

Türkiye Karayosunu Florasına Ait Bazı Grimmiaceae Arn. Türlerinin
Spor Morfolojilerinin İncelenmesi

Fatih ÖZÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Ocak 2014

Spore Morphology of Some Grimmiaceae Arn. Species belongs to Moss Flora of Turkey

Fatih ÖZÇELİK

MASTER DISSERTATION

Department of Biology

January 2014

Türkiye Karayosunu Florasına Ait Bazı Grimmiaceae Arn. Türlerinin
Spor Morfolojilerinin İncelenmesi

Fatih ÖZÇELİK

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Biyoloji Anabilim Dalı
Botanik Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Dr. Filiz SAVAROĞLU

Ocak 2014

ONAY

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Fatih ÖZÇELİK'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Türkiye Karayosunu Florasına Ait Bazı Grimmiaceae Arn. Türlerinin Spor Morfolojilerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Filiz SAVAROĞLU

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Doç. Dr. Filiz SAVAROĞLU

Üye : Prof. Dr. Ersin YÜCEL

Üye : Prof. Dr. Atila OCAK

Üye : Doç. Dr. İsmühan POTOĞLU ERKARA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet TEMEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Türkiye karayosunları için çeşitlilik merkezlerinden birisidir. Spor morfolojisi taksonomide yararlıdır. Bu çalışma yedi Grimmiaceae taksonunun spor morfolojisini içermektedir. Çalışmanın amacı Türkiye’deki Grimmiaceae familyasının detaylı taksonomik, morfolojik ve ekolojik karakterizasyonu sağlamaktır.

Schistidium trichodon (Brid.) Poelt, *S. confertum* (Funck) Bruch & Schimp., *Grimmia ovalis* (Hedw.) Lindb., *G. pulvinata* (Hedw.) Sm., *G. trichophylla* Grev., *G. dissimulata* E.Maier ve *G. decipiens* (Schultz) Lindb. türlerinin sporları ışık ve taramalı elektron mikroskopları ile ilk kez çalışılmıştır. Tüm sporlarda apertür bölgesi bir leptomadan oluşmaktadır. Familyanın incelenen taksonlarının spor morfolojisi verrukat tiptir. Spor şekli prolat-sferoidaldir. Grimmiaceae familyasında spor boyutu 6 µm’den 17 µm’ye kadar değişkenlik göstermektedir.

Grimmiaceae familyasının spor duvarı sklerin ve intin içermektedir. Ekzin ve perin arasındaki ayrımı belirlemek oldukça güç olmaktadır. İncelenen türler kayacıl habitat tipine aittir. Bu çalışmada Grimmiaceae familyasının taksonomik ve ekolojik içerikleri spor morfolojisi tabanında tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bryophyta, Grimmiaceae, Spor Morfolojisi, Işık Mikroskobu, Taramalı Elektron Mikroskop (SEM), Türkiye

SUMMARY

Turkey is one of the main centres of diversity for the bryophytes. Spore morphology has been used in taxonomy. This study includes spore morphology of seven Grimmiaceae taxa. The aims of this study are to provide a detailed taxonomical, morphological and ecological characterization of family Grimmiaceae in Turkey.

The spores of *Schistidium trichodon* (Brid.) Poelt, *S. confertum* (Funck) Bruch & Schimp., *Grimmia ovalis* (Hedw.) Lindb., *G. pulvinata* (Hedw.) Sm., *G. trichophylla* Grev., *G. dissimulata* E.Maier ve *G. decipiens* (Schultz) Lindb. were examined by light and scanning electron microscopy for the first time. The apertural region forms from a leptoma in all spores. The spore morphology of the examined taxa of the family is verrucate type. The spore shape of all studied species is prolate-spheroid. Spore size ranges from 6 μm to 17 μm in the family of Grimmiaceae.

The spore wall of the family Grimmiaceae includes sclerine and intine. The examined species of mosses are belonged to saxicolous habitat type. The taxonomical and ecological implications of the family Grimmiaceae were discussed on the basis of their spore morphology.

Keywords: Bryophyta, Grimmiaceae, spore morphology, light microscope, scanning electron microscope (SEM), Turkey.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda, bana danışmanlık ederek beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Filiz SAVAROĞLU' na en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım süresince bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli hocam Sayın Doç. Dr. İsmühan POTOĞLU ERKARA' ya teşekkürü bir borç bilirim.

Yine çalışmalarım esnasındaki her türlü yardımlarından dolayı sevgili hocalarım Sayın Doç. Dr. Mustafa YAMAÇ, Sayın Dr. Onur KOYUNCU, Sayın Dr. Murat ARDIÇ, Sayın Dr. Koray YAYLACI, Sayın Araş. Gör. Okan SEZER ve Sayın Araş. Gör. Kurtuluş ÖZGİŞİ' ye teşekkür ederim.

Hayatımın her anında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve eşim Kübra ÖZÇELİK'e çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Bryofitlerin (Karayosunlarının) Genel Özellikleri	2
1.2. Spor Morfolojisi.....	9
1.3. Grimmiaceae Familyasının Genel Özellikleri	13
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
2.1. Materyal	20
2.2. Yöntem.....	25
2.2.1. Wodehouse yöntemi (W)	25
2.2.2. Erdtman (asetoliz) yöntemi (E).....	26
2.2.3. Sporların ölçümü ve fotoğrafların çekimi.....	28
2.2.4. Taramalı Elektron mikroskobu (SEM)	29
3. BULGULAR.....	30
4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	39
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Karayosunu Morfolojisi ve Yaşam Döngüsü (Simpson, 2012).	4
Şekil 1.2. Kara Bitkilerinde (Embriyofitler) Haplodiplontik “Döl Almaş” (Simpson, 2012).	5
Şekil 1.3. Polen polaritesi (Simpson, 2012).	11
Şekil 2.1. <i>Schistidium trichodon</i> Genel Görünüş	21
Şekil 2.2. <i>S. confertum</i> Genel Görünüş	21
Şekil 2.3. <i>Grimmia ovalis</i> Genel Görünüş.....	22
Şekil 2.4. <i>G. pulvinata</i> Genel Görünüş.....	22
Şekil 2.5. <i>G. trichophylla</i> Genel Görünüş	23
Şekil 2.6. <i>G. dissimulata</i> Genel Görünüş	23
Şekil 2.7. <i>G. decipiens</i> Genel Görünüş.....	24
Şekil 3.1. a-c: <i>Schistidium trichodon</i> . a. Proksimal görünüş (IM, W), b. Proksimal görünüş (IM, E) c. Distal yüzey (SEM). d-f: <i>S. confertum</i> . d: Proksimal görünüş (IM, W), e. Proksimal görünüş (IM, E) f. Proksimal yüzey (SEM).	35
Şekil 3.2. a-c: <i>Grimmia ovalis</i> . a. Proksimal görünüş (IM, W), b. Proksimal görünüş (IM, E) c. Proksimal yüzey (SEM). d-f: <i>G. pulvinata</i> . d: Proksimal görünüş (IM, W), e. Proksimal görünüş (IM, E) f. Proksimal yüzey (SEM).	36
Şekil 3.3. a-c: <i>Grimmia trichophylla</i> . a. Proksimal görünüş (IM, W), b. Proksimal görünüş (IM, E) c. Proksimal yüzey (SEM). d-f: <i>G. dissimulata</i> . d: Proksimal görünüş (IM, W), e. Proksimal görünüş (IM, E) f. Proksimal yüzey (SEM).	37
Şekil 3.4. a-c: <i>Grimmia decipiens</i> . a. Proksimal görünüş (IM, W), b. Proksimal görünüş (IM, E) c. Proksimal yüzey (SEM).	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. <i>Schistidium</i> Brid.ve <i>Grimmia</i> Hedw.Taksonları ve Lokaliteleri	20
3.1. Grimmiaceae sporlarının ekvatorial görünüşteki morfometrik verileri.	32
3.2. Grimmiaceae sporlarının polar görünüşteki morfometrik verileri.	33
3.3. Grimmiaceae sporlarının sklerin ve apertürel bölgedeki morfometrik verileri.	34

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

P	Ekvatorial görünüşte polar eksen
E	Ekvatorial görünüşte ekvatorial eksen
D_M	Polar görünüşte en büyük ölçüm
D_m	Polar görünüşte en küçük ölçüm
st	Sklerin kalınlığı
a	Apertür bölgesinin en büyük uzunluğu
X	Ortalama
S	Standart sapma
S_x	Standart hata
R	Ranj, aralık
SEM	Taramalı Elektron Mikroskop
IM	Işık Mikroskobu
W	Wodehouse yöntemi
E	Erdtman (asetoliz) yöntemi

1. GİRİŞ

Anadolu coğrafik olarak Asya ve Avrupa'nın kesiştiği; iklimsel olarak da Akdeniz, İran-Turan ve Avrupa-Sibirya iklim alanlarının kesiştiği bir konumda bulunmaktadır. Kısa mesafeler arasında dağların ovaların akarsu ve vadi gibi yapıların bulunması bu çeşitliliği artırmaktadır. Bütün bu özelliklerden dolayı Anadolu'nun fitocoğrafik yapısı birden çok çeşitlilik göstermektedir.

Bu değişken fitocoğrafik yapımı içinde elbette ki vasküler bitkilerin yanında non-vasküler bitkilerde bulunmaktadır. Bu non-vasküler bitkilerin içinde bulunan bryofitlerde (karayosunları) Anadolu florasında önemli yer tutmaktadır.

Bryofitler tohumuz gerçek bir iletim damarı bulunmayan (non-vasküler) gelişmemiş çoğunlukla karasal habitatlarda yaşayan bitkilerdir. Gerçek bir kök yapısı bulunmamaktadır. Gametofit ve sporofit gibi evreleri bulunup baskın evre gametofit olup n kromozoma sahiptir. Gametofit evrenin sporofit evreyi takip ettiği bir hayat devresi olup buna dölalmaşı denilir ve karayosunlarını üreme, yaşam alanlarını ve hayat evrelerini kolayca anlamamıza sağlamaktadır.

Bryofitler çeşitli iklim ve habitatlarda yaşama özelliğine sahiptir. Sadece karasal ortamlarda değil; kumul, kayacıl, bataklık, su yüzeyinde, insan yapısı alanlarda çatı kiremitlerinde, mezar taşlarında, kaldırım taşlarında, aşırı kurak veya aşırı nemli ortamlarda yaşayacak adaptasyonlar geliştirmişlerdir.

Çalışmamızda Bryophyta divisiosunun Grimmiaceae familyasına ait 7 taksonun spor morfolojisi çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda bryofitlerin polar ve ekvatorial ölçümleri tür teşhisine yararlıken spor yüzeyindeki ornamentasyon şekilleri bu teşhisi kolaylaştırmaktadır. Ayrıca ornamentasyon şekilleri bryofitlerin habitatları ve maruz kaldıkları iklim koşullarını göstermektedir.

1.1. Bryofitlerin (Karayosunlarının) Genel Özellikleri

Ülkemiz Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz fitocoğrafik bölgelerinin kesiştiği ve birbirine karıştığı bitki coğrafyası bakımından önemli bir konumda yer almaktadır. Okyanuslara bağlantısı olmayan Anadolu yarımadasında bu fitocoğrafik farklılığın nedeni olarak sahip olduğu 3 farklı iklim tipi gösterilmektedir. Ayrıca ülkemizde bulunan farklı yükseltilerdeki dağlar, platolar ve ovalar da genel iklim tipi içerisinde daha özel makroiklim, mezoiklim ve mikroiklim alanlarının oluşumuna neden olmaktadır. Türkiye florasının eşsiz ve zengin olmasının başlıca sebepleri arasında yukarıda bahsedilenlerin de dışında jeolojik ve jeomorfolojik farklılıklar, zengin su kaynakları ve bunların oluşumundaki hidrojeolojik farklılıklar, ülkenin doğusu ve batısı arasında ekolojik farklılıkların bulunması ve bunun floristik farklılıkları etkilemesi gibi etkenler de gösterilmektedir (Bulut, 2008).

Karayosunları, Embryophyta (Kara Bitkileri) içerisinde yer almaktadırlar. Embryofitler yeşil bitkiler içerisindeki monofiletik bir gruptur. Yaklaşık 400 milyon yıl önce Silüriyen döneminde bitkilerin karaya ilk yerleşimi çok sayıda önemli özelliklerin evrimiyle birlikte gerçekleşmiştir. Kara bitkilerinin önemli yeniliği embriyo ve sporofitin evrimidir. Sporofit yaşam döngüsünde ayrı bir diploid (2n) evre olup haploid ve gamet üreten kısım ise gametofittir. Haploid gametofit ve diploid sporofitin her ikisine de sahip olan kara bitkilerinin yaşam döngüsü, haplodiplontik (diplobiontik, heteromorfik) yaşam döngüsünün, döl almaşımın bir örneğidir (Şekil 1.2). Kara bitkilerinin erken evrimleri sırasında, üç büyük monofiletik soy, damarlı bitkilerden önce ayrılmıştır. Bu soylar damarsız kara bitkileri veya “biryofitler” olarak isimlendirilirler. Bryophytes grubu Hepatopsida [Hepaticae (Ciğer otları)], Anthocerotopsida [Anthocerotae (Boynuzlu ciğer otları)] ve Bryopsida [Musci (Kara yosunları)] sınıflarını kapsamaktadır. Biryofitler parafiletik bir gruptur ve türevlenmiş özelliklerinin olmayışıyla tanımlanırlar. Bu grup gerçek iletim dokularının olmayışı ve fotosentetik, yaşam döngüsünü serbest yaşayan ve kalıcı bir evresi olan baskın bir gametofite sahip oluşlarıyla damarlı bitkilerden farklılaşırlar (Simpson, 2012).

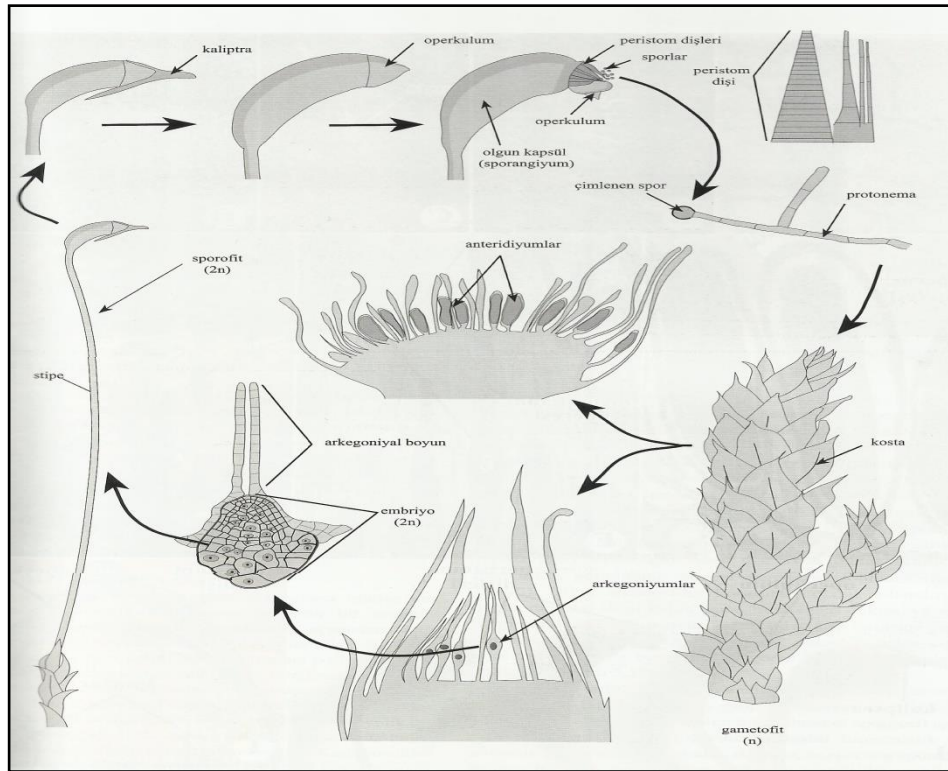
Bitkiler aleminin en basit üyeleri olan biryofitler tohumlu bitkilerden sonra yaklaşık 23 000 türle ikinci büyük grubu oluşturmakta ve dünya üzerinde tohumlu bitkilerden daha fazla alana yayılış göstermektedir (Yıldız ve Aktoklu, 2012; Goffinet and Shaw, 2009). Ülkemizde ise şimdiye kadar yapılan çalışmalar sonucu Hepaticae sınıfından 163 tür ve tür altı takson, Anthocerotae sınıfından 3 türün ve Musci sınıfından ise 721 tür ve tür altı takson kaydı verilmiştir (Kürschner and Erdağ, 2005).

İletim demeti bulunmayan briyofitlerde iletim dokusu bulunmaz. Çok hücreli sporofit ve gametofitleri vardır. Üreme hücreleri her zaman verimsiz hücrelerden oluşan bir yada bir kaç tabakayla çevrelenmiştir. Yapraksız bir gövdeye sahip olan karayosunları çiçekli bitkilerin küçültülmüş haline benzerler. İletim demeti bulunmayan bitkilerin hemen hepsi karasaldır. Bu bitkilerde gametofit daha büyük ve baskın bir döl iken, sporofit daha küçük, geçici ve çok daha belirsizdir. İletim demetlerine sahip olmadıkları için hiçbir zaman büyükçe yapılara ulaşacak kadar büyüyemezler ama küçük ve basit yapıda olmaları kendilerine belli habitatlarda büyük avantajlar sağlar. Karayosunları küçük ve parankima yapısında olması bu bitkilerin taş duvarlar, çitler, kaya yüzeyi yada yarıkları gibi gelişmiş iletim demetli bitkilerin ihtiyaç duyduğundan daha az su ve toprak bulunan mikrohabitatlarda gelişme olanağı verir (Mauseth, 2012).

Karayosunu gametofitleri, belirgin bir apikal hücre içeren apikal meristemden gelişirler. Yeni oluşan hücreler bölünerek gövde ve yaprak dokularını oluşturacak şekilde düzenlenirler. Bitki genç iken yapraklar üç sıra halinde olup çoğunda bir orta damar (kosta) bulunur. Karayosunlarında, orta damar hariç yapraklar sadece bir hücre kalınlığındadır. Çoğunda yaprakların yalnız üst yüzeyinde kutikula bulunur. Alt yüzey ise su emme yeteneğine sahiptir (Mauseth, 2012; Yıldız ve Aktoklu, 2012).

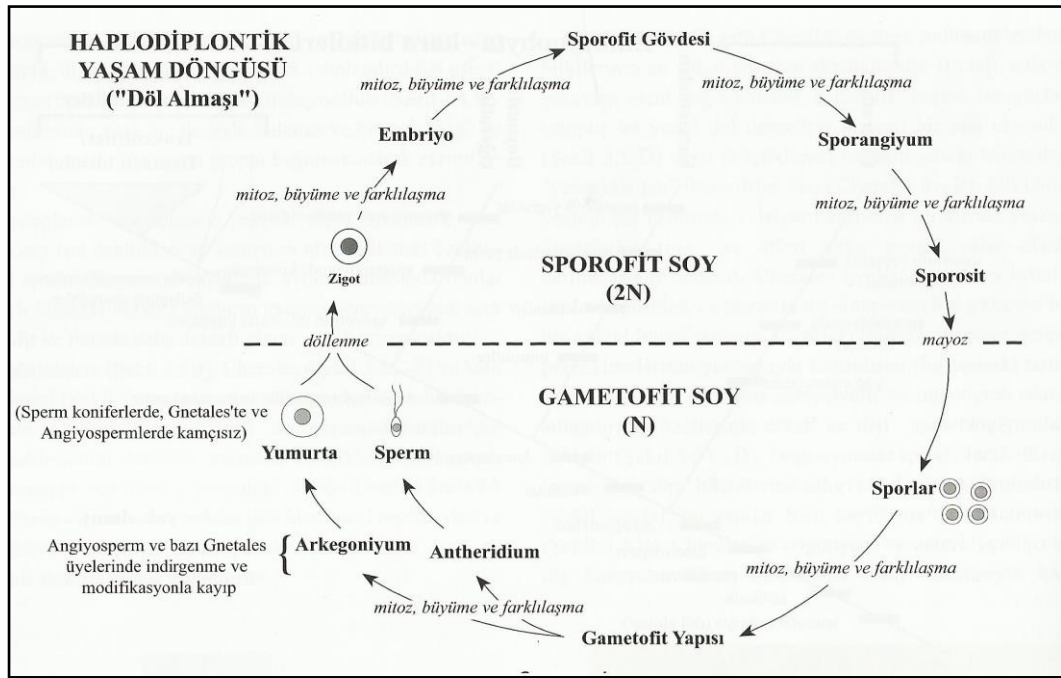
Başta Polytrichaceae familyasında olmak üzere bazı karayosunlarında hidroid adı verilen su iletiminde işlev gören ve leptoid adlı organik madde iletiminde işlev gören özelleşmiş iletili hücreler bulunur. Bu hücreler, ksilem trake elemanları ve floem kalburlu elemanlarına benzer fakat daha ileri hücre özelliklerini kaybetmişlerdir (Simpson, 2012).

Karayosunları oogami ile ürer. Bir ve iki eşeyli türler vardır. Monoik türlerde anteridyum ve arkegonyum aynı bireyde meydana gelir. Dioik türlerde ise erkek ve dişi bireyler (gametofitler) ayrıdır. Anteridyum ve arkegonyumlar karayosunlarında genellikle gametofitik gövdenin uçlarında üretilirler. Anteridyumlarda (mikrogametangiyum) küçük ve iki kamçılı spermier oluşur. Vazo şeklindeki arkegonyumlar (makrogametangiyum) içerisinde yumurta hücresi bulunur. Döllenmeden sonra, sporofit yukarı doğru büyür ve arkegonyumun büyümeye devam eden apikal kısmını da taşır. Bu apikal arkegoniyal doku kaliptra olarak bilinir, genç sporofit ucunun korunmasında iş görebilir. Sporofit seta denilen uzun bir sap geliştirir, bunun uç kısmında sporangiyum veya kapsül oluşur. Sporofitte yaprak bulunmaz. Gerçek epidermis ve epidermis hücrelerinin arasında stoma vardır. Kapsül özel bir açılma mekanizmasına sahiptir. Sporların salınma zamanında operkulum denilen kapak kapsül ucundan düşerek peristom dişleri demetini açığa çıkarır. Bu dişler higroskopiktir. Kapsülün kurumasıyla peristom dişleri geriye kıvrılarak sporların salınımını gerçekleştirir (Simpson, 2012; Yıldız ve Aktoklu, 2012) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Karayosunu Morfolojisi ve Yaşam Döngüsü (Simpson, 2012).

Karayosunlarında uygun koşullar altında çimlenen sporer alge benzeyen dallanmış iplikli ve sürüncü bir yapı oluştururlar. Bir kısmı renksiz, bir kısmı yeşil renkli olan bu iplikli yapılara "Protonema" adı verilmektedir. Aynı zamanda görünüşte ciğerotlarının atalarının algler olduğunun da bir kanıtıdır. Protonema'daki renksiz kısımlar olan rizoidler bitkinin toprağa tutunmasını sağlar. Su ve mineral absorpsiyonu yapmaz. Protonemadan gelişen, haploid, dik yada sürüncü formda, üzerinde yapraklı yapılar bulunan gövdelere gametofit denir. Yaşam döngüsünde baskın evredir. Eşeyli üreme gametofitte gerçekleşir. Sporofit ise döllenme sonucu oluşan embriyodan gelişen, gametofite bağımlı diploid nesildir. Mayoz bölünme ile haploid sporer verir (Yıldız ve Aktoklu, 2012) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Kara Bitkilerinde (Embriyofitler) Haplodiplontik "Döl Almaşı" (Simpson, 2012).

Biryofitler, karasal bitkiler olarak bilinmelerine rağmen, bazen tamamen suya gömülü olarak, ıslak zeminlerde, nemli ortamlarda, toprak ve kayalar üzerinde, ayrıca ağaç gövdelerinde de bulunurlar. Bununla beraber yapraklı karayosunların çoğu son derece soğuk ve sıcakta da dayanıklıdır. Bazı yapraklı karayosunları, kuru hava şartlarında önemli miktarda su kaybeder ve su bulduğu zaman tekrar canlanır. Bazıları da, alpin ve arktik bölgelerde toprak ve kayalar üzerinde gelişir. Orman yangınlarından sonra serinleyen kayalar ve toprak üzerinde ayrıca yanardağlardan sonra soğumuş lav yataklarında erken işgalciler olup, ortamda koloniler oluşturarak toprağın kalitesini ve nemini yükselterek, diğer tohumların ortamda çimlenmesi için uygun zeminin oluşmasını sağlarlar (Çetin, 1998).

Biryofitler, kuzey ve güney yamaçlarda, hem ılıman hem de tropikal bölgelerin çok nemli iklimlerinde vejetasyonun bir parçasını oluşturur. Orman ekosisteminde toprak üzerinde halı şeklinde parlak ve yeşil renkte, geniş turbalık alanlarda tümsekler ve çukurlar içinde, yeşil, kahverengi ve kırmızı renklerde bulunur. Bununla birlikte doğada taş üzeri, kaya üzeri, tamamen su içerisinde ve su içerisindeki kaya üzerlerinde bulunabildiği gibi, ölü ve canlı ağaçların gövdeleri ve dallarında, yarı saprofit olarak çürümekte olan organik maddeler üzerinde ve nemin çok az olduğu kurak alanlarda da yaşayabilir. (Çetin, 1998; Abay ve Kamer, 2010).

Karayosunlarının kumul alanlarda da varlığından söz edilmektedir. Kuma organik madde olarak katkıda bulunması ve gametofit yapısının su tutma kapasitesi özelliğiyle yüzeylerinin nemli olması, kum tabakasının da nemli kalmasını sağlamaktadır. Rizoid adını verdiğimiz köksü yapılarıyla kum taneciklerinin bir arada bulunmasını sağladığı da bilinmektedir. Ormanlık alanlarda çeşitli nedenlerle meydana gelen yangınlar, karayosunlarının habitata yerleşmeleri için alanlar oluşturur. Ayrıca, yangının yayılma hızı yanan alanlarda karayosunu kolonizasyonu için önemli bir faktördür (Richardson, 1981; Abay ve Kamer, 2010).

Bilindiği gibi bitki süksesyonunda karayosunları önemli bir yer oluşturmaktadır. Kurak ortamlarda süksesyon çıplak kayalarda başlamaktadır. Bunu sırası ile kabuksu

liken safhası, yapraksı liken safhası ve karayosunu safhası takip etmektedir. Karayosunları ile beraber ortama sporları da gelir. Bu sporlardan bazıları buralarda çimlenip çoğalarak kendileri için uygun, daha önceki kabuksu ve yapraksı likenler için uygun olmayan bir ortam meydana getirirler. Karayosunları gerek rizoidleri ve gerekse daha önce bu ortamda bulunan likenlerden boyca daha uzun olmaları nedeni ile bu ortamda daha iyi bir şekilde gelişerek likenlerle rekabete girerler ve onları yavaş yavaş ortamdaki uzaklaştırırlar. Bu karayosunlarından bazıları *Tortula*, *Polytrichum*, *Grimmia*, *Bryum*, *Mnium* cinslerine ait türlerdir. Bu karayosunları zamanla ortama egemen olurlar, hayat devrelerini tamamlayıp ölmeleri sonucu ortam humus ve mineral maddece zenginleşir ve toprağın su tutma kapasitesi artar. Ayrıca hücrelerinden salgıladıkları asitlerle kayaları parçalayabilirler. Bu şekilde karayosunları buldukları ortamda toprak gelişmesine devamlı katkıda bulunurlar. Gametofitlerin gövde ve yaprakları toz taneciklerini yakalayıp tutar, sporların ve iletim demetli bitki tohumlarının yerleşmeye başlayabileceği küçük toprak cepleri oluştururlar. Bu oluşan yeni ortamda da yavaş yavaş otsu bitkiler görülmeye başlarlar (Seçmen, 1992; Mauseth, 2012).

Karayosunları, orman ekosisteminin de ayrılmaz bir parçasıdır. Karayosunu florası olmayan doğal ve sağlıklı bir orman düşünülemez. Kendi kuru ağırlığının 12 katı oranında fazla suyu tutarak orman bitkilerinin en çok ihtiyacı olan maddenin yani suyun yok olmasını engellerler. Ayrıca üzerlerine düşen tohumların çimlenmesine olanak sağlayarak orman varlığının devamını sağlamada önemli rolleri bulunmaktadır. Ekolojik gelişimde özellikle yangından sonra erken işgalciler olarak görülmektedirler. Yapılan çalışmalarda orman yangınlarından sonra *Funaria hygrometrica*, *Ceratodon purpureus*, *Bryum argenteum* gibi türlerin öncül karayosunu topluluğunu oluşturmaları sebebiyle bölgenin yeniden yeşermesini sağlamaları açısından da önemlidirler. Bu türler arasında *Funaria* cinsi hızlı bir şekilde dominant hale geçmektedir. Değişen ortam şartlarına dayanıklılıkları onların periyodik kuraklığa karşı koyma güçlerinden ileri gelmektedir. Ayrıca mineral depo etmeleri, ekosistemde bulunan hayvanlara besin kaynağı olmaları, birçok böcek türü için barınak ve yumurtlama ortamı oluşturmaları da diğer önemli özelliklerindedir (Richardson, 1981).

Karayosunlarının yayılışı yalnızca iklim faktörlerine bağlı değildir. Büyük ölçüde toprak türü, humus türü, humus miktarı ve toprağın pH derecesi, karayosunlarının yayılışında daha etkili olan faktörlerdir. Bu nedenle çiçekli bitkilerin yanında karayosunları da buldukları alanın bitki sosyolojisi açısından değerlendirilmesinde önemli elemanlardır. Ancak bunu yaparken, karayosunlarının bulunup bulunmaması sadece toprağın en üst kısmı için bir anahtardır. Yastık oluşturan geniş karayosunu popülasyonları yağmur suyunun bir bölümünü tutarak, bir bölümünü de yavaş yavaş toprağa vererek ormanın su ekonomisi üzerinde önemli rol oynamakta, ayrıca eğimli yerlerde bu özelliği nedeniyle erozyonu önlemektedirler (Savaroğlu, 2005).

Bazı bryofitlerin toprağın mineral durumunun belirlenmesinde ve metal parametrelerini ortaya çıkarmada kullanılmaları, bu bitkilerin bazılarının belli ortamların indikatör bitkileri olduğunu işaret etmektedir (Abay ve Kamer, 2010). Yine bryofitlerin geniş coğrafyalara yayılmış olması, mevsimlere göre fazla değişiklik göstermemesi, beklenenden daha fazla metal biriktirmeleri ve gelişmiş bitkilerin aksine hücre içinde metal iyonları difüzyonunu kolaylaştırıcı yapıların bulunmaması dolayısıyla biyomonitör organizma olarak da kabul edilirler (Alataş, 2006).

Karayosunları çevreye sadık ve onun özelliklerini en iyi şekilde yansıtan bitkilerdir. Özellikle pH faktörünün belirleyicisi olarak küçük farklılıklara dahi seçici bir davranış gösterirler. Bu nedenle yapılan sinekolojik çalışmalarda özellikle Avrupalı araştırmacılar karayosunların üzerinde önemle durmaktadır (Alataş, 2006).

Karayosunları şehir ve endüstriyel alanların hava kirliliğinin ölçülmesinde önemli bir potansiyel kaynaktır. Bazı bryofitlerin belirli kirleticilere hassasiyeti ve bu kirleticilerin yoğun olduğu bölgelerde bulunmaması dikkate değer bir kirlilik işareti olarak benimsenmektedir. Genellikle şehir merkezleri ve sanayi kuruluşlarına yakın alanlarda bryofitlerin yaşamsal faaliyetleri etkilendiği için bu bölgelerde bryofloristik çeşitlilik de az olmaktadır. Buna karşın, bazı karayosunları belirli sınırlar çerçevesinde endüstriyel kirliliğe tahammül edecek yetenektedir. Özellikle epitik bryofitlerin hava kirliliğine karşı daha fazla duyarlı oldukları bilinmektedir (Abay ve Kamer, 2010).

Biryofitlerin bitki gövdeleri genellikle küçüktür. Rizoid adı verilen tek hücreli ya da çok hücreli olabilen iplikli yapılarla toprağa, ağaca ve kayaya tutunarak büyürler. Buldukları ortamlarda akrokarp karayosunları küme veya öbek oluştururken, pleurokarp olanlar bir halı gibi ortama yayılırlar. Biryofitler çoğunlukla küçük yapıya sahip olduklarından, tek başlarına ortamda bulduklarında fark edilemezler, böyle küme ve yığın oluşturmaları onları görünür hale getirmektedir (Alataş, 2006).

1.2. Spor Morfolojisi

Sporların fonksiyonları ne derece ilginç ise, oluşma mekanizması ve yapısal nitelikleri de aynı derecede önemli bir inceleme konusudur. Sporların yapısal özelliklerinin iyi tanınması, üreme biyolojisi bakımından teorik olarak gerekli olduğu kadar, tarım, tıp ve jeoloji bilimlerine de ışık tutması açısından önemlidir. Özellikle, polen ve spor fosillerinin incelenmesiyle, jeoloji için büyük yararlar sağlayan bu bilim koluna palinoloji adı verilmiştir. Palinoloji, spor ve polen tanelerinin zamanımızdaki bitkilere ait örnekleri ile geçmiş devirlerdeki fosilleşmiş tiplerini karşılaştırmalı olarak araştırma görevini üzerine almıştır.

Sporlar döllenme özelliği olmayan üreme hücresidir. Bitkiden ayrıldıktan sonra gelişerek yeni bir bitki verme yeteneğinde olan eşeysiz üreme hücreleridir. Haploiddirler Karayosunlarında spor üretimi daha az iken, eğreltilerde daha çok spor bulunur. Bitkilerden rüzgâr, böcek ve su ile ayrılan sporların bir orman içerisine düşen miktarını, sayı ve ağırlıklarını tesbit etmek mümkündür. Sporların dağılımı meteorolojik şartlara bağlıdır.

Sporlar meydana geliş şekillerine göre 2' ye ayrılır,

Ekzosporlar, ana bitkide bazı hücrelerin dışarı doğru meydana getirdikleri, özel bir kese içinde meydana gelmeyen sporlardır.

Endosporlar, bitki üzerinde sporangium adını alan spor keselerinde, iç tarafta meydana gelen sporlardır. Şekil bakımından birbirine benzeyip benzememelerine göre 2' ye ayrılır.

a) İzosporlar (homospor), sporlar morfolojik olarak aynı şekil ve büyüklüktedir.

b) Anizosporlar (heterosporlar), sporlar morfolojik olarak farklı şekil ve büyüklüktedir.

- Mikrosporlar, küçük ve erkek olarak kabul edilip, mikrosporangiumlarda oluşurlar,
- Makrosporlar, büyük ve dişi olarak kabul edilip makrosporangiumlarda oluşurlar.

Bütün karayosunları aslında homosporiktir, yani bütün sporlar aynı büyüklükte ve aynı görünümündedir. Sporlar çoğunlukla sporangium (kapsül) denilen keselerde oluşur. Sporangium içindeki hücreler başlangıçta diploiddir. Daha sonra mayoz geçirir ve olgunlaşmamış dördü bir arada bulunan tetradlara dönüşürler. Sonra bu dört hücre birbirinden ayrılır ve haploid sporları oluşturur. Bunlar doğrudan çimlenir veya protonemayı oluştururlar. Sporların tetrad evresi spor morfolojisinde önemlidir. Sporun önemli bir özelliği tetrad halindeki dört sporun birleşme yerindeki yaraya karşılık gelen farklı şekilde hücre duvarı kalınlaşması gösteren bölge olan leasura (tetrad izi) ile ilgilidir. Bu evrede hücreler değişik şekillerde bir araya gelir ve tetradlar şekillerine göre isimlendirilir (Simpson, 2012).

Temel olarak 3 tip spor vardır.

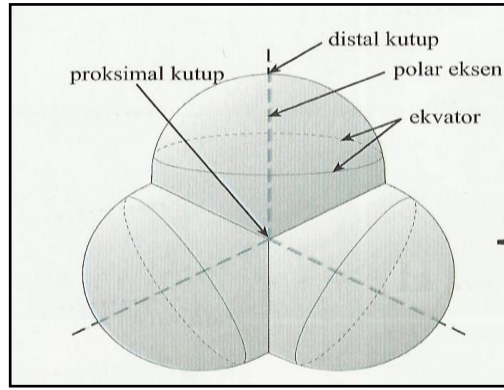
1. Trilet spor, Tetrahedral tetradlardan meydana gelir. 3 dallı leasura (3 çizgi ve 3 çukur) vardır. Çukurlara değme alanı denir. Trilet sporlar üçgenimsi yüzeye sahiptir. Distal tarafı yuvarlak, proksimal tarafı sivridir.

2. Monolet spor, Tetragonal tetradlardan meydana gelir. Dallenmasız linear leasura bulundurur. Tek bir çizgisi vardır. Sporlar uzun şekilli (oval)' dir. Tetradlarda sporların birbirine değdikleri noktalarda yapılan basınçtan tetrad izi oluşur.

3. Alet spor, Leasura izi bulunmayan sporlardır. Gelişimleri tetradlardan olur. Fakat sporlar, eksin tam olgunlaşmadan tetraddan ayrılır ve gelişimlerini tek başlarına sürdürür. Çeperlerini kalınlaştırırken tetrad izi ortadan kalkar.

Apertür, spor duvarı üzerindeki açıklıklara veya zayıf bölgelere denir. En önemli görevi polen tütünün şekillenerek dışarıya doğru kolaylıkla çıkmasını sağlamaktır. Genellikle iki tip apertür şekli görülmektedir. Kolpus elips veya oblong şeklinde olabilir. Por ise dairesel şeklindeki apertürdür. Apertür kolpus şeklinde, fakat merkezinde por varsa yani spor hem kolpus hem de por içeriyorsa kolporat denir (Simpson, 2012).

Polen polaritesi, uzaysal düzlemde bir veya daha fazla apertürün pozisyonunu göstermektedir. Uzaysal düzlemde polen tetradının merkezinden geçen dik çap uzantısı polar eksen olarak adlandırılır. Tetradin merkezine yakın polen yüzeyi ile polar eksenin iç tarafına bakan kısma proksimal kutup, tetradin dış tarafına bakan kısma ise distal kutup denir. Tetradin merkezinden geçen paralel çap uzantısı ekvatorial eksen olarak adlandırılır. Spora proksimal kutuptan bakıldığı zaman görünen görünüşe polar görünüş, ekvatorial çizgiden bakıldığı zaman görünen görünüşe ekvatorial görünüş denir (Simpson, 2012) (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Polen polaritesi (Simpson, 2012).

Spor ornamentasyonu spor duvarının dış yüzündeki süslenmeyi ifade eder. Ornamentasyon özellikleri taramalı (SEM) elektron mikroskopunda incelenmektedir. Özelleşmiş spor ornamentasyon terimleri Bakulat, ekzin üzerindeki ucu küt ve çubuk şeklinde bakulum veya çoğulu bakula olarak adlandırılan çıkıntıların oluşturduğu; Klavat, bakulaların baş kısmının biraz genişlemesiyle oluşan klava veya çoğul klaveden oluşan; Ekinat, spin olarak adlandırılan 1 μm ' den uzun diken şeklindeki elementlere sahip; Fossulat, ekzin yüzeyinin uzun oluklar ile kaplı olduğu; Foveolat, ekzin

yüzeyinde 1 μm çapında çukurcukların neden olduğu kalburlu yüzey; Gemmat, gemma olarak adlandırılan globoz veya elipsoid elementlere sahip; Psilat, ekzin yüzeyin düz olduğu; Retikülat, duvar olarak adlandırılan murus ve murusun çevrelediği lümen olarak adlandırılan boşlukların oluşturduğu ağimsi; Rugulat/Rugulos, genellikle şekli beyine benzeyen, düzensiz elementlerden oluşan; Spinulos/Skabrat, spinül olarak adlandırılan 1 μm ' den kısa diken şeklindeki elementlere sahip; Striat, ince ve silindirik uzun sıralar oluşturan elementlerden meydana gelen; Verrukat, verruka veya çoğulu verruke olarak adlandırılan kısa siğil şeklindeki kabarcıklardan oluşan ornamentasyon tipleridir (Simpson, 2012).

Spor duvarının en önemli görevleri, desteklik ve sitoplazmayı mekanik hasar ve kurumadan korumaktır. Spor duvarı iki tabakadan meydana gelir. İntin, spor duvarının en içteki tabakasıdır. Selüloz ve pektinden oluşmuştur. Ekzin, sert, sitoplazmanın kurumasını önleyen büyük destek sağlayan en dıştaki tabakadır. Ekzinin kimyasal yapısını yağ asitleri, fenolikler ve karotenoidlerden meydana gelmiş sporopolenin oluşturur. Sporopolenin çok dayanıklıdır. Özellikle + 400 °C sıcaklığa, mekanik hasarlara, bakteri ve mantar faaliyetlerine karşı spor duvarının dayanıklı olmasını sağlar. Sporopolenin özellikle spor ekzininin milyonlarca zaman içinde bozulmasını engellediği için fosil çalışmalarında da önemlidir. Işık mikroskopunda ekzin yapısını daha iyi gözlemlemek için sporlar asetolize edilmek üzere asit ile muamele edilirler ve sporopolenin sayesinde sadece ekzin duvarı kalır. Karayosunlarının sporları perin tabakası adlı kalın bir dış tabakaya sahiptir. Perin tabakası aşırı kurumanın önlenmesinde işlev görür ve spor sitoplazmasının mekanik korunmasına ilave katkı sağlar (Simpson, 2012).

1.3. Grimmiaceae Familyasının Genel Özellikleri

Familya: Grimmiaceae Arn.

Akrokarp bitkilerdir. Yapraklar dik ve içe doğru kıvrılmış, kuru iken buruşuk ve kıvrıcık, renksiz ve saydam hiyalin yaprak uçlu; yaprak kenarları düz, bir bütündür; Kosta yaprak ucunun aşağısında sonlanır yada dışarıya çıkıntı yapmıştır; Bazal hücreler kareden lineare doğru, ince yada kalın duvarlı, dalgalı yada ondüle kenarlı, alar hücreler genellikle genellikle farklılaşmamış, üst kısımdaki hücreler kare yada dikdörtgen, 1-3 sıra kalınlaşmış, düz yada papilloz. Kapsüller içe gömülü yada periketal (arkegoniyumu saran) yaprakların üstünde dışarıya doğru çıkıntı yapmıştır (Smith, 2004).

Genus: Schistidium Brid.

Kümeleşmiş yastık formundadır. Yapraklar dar lanseolat-ovat; yaprak kenarları düz yada geriye kıvrılmış; hiyalinli ya da hiyalinsiz uçlu; kosta yaprak ucundan aşağıda sonlanır yada dışa doğru çıkıntılı; bazal hücreler 4 köşeli-dikdörtgen, kalınlaşmış, şeffaf değil, hücreler yaprak kenarında daha kısa, bazen şeffaf, yukarıdaki hücreler kareden dikdörtgene doğru, kalınlaşmış, dalgalı yada değil, papilloz yada değil, yaprak kenarı 1-3 sıra kalınlaşmış. Periketal yapraklar, vejetatif yapraklara göre daha uzun ve farklı şekilde, tabanı renksiz ve saydamdır. Seta kısa, düz; kapsüller yaprakların içine gömülü, dik, annulus yok; kolumella operkuluma bağlı; peristom dişleri bütün-tam yada delikli; kaliptra küçük, kukullat yada mitriform, kıvrımsız. Dünyada yaklaşık 120-150 tür, besince zengin kayalar üzerinde arktikden ılıman bölgelere kadar geniş yayılım gösterir (Smith, 2004).

1. *Schistidium trichodon* (Brid.) Poelt

Bitkiler siyah öbekler veya dağınık haldedir, sürgünleri sadece uçlara doğru yeşilimsi, alt kısımlarda yapraksız, boyu 8 cm' e kadar olabilir. Yapraklar kuru iken düz yada bir yöne doğru bükümlü, nemli iken dik-yayılmış, ovat-lanseolat, yaprak ucuna doğru akuminat; kenarları darca geriye doğru kıvrılmış, bazı yapraklarda yaprak ucuna doğru düzensiz dişli; hiyalin yaprak ucu 0-80 µm uzunluğunda, spinuloz, yaprak kenarlarında dekurrent; kosta papilloz; bazal hücreler dikdörtgen, klorofilli, taban kenarındaki hücreler kare, yaprak kenarı kalınlaşmış, üst kısımdaki hücreler dikdörtgen-

yuvarlağımsı kare, kalın duvarlı, ondüleli, yaprağın ortasında 8-10 µm genişliğinde, kenarlar kalınlaşmış. Periketal yapraklar vejetatif yapraklardan daha büyük, ovatlanseolat. Kapsüller obloid, kapsül duvarındaki hücreler izodiametrik, alt kısımlarda kısa dikdörtgen, ince duvarlı; peristom dişleri kırmızı, kuru iken uç kısımları içe doğru kıvrık, 500-650 µm, uca doğru sivri, delikli yada değil, papilloz; kolumella kalıcı; sporlar 10-14 µm. Kapsüller kışın ve ilkbaharda yaygın. Kireçli kayalarda ortaya çıkar. 10-1100 m. Yayılışı; Avrupa, Norveç, İzlanda, Gürcistan, Ermenistan, Hindistan, Çin, Japonya ve Kuzey Amerika.

2. *S. confertum* (Funck) Bruch & Schimp.

Küçük, sıkı ve koyu yeşil yastıklar, 1,5 cm boyunda. Gövde epidemal hücreleri hafifçe kalın duvarlı, geniş lümenlidir. Yapraklar dik, kuru iken sıkışmış, nemli iken dik-yayılmış, düz, lanseolat-ovat, yaprak ucuna doğru giderek sivrilmiş, üst kısımda keskince ikiye katlanmış; yaprak kenarı tek tarafta geriye doğru kıvrık, diğer tarafta düz ve bütün; hiyalinli yaprak ucu yassılaştırmış, çok ince sivri dişli-küçük dişli, 0-200 µm uzunluğunda, kenarlardan aşağı dekkurrent değil; kosta belirgin üst kısımda düz; bazal hücreler dikdörtgen, renksiz, şeffaf, 20-40 µm uzunluğunda, bazal kenar hücreleri renksiz, kare, enine duvarlar boyuna duvarlardan daha kalınlaşmış, yaprağın üst kısmındaki hücreler hegzagonal-yuvarlağımsı kare, çok az ondüleli, 1-2 sıra kalınlaşmış, yaprak ortasındaki hücreler 5-8 µm genişliğindedir. Periketal yapraklar vejetatif yapraklardan daha büyük, ovat, kıvrımsız, gizli kapsüller kenarda yada değil. Kapsüller sarımsı kahverengiden kırmızımsı kahverengiye doğru renklenir, kapsül kapağı kendiliğinden fincan şeklinde açılır; kapsül duvarındaki hücreler çoğunlukla kısa dikdörtgen şeklinde, duvarları hafif kalınlaşmış; peristom dişleri turuncu-kırmızı renkli, eğilmiş yada helezon yapmamış, dik durumda, kuru iken geriye doğru kıvrılmış, delikli, üst kısımlarda irice papilloz; sporlar 8-10 µm. Kapsüller ilkbahar ve sonbaharda çok yoğun. Kayalar üzerinde bulunur. 5-700 m. Yayılışı; Avrupa, İskandinavya, İzlanda, Türkiye, Kıbrıs, Gürcistan, Ermenistan, Hindistan, Çin ve Kuzey Amerika' da bulunur.

Genus: Grimmia Hedw.

Akrokarp, genellikle yığın, küme yada yastık formunda bulunurlar. Gövdeler merkezi özlü yada yok. Yapraklar ovat-linear lanseolat, genellikle hiyalin uçlu; kenarları düz, içe kavisli yada dışa kavisli; kosta enine kesitte bir taraf yuvarlaklaşmış diğer taraf düz, böbrek biçiminde; bazal hücreler kare-linear, dalgalı yada değil, bazen nodüllü, kenarlara doğru renksiz, üst kısımdaki hücreler genellikle izodiametrik, kalınlaşmış yada dalgalı, yaprak kenarı 1-3 sıra kalınlaşmış, genellikle düz yada bazen şişkin, çok nadir papilloz. Periketal yapraklar genellikle benzer fakat vejetatif yapraklardan daha büyük yada nadiren farklılaşmış, hiyalin, renksiz. Seta düz ya da kavisli; kapsül periketal yaprakların dışına doğru çıkmış yada içe doğru gömülü, düz yada çizgili; annulus var; kolumella operkulumla birlikte düşmez; kapsül zarındaki hücreler izodiametrik-dar dikdörtgen; peristome dişleri düz, bütün yada delikli yada üst kısımlarında bölünmüş, segmentleri ipliksi değil; kaliptra mitrat yada kukullat, plikat değil. Kozmopolitan cinstir. Dünyada yaklaşık 70 tür, çoğu yalnızca kayacıl türlerdir (Smith, 2004).

3. *Grimmia ovalis* (Hedw.) Lindb.

Dioik. Koyu yeşil-siyahımsı kümeler yada yastık şeklinde, kuru iken uç kısımları beyazlaşmış, 1-4 cm yüksekliğindedir. Yapraklar bir arada sıkışmış, kuru iken düz, nemli iken dik yaygın, konkav, ovattan bazal kısımları dar lanseolat, üst kısımları akuminat; yaprak kenarı düz; üst kısımdaki yapraklarda yaprak ucu tüyü en az lamina kadar uzunlukta, üst kısmı yuvarlaklaşmış, zayıf dentikulat; kosta zayıf şekilde, alt kısmı geniş, üst kısmı belirsiz, yaprak ucunda biten, enine kesitinde ventral tarafta birkaç sıra hücre genişliğinde; taban hücreleri kosta yanında kalın duvarlı ve dalgalı-ondüleli kenarlı, hücre genişliğinin 4-8 kez uzunluğunda, bazal kenar hücreleri genişliğinin 2-3 kez uzunluğunda, enine duvarlar daha kalın, üst kısımdaki hücreler düzensiz kare, kalın duvarlı, 2-4 sıra tabakalaşmış, opak, yaprağın ortasındaki hücreler 6-8 µm genişliğindedir, Seta dik, kapsüller ovoid, üzeri düz, kapsülün ağız kısmı dar; kapsül hücreleri düzensiz dikdörtgen, ince duvarlı; kapsül kapağı uç kısmı gaga şeklinde; sporlar 9-12 µm. Kapsüller nadir, ilkbaharda bulunur. Asidik yada doğal

kayalar üzerinde, eski çatılarda ve kiremitlerde yetişir. Alçak bölgelerde bulunur. Yayılışı; Avrupa, Asya, Kanarya Adaları, Kuzey Afrika, Kuzey Amerika ve Meksika’da bulunur.

4. *G. pulvinata* (Hedw.) Sm.

Sık, koyu yuvarlaklaşmış, gri-yeşilimsi yastıklar, kuru iken grimsi-beyazlaşmış tüylü, 3 cm yüksekliğindedir. Yapraklar kalkık, kuruduğunda basık düzleşmiş, nemli olduğu zaman dik-yaygın, üst kısımdaki yapraklar ovat-lanseolat, yukarı kısmı keskin ve sivrice katlanmış, yaprak ucu kısa bir şekilde yada aniden hiyalin uca doğru daralmış; yaprak kenarlarının biri yada her ikisi de geriye doğru kıvrılmış, üst kısmı tabalaşmış, üst kısımdaki yapraklarda bulunan hiyalin-şeffaf uçlar en az laminanın uzunluğunda, düzden dentikulata doğru; kosta belirgin, enine kesitinde ventral kısımda 2 hücre genişliğinde; bazal hücreler çoğunlukla dikdörtgen, kostonun yanındaki hücre duvarları ince, diğerleri düz-kalın duvarlı ve nodüllü, genişliğinin 2-4 katı uzunluğunda, bazal kenar hücreleri genişliğinin 1-4 katı uzunluğunda, enine duvarlar boyuna olanlardan daha kalın, üst kısımdaki hücreler kare-dikdörtgen, kalınlaşmış, dalgalı, tek tabakalı, saydam, yaprağın ortasındaki hücreler 7-10 µm genişliğindedir. Dış perigonal (anteridyumu çevreleyen) dallar vejetatif yapraklardan çok farklı, turuncu, sivri uçsuz, Kosta yok. Periketal yapraklar vejetatif yapraklardan daha uzun. Seta kuruduğu zaman bükülmüş, dalgalı; nemli olduğu zaman aşağıya doğru kavisli, periketal yaprakların uçlarında kapsüller gömülü; kapsüller ovat-elipsoid yada ara sıra ovoid, damarlı çizgili; peristom dişleri tam; kapsül kapağının uç kısmı gaga şeklinde, konik; sporlar 8-12 µm; kaliptra mitriform. Kapsüller çok yaygın ve ilkbaharda bulunur. Kuru kayaların üzerinde, özellikle insan yapımı habitatlarda, duvarlarda, eski binalarda nadiren de ağaçlarda yaygındır. 0-625 m. Çok yaygın bir türdür.

5. *G. trichophylla* Grev.

Dikoik. Sarımtırak yeşilden siyahımsı yeşile gevşek kümeler yada yamalar, kolayca dağılabilir, kuruduğu zaman ağarmış beyazlaşmış; sürgünler 3,5 cm uzunluğunda, bitki 1 cm uzunluğundadır. Yapraklar kıvrılmış hafifçe helezon, kuruduğu zaman üst kısmı boyuna kıvrımlı, dik yayılan, nemli iken lanseolat, üst kısmı orta damar boyunca keskince katlanmış, yaprak ucu gittikçe incelen akut; yaprak kenarları alt

kısımında, tek yada her iki tarafta geriye doğru kıvrılmış; üst yapraklarda hiyalin yaprak uçları laminanın 3/4 uzunluğunda, düzden dentikulata; kosta enine kesitte yarım daire şeklinde, ventral kısımda 2 hücre genişliğinde, orta damar iki tabakalı, dorsal kısımda 4 hücre genişliğinde; bazal hücreler kostanın yanında genişliğinin 2-6 kez uzunluğunda, ince duvarlı, bazal kenar hücreleri genişliğinin 2-4 katı uzunluğunda, enine duvarlar boyuna duvarlara göre daha kalın, üst kısımdaki hücreler kare, kalınlaşmış, genellikle ondüleli kenarlı, 1-2 tabakalı, yarı şeffaf, yaprak kenarında 2 tabakalı, yaprağın ortasındaki hücreler 8-10 µm genişliğindedir. Düzensiz şekilli gemmalı, 60 µm çapında, ara sıra yaprakların dorsal yüzeyinde bulunur. Seta kurduğunda bükülmüş, nemli iken aşağıya kavisli, kapsüller periketal yaprakların uçları arasına gömülü; kapsül ovoid-obloid, damarlı, aniden setaya doğru birdenbire daralmış; peristome dişleri papilloz, bölünmüş sporlar 10-14 µm. Kapsüller nadir, ilkbaharda bulunur. Sarp kayalıklar üzerinde, taşlarda, mezar taşlarında, duvarlarda, buzul kayalarında, çatılarda, asidik ortamlarda ve kireç taşlarında bulunur. 0-990 m. Her yerde yaygın bir türdür. Yayılışı; Avrupa, Kafkasya, Türkiye, Kıbrıs, Sibirya, Fas, Amerika ve Avustralya.

6. *G. dissimulata* E.Maier

Dioik. Gevşek yeşilimsi kümeler, kolaylıkla dağılmakta, kuru iken uç kısımları ağarmış, sürgünleri 2 cm uzunluğunda. Yapraklar kiremit gibi sıkışık dizili, kurduğunda düz ve yassı, nemli iken yayılmış, lanseolat, yaprak ucu akut-gittikçe incelen, yaprağın üst kısmında kenarlar yuvarlanmış, alt kısımda kenarlar geriye kıvrık; üst yapraklarda hiyalin uçlar laminanın 1/2 uzunluğunda, dentikulat; kosta enine kesitte ventral tarafta 4 hücre genişliğinde, orta damar tek tabakalı; kostanın yanındaki bazal hücreler genişliğinin 4-6 katı uzunluğunda, bazal kenar hücreleri genişliğinin 2-4 katı uzunluğunda, enine duvarlar boyuna duvarlara göre daha kalın, diğer bazal hücreler nodüloz, üst kısımdaki hücreler yuvarlağımsı kare, ondüleli kenarlı, yaprak kenarında iki tabakalı, yaprak ortasında 8-10 µm genişliğindedir. Seta kuru iken kıvrık, nemli iken gökkuşağı gibi kavisli; kapsüller ovoid, damarlı-çizgili; kapsüller nadir, ilkbaharda bulunur. Kireçtaşı duvarlar, mezartaşları ve kayalar üzerinde görülür. Nadir bulunur. Avrupa'da yaygındır.

7. *G. decipiens* (Schultz) Lindb.

Gevşek, kolaylıkla dağılabilen kümeler yada yastıklar şeklinde, alt kısımları siyahımsı, kuru iken uç kısımları ağarmış, 1.0-2.5 cm uzunluğundadır. Yapraklar kurduğunda düzlüğünü kaybeder, nemli iken dik-yaygın, geniş lanseolat, yaprak ucu akut-gittikçe incelen, yaprağın üst kısımda keskince ikiye katlanmış, her iki kenar da geriye doğru kıvrılmış; üst yapraklarda hiyalin uçlar laminanın uzunluğu kadar, bu şeffaf uçlar kenarlarda aşağıya doğru uzamış, küçük dişli; kosta yaprak ucunda sonlanır, kosta enine kesitte ventral tarafta 4-6 hücre genişliğinde; bazal hücreler uzamış, kalın duvarlı, çok az ondüleli yada değil, kostanın yanındaki bazal hücreler genişliğinin 4-8 katı uzunluğunda, bazal kenar hücreleri şeffaf, renksiz, genişliğinin 1-4 katı uzunluğunda, enine duvarlar daha kalınlaşmış, kenar bantları belirgin şekilde, yaprağın üstündeki hücreler dikdörtgen-kare, kalınlaşmış, çok daldalı yada ondüleli kenarlı, yaprak kenarları hariç tek tabakalı, yarı şeffaf, hücreler yaprak ortasında 7-10 µm genişliğindedir. Seta nemli iken kıvrımlı yada gökkuşağı gibi kavisli, kapsüller periketal yaprakların uçları arasına gömülü; kapsüller elipsoid, setaya doğru birdenbire daralmış, çizgili; peristom dişleri papilloz, bölünmüş; sporlar 12-14 µm. Kapsüller yaygın olarak bulunur. Genellikle eğimli yerlerde, hafif gölgeli kalkerli yada nadiren asidik kayalarda ve duvarlarda yaşamaktadır. Genellikle düşük rakımlarda bulunur. Yayılışı; Avrupa, Kırım, Kıbrıs, Türkiye, Ermenistan, Cezayir, Fas ve Kanada.

Grimmiaceae familyasının ve cinslerinin ayrımı gametofitik ve sporofitik karakterlere göre yapılmıştır. Biryofitlerin taksonomik analizlerinde ve deskripsiyonlarında spor karakteristikleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Biryofitlerin sistematğinde bu karakterler spor morfolojisi uygulamaları için model olabilir. Spor morfolojisi taksonomide sınırlı bir değere sahipken taksonomik problemlerin çözümünde yararlıdır. Bu aynı zamanda biyolojik ve taksonomik sınırların belirlenmesine yol açan evrimsel süreçler için potansiyel bir bilgi kaynağıdır (Carrion, et al., 1995). Son yıllardaki bazı kaynaklar (Gambardella, et al., 1994, Carrion, et al., 1995, Estebanez, et al., 1997, Luizi-Ponzo and Barth, 1998, 1999, Khoshravesh and Kazempour Osaloo, 2007, Potoglu Erkara and Savaroglu, 2007, Savaroglu, et al., 2007,

Savaroglu and Potoglu Erkara, 2008, Medina, et al., 2009, Aşçı, et al., 2010, Caldeira, et al., 2013) intin yapısı ve spor dış morfolojisinin karayosunlarının karakterizasyonunda cins ve tür seviyesinde faydalı olduğunu ispat etmiştir. Fakat hala bu alanda yapılacak araştırmalara ihtiyaç vardır.

Türkiye biryofit sporları tam olarak bilinmemektedir. Bu çalışmada bazı Grimmiaceae türlerinin detaylı spor morfolojik karakteristikleri ışık (IM) ve taramalı elektron (SEM) mikroskopla ilk kez çalışılmıştır. Bu çalışmanın amacı Grimmiaceae familyasının yedi türünün spor morfolojisini karakterize ederek taksonomi, ekoloji ve paleobotanik alanlarındaki çalışmalara ışık tutmaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırmada kullanılan karayosunları Osmaneli (Bilecik) ve Sündiken Dağları (Eskişehir) bölgelerinden toplanmış örneklerdir. Çalışmada spor morfolojileri için daha önceden toplanan karayosunlarının kurutulmuş örneklerine ait sporlar kullanılmıştır. Bu 7 karayosunu türü Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Herbaryumunda bulunmaktadır. Çalışmada incelenen örnekler, toplandıkları lokaliteler ve toplayıcı numaraları aşağıda belirtilmiştir (Çizelge 2.1) (Şekil 2.1-2.7).

Çizelge 2.1. *Schistidium* Brid.ve *Grimmia* Hedw.Taksonları ve Lokaliteleri

Taksonlar	Toplandığı Lokalite	Toplayıcı Numarası
<i>Schistidium trichodon</i> (Brid.) Poelt	A1 Osmaneli (Bilecik): Düzmeşe-Orhaniye, Göksu nehri (Avdan), şelale, kayalık, 96 m, N 40°21'07.2", E 029°54'08.4", 17.04.2006, kaya üzeri	Savaroğlu 911
<i>S. confertum</i> (Funck) Bruch & Schimp.	A1 Osmaneli (Bilecik): Belenalan köyü, kayalık alan, 713 m, N 40°19'02.7", E 029°53'57.5", 28.02.2007, kaya üzeri	Savaroğlu 1183
<i>Grimmia ovalis</i> (Hedw.) Lindb.	B7 Sündiken Dağları (Eskişehir): Arıkaya, <i>Pinus nigra subsp. pallasiana-Quercus cerris var. cerris</i> ormanı, 1200 m, 23.07.2000, kaya üzeri,	Savaroğlu 446
<i>G. pulvinata</i> (Hedw.) Sm.	A2 Osmaneli (Bilecik): Ciciler köyü yol kenarı, 92 m, N 40°26'31.5", E 030°03'30.3", 10.04.2006, kaya üzeri	Savaroğlu 858
<i>G. trichophylla</i> Grev.	A2 Osmaneli (Bilecik): Medetli-Kazancı köy yolu, mezarlık kenarları, 101 m, N 40°15'33.8", E 030°05'06.2", 10.04.2006, kaya üzeri	Savaroğlu 893
<i>G. dissimulata</i> E.Maier	A1 Osmaneli (Bilecik): Balçıkhisar köyü kırsalı, 584 m, N 40°20'43.4", E 029°58'09.0", 01.05.2008, kaya üzeri	Savaroğlu 1346
<i>G. decipiens</i> (Schultz) Lindb.	Sündiken Dağları (Eskişehir): Tandır, <i>Pinus nigra subsp. pallasiana-Quercus cerris var. cerris</i> ormanı, 1400 m, 11.06.2000, kaya üzeri	Savaroğlu 278



Şekil 2.1. *Schistidium trichodon* Genel Görünüş



Şekil 2.2. *S. confertum* Genel Görünüş



Şekil 2.3. *Grimmia ovalis* Genel Görünüş



Şekil 2.4. *G. pulvinata* Genel Görünüş



Şekil 2.5. *G. trichophylla* Genel Görünüş



Şekil 2.6. *G. dissimulata* Genel Görünüş



Şekil 2.7. *G. decipiens* Genel Görünüş

2.2. Yöntem

Çalışmada spor morfolojilerinin incelenmesinde ışık mikroskobu (IM) ve taramalı (SEM) mikroskop kullanılmıştır. Spor tabakalarının isimlendirilmesinde Faegri and Iversen (1975)' in terminolojisi kullanılmıştır.

Işık mikroskobunda incelenmek üzere, örneklerden alınan sporların Wodehouse (1935) ve asetoliz (Erdtman 1957, 1969) yöntemleri ile preparatları hazırlanmıştır.

2.2.1. Wodehouse yöntemi (W)

Sporofit kapsüllerinden çıkarılan sporlar temiz bir lam üzerine konulduktan sonra üzerine reçine ve yağların erimesi için 2-3 damla %96'lık alkol damlatılmıştır. Alkolün buharlaşması için lam, ısıtıcı bir tabla üzerinde 30-40°C arasında ısıtılmıştır. Lam üzerindeki tespit edilmiş sporlar üzerine bazik fuksinli gliserin-jelatinden bir miktar (1-2 mm³) konulup, ısıtılarak erimesi sağlanmıştır. Temiz bir iğne ile sporlar lam üzerinde homojen bir şekilde dağıtılarak üzerine 24x24 mm²'lik lameller hava kabarcığı kalmayacak bir şekilde kapatılmışlardır (Aytuğ, vd., 1971). Preparatların donmasının sağlanması amacıyla, 1-2 gün oda sıcaklığında ters çevrilerek bekletilmiştir. Lamalar etiketlenerek saklanmak amacıyla kutulara alınmıştır. Wodehouse yöntemi ile hazırlanan preparatlarda polenlerin intini ve protoplazması mevcuttur.(Wodehouse, 1935).

Gliserin-jelatin hazırlanması ise jelatin plaklar belirli bir süre (2-3 saat) distile su içerisinde tutulmuştur. Bir ölçü yumuşak jelatine, 1,5 ölçü gliserin karıştırılmıştır. Küflenmeye engel olması için %2-3 oranında asit-fenik ilave edilmiştir. Bu karışım 80° C' ye kadar ısıtılmıştır. Temiz bir Petri kabına dökülen karışımın yavaş yavaş katı hale gelmesi için bekletilmiştir. Wodehouse yöntemi için hazırlanan Gliserin-jelatinin içine sporları boyayabilmek için istenilen miktarda bazik fuksin boyası eklenmiştir (Aytuğ, 1967).

2.2.2. Erdtman (asetoliz) yöntemi (E)

Işık mikroskopuyla incelenen sporlar asetolize edilir. Bu metod ile hazırlanan preparatlarda sporların intinleri ve protoplazmaları ortadan kalkar. Sadece ekzini kalmış olan sporlar suni olarak fosilleştirilmiş olur. Taze sporun yapısında görülmeyen por ve kolpus kenarı, ekzin ornamentasyonu ve tabakaları asetoliz metodu ile hazırlanan preparatlardaki sporlarda daha kolay görülür.

Erdtman taze sporlara ait preparasyonların hazırlanmasında kullanılan bu metodu bir revizyona tabi tutmuş, yeniden yapılandırmıştır (Erdtman, 1966). Herbaryum materyalinin tabi tutulacağı muamele işlemi ile anlaşılmıştır: Materyal takriben 0.11 mm² lik bir elekten geçirilerek, küçük bir huni yardımı ile 15 mm. lik santrifüj tüpü içerisine alınmıştır. Üzerine asetoliz karışımı dökülmüştür; karışım 9 hacim anhidrid asetik asit ve 1 hacim derişik sülfürik asittir. Sülfürik asit, anhidrik asit üzerine damla damla ilave edilerek karışım hazırlanmıştır (ısı yaklaşık 70 °C' ye yükselir). Asetoliz karışımı her seferinde lüzumu kadar hazırlanmıştır. Bir örnek için 10 ml. hesaplanmıştır. Santrifüj tüpleri su dolu bir kap içerisinde yavaş yavaş suyun kaynama derecesine kadar ısıtılmıştır. Bu kabın kapağında her tüp için bir delik ve ortasında bir termometreyi tutacak yer bulunur. Tüplerin ve termometrenin kabın dibine temas etmemesi için bunları taşıyan üçayaklı bir sehpa mevcuttur. Bu taşıyıcı 4,6,8 veya 16 tüpü taşıyabilir büyüklük ve yapıdadır. Isıtma bir hot altında yapılmış ve her tüp ayrı bir cam çubukla sık sık karıştırılmıştır. Isıtma esnasında bir tüp kırılır veya tüp içerisindeki karışım suya dökülürse, oldukça kuvvetli bir reaksiyon meydana gelir ve etrafa püskürür, bunun için çok dikkatli olunmalıdır. Su kaynayınca ısıtmaya son verilmiştir, tüpler bu sıcak su içerisinde 15 dakika tutulmuştur. Sonra santrifüje geçilmiştir. Santrifüjün devir sayısı istenilen hıza ayar edilmiştir. Ayrıca asetoliz karışımı toplama şişesi içine alınarak, zarar vermeyecek bir yere dökülmüştür.

Santrifüj tüpünün dibinde kalacak materyal, 3/1 oranında su ve % 95 alkol karışımı ile yıkanmıştır. Bu tüp içerisindeki materyal, yukarıda adı geçen elekten geçirilerek bir başka tüp (B tüpü) içerisine süzölmüştür. İlk kullanılan A tüpü temizlenip; ikinci defa aynı şekilde süzölen materyal yeniden A tüpüne alınmıştır.

Santrifüje tabi tutularak içerisindeki sıvı dökülmüştür. Tüp filtre kağıdı üzerine ağzı aşağıya gelmek üzere kapatılıp, iyice süzülmesi sağlanmıştır. Bu materyal mikroskop altında etüd edilip, muameleye devam edilip edilmeyeceğine karar verilmiştir. Devam edilmeyecek ise, sporlar çok koyu boyanmışlarsa, açıklama safhasına getirilmiştir. Bazı örnekler o derece koyulaşırlar ki ekzin'in özelliklerinin etüdü çok zor olur. Bu taktirde, kırmızı ışıktan faydalanılmıştır. Çünkü bu ışık, mavi, yeşil ve mor ışıktan daha iyi ekzin içerisine nüfuz eder ve mikroskopta daha rahat görüşü sağlar.

Rengin açıklanmasına gerek yoksa bir miktar (ml) % 50 lik gliserin ilave edilerek çalkalanmıştır. En az 10 dakika (tercihen 1 saat ve daha fazla) bekletilmiştir. Sonra santrifüje tabi tutulmuştur. Ayrıca 50 °C' lik fırında 24 saat kurumaya bırakılmıştır. Materyalin renginin açıklanması gerekiyorsa A tüpü saf su ile doldurulup, çalkalanmıştır. Sonra, süratle yarısı veya 1/3' ü B tüpüne boşaltılmıştır. B tüpü santrifüjden geçirilip ve sıvısı boşaltılmıştır. Hot içerisinde bu tüpe 2 ml. glisiel asetik asit ve 2-3 damla doymuş sodyum klorat ve sonra 2-3 damla konsantre asit klor hidrik ilave edilip karıştırılmıştır. Materyal serbest kalan klor tarafından bir dakika içerisinde beyazlaştırılmıştır. Santrifüjden sonra saf su ile yıkanıp santrifüje tabi tutulmuştur. Yeniden distile su ile doldurularak A tüpüne boşaltılmıştır. Çalkalanarak iyice karışması sağlanmıştır. 1 ml. % 50 gliserin eklenerek çalkalanıp 10 dakikadan az olmamak üzere bekletilmiştir. Sonra santrifüjden geçirilerek süzülüp 50 °C' lik fırında 24 saat kurumaya terk edilmiştir.

Preparasyon amaçlı gerekli malzeme, lam, lamel, 4 cm uzunluğunda ve uzun bir sapa takılı platin bir iğne, pinset, jilet, 22 × 7 veya 5 × 5 cm' lik dikdörtgen şeklindeki çerçeveler (lamların üzerine koymak için) ve destek kartlarından ibarettir. Destek kartları, kenarları 10 × 15 cm genişliği, 2,5 cm olan 'L' şeklinde kartlardır. Geniş bir mukavva üzerine yapıştırılmışlardır.

Alkole batırılarak veya yakılarak sterilize edilen platin iğne ucuna takılan toplu iğne başı büyüklüğündeki gliserin-jelatin parçası, kurutma dolabından alınan tüp içerisine sokularak materyale bulaştırılmış ve sonra temiz bir lam üzerinde, destek kartları yardımı ile uygun bir yere konmuştur. Küçük bir ispirto lambası veya hafif bir

bek alevi ile yavaşça ısıtılarak gliserin-jelatin' in erimesi sağlanmıştır. Sonra platin iğne ile lam üzerinde iyice karıştırılarak materyalin homojen olarak yayılmasına çalışılmıştır. Bunun üzerine lamel kapatılınca gliserin-jelatin 2-3 cm çapında bir daire halinde yayılıp, etrafında lam ile lamel arasında kalan boşluk parafin eriyiği ile doldurulmuştur. Çerçeveler üzerine, lamel aşağıya gelecek şekilde konmuştur (sporların lamele yakın olarak tespiti için bu gereklidir). Bir zaman sonra parafin ve gliserin-jelatin katlaşır; etrafa taşan parafin jilette kazınmıştır; rutubetli yumuşak bir bez ile preparasyon iyice temizlenmiştir. Son olarak da etiketi yapıştırılmış ve gerekli bilgiler üzerine not edilmiştir.

Taze materyalin tabii tutulacağı muamele için sporları incelenen materyal glasiyel asetik asit içerisinde ve küçük tüplerde saklanmıştır. Preparasyonun yapılması için asit dökülmüş ve bu materyal bir santrifüj tüpüne alınarak, bir cam çubukla parçalanmış sonra yukarıda açıklandığı gibi hareket edilmiştir (Erdtman 1957, 1969).

2.2.3. Sporların ölçümü ve fotoğrafların çekimi

Işık mikroskopuna dayalı morfolojik gözlemler 7 taksona ait sporlarda yapılmıştır. Sporların teşhisi, incelenmesi ve ölçümleri Nikon binoküler mikroskop ile yapılmıştır. Teşhisler için Aplanatik oil immersiyon objektifi (x100) ve ölçümler için de mikrometrik oküler (x10, x40) kullanılmıştır. Kullanılan oküler mikrometresinin her bir aralığı 1 μ olarak hesaplanmıştır. Her taksona ait spor ölçümleri Polar eksen (P) ve Ekvatorial eksen (E) ve Sklerin (st) için Gausse eğrisi elde edilinceye kadar yapılmıştır. Bu ölçülerin ortalamaları (M), standart sapmaları (S) ve varyasyonları (Var) aşağıdaki formüller esas alınarak hesaplanmıştır (Aytuğ, 1967).

Spor çapı ve ekzin ortalamaları (M):

$$M = m + a \cdot \frac{1}{n} \cdot \sum x \cdot y$$

$$\text{Standart Sapma} = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum x^2 \cdot y - u^2}$$

$$U = \frac{1}{n} \cdot \sum x \cdot y$$

Wodehouse (1935) ve Erdtman (1957, 1969) yöntemlerine göre yapılan preparatlarda, her takson sporuna ait polar ve ekvatorial eksen ile sklerin kalınlıkları, en az 30 en çok 50 kez ölçülmüştür. Bu ölçümlerin doğrudan matematiksel ortalamaları alınmıştır. Çalışılan taksonların analizleri STATISTICA SIX SIGMA Programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Mikrofotoğrafların çekimi ise Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik ABD, Palinoloji laboratuvarında bulunan Nikon 80i tipi mikroskop ve Kameram Dijital kamera ile yapılmıştır. Fotoğrafların büyütmesi x1000' dir.

2.2.4. Taramalı Elektron mikroskobu (SEM)

Herbaryumdan alınan materyallerden elde edilen sporlar, asetolize edilmeden direkt olarak iki taraflı karbon bant bulunduran metal spor taşıyıcıların yani stapların üzerine yerleştirilmiştir. Bu stapların üstündeki sporların iletken olması ve daha net görüntü almak için altınla kaplanmış ve JEOL 5600 LV taramalı elektron mikroskopta incelenmiştir (Walker, 1974a, b).

Sporların teşhisleri için çeşitli temel palinolojik kitaplardan ve yapılan çeşitli çalışmalardan yararlanılmıştır (Ertman, 1957; Boros and Járαι-Komlódi, 1975; Blackmore and Barnes, 1991; Punt, et al., 1994; Kapp, et al., 2000).

3. BULGULAR

Grimmiaceae familyasının sporodermi perin, ekzin ve intin içerir. Ekzin ve perin arasındaki farkı tanımlamak zor olabilir. Bu nedenle sklerin kullanım için daha uygun bir terimdir. Ornamentasyon her cinste farklıdır ve türlerin tanınması bu özelliklerine göre mümkün olabilir. Apertür bölgesi bir açıklıktan oluşabilir. Ornamentasyon elemanlarının bir ya da daha fazlası halka oluşturabilir ya da oluşturamaz.

Familyada incelenen taksonların sporları tek tip (uniform)' dir. Bu yüzden sporların morfolojik karakterleri az çok birbirlerine benzer özellikler göstermektedirler. Sporların hepsi radyal simetrik, isopolar ve spor şekilleri prolat-sferoidal (Şekil 3.1-3.4)'dir. Yedi taksonun da sporlarının ornamentasyonu verrukat tiptir.

Referans örneklerinin ölçümleri karşılaştırma örneklerinin ölçümleriyle uygundur. Ancak ortalama biraz farklıdır. Bu durum tür içi varyasyonun varlığını yansıtır. Ekvatorial görünüşte polar eksen ölçümleri (P) Erdtman yöntemine göre hazırlanan preparatlara göre değerlendirilmiştir (Çizelge 3.1). Sporların morfometrik verileri Çizelge 3.1-3.3'de verilmiştir.

Schistidium trichodon (Brid.) Poelt; Verrukat, sporlar düzensiz, subsferik, zaman zaman plano-konveks, boyut 8,0-11,0 µm (Ortalama değer 9,8 µm) (Şekil 3.1a-c).

S. confertum (Funck) Bruch & Schimp.; Verrukat, sporlar subsferikten plano-konveks ya da konkavo-konveks, boyut 9,0-11,0 µm (Ortalama değer 10,2 µm) (Şekil 3.1d-f).

Grimmia ovalis (Hedw.) Lindb.; Verrukat, sporlar elipsoid, zaman zaman açıkça plano-konveks, boyut değişken 8,0-12,0 µm (Ortalama değer 9,8 µm) (Şekil 3.2a-c).

G. pulvinata (Hedw.) Sm.; Verrukat, sporlar subsferikten plano-konveks ya da konkavo-konveks, boyut 7,0-11,0 µm (Ortalama değer 9,4 µm) (Şekil 3.2d-f).

G. trichophylla Grev.; Verrukat, sporlar elipsoid, zaman zaman açıkça plano-konveks, boyut değişken 8,0-12,0 μm (Ortalama değer 9,7 μm) (Şekil 3.3a-c).

G. dissimulata E.Maier; Verrukat, sporlar subsferikten plano-konveks ya da konkavo-konveks, boyut 7,0-11,0 μm (Ortalama değer 9,1 μm) (Şekil 3.3d-f).

G. decipiens (Schultz) Lindb.; Verrukat, sporlar düzensiz, subsferik, zaman zaman plano-konveks, boyut 8,0-11,0 μm (Ortalama değer 10,0 μm) (Şekil 3.4a-c).

İncelenen taksonların sporları distal yüzeyde verrukat (siğil, papilla) olmasından dolayı farklılaşır. Proksimal yüzeyin kenarları gelişmiş görünmemektedir.

Küçük boyutlu sporlar (6 μm -17 μm) bilateral, bazen radyal simetrikten asimetriğe, heteropolar, yuvarlaktan yarı yuvarlak amb; düz-konveksten konkav konvekse şekillidirler. Ekzin yüzeyi verruka benzeri elemanlarla süslüdür (Şekil 3.1-3.4).

Apertural bölge taksonun büyük kısmında daha az dirençli alandan oluşur ve bu kısım leptoma olarak yorumlanır. Verruka benzeri elemanları daha büyük ve nadiren dağılışlı olan bu taksonlarda bu alan apertür olarak değerlendirilmektedir.

SEM (Taramalı elektron mikroskop), spor tipi karakterizasyonu için yararlıdır. Bu durum incelenen taksonların açık bir farklılaşmasına izin vermez. Bir açıklık (apertür) veya leptomanın oluşumuna ilaveten bu sporların ayırt edilmesini kolaylaştıran en önemli özellikleri çap ölçümleridir (Çizelge 3.2).

Verruka elemanlarında gözlemlenen bazı morfolojik farklılıklar bazı taksonlarda ortaya çıkabilir. Ancak gözlemediğimiz kadarıyla bu karakterlerde büyük tür içi farklılıklar olduğundan dolayı türler arasında ayırım kurulurken bu özellikler güvenilir bir kaynak değildir.

Çizelge 3.1. Grimmiaceae sporlarının ekvatorial görünüşteki morfometrik verileri.

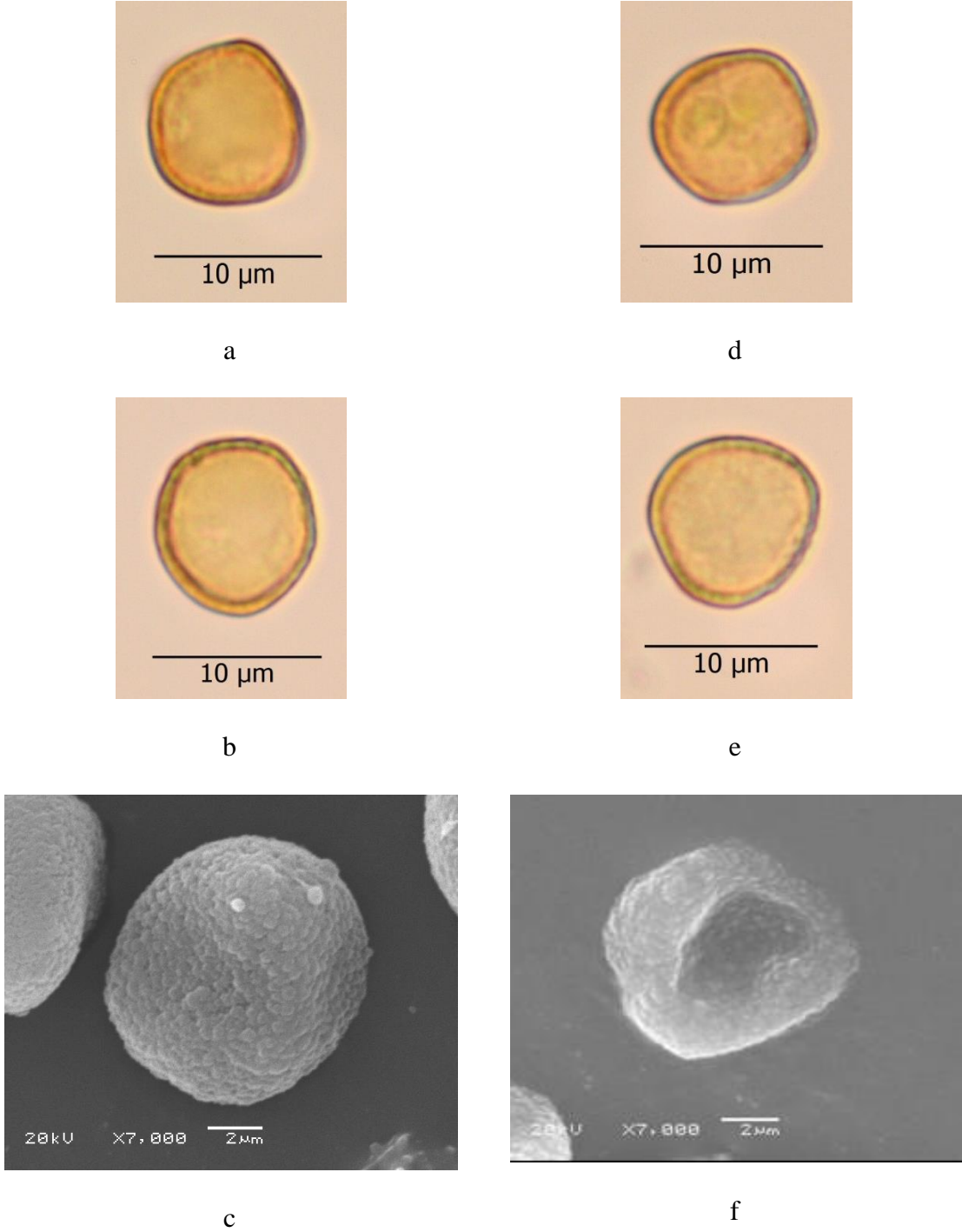
Taksonlar	Ölçümler							
	P				E			
	R (μm)	$X \pm S_x$ (μm)	S (μm)	V (%)	R (μm)	$X \pm S_x$ (μm)	S (μm)	V (%)
<i>Schistidium trichodon</i> (W)	8,0-11,0	10,1-0,1	0,7	0,5	8,0-11,0	9,6-0,09	0,6	0,4
<i>S. trichodon</i> (E)	8,0-11,0	9,8-0,09	0,7	0,4	8,0-11,0	9,6-0,1	0,8	0,6
<i>S. confertum</i> (W)	8,0-11,0	9,8-0,09	0,6	0,4	8,0-11,0	9,7-0,09	0,6	0,4
<i>S. confertum</i> (E)	9,0-11,0	10,2-0,09	0,6	0,4	8,0-11,0	9,9-0,1	0,7	0,5
<i>Grimmia ovalis</i> (W)	9,0-12,0	10,1-0,1	0,7	0,5	6,0-12,0	9,5-0,1	1,1	1,2
<i>G. ovalis</i> (E)	8,0-12,0	9,8-0,1	0,8	0,8	8,0-11,0	9,5-0,1	0,8	0,7
<i>G. pulvinata</i> (W)	8,0-11,0	9,9-0,1	0,8	0,8	7,0-11,0	9,1-0,1	0,8	0,7
<i>G. pulvinata</i> (E)	7,0-11,0	9,4-0,1	0,9	0,9	7,0-11,0	9,1-0,1	0,9	0,8
<i>G. trichophylla</i> (W)	8,0-11,0	9,6-0,1	0,7	0,5	7,0-11,0	9,5-0,1	0,8	0,6
<i>G. trichophylla</i> (E)	8,0-12,0	9,7-0,1	0,9	0,8	8,0-11,0	9,5-0,1	0,7	0,5
<i>G. dissimulata</i> (W)	8,0-17,0	10,4-0,2	1,5	2,5	8,0-16,0	10,0-0,2	1,4	2,2
<i>G. dissimulata</i> (E)	7,0-11,0	9,1-0,1	0,8	0,6	7,0-11,0	9,1-0,1	0,8	0,6
<i>G. decipiens</i> (W)	10,0-13,0	10,9-0,1	0,8	0,7	9,0-13,0	10,8-0,1	0,8	0,6
<i>G. decipiens</i> (E)	8,0-11,0	10,0-0,09	0,6	0,4	8,0-12,0	9,8-0,1	0,7	0,5

Çizelge 3.2. Grimmiaceae sporlarının polar görünüşteki morfometrik verileri.

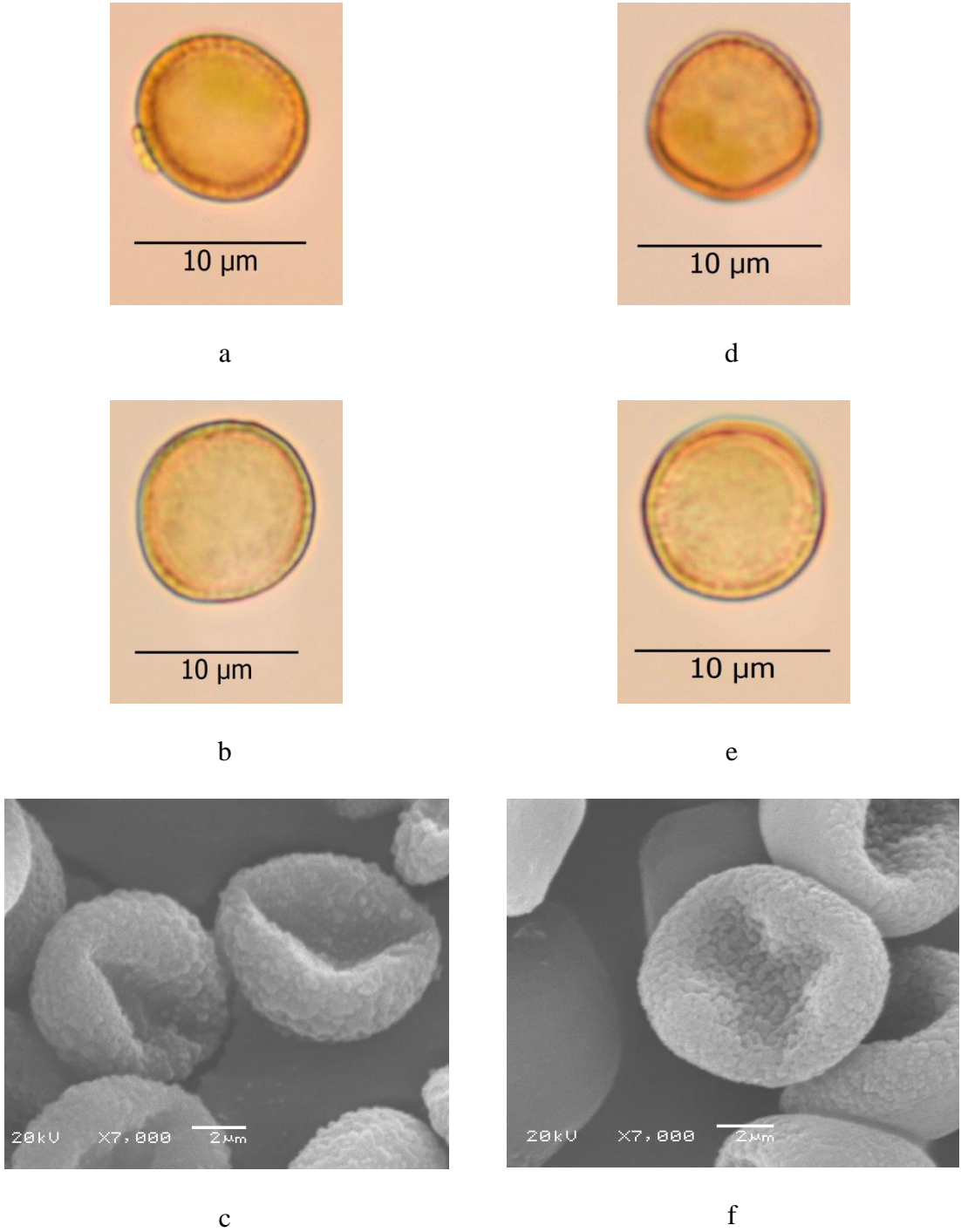
Taksonlar	Ölçümler							
	D_M				D_m			
	R (μm)	$X \pm S_x$ (μm)	S (μm)	V (%)	R (μm)	$X \pm S_x$ (μm)	S (μm)	V (%)
<i>Schistidium trichodon</i> (W)	8,0-12,0	9,8-0,1	1,0	1,0	7,0-12,0	9,2-0,1	1,1	1,3
<i>S. trichodon</i> (E)	8,0-12,0	10,1-0,1	0,8	0,7	6,0-12,0	9,2-0,1	1,2	1,5
<i>S. confertum</i> (W)	8,0-12,0	10,0-0,1	0,8	0,7	7,0-11,0	9,2-0,1	0,8	0,7
<i>S. confertum</i> (E)	8,0-11,0	9,9-0,1	0,7	0,5	7,0-11,0	9,4-0,1	1,0	1,0
<i>Grimmia ovalis</i> (W)	8,0-12,0	10,1-0,1	0,8	0,7	7,0-12,0	9,8-0,1	0,9	0,9
<i>G. ovalis</i> (E)	7,0-12,0	9,6-0,1	0,9	0,9	6,0-11,0	8,8-0,1	1,1	1,2
<i>G. pulvinata</i> (W)	7,0-11,0	9,2-0,1	0,9	0,9	6,0-10,0	9,0-0,1	0,9	0,9
<i>G. pulvinata</i> (E)	7,0-11,0	9,3-0,1	1,1	1,2	7,0-11,0	8,9-0,1	1,1	1,4
<i>G. trichophylla</i> (W)	8,0-11,0	9,4-0,1	0,7	0,5	7,0-10,0	9,0-0,1	0,8	0,6
<i>G. trichophylla</i> (E)	8,0-12,0	10,1-0,1	0,8	0,7	6,0-12,0	9,2-0,1	0,8	0,7
<i>G. dissimulata</i> (W)	8,0-11,0	9,9-0,1	0,7	0,5	6,0-11,0	9,2-0,1	1,0	1,2
<i>G. dissimulata</i> (E)	7,0-11,0	8,8-0,1	1,0	1,0	6,0-10,0	8,8-0,1	1,0	1,0
<i>G. decipiens</i> (W)	10,0-14,0	11,4-0,1	0,9	0,9	9,0-13,0	10,9-0,1	0,9	0,8
<i>G. decipiens</i> (E)	8,0-12,0	9,8-0,1	1,0	1,0	8,0-12,0	10,2-0,1	1,2	1,5

Çizelge 3.3. Grimmiaceae sporlarının sklerin ve apertürel bölgedeki morfometrik verileri.

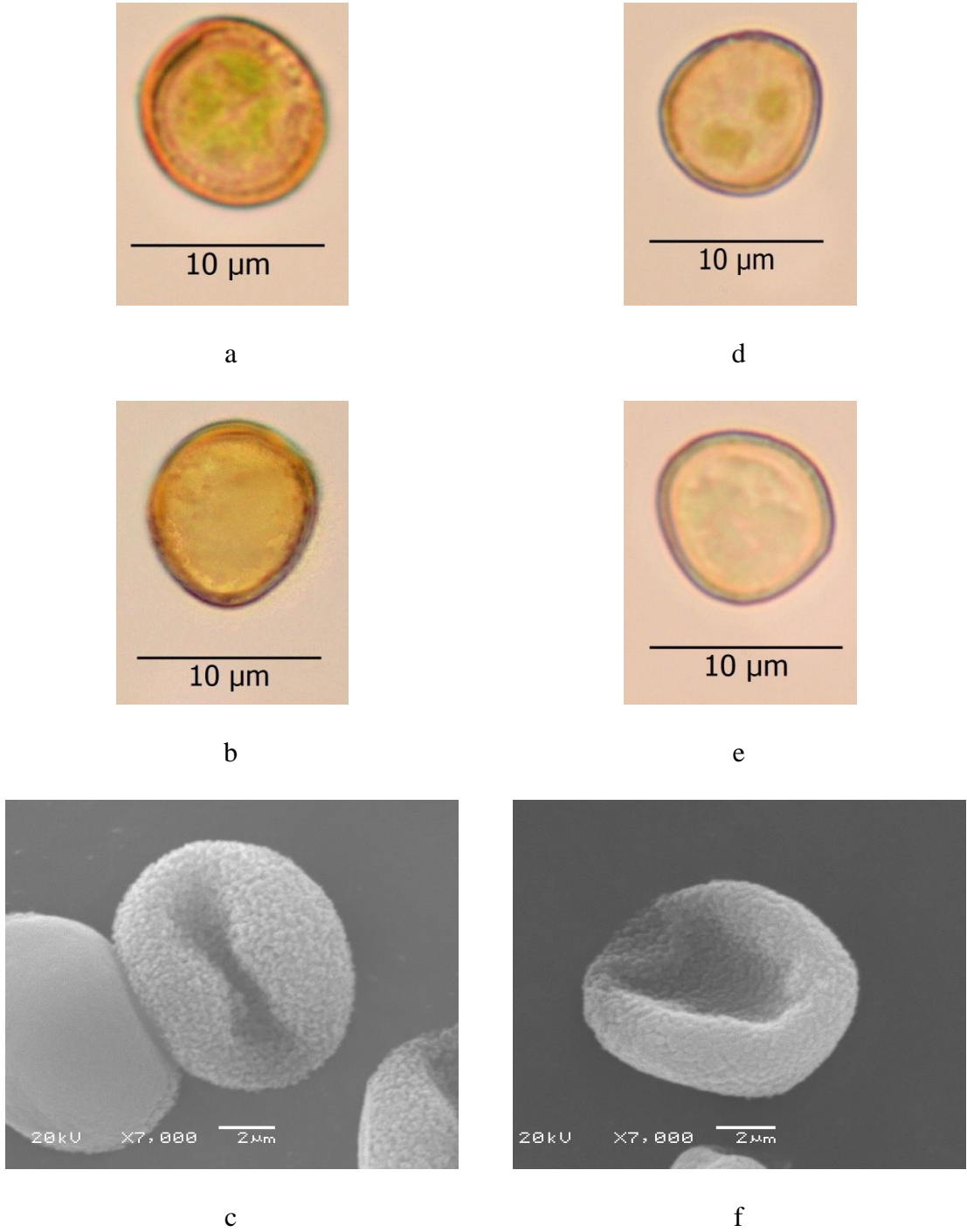
Taksonlar	Ölçümler	
	st (µm)	a (µm)
<i>Schistidium trichodon</i> (W)	1,0	1,0
<i>S. trichodon</i> (E)	1,0	1,0
<i>S. confertum</i> (W)	1,0	1,0
<i>S. confertum</i> (E)	1,0	1,0
<i>Grimmia ovalis</i> (W)	1,0	1,2
<i>G. ovalis</i> (E)	1,0	1,2
<i>G. pulvinata</i> (W)	1,0	1,1
<i>G. pulvinata</i> (E)	1,0	1,2
<i>G. trichophylla</i> (W)	1,0	1,0
<i>G. trihophylla</i> (E)	1,0	1,0
<i>G. dissimulata</i> (W)	1,0	1,1
<i>G. dissimulata</i> (E)	1,0	1,0
<i>G. decipiens</i> (W)	1,0	1,2
<i>G. decipiens</i> (E)	1,0	1,2



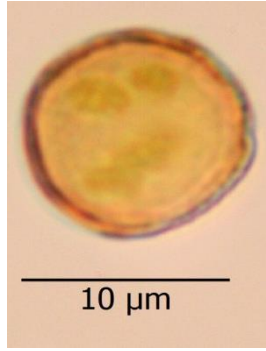
Şekil 3.1. a-c: *Schistidium trichodon*. a. Proksimal görünüş (IM, W), b. Proksimal görünüş (IM, E) c. Distal yüzey (SEM). d-f: *S. confertum*. d: Proksimal görünüş (IM, W), e. Proksimal görünüş (IM, E) f. Proksimal yüzey (SEM).



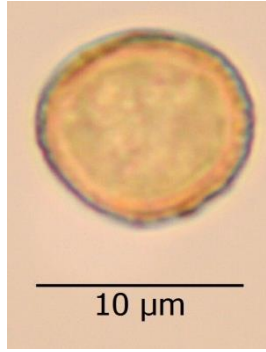
Şekil 3.2. a-c: *Grimmia ovalis*. a. Proksimal görünüş (IM, W), b. Proksimal görünüş (IM, E) c. Proksimal yüzey (SEM). d-f: *G. pulvinata*. d: Proksimal görünüş (IM, W), e. Proksimal görünüş (IM, E) f. Proksimal yüzey (SEM).



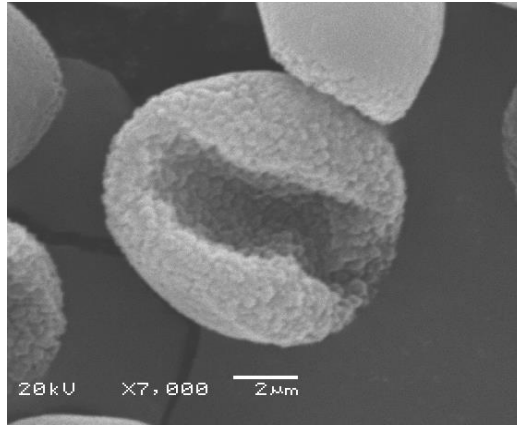
Şekil 3.3. a-c: *Grimmia trichophylla*. a. Proksimal görünüş (IM, W), b. Proksimal görünüş (IM, E) c. Proksimal yüzey (SEM). d-f: *G. dissimulata*. d: Proksimal görünüş (IM, W), e. Proksimal görünüş (IM, E) f. Proksimal yüzey (SEM).



a



b



c

Şekil 3.4. a-c: *Grimmia decipiens*. a. Proksimal görünüş (IM, W), b. Proksimal görünüş (IM, E) c. Proksimal yüzey (SEM).

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Türün spor morfolojisi peristom morfolojisine dayanır. İncelenen taksonlar tek tip (uniform) sporlara sahiptir. Bulgularda tanımlandığı gibi incelenen yedi türün sporlarının verrukat tip ornamentasyon gösterdiği belirlenmiştir. İncelenen türlerin sporları prolat-sferoidaldir. Daha önce de Boros, et al. (1993) ve Kapp, et al. (2000) tarafından da verrukat spor tipi olarak rapor edilmiştir. Bu taksonların genel spor morfolojisi Boros, et al. (1993)' ün Işık Mikroskobu kullanarak yaptığı çalışmalarla uygunluk göstermektedir. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) temelli bu çalışmada ise ülkemizdeki *Schistidium* ve *Grimmia* cinslerinin yaygın türlerinin spor morfolojileri ilk kez rapor edilmektedir.

Spor yüzey ornamentasyonları, familya içinde en az cins ya da tür düzeyinde incelenen taksonların tanımlanmasında ayırt edici öneme sahiptir. Örneğin, eldeki bulgularımız yedi türün sadece tek (verrukat) spor tipine ait olduğunu göstermektedir.

İncelenen karayosunu türleri yaşam alanıyla ilgili olarak da tek tipe sahiptir. Bu türler kireçli kayalar üzerinde, asidik alanlarda, eski çatılar üzerinde, kiremitlerde, insan yapımı yerlerde, duvarlarda, mezar taşlarında yaygın olarak bulunurlar. İncelenen kayacıl türler yoğun güneşe maruz kalmaktadırlar. Bu türler kuraklığa karşı adapte olmuşlardır. Ekzin yüzey ornamentasyonu ile karayosunu türlerinin habitatları arasında da bir korelasyon vardır. Genellikle verrukat spor ornamentasyonuna sahip türler kayalar üzerinde yaşamaktadırlar. Kayacıl üyeler öncelikle kış mevsiminde, yüksek nem ve kısa gün periyotlarında spororofit üretirler. Devamlı güneşe maruz kalan kayacıl türlere ait sporlar, ekzin yüzeyinde yoğun bir ornamentasyona sahipken nemli yerlerde yaşayan türlerin sporları daha gevşek bir ornamentasyon göstermektedir. Spor boyutu, yaşam formları ve yaşam stratejileri gibi diğer morfolojik adaptasyonlar, Yakın ve Orta Doğu Biryofitleri'nde de bildirildiği gibi habitat şartlarıyla ilişkilidir (Kürschner, 2004; Khoshraresh and Kazempour Osaloo, 2007).

Ayrıca incelenen türlerin sporlarının büyüklük ve şekli ile türlerin yaşam alanları arasında çok az ilişki vardır. Türlerin hepsi başarılı bir spor dağılımı ve yeni lokalitelerde işgal şansını artırmak için küçük sporlara ve yaygın sporofitlere sahiptir. Bu karakteristik özellikler genel kuraklık direnci stratejisi ile ilişkilidir. Bu strateji, daha uzun bir yaşam süresi, monoiklik, düzenli sporofit üretimi ve küçük sporların büyük miktarlarda üretimi ile karakterize edilmektedir. Bu fonksiyonel tip kayacıl biryofitler için tipiktir ve sık sık yaz kuraklığı yada erozyon etkilerinin neden olduğu gametofitlerdeki yüksek ölüm oranını dengelemek için kullanılır (Kürschner, 2004). Alandaki karayosunlarının taksonomik grupları ve ekolojik koşulları ile türlerin spor morfolojisi arasında bir tahmin ilişkisi vardır. Bu tür çalışmalar karayosunlarının nadir ve tehlike altındaki türleri için, gelecekteki ekolojik bozulmalara ve türlerin koruma altına alınmaları konusunda araştırmacılara ışık tutacaktır.

Grimmiaceae familyası karayosunlarının basit sporları, taksonların ayırt edilmesinde kullanılan birçok morfolojik özellikleri ortaya çıkarmayabilir. Sporların ornamentasyon şekli taksonomik öneme sahiptir. Bu durum türler arasındaki farklı spor tiplerinin dağılımı için bir kanıttır (Estebanez, et al., 1997; Luizi-Ponzo and Barth, 1998, 1999; Khoshravesh and Kazempour Osaloo, 2007; Potoglu Erkara and Savaroglu, 2007; Savaroglu and Potoglu Erkara, 2008). İncelenen yedi türde verrukat tip sporlar bulunmuştur. Grimmiaceae familyasının *Grimmia* ve *Schistidium* cinslerinin sporları Erdtman (1957), Boros and Járαι-Komlódi (1975), Punt, et al. (1994) ve Kapp, et al. (2000) tarafından tanımlanmıştır.

Bu çalışmada bildirilen sonuçlar, yukarıda adı geçen yazarların sonuçlarıyla uygunluk göstermektedir. Fakat *S. trichodon*, *S. confertum* ve *G. dissimulata* türlerinin spor yüzey ornamentasyonundaki özellikler daha önceki literatürlerde bahsedilmemiştir. Yalnızca mevcut çalışmamızda bulunmaktadır.

Her bir takson için farklı örneklerin analizinde bulunan ortalamalarda ara sıra bazı değişkenlikler vardır. Fakat karşılaştırılan örneklerin ölçümlerindeki aralık (ranj) referans örnekleriyle uygunluk göstermektedir. Bu sonuçlar Olesen and Mogensen

(1978) ile de benzemektedir. Bu da bize bir taksonun spor boyutunu tanımlamak için birden fazla örneklerle karşılaştırmaya ihtiyaç olduğunu kanıtlamaktadır.

Bu çalışmada yedi Grimmiaceae türünün sporlarının prolat-sferoidal şekilli oldukları ortaya konulmuştur. Ayrıca ekzin yapılarına bakıldığında ise verrukat tipte oldukları belirlenmiştir. Bu özellikleri ve ekzin yapısının Grimmiaceae türlerinin filogenetik ilişkilerini belirlemek için esansiyel kriterler arasında olduğu literatürde rapor edilmiştir. Tüm türlerin analizlerinde genetik farklılıklara sahip oldukları ölçümlerdeki farklarla belirlenmiştir. Bunlar da taksonomide spor yapılarının geçerli bir morfolojik karaktere sahip olduğu iddiasını tamamlıyor gibi görünmektedir (Estebanez, et al., 1997).

Grimmiaceae familyası ve akrabaları arasındaki spor morfolojileri, taksonomik çalışmalar için önemli olan ayırt edici özellikleri göstermektedir (Sorsa and Koponen, 1973; Vitt and Hamilton, 1974; Boros and J  rai-Koml  di, 1975; Olesen and Mogensen, 1978; Brown and Lemmon, 1988; Blackmore and Barnes, 1991; Estebanez, et al., 1997; Luiz-Ponzo and Barth, 1998, 1999; Khoshravesh and Kazempour Osaloo, 2007; Potoglu Erkara and Savaroglu, 2007; Savaroglu, et al., 2007; Savaroglu and Potoglu Erkara, 2008; Medina, et al., 2009; Aşçı, et al., 2010 ve Caldeira, et al., 2013).

Grimmiaceae'deki bu taksonların sistematik özelliklerinin yanı sıra spor morfolojilerinin de ayırt edici bir kritere sahip olabileceğini düşün  yoruz. Bu çalışma aynı zamanda incelenen taksonlar arasındaki filogenetik ilişkiye de ışık tutacaktır.

Sonuçta sporların morfolojik yapıları taksonların belirlenmesinde ayırt edici özelliklere sahiptir. Yapılan spor morfolojisi çalışmalarından önemli bulgular elde edilmiş olup bölgeden toplanan türlerle ve familyanın kendi içindeki diğer taksonlarıyla yapılacak olan karşılaştırma ve yorumlarıyla taksonomiye önemli katkılar sağlayacağı inancını taşımaktayız.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Abay, G. ve Kamer, D., 2010, Biyoçeşitliliğimizin az bilinen bileşenleri “Bryofitler” III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, III, 1115-1125.

Alataş, M., 2006, Yenice ormanları ve Keltepe karayosunları (=Musci) florası, Yüksek lisans tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 220 s.

Aşçı, B., Çeter, T., Pınar, N.M., Çölgeçen, H. and Çetin, B., 2010, Spore morphology of some Turkish Tortula and Syntrichia species (Pottiaceae Schimp., Bryophyta), The Herb Journal of Systematic Botany, 17, 2, 165-180.

Aytuğ, B., 1967, Polen morfolojisi ve Türkiye'nin önemli Gymnospermleri üzerinde palinolojik araştırmalar, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.

Aytuğ, B., Aykut, S., Mersev, N. and Edis, G., 1971, İstanbul çevresi bitkilerinin polen atlası, İstanbul Üniversitesi, 1650.

Blackmore, S. and Barnes, S.H., 1991, Pollen and spores, patterns of diversification, the systematics association, Clarendon press, Oxford, 44, 391 p.

Boros, A. and Járαι-Komlódi, M., 1975, An atlas of recent European moss spores, Akademiai Kiado, Budapest.

Boros, A., Járαι-Komlódi, M., Tóth, Z. and Nilson, S., 1993, An atlas of recent European Bryophyte Spores, Akademiai Kiado, Budapest.

Brown, R.C. and Lemmon, B.E., 1988, Sporogenesis in bryophytes, Advances in Bryology, 3, 159-223.

Bulut A., 2008, Hama tepe, Deli Halil tepe ve Tüysüz tepe florasının belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 71 s.

Caldeira, I.C., Luiz-Ponzo, A.P. and Esteves, V.G., 2013, Palynology of selected species of Fissidens (Hedw.), Plant Systematics and Evolution, 299, 187–195.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Carrion, J.S., Cano, M.J. and Guerra, J., 1995, Spore morphology in the moss genus *Pterygoneurum* Jur. (Pottiaceae), *Nova Hedwigia*, 61, 3-4, 481-496.

Çetin, B., 1998, Ormanın su deposu karayosunları, *Yeşil Atlas Çevre Özel Sayısı*, 92-93.

Erdtman, G., 1957, Pollen and spore morphology/plant taxonomy; Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta (illustrations), Almquist and Wiksell, Stockholm, 151 p.

Erdtman, G., 1966, Pollen morphology and plant taxonomy, Vol. I, Angiosperms, Hafner, New York.

Erdtman, G., 1969, Handbook of palynology. Morphology-taxonomy-ecology. An introduction to the study of pollen grains and spores, Verlag Munksgaard, Copenhagen, 486 p.

Estebanez, B., Alfayate, C. and Ron, E., 1997, Observations on spore ultrastructure in six species of *Grimmia* (Bryopsida), *Grana*, 36, 347-357.

Fægri, K. and Iversen, J., 1975, Textbook of pollen analysis, Munksgaard, Copenhagen, 295 p.

Gambardella, R., Alfano, F., Gargiulo, M. and Squillacioti, C., 1994, Studies on the sporogenous Lineage in the moss *Timmiella barbuloides* IX. development of the tapetum, *Annals of Botany*, 73, 369-375.

Goffinet, B. and Shaw, A.J., 2009, Bryophyte biology, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 565 p.

Kapp, R.O., Davis, O.K. and King, J.E., 2000, Pollen and spores, the American association of stratigraphic palynologists foundation, Texas A&M University, USA, 279 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Khoshravesh, R. and Kazempour Osaloo, Sh., 2007, Spore morphology of certain mosses of northern Tehran-Iran: taxonomical and ecological implications, Iranian Journal of Botany, 13, 2, 150-159.

Kürschner, H., 2004, Life strategies and adaptations in Bryophytes from the Near and Middle East, Turkish Journal of Botany, 28, 73-84.

Kürschner, H. and Erdağ, A., 2005, Bryophytes of Turkey: an annotated reference list of the species with synonyms from the recent literature and an annotated list of Turkish bryological literature, 29, 95-154.

Luizi-Ponzo, A.P. and Barth, O.M., 1998, Spore morphology of some Bruchiaceae species (Bryophyta) from Brazil, Grana, 37, 222-227.

Luizi-Ponzo, A.P. and Barth, O.M., 1999, Spore morphology of some Dicranaceae species (Bryophyta) from Brazil, Grana, 38, 42-49.

Mauseth, J.D., 2012, Botanik bitki biyolojisine giriş, (Çev. Edit. H. Çetin Özen ve M. Biricik, Nobel yayıncılık, 668 s.

Medina, N.G., Estebanez, B., Lara, F. and Mazimpaka, V., 2009, On the presence of dimorphic spores in *Orthotrichum* affine (Bryopsida, Orthotrichaceae), Journal of Bryology, 31, 127-129.

Olesen, P. and Mogensen, G.S., 1978, Ultrastructure, histochemistry and notes on germination stages of spores in selected mosses, The Bryologist, 81, 493-516.

Potoglu Erkara, I. and Savaroglu, F., 2007, Spore morphology of some Brachytheciaceae Schimp. species (Bryophyta) from Turkey, Nordic Journal of Botany, 25, 194-198.

Punt, W., Blackmore, S., Nilsson, S. and Le Thomas, A., 1994, Glossary of pollen and spore terminology, LPP foundation, Netherlands.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Richardson, D.H.S., 1981, The biology of mosses, blackwell scientific publications, London, 220 p.

Savaroğlu, F., 2005, Sündiken Dağlarının Musci (Karayosunu) florası, Doktora tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, 283 s.

Savaroglu, F., Potoglu Erkara, I., Baycu, C. and Alkan, M., 2007, Spore morphology of some Bryaceae Schwagr. species (Bryophyta) from Turkey, International Journal of Natural and Engineering Sciences, 1, 2, 49-54.

Savaroglu, F. and Potoglu Erkara, I., 2008, Observations of spore morphology of some Pottiaceae Schimp. species (Bryophyta) in Turkey, Plant Systematics and Evolution, 271, 93-99.

Seçmen, Ö., 1992, Vejetasyon bilgisi, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Tezsiz Serisi, 103, 117 s.

Simpson, M.G., 2012, Bitki sistematigi (Çev. Edit. Z. Ayaç ve B. Kaptaner İğci), Nobel yayıncılık, 740 s.

Smith, A.J.E., 2004, The moss flora of Britain and Ireland, Cambridge University Press, Cambridge, 1012 p.

Sorsa, P. and Koponen, T., 1973, Spore morphology of Mniaceae Mitt. (Bryophyta) and its taxonomic significance, Annales Botanici Fennici, 10, 187-200.

Vitt, D.H. and Hamilton, C.D., 1974, A scanning electron microscope study of the spores and selected peristomes of the North American Encalyptaceae (Musci), Canadian Journal of Botany, 52, 1973-1981.

Walker, J.W., 1974a, Evolution of exine structure in the pollen of primitive Angiosperms, American Journal of Botany, 61, 891-902.

Walker, J.W., 1974b, Evolution in the pollen of primitive Angiosperms, aperture, American Journal of Botany, 61, 1112-1137.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Wodehouse, R.P., 1935, Pollen grains, Mc. Grew Hill, New York.

Yıldız, B. ve Aktoklu, E., 2012, Bitki sistematığı- ilkin karasal bitkilerden bir çeneklilere, Palme yayıncılık, 396 s.