

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***DICRANUM* HEDW. (BRYOPHYTA)'A AİT BAZI TÜRLERİN
BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa DEMİRBAĞ

(991110105)

**Anabilim Dalı : Biyoloji
Bilim Dalı : Genel Biyoloji**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Vesile YILDIRIM

MAYIS-2019

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***DICRANUM* HEDW. (BRYOPHYTA)'A AİT BAZI TÜRLERİN
BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa DEMİRBAĞ

(991110105)

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22/05/2019
Tezin Savunulduğu Tarih : 21/06/2019**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Vesile YILDIRIM
Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Şemsettin CİVELEK
Doç. Dr. Mevlüt ALATAŞ**

MAYIS-2019

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmamızda, beş *Dicranum* türüne (*Dicranum majus*, *Dicranum fuscencens*, *Dicranum polysetum*, *Dicranum scoparium*, *Dicranum tauricum*) ait yağ asidi içeriklerinin, yağda çözünen vitaminlerin, sterol içeriklerinin, flavonoid ve fenolik asit içerikleri ile DPPH radikal indirgeme kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tez çalışmamın her aşamasında bana desteğini esirgemeyen, yol gösterici olarak çalışmamın sağlıklı bir şekilde tamamlanmasını sağlayan değerli danışmanım Prof. Dr. Vesile YILDIRIM hocama sonuz teşekkür eder ve saygılarımı sunarım.

Söz konusu çalışmanın temel unsuru olan *Dicranum* türlerinin toplamasında ve teşhisinde katkıda bulunan Munzur Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Mevlüt ALATAŞ'a, ayrıca deneysel çalışmalar esnasında çalışmama yardımcı olan Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ'a ve Fırat Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. İrfan EMRE'ye sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmam esnasında bana manevi olarak destek olan eşim ve çocuklarıma da teşekkür ederim.

Mustafa DEMİRBAĞ

ELAZIĞ-2019

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| ÖNSÖZ | II |
| İÇİNDEKİLER | III |
| ÖZET | IV |
| ABSTRACT | V |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | VI |
| TABLolar LİSTESİ | VII |
| 1.GİRİŞ | 1 |
| 1.1.Araştırmanın Amacı | 4 |
| 2. MATERYAL VE METOD | 5 |
| 2.2. Flavonoidlerin ve Fenolik Asitlerin Kromatografik Analizi | 9 |
| 2.3. DPPH Radikal İndirgeme Metodu..... | 9 |
| 2.4. Lipitlerin Ekstraksiyonu | 9 |
| 2.5. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması | 9 |
| 2.6. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Gaz Kromatografik Analizi..... | 10 |
| 2.7. Vitamin ve Sterol Analizi | 10 |
| 3.BULGULAR | 11 |
| 4. TARTIŞMA VE SONUÇ | 16 |
| KAYNAKLAR | 20 |
| ÖZGEÇMİŞ | 25 |

ÖZET

***Dicranum* Hedw.(Bryophyta)'a Ait Bazı Türlerin Biyokimyasal Özellikleri**

Bu araştırmada, beş *Dicranum* türüne (*Dicranum majus*, *Dicranum fuscenscens*, *Dicranum polysetum*, *Dicranum scoparium*, *Dicranum tauricum*) ait yağ asidi içeriklerinin, yağda çözünen vitaminlerin, sterol içeriklerinin, flavonoid ve fenolik asit içerikleri ile DPPH radikal indirgeme kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yağ asidi içeriklerinin analizi gaz kromatografisi ile yapılırken yağda çözünen vitamin içerikleri, sterol içerikleri, flavonoid ve fenolik asit içerikleri ise HPLC ile belirlenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, çalışılan *Dicranum* türlerinin flavonoid ve lipitte çözünen vitamin içerikleri oldukça düşük miktarda bulunmuştur. Çalışılan türlerin fenolik asit içerikleri açısından daha zengin içeriğe sahip oldukları bulunmuştur. Özellikle çalışılan türlerin vanilik asit (11,96-44,83 µg/g) ve gallik asit (52,96-63,1 µg/g) içeriklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışılan türlerin cinnamik asit içeriklerinin son derece düşük olduğu bulunmuştur. Araştırmada çalışılan 250 µl'deki DPPH radikal indirgeme kapasitelerinin %48,92-%86,89 arasında olduğu bulunmuştur. Ayrıca çalışılan türlerin, stigmasterol içeriklerinin 35,3 ve 46,05 µg/g arasında olduğu bulunmuştur. *D. majus* ve *D. fuscenscens*'in ergosterol ve β-sitosterol içeriklerinin çok düşük seviyelerde olduğu bulunmuştur. Araştırmanın yağ asidi sonuçlarına göre palmitik asit (C16:0) ve behenik asit (C22:0; *D. tauricum* dışında) başlıca doymuş yağ asidi olarak bulunurken oleik asit (C18:1 n9), linoleik asit (C18:2 n6) ve α ve γ-linolenik asit (C18:3 n 3) başlıca doymamış yağ asitleri olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Briyofit, Biyokimyasal İçerik, *Dicranum*.

ABSTRACT

Biochemical Properties of Some Species Belong to *Dicranum* Hedw. (Bryophyta)

In this study, it was aimed to determine the fatty acid compositions, lipid-soluble vitamins, sterols, flavonoids and phenolic acid contents and DPPH radical scavenging capacity of five *Dicranum* species (*Dicranum majus*, *Dicranum fuscenscens*, *Dicranum polysetum*, *Dicranum scoparium*, *Dicranum tauricum*). Fatty acid compositions were determined by gas chromatography while lipid-soluble vitamins, sterols, flavonoids and phenolic acids were determined by HPLC. It was found that studied *Dicranum* species have low flavonoid and lipid-soluble vitamin content based on results of study. Whereas it was found that studied species have rich in phenolic acids. Especially it was found that studied species have high vanilic acid (11,96-44,83 µg/g) and gallic acid (52,96-63,1 µg/g) contents. Cinnamic acid contents of studied were found lowest. In this study it was found that radical scavenging capacity of studied species were determined 48,92%-86,89% in 250 µl. In addition, it was found that stigmasterol contents of studied species were between 35,3 and 46,05 µg/g. It was found that ergosterol and β-sitosterol contents of *D. majus* ve *D. fuscenscens* were lowest. It was found that palmitic acid (C16:0) and behenic acid (C22:0) were major saturated fatty acids while oleic acid (C18:1 n9), linoleic acid (C18:2 n6) and α and γ-linolenic acid (C18:3 n3) were major unsaturated fatty acids based on results of fatty acid composition.

Key words: Bryophyte, Biochemical Content, *Dicranum*.

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| Şekil 1.1. Briyofitlerin hayat döngüsü | 2 |
| Şekil 2.1. <i>Dicranum majus</i> 'un doğal ortamdaki görünüşü | 7 |
| Şekil 2.2. <i>Dicranum polysetum</i> 'un doğal ortamdaki görünüşü | 8 |
| Şekil 2.3. <i>Dicranum scoparium</i> 'un doğal ortamdaki görünüşü | 8 |
| Şekil 2.4. <i>Dicranum tauricum</i> 'un doğal ortamdaki görünüşü | 9 |
| Şekil 2.5. <i>Dicranum fuscescens</i> 'in doğal ortamdaki görünüşü | 9 |



TABLÖLAR LİSTESİ

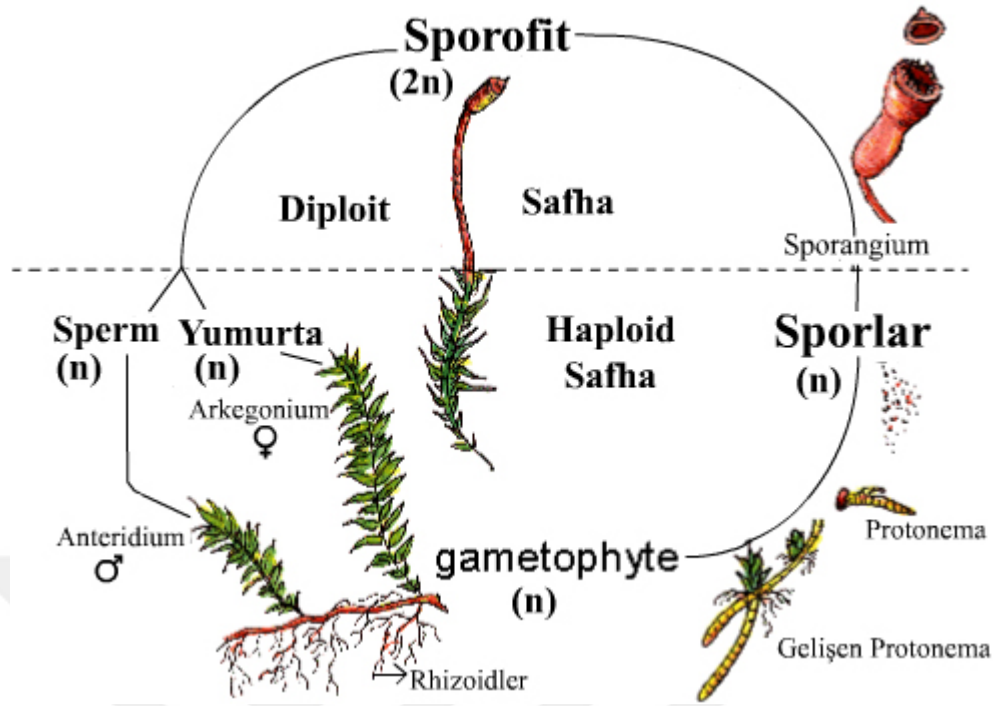
| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| Tablo 2.1. Çalışılan beş <i>Dicranum</i> türünün lokaliteleri | 6 |
| Tablo 3.1. <i>Dicranum</i> türlerinin Flavonoid sonuçları ($\mu\text{g/g}$) | 11 |
| Tablo 3.2. <i>Dicranum</i> türlerinin fenolik asit sonuçları ($\mu\text{g/g}$) | 12 |
| Tablo 3.3. <i>Dicranum</i> türlerinin DPPH radikal indirgeme metodu sonuçları (%)...12 | 12 |
| Tablo 3.4. <i>Dicranum</i> türlerinin lipitte çözünen vitamin ve sterol içerikleri ($\mu\text{g/g}$).13 | 13 |
| Tablo 3.5. <i>Dicranum</i> türlerinin yağ asidi sonuçları | 15 |



1.GİRİŞ

Briyofitler yapılan son moleküler filogeni çalışmalarına kadar, klasik olarak Bryophyta bölümü altında üç sınıfta incelenmekteydi. Morfolojik karakterlerin yanında rRNA dizileri ve değişkenliği az olan kloroplast genleri üzerine yapılan çalışmalar, bu üç sınıfın Bryobiotina alt alemi (Subkingdom) altında 3 bölümde (Divisio) ele alınmasının doğru olacağını ortaya koymuştur. Bu bölümler Marchantiophyta (Ciğerotları, yaklaşık 5.000 tür), Anthocerotophyta (Boynuzsu Ciğerotları, yaklaşık 150 tür) ve Bryophyta'dan (Karayosunları, yaklaşık 13.000 tür) oluşmaktadır (Glime, 2009; Goffinet ve Shaw, 2009).

Briyofitlerin hayat döngüsü, haplodiplont döl değişiminden ibarettir (Şekil 1.1). Haploid (n) gametofiti, diploid (2n) sporofit takip etmektedir. Doğal ortamlarında yeşil olarak göze çarpan kısımları gametofittir. Gametofitler, ortama alt kısımlarından çıkan tek veya çok hücreli kök benzeri yapılar olan rizoidlerle tutunurlar. Gametofitin gövde kısmı, vasküler sistemden ve diğer bazı özelliklerden yoksun olduğundan gövde kaulit (gövdemsi yapı), yapraklar ise gerçek bir yaprağın özelliklerini taşımadığı için fillit (yapraksı yapı) olarak adlandırılmıştır. Fakat kullanım kolaylığı açısından birçok flora çalışmasında olduğu gibi, bu çalışmada da gövde ve yaprak terimleri kullanılmıştır. Bazı ciğerotlarında ise yapraksı yapılar bulunmayıp bitki tallus yapısındadır. Gametofit üzerinde yer alan gametangiumlarda erkek ve dişi gametler üretilir. Anteridyumlarda üretilen erkek gametler (sperm), diğer düşük organizasyonlu bitki gruplarındaki gibi dişi gameti (yumurta) döllenmek için suya bağımlıdır. Erkek gamet, yağmur suları veya üzerlerinden akan su içerisinde hareket ederek arkegonyuma kemotaksi ile ulaşır ve dişi gameti döller. Döllenme arkegonyum içerisinde olur, oluşan zigot mitozla embriyoyu o da gelişerek sporofiti verecektir. Sporofit gelişerek, arkegonyumunu enine ikiye ayırır ve arkegonyumun üst kısmı ile yükselir. Arkegonyumun sporofitin üzerinde kalan kısmına kaliptra adı verilir ve sporofit olgunlaştığında düşer. Olgun bir sporofit, gametofitten minerallerin ve suyun alındığı ayak, yukarı doğru uzayan seta (=kapsül sapı), kapsül ve kapsülü örten kaliptradan oluşur. Sporangiumlarda oluşan spor ana hücreleri (2n) mayoz bölünme geçirerek sporları (n) oluşturur. Oluşan sporlar farklı briyofit gruplarında değişik dağılım mekanizmaları gösterir. Genelde olgunlaşan sporlar kurak dönemlerde ortama dağılırlar. Sporlar düştükleri ortamlarda şartlar olgunlaştığında çimlenerek ipliksi protonemayı oluşturur. Protonema da gelişerek gametofiti verir.



Şekil 1.1. Briyofitlerin hayat döngüsü (Suny 2004'den).

Briyofitler yaşamlarını sürdürebilecekleri kadar nemin var olduğu tropikal bölgelerden, subarktik ve subantartik bölgelere kadar dünyanın bütün iklimlerinde geniş yayılışa sahiptirler. Briyofitler karasal bitkiler olarak bilinmelerine rağmen, su kenarlarında bazen de tamamen suya gömülü olarak da bulunabilmektedirler. Bazı karayosunu türleri deniz kenarlarında da bulunabilmektedir, fakat briyofitlerin hiçbiri denizlerde yaşamamaktadır. Daha çok nemli iklime sahip bölgelerde, gölgelik alanlarda ve tatlı su kenarlarında geniş yayılışa sahiptirler. Bunun yanında, toprağın ve nemin çok az olduğu kurak ortamlar gibi ekstrem koşullarda da yaşamlarını sürdürebilmektedirler. Birçok bitkinin hayatını sürdüremediği ağaç kabukları, çıplak kaya yüzeyleri gibi alanlarda briyofitler bulunabilmektedir (Schofield, 2001).

Briyofitlerin ekosistemlerdeki rolü oldukça önemlidir. Ekolojik toleransları tohumlu bitkilerden oldukça farklıdır ve onların gelişemedikleri kuru ağaç kabukları, çıplak kaya yüzeyleri ve toprak üzerinde gelişebilirler. Buldukları ortamın özelliklerini değiştirerek tohumlu bitkilerin gelişebilecekleri ortamlar oluştururlar. Bu özelliklerinden dolayı likenlerle birlikte primer süksesyonda öncül bitkiler olarak rol almaktadırlar.

Briyofitler orman ekosisteminin de ayrılmaz bir parçasıdır. Onların olmadığı doğal ve sağlıklı bir orman düşünülemez. Kendi kuru ağırlığının 12 katı kadar su tutarak orman

ekosistemlerinin ihtiyacı olan suyun yok olmasını engellerler. Havalandırmaya yatkınlıkları ve elastikiyetleri nedeniyle orman toprağının kalitesini yükseltirler. Ayrıca üzerine düşen tohumların çimlenmesini sağlayarak, orman varlığının devamını sağlamada önemli katkıları olmaktadır. Aynı zamanda, orman yangınlarından sonra ilk istilacı türler (örneğin *Funaria hygrometrica*) olmaları nedeniyle bölgenin yeniden yeşermesini sağlamaları açısından da önemlidirler. Ayrıca, mineral depo etmeleri, ekosistemde bulunan hayvanlara besin kaynağı oluşturmaları ve birçok böcek türü için barınak ve yumurtlama ortamı oluşturmaları bakımından da önemlidirler. Briyofitlerin özellikle açık alanlarda toprak erozyonunu önlemede çok önemli işlevlerinin olduğu kanıtlanmıştır (Richardson, 1981).

Ayrıca, briyofitler kırsal ve endüstriyel alanlarda bulunuyor olmaları, iyon değişim mekanizmaları yanında bitkinin pürüzlü yüzey yapısı ile birlikte partiküllerin tutulması ve alıkonulmasını sağlamaları, yılın herhangi bir periyodunda bulunabilmeleri, fizyolojik ihtiyaçlarından daha fazla seviyelerde metal biriktirebilmeleri gibi özelliklerinden dolayı ideal biyolojik monitörlerdir (Puckett, 1988). Bu yüzden briyofitler özellikle de karayosunları gelişmiş ülkelerde uzun yıllardan beri hava ve su kirliliği haritalarının çıkarılmasında kullanılmaktadır. Son yıllarda ülkemizde de biyomonitör karayosunları kullanılarak atmosferik ağır metal kirliliği çalışmaları (Sarı vd., 2005; Uyar vd., 2007a, 2007b, 2008b, 2009; Batan vd., 2011b), yine bazı karayosunu türlerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimi (Özdemir vd., 2010, Cansu vd., 2010, Üçüncü vd., 2010) ve pigment konstrasyonları (Ezer vd., 2010, 2016) ile ilgili yararlı çalışmalar yapılmaktadır.

Briyofitlerin savunma mekanizmalarında antimikrobiyal aktivite özelliği olan ve sekonder metabolitler denilen kimyasal bariyerler rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalarda; *Atrichum*, *Dicranum*, *Mnium*, *Polytrichum* ve *Sphagnum* gibi bazı yapraklı karayosunu cinslerinin antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları bildirilmiştir (Altuner vd., 2010; Öztöpe Vatan vd., 2011; Elibol vd., 2011; Savaroğlu vd., 2011a, 2011b; Çolak vd., 2011; Ertürk vd., 2015). Bazı briyofit türlerinin ise antibakteriyel, antifungal, antiviral aktiviteleri de bilinmektedir (Glime ve Saxena, 1990; Basile vd., 1999; Elibol, 2010; Uyar vd., 2016). Ayrıca yapraklı karayosunlarının içeriklerinde antimikrobiyal etkiye neden olan aromatik bileşikler, terpenoitler ve yağ asitleri bulunduğu bildirilmiştir. Disk difüzyon yöntemi kullanılarak bazı karayosunu türlerinin etanol ve metanol ekstraktlarının *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aureginosa*, *Staphylo coccus aureus*, *Bacillus*

cereus, *Candida albicans* ve *Saccharomyces cerevisiae* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktiviteleri olduğu da görülmüştür (Öcalan, 2012).

Ülkemizde briyofitler ile ilgili olan çalışmalar genellikle briyofloristik amaçlı olup vitamin, sterol, fenolik asit, flavonoid, DPPH içerikleri ile ilgili bu güne kadar yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır (Aydın vd., 2017 a,b; Tonguç Yayıntaş vd., 2017; Çöteli vd., 2017, 2019). *Dicranum* cinsine ait beş farklı taksonun yukarıda belirtilen parametreler açısından, içerik miktarlarının belirlenmesi ve taksonların bu içerikler açısından birbirleriyle karşılaştırılmasının amaçlandığı bu çalışmanın ileride bu konuda yapılacak diğer çalışmalara temel oluşturacağını umuyoruz.

1.1.Araştırmanın Amacı

Evrimsel açıdan alglerden ve mantarlardan daha yüksek, eğrelti ve çiçekli bitkilerden daha aşağı seviyede olan ve karasal bitkilerin en büyük ikinci grubu olan briyofitler, ciğerotları, boynuzsu ciğerotları ve karayosunlarını da içerisine alan geniş bir bitki grubudur. Literatürler incelendiği zaman son zamanlarda briyofitlerle ilgili sistematik çalışmaların ülkemizde de arttığı görülse de biyokimyasal içeriklerine yönelik çok fazla çalışmanın olmadığı görülmektedir. Tohumlu bitkilerin biyokimyasal içerikleri ile ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen genel olarak besin değerlerinin düşük olduğu varsayımından yola çıkarak briyofitlerle ilgili bu tür çalışmaların ihmal edildiği düşünülmektedir. Ancak son zamanlardaki çalışmalar briyofitlerin geniş oranda biyoaktif maddeler içerdiklerini göstermektedir. Bu durumdan hareketle bu araştırmanın amacı; briyofitlerle ilgili sınırlı sayıda çalışmanın olduğu bu alana *Dicranum* cinsine ait beş türün (*D. majus* Sm., *S. polysetum* Sw. ex anon., *D. scoparium* Hedw., *D. tauricum* Sapjegin, *Dicranum fuscescens* Sm.) bazı biyokimyasal içeriklerini (yağ asidi kompozisyonları, vitamin, sterol, flavonoid ve fenolik asit içerikleri ile DPPH radikal indirgeme kapasiteleri) belirleyerek katkı sağlamak şeklinde belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

Bu çalışmada materyal olarak; Bryophyta bölümünün, Bryopsida sınıfı, Dicranales ordosu, Dicranaceae familyasının Dicranum cinsine ait taksonlar kullanılmıştır. Arktik ve soğuk iklimleri tercih eden Dicranum cinsinin, Dünya üzerinde yaklaşık 150 türü bulunmakta olup bunlardan 19 tanesi Avrupa'da yaşamaktadır (Aysel ve Şenkardeşler, 2002). Dicranum cinsine ait ülkemizdeki takson sayısı ise 13 olup (*Dicranum bonjeanii* De Not., *Dicranum flexicaule* Brid., *Dicranum fulvum* Hook., *Dicranum fuscescens* Sm., *Dicranum leioneuron* Kindb., *Dicranum majus* Sm., *Dicranum montanum* Hedw., *Dicranum muehlenbeckii* Bruch & Schimp., *Dicranum polysetum* Sw. ex anon., *Dicranum scoparium* Hedw., *Dicranum spadiceum* J.E.Zetterst., *Dicranum tauricum* Sapjegin., *Dicranum viride* (Sull. & Lesq.) Lindb) bunlardan en çok yayılış gösterenler *D. scoparium*, *D. tauricum* ve *D. majus*'dur (Kürschner ve Frey, 2011).

Ardahan ilinden toplanan ve çalışmada kullanılan Dicranum cinsine ait beş taksonun (*Dicranum majus* (Şekil 2.1.), *Dicranum polysetum* (Şekil 2.2.), *Dicranum scoparium* (Şekil 2.3.), *Dicranum tauricum* (Şekil 2.4.) ve *Dicranum fuscescens* (Şekil 2.5.))'in birbirlerinden ayrımı aşağıda verilen teşhis anahtarındaki gibidir.

Tablo 2.1. Çalışılan beş Dicranum türünün lokaliteleri

| Tür | Lokalite |
|----------------------------|--|
| <i>Dicranum majus</i> | Ardahan (Merkez): Yalnızçam ormanı, 41°02'43"K/42°29'00"D, 1918-2000m, 07.09.2014 |
| <i>Dicranum polysetum</i> | Ardahan (Merkez): Ardahan çıkışı, Cemal Turan Tabiat Parkı, 41°07'23"K/42°47'05"D, 1970m, 06.09.2014 |
| <i>Dicranum scoparium</i> | Ardahan (Merkez): Yalnızçam ormanları, Hasköy ormanları-2, 41°01'46"K/42°23'47"D, 2000-2150m, 07.09.2014 |
| <i>Dicranum tauricum</i> | Ardahan, Hanak: Karakale köyü yaylası, Uzundere, Çat yaylası ve çiçekli dağ yaylası, 41°19'25"K/42°41'41"D, 2320-2800m, 06.07.2014. |
| <i>Dicranum fuscescens</i> | Ardahan (Merkez): Çıldır-Ardahan arası Pinus ormanı içi, 41°08'13"K/42°54'00"D, 1930-2000m, 06.09.2014 |

Dicranum Hedw.

1. Yaprak hücreleri tamamıyla poroz2
 - Sadece yaprak tabandaki hücreler poroz, tamamı değil4
2. Yaprak kenarlarının alt kısmı dışa doğru kıvrık, üst kısımları keskinçe dişli ...*D. polysetum*
 - Yaprak kenarlarının alt kısmı düz, üst kısımları dişli fakat keskinçe değil.....3
3. Yapraklar bir yöne doğru eğimli, 9-15 mm uzunluğunda ve seta sarımtırak yeşil*D. majus*
 - Yapraklar dike yakın eğimli, dalgalı olmayıp üst kısımlarda hafif dişli, 10 mm uzunluğunda ve seta en azından alt kısımda kırmızımsı *D. scoparium*
4. Yapraklar dalgalı, kurduğunda eğimli veya kıvrılmış*D. fuscescens*
 - Yapraklar düz, kurduğunda baskılanmış ve genellikle kırılğan*D. tauricum*



Şekil 2.1. *Dicranum majus*'un doğal ortamdaki görünüşü (Lüth, 2004'den)



Şekil 2.2. *Dicranum polysetum*'un doğal ortamdaki görünüşü (Lüth, 2004'den)



Şekil 2.3. *Dicranum scoparium*'un doğal ortamdaki görünüşü (Lüth, 2004'den)



Şekil 2.4. *Dicranum tauricum*'un doğal ortamdaki görünüşü (Lüth, 2004'den)



Şekil 2.5. *Dicranum fuscescens*'in doğal ortamdaki görünüşü (Lüth, 2004'den)

2.2. Flavonoidlerin ve Fenolik Asitlerin Kromatografik Analizi

Zu vd. (2006) tarafından önerilen yönteme göre fenolik bileşiklerin belirlendiği bu araştırmada kolon olarak PREVAIL C18 reversed-phase kolon (15x4.6mm, 5µm, USA) kullanılmıştır. Flavonoid içeriklerin analizi için DAD seperasyonu kullanılmıştır. Flavonoidlerin belirlenmesi için 280 nm (katein, naringin), 254 nm (rutin, mirisetin, morin ve kuersetin), 306 nm (resveratrol) ve 265 nm (kaempferol) dalga boyları kullanılmıştır. Ekstraktaların kromatografik pikleri standart sonuçlarıyla karılatırılmı ve sonuçların ifadesi µg/g kullanılmıştır.

2.3. DPPH Radikal İndirgeme Metodu

Dicranum'a ait türlerin radikal indirgeme aktivitelerinin belirlenmesi için Liyana-Pathiranan ve Shahidi (2005) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yönteme göre DPPH 25 mg/l olacak şekilde metonalde çözülerek hazırlanmış ve bu çözeltiden 4 ml alınıp sırasıyla ve 50, 100, 250 µL'lik DMSO'da çözülmüş olan örneklerin üzerine ilave edilmiştir. 30 dakika süreyle örnekler karanlık bir ortamda oda sıcaklığında bekletilm 517 nm'de spektrofotometrede okunmuştur.

DPPH• Radikali Süpürme Yüzdesi % = [(A0 – A1)/A0] x 100

A0: Kontrol absorbansı, A1: rnek absorbansı (Kurat vd., 2011).

2.4. Lipitlerin Ekstraksiyonu

Lipitlerin ekstraksiyonu için Hara ve Radin'in 1978 yılında gelitirm oldukları yöntem kullanılmıştır. Bu metoda göre bir gr bitki materyali 10 ml hekzanisopropanol (3:2, v/v) ile karıştırılıp 6000 rpm'de 10 dakika homejenizasyona maruz bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda supernatant kısım farklı deney tüplerine aktarılmıştır.

2.5. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması

İlk olarak metil esterlerinin oluşturulması için örneklerin üzerine % 2'lik metanolde çözülmüş sülfürik asit 5 ml eklenmiş ve ortalama on be saat 50°C'de beklenmiştir. Bu sürenin sonunda önce % 5'lik NaCl'den 5 ml ve sonra da 5 ml hekzandan örneklerle

eklenip üst faz başka bir deney tüpüne alınmıştır. Bu işlemlerden sonra örneklere faz oluşmasının sağlanması için 5 ml KHCO₃ ilave edilmiş ve devamında örnekler 45°C'de uçurilmaya maruz kalmışlardır. Bütün bu işlemler tamamlandıktan sonra numuneler 1 ml hekzanda çözünüp viallere alınmıştır (Christie, 1990). Yağ asidi metil esterleri standartlarla karşılaştırılıp hesaplamalar yapılmıştır.

2.6. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Gaz Kromatografik Analizi

Yağ asitlerinin analizi SHIMADZU GC 17 Ver. 3 gaz kromatografisi ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar elde edilirken standart yağ asidi metil esterleri içeren karışımlar kullanılarak yağ asitlerinin belirlenme zamanları tanımlanmıştır. Kolon sıcaklığı 120-220°C'de tutulmuş ayrıca enjeksiyon (240 °C) ve dedektörün sıcaklığı (280°C) da belirlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen yağ asitleri % miktar şeklinde ifade edilmiştir (Bahşi, 2008).

2.7. Vitamin ve Sterol Analizi

5 ml acetonitril/methanol (75/25) ile karıştırılan bir gr bitki ekstraktı bir dakikalık sürenin sonunda 4°C de 6000 xg'de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Bu işlem sonunda elde edilen süpernatant 1 ml'lik viallere alınarak HPLC de kullanılacak hale getirilmiştir. Araştırmada Supelcosil TM LC18 (250×4.6 mm, 5 µm, Sigma, USA) kolon olarak kullanılmıştır ve her bir vitaminin belirlenme absorbanları steroller için 202 nm, K1 için 235 nm, tokoferol, D2, D3, tokoferol asetat için 215 nm ve retinol ve retinol asetat için ise 220 nm şeklinde belirlenmiştir. Sonuçlar µg/g cinsinden tanımlanıp Class Vp 6.1 programı kullanılmıştır (Bahşi, 2008; Kürşat vd., 2011).

3.BULGULAR

Dicranum türlerinin flavonoid sonuçları incelendiği zaman genel itibariyle düşük olduğu görülmektedir (Tablo 3.1.). Ancak *Dicranum majus*'un rutin (2,5 µg/g) ve kateşin (5,86 µg/g) miktarlarının nispeten daha yüksek içeriğe sahip olduğu görülmektedir. Aynı zamanda *Dicranum fuscens*'in kateşin (6,33 µg/g) miktarı da diğer türlere oranla yüksek bulunmuştur. Ayrıca *Dicranum scoparium*'un rutin içeriğinin 1.5 µg/g olduğu görülmüştür.

Tablo 3.1. *Dicranum* türlerinin Flavonoid sonuçları (µg/g)

| Taksonlar | Rutin | Myrisetin | Morin | Kuersetin | Kaempferol | Kateşin | Naringin | Naringenin | Resveratrol |
|---------------------------|-------|-----------|-------|-----------|------------|---------|----------|------------|-------------|
| <i>Dicranum majus</i> | 2,5 | 0,1 | - | - | 0,1 | 5,86 | - | - | - |
| <i>Dicranum fuscens</i> | 0,03 | 0,36 | - | 0,03 | - | 6,33 | - | 0,03 | 0,03 |
| <i>Dicranum polysetum</i> | 0,3 | 0,03 | - | 0,03 | - | - | 0,03 | 0,03 | - |
| <i>Dicranum scoparium</i> | 1,5 | 0,1 | 0,03 | 0,03 | - | - | 0,1 | 0,03 | - |
| <i>Dicranum tauricum</i> | 0,03 | 0,66 | 1 | 0,03 | - | - | 0,1 | - | - |

Dicranum türlerinin fenolik asit sonuçları (µg/g)'na bakıldığında; vanilik asit açısından *Dicranum tauricum* (44,83 µg/g) ilk sırada yer alırken *Dicranum scoparium* (21,93 µg/g) ikinci sırada yer almaktadır .Bunları *Dicranum polysetum* (16,63 µg/g), *Dicranum majus* (14,00 µg/g) ve *Dicranum fuscens* (11,96 µg/g) takip etmektedir. Kafeik asit açısından ise *Dicranum tauricum* (1,76 µg/g) ve *Dicranum scoparium* (1,16 µg/g) ilk iki sırada yer almaktadır. Kafeik asit, Ferulik asit, Rosmarinik asit açısından *Dicranum fuscens*'in *Dicranum*'un diğer türlerine göre belirgin oranda yüksek olduğu görülmektedir. Diğer *Dicranum* cinsine ait türleri (*Dicranum majus*, *Dicranum polysetum*, *Dicranum scoparium*, *Dicranum tauricum*) belirtilen yağ asiteleri oranları açısından birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Gallik asit açısından *Dicranum* cinsine ait türlerin oranlarının diğer aistlere (Vanilik asit, Cinnamik asit, Kafeik asit, Ferulik asit ve Rosmarinik asit) oranla yüksek olduğu görülmektedir. Gallik asit oranı açısından en yüksek takson *Dicranum polysetum* olurken en düşük takson *Dicranum fuscens*'dir (Tablo 3.2.)

Tablo 3.2. *Dicranum* türlerinin fenolik asit sonuçları (µg/g)

| Taksonlar | Vanilik asit | Cinnamik asit | Kafeik asit | Ferulik asit | Rosmarinik asit | Gallik asit |
|-----------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|-------------|
| <i>Dicranum majus</i> | 14,00 | 0,13 | 1,13 | 0,76 | 0,53 | 61,16 |
| <i>Dicranum fuscenscens</i> | 11,96 | 0,06 | 48,66 | 31,76 | 41,76 | 52,96 |
| <i>Dicranum polysetum</i> | 16,63 | - | 1,53 | 13,6 | 0,06 | 79,16 |
| <i>Dicranum scoparium</i> | 21,93 | 0,23 | 1,16 | 1,13 | 0,46 | 63,1 |
| <i>Dicranum tauricum</i> | 44,83 | 0,8 | 1,76 | 3,23 | 0,03 | 60,23 |

Dicranum cinsine ait türlerin DPPH radikal indirgeme metodu sonuçları (%)’na bakıldığında 50 µl ve 100 µl’de en yüksek orana sahip taksonun *Dicranum majus* olduğu görülürken 250 µl’de en yüksek orana sahip taksonun *Dicranum fuscenscens*’in olduğu görülmektedir. Yine 50 µl ve 100 µl’de en yüksek orana sahip ikinci taksonun *Dicranum fuscenscens*, üçüncü taksonun ise *Dicranum tauricum* olduğu görülmektedir. 250 µl’de ise en yüksek orana sahip ikinci ve üçüncü taksonlar sırasıyla *Dicranum majus* ve *Dicranum tauricum*’dur. *Dicranum polysetum* ve *Dicranum scoparium*’un 50 µl, 100 µl ve 250 µl’deki oranları diğer *Dicranum* türlerine göre daha düşük seviyededir (Tablo 3.3.).

Tablo 3.3. *Dicranum* türlerinin DPPH radikal indirgeme metodu sonuçları (%)

| Taksonlar | 50 µl | 100 µl | 250 µl |
|-----------------------------|-------|--------|--------|
| <i>Dicranum majus</i> | 30,35 | 79,05 | 85,22 |
| <i>Dicranum fuscenscens</i> | 9,5 | 67,15 | 86,96 |
| <i>Dicranum polysetum</i> | 2,33 | 14,28 | 48,92 |
| <i>Dicranum scoparium</i> | 3,14 | 4,38 | 52,59 |
| <i>Dicranum tauricum</i> | 5,8 | 37,56 | 77,59 |

Dicranum türlerinin lipitte çözünen vitamin ve sterol içerikleri (µg/g) bakımından değerlendirdiğimizde *Dicranum* cinsine ait türlerin bazı vitamin ve lipitler açısından sonuç vermediği görülmektedir. Sonuç alınan içerikler açısından *Dicranum* türleri değerlendirildiğinde K2 açısından; *Dicranum tauricum* oran açısından ilk sırada *Dicranum polysetum*ise ikinci sırada yer almaktadır. R-tokoferol miktarlarına bakıldığında *Dicranum scoparium*’un belirgin oranda yüksek olduğu, *Dicranum tauricum* ve *Dicranum polysetum* oranlarının ise birbirine yakın olduğu görülmektedir. D2 açısından ise *Dicranum scoparium*’un baskın bir oranla ilk sırada olduğu görülmektedir. D3 açısından sonuç veren *Dicranum* türlerinin oranları açısından belirgin bir fark görülmemektedir. A-tokoferol

oranları açısından *Dicranum scoparium*'un ilk *Dicranum tauricum*'un ise ikinci sırada oldukları ve oranları açısından *Dicranum polysetum* ve *Dicranum majus*'tan belirgin miktarda fazla oldukları görülmektedir. K1 oranları açısından her ne kadar *Dicranum majus* ilk sırada olsada diğer *Dicranum* türleri oranları ile çok fark görülmemektedir. Ergosterol değerleri açısından *Dicranum tauricum* ilk *Dicranum scoparium* ikinci ve *Dicranum polysetum* ise üçüncü sırada olup diğer türlerin oranlarına göre çok fazla miktardadırlar. Stigmasterol ve B-sitosterol değerleri, türler ve oranları açısından Ergosterol değerlerine benzer bir sıralama göstermektedir. *Dicranum tauricum*, *Dicranum scoparium* ve *Dicranum polysetum* oranları ile ilk üç sırada yer almaktadır (Tablo 3.4.).

Tablo 3.4. *Dicranum* türlerinin lipitte çözünen vitamin ve sterol içerikleri (µg/g)

| Taksonlar | Retinol | Retinol asetat | K2 | R-tokoferol | D2 | D 3 | A-tokoferol | K1 | Ergosterol | Stigmasterol | B-sitosterol |
|----------------------------|---------|----------------|------|-------------|------|------|-------------|------|------------|--------------|--------------|
| <i>Dicranum majus</i> | - | - | - | 0,2 | 0,2 | - | 0,03 | 0,53 | 3,83 | 35,3 | 0,5 |
| <i>Dicranum fuscescens</i> | - | - | - | 0,13 | - | 0,2 | - | 0,23 | 0,2 | 45,16 | 1,16 |
| <i>Dicranum polysetum</i> | - | - | 0,26 | 0,43 | 0,23 | - | 0,2 | 0,36 | 22,7 | 44,86 | 17,3 |
| <i>Dicranum scoparium</i> | - | - | - | 0,8 | 2,94 | 0,12 | 4,65 | 0,12 | 30,9 | 40,75 | 33,7 |
| <i>Dicranum tauricum</i> | - | - | 0,35 | 0,45 | 0,62 | 0,3 | 3,425 | 0,22 | 56,22 | 46,05 | 36,82 |

Dicranum türlerinin yağ asidi sonuçlarına bakıldığında; bazı yağ asitleri değerleri (8:0, 12:0, 14:0, 14:1, 15:0, 16:0, 18:0, 18:1, 20:3, 24:1) açısından *Dicranum tauricum*'un ilk sırada olduğu görülmektedir. 16:0 değerindeki oranlar, diğer değerlerdeki oranlara göre belirgin bir şekilde yüksektir. Bu değerdeki en yüksek miktara sahip takson *Dicranum tauricum* (26,44) olurken en düşük değere sahip takson *Dicranum fuscens* (9,8 µg/g)'dir. 22:0 değerindeki oranların yüksekliği de oldukça dikkat çekicidir. Bu değerdeki en yüksek miktara sahip taksonlar sırasıyla; *Dicranum fuscens* (45,24 µg/g), *Dicranum majus* (37,16 µg/g), *Dicranum scoparium*(16,56 µg/g), *Dicranum polysetum*(9,74 µg/g) ve *Dicranum tauricum*(0,87 µg/g)'dir (Tablo 3.5).



Tablo 3.5. *Dicranum* türlerinin yağ asidi sonuçları (µg/g)

| Yağ asitleri | 6:00 | 8:0 | 12:0 | 14:0 | 14:1 | 15:0 | 15:1 | 16:0 | 16:1 | 17:0 | 17:1 | 18:0 | 18:1 | 18:1 | 18:2 | 18:3 | 18:3 | 20:0 | 20:1 | 20:3 | 20:4 | 20:5 | 22:0 | 22:1 | 22:6 | 23:0 | 24:1 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Bitkiler | | | | | | | | | n7 | | | | n9 | n11 | n6 | n6 | n3 | | n9 | n3 | n6 | n3 | | n9 | n3 | | n9 |
| <i>Dicranum majus</i> | 0,26 | 0,48 | 0,2 | 0,49 | 0,46 | 0,24 | 0,44 | 13,19 | 3,68 | 0,35 | 0,87 | 2,8 | 9,85 | - | 11,58 | 1,55 | 5,19 | - | 2,63 | 2,3 | 0,88 | - | 37,16 | - | 1,32 | - | - |
| <i>Dicranum fuscescens</i> | 0,41 | 0,99 | 1,25 | 0,4 | 0,39 | 0,19 | 1,03 | 9,8 | 1,5 | 0,05 | 0,35 | 3,68 | 6,05 | | 7,64 | 1,51 | 8,39 | 1,62 | 2,29 | 3,07 | 1,22 | 0,5 | 45,24 | | 1,25 | - | 0,15 |
| <i>Dicranum polysetum</i> | 0,49 | - | 0,66 | 0,87 | 0,56 | - | 0,52 | 22,18 | 6,27 | - | 2,2 | 4,95 | 8,56 | - | 11,20 | 2,95 | 2,35 | - | 1,75 | 2,23 | - | - | 9,74 | 5,43 | 3,1 | - | 1,57 |
| <i>Dicranum scoparium</i> | 0,34 | 0,2 | 2,04 | 0,97 | 1,08 | 0,25 | 0,33 | 16,54 | 5,66 | 1,4 | 1,68 | 3,1 | 3,62 | 1,22 | 6,9 | 1,74 | 3,49 | - | 3,96 | 3,23 | 1,24 | - | 16,56 | 1,16 | 6,31 | - | 0,79 |
| <i>Dicranum tauricum</i> | 0,22 | 1,44 | 1,56 | 5,9 | 1,92 | 1,15 | - | 26,44 | 3,84 | 0,8 | 1,19 | 6,76 | 14,67 | | 2,7 | 1,62 | 1,38 | - | 3,15 | 12,18 | - | - | 0,87 | 4,07 | 2,98 | 0,68 | 2,62 |

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Morfolojik olarak çok küçük oldukları için büyük miktarlarda toplamak oldukça zor olduğundan ve mikroskop altında teşhisleri karışık olduğundan briyofitlerin fitokimyasal içerikleri uzun zamanlar çalışılmamıştır (Asakawa vd., 2013). Ayrıca briyofitler besin değeri açısından önemsiz olarak kabul edilmiş olup geçmiş literatürlere bakıldığında insanların bunları besin olarak değerlendirmedikleri görülmüştür. Bununla beraber, özellikle Çin’de briyofitler; dış yaralanmalar, tüberküloz, yılan ısırılmaları gibi çeşitli hastalıkların tedavilerinde kullanılmıştır (Garnier vd., 1969; Suire, 1975; Ding, 1982; Ando ve Matsuo, 1984; Asakawa, 1999). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar, briyofitlerde büyük miktarda biyolojik olarak aktif maddelerin bulunduğunu göstermiştir (Klavina, 2015). Briyofitlerden elde edilen ekstraktların, briyofit türüne göre önemli derecede polifenolik bileşik içerdikleri ve antioksidan aktiviteye sahip oldukları belirtilmektedir (Singh vd., 2006; Cheng vd., 2012; Fu vd., 2012; Asakawa vd., 2013). Özellikle briyofitlerin; antifungal, antiviral, antibakteriyal ve sinir sistemini koruyucu ve kanser hücrelerine karşı sitotoksit özelliklerinin olduğu vurgulanmaktadır (Spjut vd., 1986; Cheng vd., 2012). Briyofitlerde flavonoidlerin buldukları, aynı zamanda yüksek derecede doymamış yağ asitleri ve alkenler ve triterpenler içerdikleri belirtilmiştir (Asakawa, 1982; Asakawa vd., 2013). Chandra ve diğerleri de 2017 yılında yaptıkları çalışmada briyofitlerin terpenoidler, steroidler, polifenoller, alifatik bileşikler, lipitler, proteinler, organik asitler ve yağ asitleri gibi önemli biyoaktiviteye sahip maddeler içerdiklerini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, literatürde briyofitlerin fitokimyasal içeriklerinin belirlenmesi çalışmalarına katkı sunmak amacıyla *Dicranum* cinsine ait beş farklı türün (*Dicranum majus*, *Dicranum fuscencens*, *Dicranum polysetum*, *Dicranum scoparium*, *Dicranum tauricum*) flavonoid ve fenolik asit bileşikleri, radikal indirgeme kapasiteleri, vitamin ve sterol içerikleri ile yağ asidi kompozisyonları belirlenmiştir. Bu çalışmadaki beş *Dicranum* türünün doymuş yağ asit içerikleri incelendiğinde Kaproik asit (C6:0), Kaprilik asit (C8:0), Laurik asit (C10:0), Miristik asit (C14:0), Palmitik asit (C16:0), Margarik asit (C17:0), Stearik asit (C18:0) ve Behenik asit (C22:0) içeriklerine sahip oldukları belirlenmiştir. Palmitik asit (C16:0), çalışılan beş *Dicranum* türünde başlıca doymuş yağ asidi olarak dikkat çekmektedir (% 9,8-26,44). İkinci doymamış yağ asidi olarak ise stearik asidin varlığı göze çarpmaktadır (% 2,8-6,76). Beş *Dicranum* türü arasında başlıca doymamış yağ

asitleri (palmitik asit ve stearik asit) içeriği bakımından en zengin içeriğe *Dicranum tauricum*'un sahip olduğu belirlenmiştir. Doymamış yağ asidi içeriği bakımından ise çalışılan beş tür ele alındığında oleik asit (C18:1 n9), linoleik asit (C18:2 n6), γ -linolenik asit (C18:3 n6), α -linolenik asit (C18:3 n3), gondoik asit (C20:1 n9), dokoheksanoik asit (C22:6 n3) ve nervonik asit (C24:1 n9) doymamış yağ asidi oldukları belirlenmiştir. Oleik asit (C18:1 n9) içeriği bakımından *Dicranum taruicum*'un (% 14,67) , linoleik asit (C18:2 n6) içeriği bakımından *Dicranum majus* (%11,58) ve *Dicranum polysetum*'un (% 11,20), α -linolenik asit (C18:3 n3) açısından da *Dicranum fuscescens*'in (% 8,39) daha fazla içeriğe sahip oldukları görülmüştür. Xian'en vd. tarafından 2006 yılında yapılan çalışmada özellikle, dodekanoik asit, tetradekanoik asit, heksadekanoik asit ve oktadekanoikasitin *Dicranum caesium* da yüksek oranda bulunan yağ asitleri olduğunu ve briyofitlerin yağ asidi içeriklerinin endüstriyel besin üretiminde ve gıda çalışmalarında önemli rol oynayabileceğini belirtmişlerdir (Xian'en vd., 2006). Dembitsky ve Rezenka da 1994 yılında yaptıkları çalışmada briyofitlerin 86 yağ asidi içeriğinin olduğunu ve bunların 27 tanesinin doymuş yağ asidi olduklarını ayrıca araştırmacılar bu yağ asitleri arasında monoenoik asit, dienoikasit, trienoik asit ile tetraenoik asitlerin olduğunu bulmuşlardır (Dembitsky ve Rezenka, 1994). Briyofitlerin yüksek derecede doymamış yağ asitleri, alkonenler ve triterpenler içerdikleri bulunmuştur (Asakawa, 1982; Asakawa vd., 2013). Pekçok briyofitin araşidonik asit ve eikosapentaenoik asit (ARA) içerdiklerinde belirtilmektedir (Kajikawa vd., 2008).

Çalışılan türlerin lipitte çözünen vitamin içerikleri bakımından zengin değerlere sahip olmadıkları görülmektedir (Tablo 3.4). Lipitte çözünen vitamin içeriklerinin çalışılan beş türde de ya çok az miktarlarda buldukları ya da hiç bulunmadıkları görülmektedir. Ayrıca sterol içerikleri incelendiğinde türlerin stigmasterol (35,3-46,05 $\mu\text{g/g}$) açısından daha zengin oldukları görülmüştür. Ergosterol ve β -sitosterol içerikleri bakımından *Dicranum majus* (3,83 $\mu\text{g/g}$; 0,5 $\mu\text{g/g}$) ve *Dicranum fuscencens* (0,2 $\mu\text{g/g}$; 1,16 $\mu\text{g/g}$)'in daha düşük seviyede oldukları görülmektedir. *Dicranum tauricum*, ergosterol (56,22 $\mu\text{g/g}$) ve β -sitosterol (36,82 $\mu\text{g/g}$) içerikleri bakımından en yüksek değerlere sahiptirler. Chiu vd. (1985) tarafından yapılan briyofitlerin sterol içerikleri ile ilgili çalışmada başlıca sterollerin; dihydrobrassicasterol, sitosterol, stigmasterol ve clionasterol olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada da briyofitlerin önemli miktarda E vitamini ve K vitamini ürettikleri ve yine squalen, plastokinon ve plastohidrokinonun bulunduğunu tespit etmişlerdir (Asakawa ve Ludwiczuk, 1981).

Araştırmada çalışılan flavonoid içeriklerinin düşük seviyelerde olduğu bulunmuştur (Tablo 3.1). *Dicranum majus*'un rutin (2,5 µg/g) ve kateşin (5,86 µg/g) miktarı ile *Dicranum fuscescens*'in kateşin (6,33 µg/g) içeriklerinin nispeten düşük olduğu bulunmuştur. Fenolik asitler ile ilgili sonuçlara bakıldığı zaman özellikle vanilik asit (11,9-44,83 µg/g) ve gallik asit açısından türlerin zengin oldukları görülmektedir (52,96-79,16 µg/g). *Dicranum fuscescens*'in kafeik asit (48,66 µg/g), ferulik asit (31,76 µg/g), rosmarinik asit (41,76 µg/g) ve gallik asit (52,96 µg/g) içeriklerinin yüksek olduğu görülmüştür. *Dicranum polysetum*'un da ferulik asit (13,6 µg/g) ve gallik asit içeriklerinin zengin olduğu görülmektedir. Çalışılan türlerin cinnamik asit içeriklerinin ise ya hiç olmadığı ya da çok düşük miktarlarda olduğu görülmüştür. Briyofitlerde biyoflavonoidler, terpenler, terpenoidler ve flavonoidler ile bibenzil, benzoat ve cinnamat gibi aromatik bileşiklerin bulunduğu belirtilmiştir (Asakawa, 2007; Mishra vd., 2014). Klavina (2015) yaptığı çalışmada briyofitlerin yüksek oranda polifenolik bileşik içerdiklerini ve antioksidan kapasitelerinin de yüksek olduğunu belirtmiştir. Flavonoidler, filogeni ve metabolizma araştırmalarında büyük öneme sahip olmalarına rağmen briyofitlerin metabolitleriyle ilgili ve özellikle de flavonoid bileşikleriyle ilgili çok az çalışmanın olduğu bilinmektedir (Wang vd., 2017). Wang ve diğerlerinin 2017 yılında yaptıkları çalışma, briyofitlerin flavonoid içerikleriyle ilgili yaptıkları ilk geniş çalışmalardan biri olması açısından önem arz etmektedir. Araştırmacılar, çalışılan 90 örnekteki total flavonoid içeriğinin 1.8 -22.3 mg/g arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar yükseltisi az olan yerlerde yetişen briyofitlerin flavonoid içeriklerinin yüksek seviyelerde yetişen briyofitlere oranla daha fazla flavonoid içeriğine sahip olduklarını bulmuşlardır (Wang vd., 2017). Aynı zamanda bu araştırmanın total flavonoid içeriklerinin bitki filogenisiyle olan ilişkisi açısından sonuçlar değerlendirildiğinde nispeten ilkel briyofitlerin daha fazla flavonoidlere sahip oldukları bulunmuştur (Wang vd., 2017). Ertürk vd. tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada da briyofitlerin; biyoflavonoidler, hipogenoller, dihidroflavonol polisiklik aromatik hidrokarbonlar ve hidroksiflavonoidler içerdikleri belirtilmiştir.

Bu çalışmanın DPPH radikal indirgeme sonuçları incelendiğinde ise 250 µl sonuçlarının (% 48,92-86,96) yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmanın 50 µl ile DPPH radikali sonuçları incelendiğinde ise değerlerin *Dicranum majus* (% 30,35) dışında düşük olduğu bulunmuştur. 100 µl ile ilgili DPPH radikali indirgeme sonuçları incelendiğinde de *Dicranum scoparium* (% 4,38), *Dicranum polysetum* (% 14,28)'un değerlerinin düşük

olduğu görülmektedir. Çalışılan türler arasında her  konsantrasyon için en yüksek değerlere *Dicranum majus*'un sahip olduğu görülmüştür. Chobot vd. tarafından 2006 yılında yapılan bir başka çalışmada ise çalışılan bütün briyofit türlerinin radikal indirgeme özelliği ile antioksidan kapasite aktivitesi gösterdiği tespit edilmişse de bu durumun total fenolik içerik ile önemli bir korelasyon göstermediği belirtilmiştir.



KAYNAKLAR

- Altuner, E.M, Çetin, B., Çökmüş, C.,** 2010 Tortellatortulosa (Hedw.) Limpr. Özütlerinin Antimikrobiyal Aktivitesi, *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, **10**, 111 -116.
- Ando, H., Matsuo, A.,** 1984. Applied Bryology, In: Schultze-Motel, W. (Ed.), *Advances in Bryology*, vol. 2. pp. 133-224, J. Cramer, Vaduz.
- Asakawa, Y.,** 2007. Biologically active compounds from bryophytes, *Pure Applied Chemistry*, **79**, 557-580.
- Asakawa, Y.,** 1982. Chemical Constituents of the Hepaticae, In: Herz, W., Grisebach, H., Kirby, G.W. (Eds.), *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*, Springer, Vienna.
- Asakawa, Y.,** 1999. Phytochemistry of Bryophytes: Biologically Active Terpenoids and Aromatic Compounds from Liverworts, In: Romeo, J. (Ed.), *Phytochemicals in Human Health Protection, Nutrition, and Plant Defense*, pp. 319-342, Kluwer Academic/4 Plenum Publishers, New York.
- Asakawa, Y.,** 1999. Phytochemistry of Bryophytes: Biologically Active Terpenoids and Aromatic Compounds from Liverworts. In: Romeo, J. (Ed.), *Phytochemicals in Human Health Protection, Nutrition, and Plant Defense*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Asakawa, Y., Ludwiczuk, A.,** 1981. Chemical Constituents of Bryophytes: Structures and Biological Activity, *J. Nat. Prod.*, **3**, 641-660.
- Asakawa, Y., Ludwiczuk, A. & Nagashima, F.,** 2013. Chemical constituents of bryophytes: bio and chemical diversity, biological activity, and chemosystematics (Progress in the chemistry of organic natural products), Springer, Wien.
- Aydın, S., Alataş, M., Batan, N., Yılmaz, Ö.,** 2017. Comparison of Fatty Acid Content and Free Radical Scavenging (DPPH) Activities of *Dicranum scoparium* and *Porella platyphylla* Taxa, *Ecology 2017 International Symposium*, Kayseri, TÜRKİYE, Mayıs 11-13.
- Aydın, S., Alataş, M., Batan, N., Yılmaz, Ö.,** 2017. Fatty Acid Content and Free Radical Scavenging (DPPH) Activities of Some of Bryophytes Extracts, *Ecology 2017 International Symposium*, Kayseri, TÜRKİYE, Mayıs 11-13.
- Aysel, V. ve Senkardesler, A.,** 2002. *Tohumuz Bitkiler Sistematigi III. Cilt, Karayosunları (Bryophyta)*, ÇOMÜ Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları, Çanakkale.
- Bahşi, M.,** 2008. 7,12 DMBA Uygulanan Yaşlı Sıçanların Doku ve Serumlarında Resveratrol ve α -lipoik Asitin Bazı Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi, *Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Basile, A., Giardano, S., Lopez-Sa'ez J.A., Cobianchini C.R.,** 1999. Antibacterial activity of pure flavonoids isolated from mosses, *Phytochemistry*, **52**, 1479-1482.
- Batan, N., Özdemir, T. and Mendil, D.,** 2011b. Determination of Heavy Metal Concentration of Mosses in Değirmendere Valley of Trabzon province of Turkey, *Asian Journal of Chemistry*, **24**, 193-196.
- Cansu, T. B., Üçüncü, O., Kahrıman, N., Özdemir, T., Yaylı, N.,** 2010. Essential oil composition of *Grimmia trichophylla* Grew. and *G. decipiens* (Shultz) Lindb.

- grown in Turkey, *Asia nJournal of Chemistry*, **22**, 7280-7284.
- Chandra, S., Chandra, D., Barh, A., Bhatt, P., Pandey, K.R., Sharma, I.P.**, 2016. Bryophytes: Hoard of remedies, an ethno-medicinal review, *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, **7**, 1-5.
- Cheng, X., Xiao, Y., Wang, X., Wang, P., Li, H., Yan, H. & Liu Q.**, 2012. Anti-tumor And proapoptotic activity of ethanolic extract and its various fractions from *Polytrichum commune* L. Ex Hedw in L1210 cells, *Journal of Ethnopharmacology*, **143**, 49-56.
- Christie, W.W.**, 1990. Gas Chromatography and lipids. The oily press: Glaskow.
- Çolak, E., Kara, R., Ezer, T., YuvaliÇelik, G. and Elibol, B.**, 2011. Investigation of antimicrobialactivity of some Turkish pleurocarpic mosses, *African Journal Of Biotechnology*, **10**, 12905-12908.
- Çöteli, E., Alataş, M., Batan, N.**, 2017. Comparing of GlutathioneIngredients of *Syntrichiaruralis* and *Syntrichiamontana* (Pottiaceae) Taxa, *AnatolianBryology*, **3**, 25-30.
- Çöteli, E., Alataş, M., Batan, N., Hazer, Y.**, 2017. Comparing of Glutathione Ingredients of Some Species in Bryaceae Family, *Anatolian Bryology*, **5**, 15-21.
- Dembitsky, V.M., Rezenka, T.**, 1994. Acetylenic fatty acids of the Dicranaceae, *Phytochemistry*, **36**, 685-689.
- Ding, H.**, 1982. Zhongguo Yao Yun Baozi Zhi Wu, KexueJishu Chuban She, Shanghai.
- Elibol, B., Ezer, T., Kara, R., Celik, G.Y. and Colak, E.**, 2011. Antifungal and antibacterial effects of some acrocarpic mosses, *African Journal of Biotechnology*, **10**, 986-989.
- Elibol, B.**, 2010. Bazı Akrokarpik Karayosunlarının Antifungal ve Antibakteriyel Etkilerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Ertürk, Ö., Şahin, H., Y. Ertürk, E., Hotaman, H. E., Koz, B., Özdemir, Ö.**, 2016. The antimicrobial and antioxidant activities of extracts obtained from some moss species in Turkey, *Herbapolonica*, **61**, 52-65.
- Ertürk, Ö., Şahin, H., Ertürk, E.Y., Hotaman, H.E., Koz, B., Özdemir, Ö.**, 2015. The antimicrobial and antioxidant activities of extract obtained from some moss species in Turkey, *From Botanical to Medical Research*, **61**, 52-65.
- Ezer, T., Kara, R., Demir, I.**, 2010. Bazı akuatik ve akuatik olmayan bryofitlerin pigment konsantrasyonlarnn karşılaştırılması; klorofil a/b ve toplam karotenoid. *Biyoloji Bilimleri Arastirma Dergisi*, **3**, 181-183.
- Ezer, T., Yılmaz, T., İşlek, C., Türkyılmaz, Ünal, B.**, 2016. Impact of heavy metals zinc and lead on the photosynthetic pigment contents of *Bryum schleicheri* and *Plagiomnium undulatum* Bryophyta. *Biological Diversity and Conservation*, **9**, 122-127.
- Fu, P., Lin, S., Shan, L., Lu, M., Shen, Y.H., Tang, J., Liu, R.H., Zhang, X., Zhu, R.L. & Zhang, W.D.**, 2012. Constituents of themoss *Polytrichum Commune*, *Journal of Natural Products*, **72**, 1335-1337.

- Garnier, G., Bezaniger-Beauquesne, L., Debraux, G.,** 1969. Ressources médicinales de la flore française, *Vigot Frères Éditeurs*, **1**, 78-81.
- Glime, J.,** (2009) *Bryophyte Ecology*, Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. <http://www.bryoecol.mtu.edu>, 06 Nisan 2010.
- Glime, J.M., Saxena, D.K.,** 1990. Uses of Bryophytes, Today and Tomorrow Printers and Publishers, New Delhi.
- Goffinet, B. and Shaw, A.J.,** 2009. *Bryophyte Biology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Hara, A., Radin, N.S.,** 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent, *Anal. Biochem.*, **90**, 420-426.
- Kajikawa, M., Matsui, K., Ochiai, M., Tanaka, Y., Kita, Y., Ishimoto, M., Kohzu, Y., Shoji, S-I., Yamato, K.T., Ohya, K., Fukuzawa, H., Kohchii, T.,** 2008. Production of Arachidonic and Eicosa pentaenoic Acids in Plants Using Bryophyte Fatty Acid 6-Desaturase, 6-Elongase, and 5-Desaturase Genes, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **72**, 435-444.
- Klavina, L.,** 2015. A study on bryophyte chemical composition-search for new Applications, *Agronomy Research*, **13**, 969-978.
- Kürşat, M., Emre, İ., Yılmaz, Ö., Erecevit, P.,** 2011. Antioxidant and Antimicrobial Activity in the Seeds of *Origanum Vulgare* L. subsp. *gracile* (C. Koch) Letswaart and *Origanum Acutidens* (Hand.-Mazz.) Letswaart from Turkey, *Grasasy Aceites*, **62**, 410-417.
- Kürschner, H., Frey, W.,** 2011. *Liverworts, Mosses and Hornworts of Southwest Asia*, in der Gebr. Borntraeger Verlags buchhandlung, Stuttgart.
- Liyana-Pathiranan, C.M., Shahidi, F.,** 2005. Antioxidant activity of commercial soft and hard wheat (*Triticum aestivum* L.) as affected by gastric pH conditions, *J. Agric. Food Chem.*, **53**, 3-2440.
- Lüth, M.,** 2004. Bilder von Moosen Europa. Schäftlerner, Deutschlands, 3123 photos.
- Mishra, R., Pandey, V.K., Chandra, R.,** 2014. Potential of Bryophytes As Therapeutics, *International Journal Of Pharmaceutical Sciences And Research*, **5**, 3584-3593.
- Öztopçu Vatan, P., Savaroğlu, F., Filik İşcen, C., Kabadere, S., İlhan, S., Uyar, R.,** 2011. Antimicrobial and Antiproliferative Activities of *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Schimp. Extracts, *Fresenius Environmental Bulletin*, **20**, 461-466.
- Öcalan, N.,** 2012. Karayosunlarının Antimikrobiyal Aktivitesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Özdemir, T., Üçüncü, O., Cansu, T.B., Kahrıman, N., Yaylı, N.,** 2010. Volatide constituents in Mosses (*Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp., *Bryum pallescens* Schleich. Ex Schwagrund, *Syntrichia intermedia* Brid.) grown in Turkey, *Asian Journal of Chemistry*, **22**, 7285-7290.
- Puckett, K.J.,** 1988. Bryophytes and lichenes as monitors of metal deposition, *Lichens, Bryophytes and Air Quality, Bibli Lichenol*, **30**, 231-267.

- Richardson, D.H.S.**, 1981. *The Biology of Mosses*. Edinburgh: BlackwellSci. Publ., Oxford, London.
- Sarı, H., Mendil, D., Tuzen, M., Hasdemir, E., Özdemir, T.**, 2005. AAS Determination of tracemetals in somemosssamplesfrom Trabzon, Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, **14**, 1-5.
- Savaroğlu, F., Filik İşcen, C., Oztopcu Vatan, P., Kabadere, S., İlhan, S. and Uyar, R.**, 2011b. Determination Of Antimicrobial And Antiproliferative Activities Of TheAquatic Moss *Fontinalisantipyretica* Hedw, *Turkish Journal of Biology*, **35**, 361-369.
- Savaroğlu, F., Filik İşcen, C. and İlhan, S.**, 2011a. An Evaluation of theAntimicrobial Activity of Some Turkish Mosses, *Journal of MedicinalPlants*, **5**, 3286-3292.
- Schofield, W.B.**, 2001. *Introduction to Bryology*, The Blackburn Press, Caldwell.
- Singh, M., Govindarajan, R., Nath, V., Rawat, A.K.S., Mehrotra, S.**, 2006. Antimicrobial, wound healing and antioxidant activity of *Plagiochasma appendiculatum* Lehm. Et Lind, *Journal of Ethnopharmacology*, **107**, 67-72.
- Spjut, R.W., Suffness, M., Cragg, G.M., Norris, D.H.**, 1986. Mosses, liverworts and hornworts screened for antitumor agents, *Economic Botany*, **40**, 310-338.
- Suire, C.**, 1975. Chimiedesbryophytes, *Rev. Bryol. etLichenol*, **41**, 105-256.
- Suny**, 2004. General Biology, Seedless Plant, The State University of Newyork. <http://faculty.clintoncc.suny.edu/faculty/Michael.Gregory/files/Bio%20102/Bio%20102%20lectures/Seedless%20Plants/seedless%20plants.htm>, 11 Mayıs 2012.
- Tonguç Yayıntaş, Ö., Söğüt, Ö., Konyalıoğlu, S., Yılmaz, S., Tepeli, B.**, 2017. Antioxidant Activities And Chemical Compositon Of Different Extracts Of Mosses Gathered FromTurkey, *AgroLifeScientific Journal*, **6**, 205-213.
- Uyar, G., Avçıl, E., Ören, M., Karaca, F. and Öncel, M.S.**, 2009. Determination of Heavy Metal Pollution in Zonguldak (Turkey) by Moss Analysis (*Hypnumcupressiforme*), *Environmental Engineering Science*, **26**, 183-194.
- Uyar, G., Ören, M. and İnce, M.**, 2007b. Atmosphericheavy metal deposition in Düzce provincebyusingmosses as biomonitors, *Fresenius Environmental Bulletin*, **16**, 145-153.
- Uyar, G., Ören, M., Yıldırım, Y., İnce, M.**, 2007a. Mosses as indicators of atmospheric heavy metal deposition around a coal-fired power plant in Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, **16**, 182-192.
- Uyar, G., Ören, M., Yıldırım, Y., Öncel, S.**, 2008b. Biomonitoring of Metal Deposition in the Vicinity of Ereğli Steel Plant in Turkey, *Environmental Forensics*, **9**, 350-363.
- Uyar, G., Hacıoğlu Doğru, N., Ören, M., Çavuş, A.**, 2016. Determining Antibacterial Activity of Some Mosses (*Cinclidotusriparius* Hostex Brid.) Arn., *Calliergonellacuspadata* (Hedw.) Loeske, *Thamnobryumalopecurum* (Hedw.) Gangulee, *Leucobryum juniperoideum* (Brid.) Müll. Hal., *Cirriphyllum crassinervium* (Taylor) Loeske & M.Fleisch.), *Anatolian Bryology*, **2**, 1-8.
- Üçüncü, O., Cansu, T.B., Özdemir, T., Karaoğlu, Ş.A., Yaylı, N.**, 2010. Chemicalcomposition and antimicrobial activity of the essential oils of mosses (*Tortula muralis* Hedw., *Homalothecium lutescens* (Hedw) H.Rob., *Hypnum*

cupressiforme Hedw., and *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb.) from Turkey, *Turk J Chem.*, **34**, 1-10.

Wang, X., Cao, J., Dai, X., Xiao, J., Wu, Y., Wang, Q., 2017. Total flavonoid concentrations of bryophytes from Tianmu Mountain, Zhejiang Province (China): *Phylogeny and ecological factors*, **12**, e0173003, doi:10.1371/journal.

Xian'en, Z., Honglun, W., Chenxu, D., Yourui, S., Jing, S., Guichen, C., Xuejun, S., Jinmao, Y., 2006. Determination of Free Fatty Acids from Soil and Bryophyte by HPLC with Fluorescence Detection and Identification with Mass Spectrometry, *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, **34**, 150-155.

Zu, Y.G., Li, C.Y., Fu, Y.J., Zhao, C.J., 2006. Simultaneous Determination of Catechin, Rutin, Quercetin Kaempferol and Isorhamnetin in the Extract of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves by RP-HPLC with DAD, *J. Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, **41**, 714-719.



ÖZGEÇMİŞ

21/08/1977 tarihinde Elazığ' da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi yine Elazığ'da tamamladıktan sonra 1995 yılında Elazığ Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde lisans eğitimime başlayarak 1999 yılında mezun oldum. Aynı yıl Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde Kocaeli ilinde öğretmenlik mesleğine başladım. Çeşitli kurumlarda öğretmen, idareci ve uzman olarak iş hayatıma devam ettim. Halen Elazığ Şehit Musa Yılmaz İlkokulunda Okul Müdürü olarak görev yapmaktayım.

Üniversite yıllarımda, öğrenciliğimle eş zamanlı olarak başladığım evlilik hayatımdan biri erkek ve biri kız olmak üzere iki çocuğum bulunmaktadır.

Mustafa DEMİRBAĞ