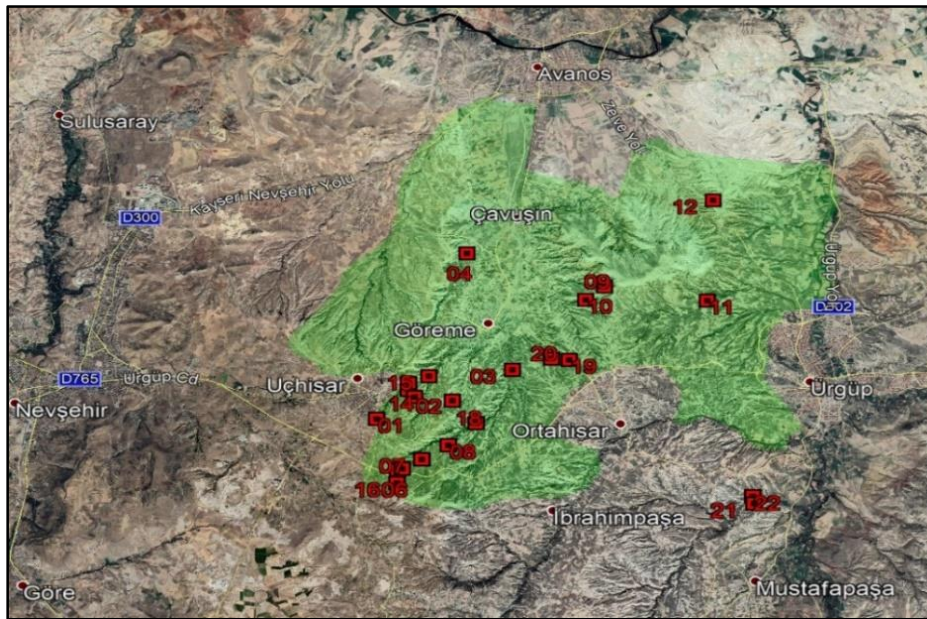
Bektaş Veli Üniversitesi, Briyoloji Laboratuvarında araştırmacıların kişisel koleksiyonunda muhafaza edilmektedir.

### 2.2 Epifitik Flora

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

Tablo 1. Lokalite tablosu

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



Şekil 2: Örneklerin toplandığı lokaliteler

### 2.3. Ekolojik Analizler

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

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

Tablo 2. Ekolojik analizler için kullanılan veriler

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

## 2.4. Hayat Formu ve Yaşam Stratejisi

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

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

Tablo 3. Hayat Formu ve Yaşam Stratejisi açıklaması

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

## 3. Bulgular

### 3.1. Epifitik Flora

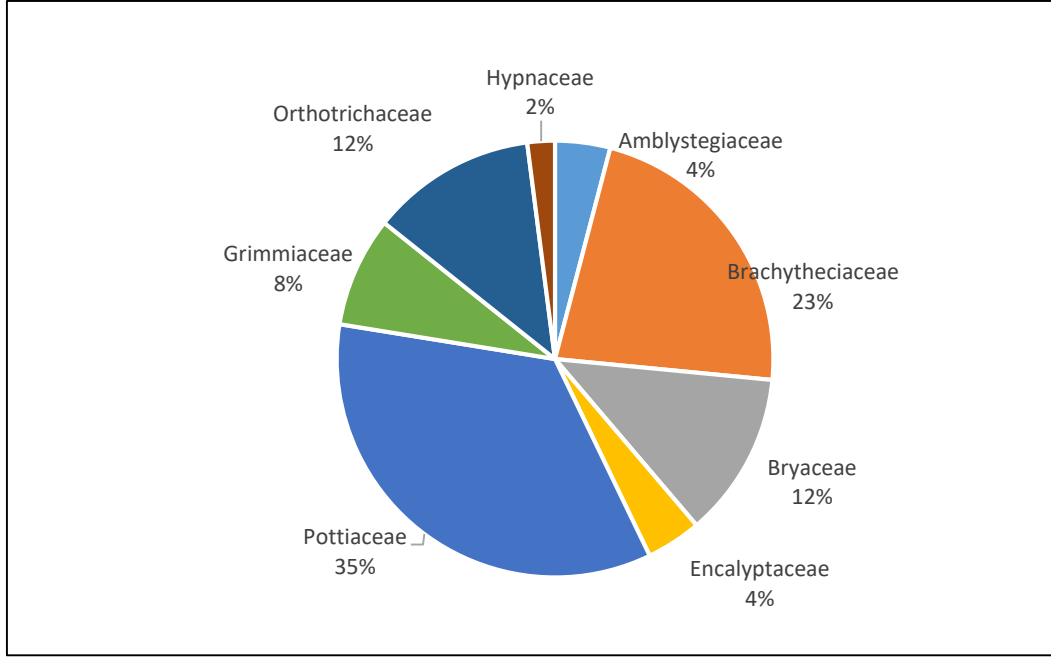
Göreme Milli Parkı içerisinde yayılış gösteren 10 farklı ağaç türü üzerinden klasik flora yöntemleri ile toplanan ve teşhis edilen 49 karayosunu taksonu familyaları, hayat formları ve yaşam stratejileri ile

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

Tablo 4. Flora Listesi

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

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

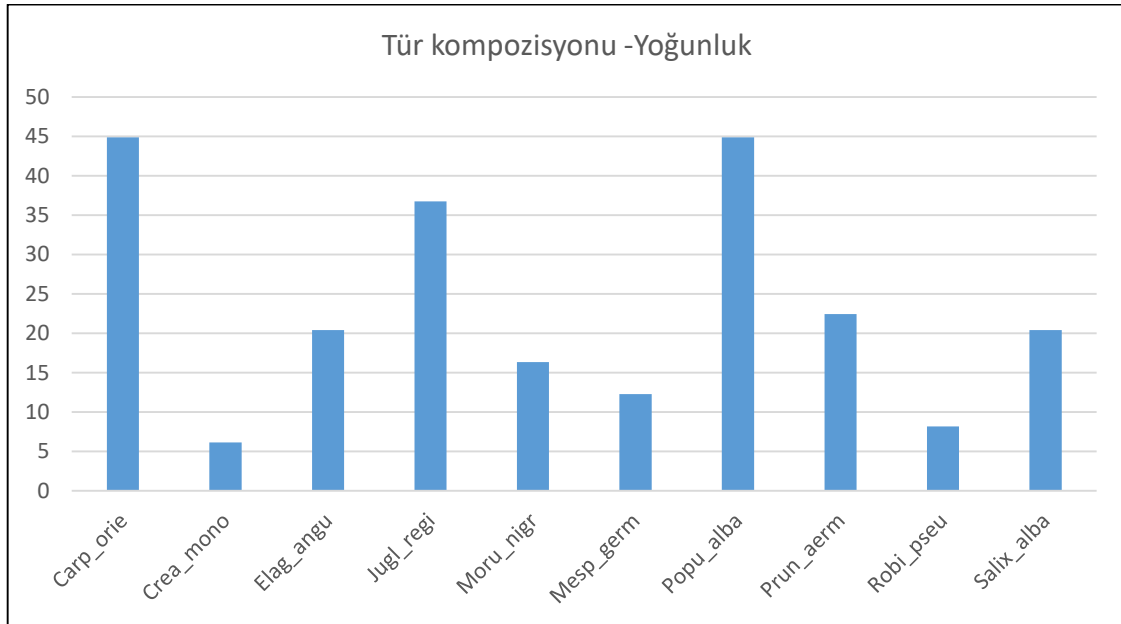


Şekil 3. Çalışma alanındaki taksonlara ait familya grafiği

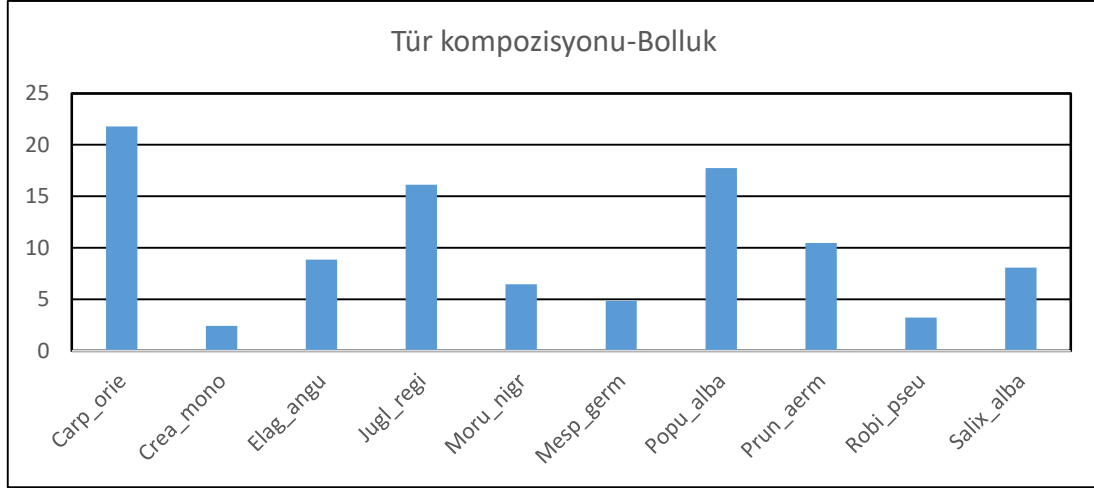
### 3.2. Ekolojik Analiz

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

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



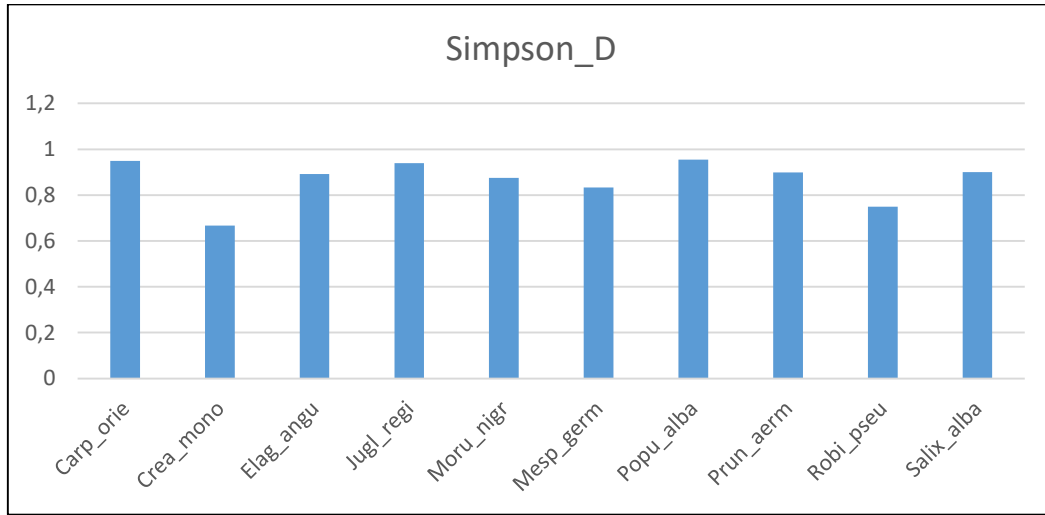
Şekil 4. Ağaçlara göre karayosunu kompozisyonu (%)



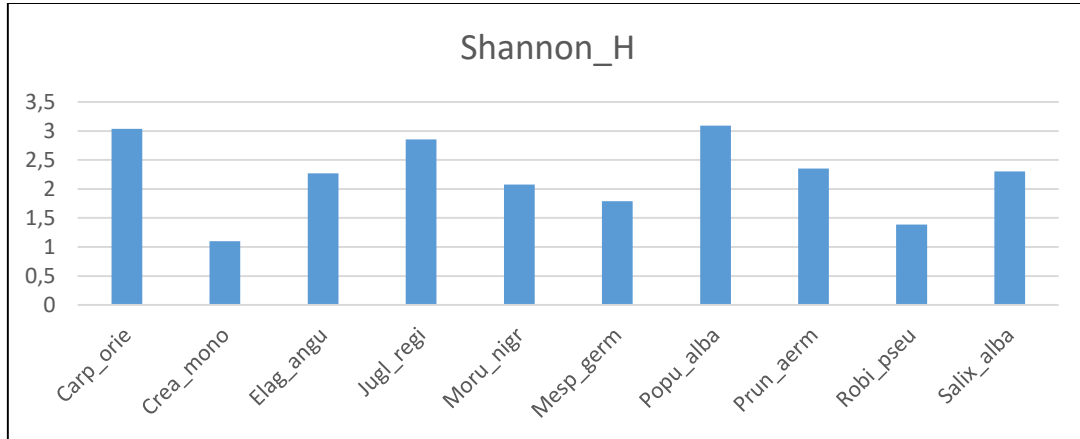
Şekil 5. Ağaçlardan toplanan karayosunu sayısı

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

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



Şekil 6. Ağaçların Simpson çeşitlilik indeksi değerleri

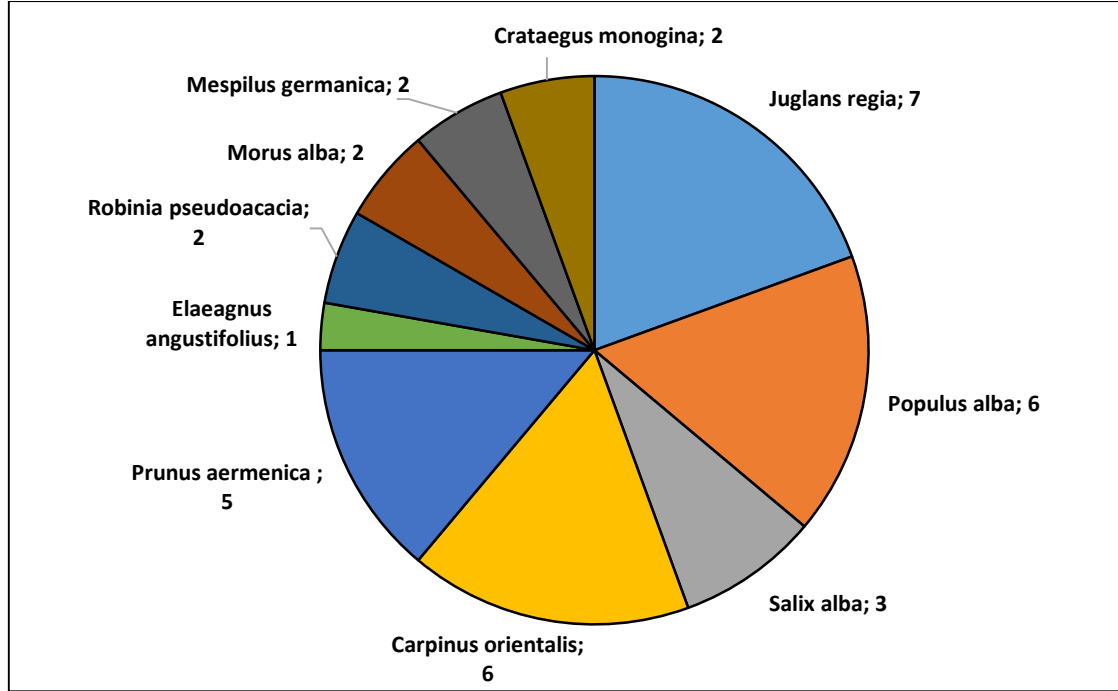


Şekil 7. Ağaçların Shannon çeşitlilik indeksi değerleri

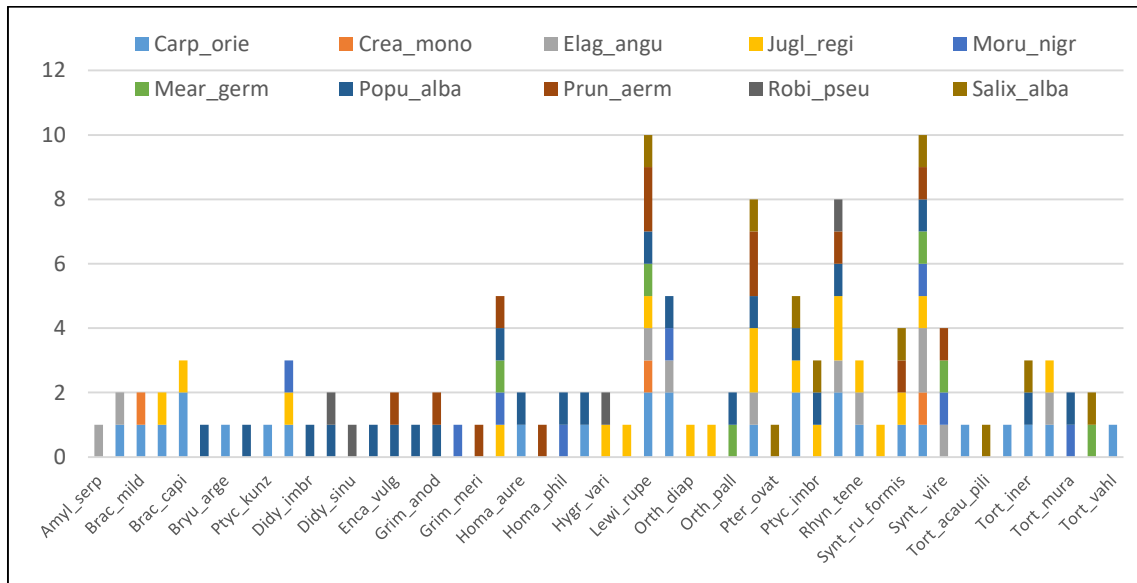
Göreme Milli Parkında 22 lokalitede 36 adet ağaç üzerinden örnek toplanmıştır. Plantasyon olan bu 36 ağaç içerisinde en fazla *Juglans regia* (7), *Populus alba* (6), *Carpinus orientalis* (6) ve *Prunus aermanica* (5) taksonları bulunmaktadır (Şekil 8).

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

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



Şekil 8. Çalışma alanındaki ağaçların sayısının taksonlara göre dağılışı



Şekil 9. Karayosunlarının ağaç türlerine göre dağılışı

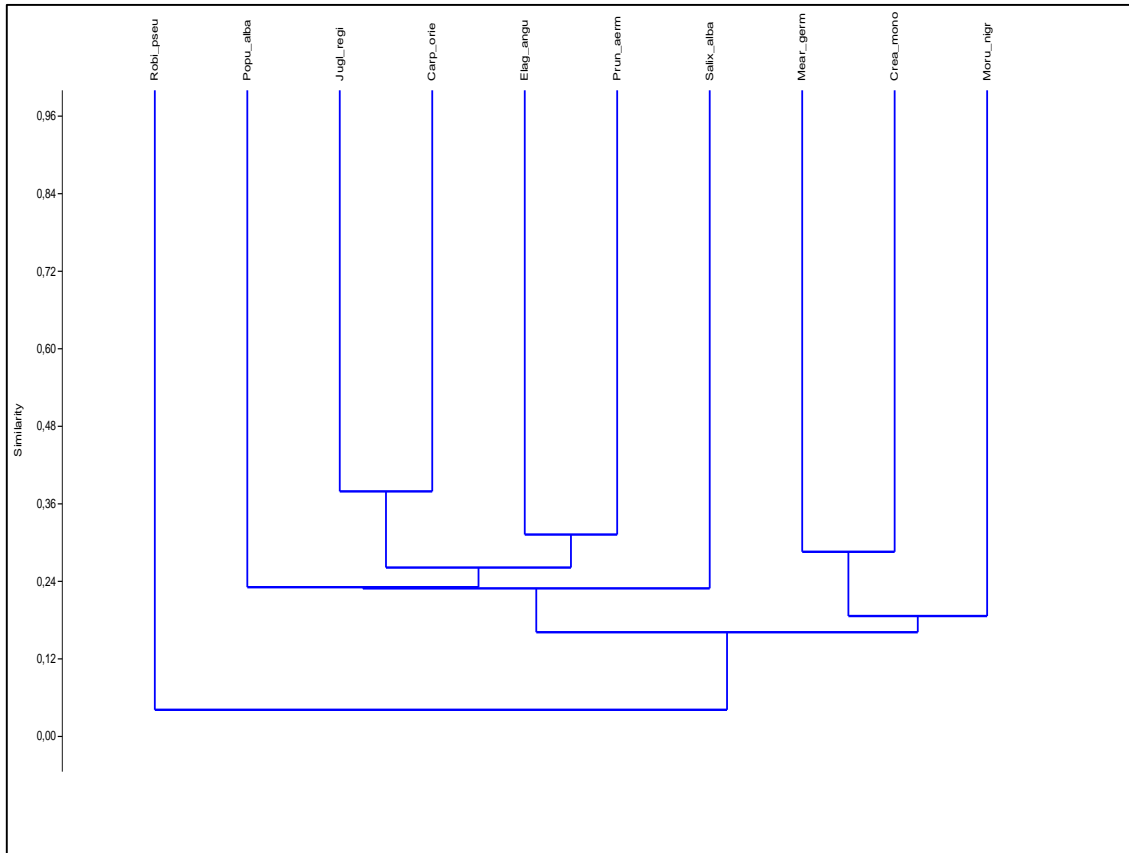


Araştırma alanındaki ağaç türlerinin briyolojik çeşitliliğinin benzerliğini tespit etmek için Jaccard ve SED (Squared Euclidean distance) indeksleri hesaplanmış ve kümeleme analizleri yapılmıştır

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

Tablo 5. Benzerlik indisleri tablosu

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



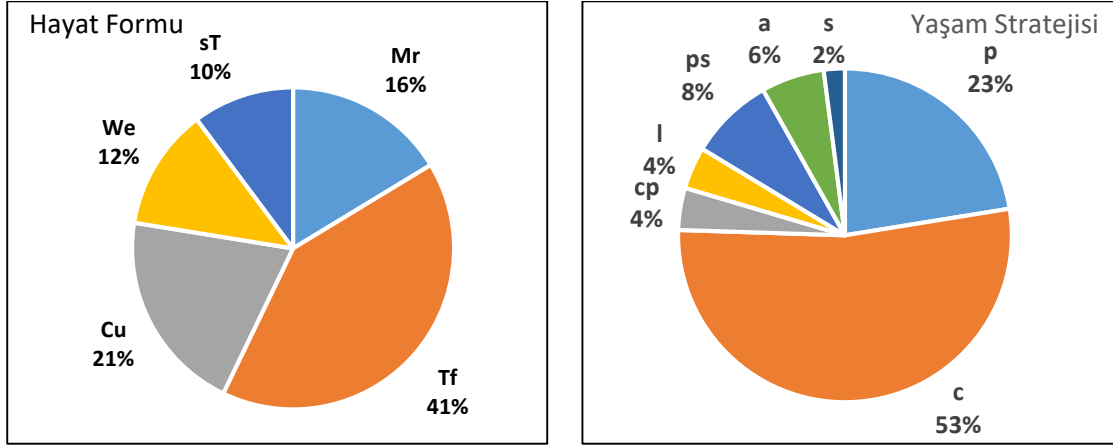
Şekil 10. Ağaçların briyolojik çeşitliliğinin Jaccard benzerlik indeksine göre kümeleme analizi



### 3.3. Hayat Formu ve Yaşam Stratejisi

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

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



Şekil 13. Hayat formu ve yaşam stratejisi grafikleri

### 4. Tartışma ve Sonuç

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

Habitatların farklılaşması sonucu oluşan Beta çeşitlilik habitatlar arasındaki biyolojik çeşitliliğin

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

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

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

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

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

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

#### Kaynaklar

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

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

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