

BRYOFİTLERİN YAŞAMA ORTAMLARI

Bryofitlerin buldukları ortamlarda göze çarpa kısımları gametofitleridir ve gametofitler bu bitkilerin ekolojik özelliklerini belirlerler. Bryofitler binlerce milyonlarca spor dağıtmaktadırlar. Ancak bu spordan canlılıklarını kaybetmeden gelişebilecekleri ortamlara, substratlara düşenler, diğer ortam koşullarının da (ör; iklim koşulları) elverişli olduğu durumlarda çimlenerek gametofitleri oluştururlar.

Bitkilerin dağılımında ekolojik özellikleri ve toleransları oldukça önemlidir. Bu ekolojik özelliklerin başında iklim faktörleri gelmektedir. Dünya üzerinde büyük bitki toplulukları da belirli iklim tipleri ile karakterize edilirler. Bryofitler de diğer ekolojik faktörlerle birlikte genel iklim özelliklerine ve bu iklimde yetişen yüksek yapılı bitkilerin buldukları ortamlarda oluşturdukları mikroiklime bağlı olarak dağılım ve çeşitlilik gösterirler.

Bryofitler yaşamlarını sürdürebilecekleri kadar nemin var olduğu tropikal bölgelerden, subarktik ve subantartik bölgelere kadar dünyanın bütün iklimlerinde geniş yayılışa sahiptirler. Bryofitler karasal bitkiler olarak bilinmelerine rağmen, su kenarlarında bazen de tamamen suya gömülü olarak da bulunabilmektedirler. Bazı karayosunu türleri deniz kenarlarında da bulunabilmektedir, fakat bryofitlerin 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 bryofitler bulunabilmektedir.

Bryofitler nemli duvar diplerinden orman zeminlerine taş ve toprak yüzeyine kadar çeşitli ortamlarda yaşayabildikleri gibi ayrıca suda yaşayan türleri de vardır. Örneğin; Kuzey Amerika'da Kaliforniya ve Nevada kıyılarında yer alan Tahoe Gölü dünyanın en derin göllerinden biridir ve son derece temiz bir suya sahiptir. Bu gölde 150 m den daha aşağılarda yaşayabilen Karayosunları bulunmuştur. (Crum 1973). Amerika'da diğer bir krater gölü olan

Oregon'da ise *Fontinalis antipyretica* Hedw. ve *Drepanocladus fluitans* (Hedw.) Warnst. bu gölün 20-60 m derinliklerinde görülmüştür (Vitt et al., 1988).

Karayosunları Poiklohydrik bitkiler olmalarına rağmen çok farklı iklim şartlarında yaşamlarını sürdürebilmeleri onların yaşama ortamlarına göre geliştirdikleri farklı adaptasyonlardandır. Bunların başında onların kurak ortamlarda yaşayabilmelerini sağlayan en önemli adaptasyonları 1) Küme oluşturabilme 2) Hair-pointli yapraklar oluşturma 3) Sabah erken saatlerdeki çiy'den maksimum ölçüde faydalanabilmeleri 4) Kuraklık periyodundan sonra tekrar su kazandıkları zaman kısa sürede oluşan hasarlarını tamir edip canlılıklarını sürdürebilmeleridir. Bu özellikler Karayosunlarını sucul ortamlardan çöl ortamlarına kadar çok farklı yaşama ortamlarında görebilmemize olanak sağlar.

Bryofitler, tohumlu bitkilerin yetişemediği kaya, taş veya ağaç kabuğu gibi elverişsiz yüzeylere tutunarak yaşayabildiklerinden, tohumlu bitkilerin sahip olmadıkları adaptasyonlara sahiptirler. Bryofitler buldukları ortamlarda değişikliklere neden olarak diğer bitkilerin ortama gelmesine olarak sağlarlar. Bu tip ortamlarda bryofitler yerini tohumlu bitkilere bırakmaktadır.

Taş veya kayalar üzerinde gelişen bryofitler için bu yüzeylerin, düz olup olmaması, gölge durumu, ortamın ormanlık veya açık alan olması, kayanın kimyası vb. özellikler oldukça önemlidir. Bu özellikler bu alanlara bryofitlerin yerleşmesinde ve çeşitlenmesinde etkilidirler. Çıplak kaya yüzeylerinde karayosunlarından örn: *Schistidium*, *Grimmia*, *Andreaea*, ciğerotlarından örn: *Marsupella*, *Frullania*, *Gymnomitrium* cinslerinin kuraklığa adapte olmuş bazı türleri bu alanlarda bulunabilirler. Bunların bu ortamlara diasporların gelerek yerleşmesi, gametoforların, rizoidlerin vb. oluşması için nemli bir periyoda gereksinim bulunmaktadır.

Nemli yarıklarda ve silisli yüksek kayalıklardaki mağaraların ağzında, örneğin; Avustralya'da aynı habitattı diğer bir luminous(fosforlu bir madde gibi karanlıkta ışık saçan)

karayosunu *Mittenia plumula* işgal ederken, luminous karayosunu *Shistostega pennata* Kuzey Yarımküre' de bulundu. Karayosunlarından *Andreaea*'nın ve *Grimmia*'nın, ciğerotlarından *Gymnomitrion*, *Frullania* ve *Radula*'nın bazı türleri nisbeten düz yüzeylerde bulunabilirler. Kalkerli ve silisli kaya yüzeylerinin bryofit çeşitliği belirgin bir şekilde farklıdır. Kalkerli bölgelerde yetişen çoğu bryofitin, silisli bölgelerde yetişenlerden kuraklığa karşı daha az toleranslı olduğu görülür. Örneğin *Seligeria*'nin türleri, başlıca gölgeli veya su sızdıran kalkerli kaya yüzeyleri ile sınırlandırılmıştır. Kalkerli alanlarda yetişen diğer tür, *Andreaeobryum macrosporum*, su sızdıran veya yılın büyük bir kısmında üzerinde su akan kalkerli yüksek kayalıklarda bulunur.

Çöllerde ve Kurak Alanlarda Bryofitler

Çöllerde ve kurak alanlarda bryofitlerin dağılımı yağmurlu periyotla sınırlıdır ve hayat döngüleri oldukça kısadır. Nijerya'da savanlarda yapılan bir çalışmada *Archidium ohioense*, *Bryum coronatum*, *Fissidens minutifolius* ve *Trachycarpidium tisserantii* türlerinin yaşam döngülerinin mart-ekim ayları ile sınırlı olduğunu gösterilmiştir. Protonema ve gametofitin gelişimi mart-nisan aylarında, sporofitin gelişmesi ve sporlarını dağıtması ise eylül-ekim ayları arasında görülmektedir. Bu kısa yaşam döngüsü böylesi habitatlarda yaşayan bryofitleri için bir avantajdır.

Mojave Çölünde (Nevada, Amerika) yapılan diğer bir çalışmada *Grimmia orbicularis* ve *Syntrichia inermis* türlerinin normalden daha uzun bir süre spor dağıtan klonlarının bu alanda yaşadığı görülmüştür. *Syntrichia inermis*'de arkegonyumlar bir yıl içerisinde olgunlaşırken, anteridyumlar birkaç yılda olgunlaşmaktaydı. Kurak ortamlardaki bryofitlerde yaygın olan bu durum, bryofitlerin tamamı göz önüne alındığında %3-4'lük kımına tekabül eder. Böylesi türlerde sporlarda oldukça uzun bir dormani evresine sahiptirler. Sürgünlerin büyümesi ise kış aylarında olmaktadır.

Sulak Alanlarda Bryofitler

Karasal bitkiler olmalarına rağmen bazı türler sulak alanlarda da gelişim gösterirler. Bunların başında *Sphagnum* türleri gelmektedir. Örneğin; *S. cuspidatum* genellikle su yüzeyinde örtü oluştururken, *S. macrophyllum* suya gömülü olarak bulunur. *Riccia fluitans* genellikle su yüzeyinin hemen altında bulunurken, yapraksı ciğer otlarından *Ricciocarpus natans* genellikle durgun su yüzeyinde yüzen büyük koloniler oluşturur. Yapraksı ciğer otlarından *Riella* derin olamayan su kütlesinin dibindeki çamurlara tutunmuş suya gömülü bir sulak bitkidir. *Shagnum* göl kenarlarında ve göletlerde, özellikle de silisli habitatlarda ilk oluşan dominant bir örtü olarak bulunur ve bir takım pleurokarp Bryideae üyeleri kalkerli alanlarda göletlerin etrafında su yüzeyinde yüzen örtüler oluşturur. Örneğin; *Calliergon*, *Cratoneuron* ve *Drepanocladus*'un türleri genellikle kalın, yüzen örtüler oluşturur, organik madde birikimini başlatır ve kalsiyum karbonat çökelmiş bir yüzey olarak hizmet eder. Sıcak su kaynaklarında *Cratoneuron commutatum* ve *Eucladium verticillatum*'u da içeren bazı karayosunlarında genellikle kalınca bir kalsiyum karbonat tabakası olur ve "kaya öncüleri" olarak görev alırlar. Akarsular içerisinde *Fontinalis*, *Cinclidotus*, *Dialytrichia*, *Platyhypnidium* türleri kısmen veya tamamen gömülü olarak bulunurlar.

Ormanlık Alanlarda Bryofitler

Ormanlık alanlarda yetişen bryofitlerin dağılımında ormanın türü ve ekolojik koşullar oldukça önemlidir. Aynı zamanda bryofitlerde vasküler bitki birliklerinin dinamiğinde önemlidirler. Örneğin; geniş bryofit örtüleri ormanın su dengesinde önemli olabilir. Bazen, yağış az olduğunda, nemin tümü bryofit örtülerinden alınır ve hiçbiri tohumlu bitkilerin köklerinden geçmez. Yoğun bryofit örtüleri suyun orman tabanından hızlı bir şekilde uzaklaşmasını engeller.

Bryofitlerin yoğun örtüler oluşturduğu alanlarda bryolojik çeşitlilik azdır. Örneğin, kuzey bölgelerde tek bir karayosunu türü bir hayli geniş alan kaplayabilir. Gymnosperm ormanlarında orman tabanında bryofitlerin gelişebilecekleri alanlar, angiosperm ormanlarındakinden genellikle daha fazladır. Bunun nedeni bu ormanlarda yere düşen yaprakların alanı kaplamasından kaynaklanmaktadır.

Ağaçlar üzerinde gelişen epifitik bryofitler angiosperm ormanlarında gymnosperm ormanlarında daha fazla bulunma eğilimindedir. Kışın yaprak döken ormanlarda gelişen bryofitlerin çoğu ağaçların yapraksız olduğu dönemlerle sınırlandırılmıştır. Ormanlarda bryofitlerin dikey dağılımı ve bolluğu, yeterli su ve besin arasındaki denge ile kuraklık toleransı tarafından belirlenir. Angiospermlerde, ağaç tepelerinin şekil ve biçimleri ağacın farklı kısımlarında daha çok çevresel çeşitliliğe yol açabilir. Bu çeşitlilik, angiospermler üzerinde yetişen bryofitlerin hem floristik zenginliğini hem de biomasın (bitkilerin oluşturduğu toplam kütle) büyüklüğünün yansıtır. Ağaç tepelerinde yetişen bryofitler fizyolojik olarak ağaç tabanlarında yetişenlerden farklıdır. Üstlerde yaşayan bryofitler solunum ilgili etkinliklerinde tabandakilerden daha fazla aydınlanmaya ihtiyaç duyar. Bu yüzden üstlerde yaşayan bryofitler kuraklığa tabandakilerden daha dayanıklıdırlar. Aynı zamanda ağaç tabanı üst kısımlarla karşılaştırıldığında kabuğun karakteri önemli derecede değişir.

Epifitler için uygun olan alanlar arasında; besince zengin ağaç dipleri, ağaç kabuklarının yarıkları ve yüzeyleri, dallardaki düzensiz yüzeyler, dal diplerindeki çöküntüler ve gövde ve dal üzerinde ışık alan kısımlar sayılabilir. Çevresel şartlardaki bu farklı bölgeler ağaçtaki yüksekliğe ve ağacın dallanmasına göre değişmektedir. Böylesi farklılıklar mevcut besin durumunu, aydınlanmayı ve toprak durumunu etkiler. Ve birbirini etkileyen bu faktörler bryofitler ağaç üzerinde koloni oluşturmalarını ve devamlılıklarını etkiler. Epifitik bryofitler genellikle likenlerle birlikte bulunurlar. Bazen likenler tarafından oluşturulan koloniler

bryofitlerin yerleşmesini engeller veya likenler bryofitleri örtecek şekilde gelişir ve nihayetinde onları ortadan kaldırır.

Orman tabanında düşmüş olan veya kesilen ağaçların kalıntıları bryofitler için diğer bir yaşama ortamıdır. Bu kütükler ilk olarak canlı ağaçların epifitleri tarafından işgal edilir. Daha sonraları bu kütüklerin kurumaya ve çürümeye başlaması ile bryofit örtüsü değişikliğe uğrar.

Tropical yağmur ormanlarında, bryofit örtüsü ve floristik zenginlik en çok ağaç tabanlarında, özellikle ağaçlar üzerinde olma eğilimindedir. Ağaç gövdeleri üzerinde ciğer otlarından özellikle birkaç Jungermenniales üyesi ve karayosunlarından pleurokarp Bryidae üyeleri baskın durumdadır. Daha yüksekteki gövde kısımlarında ve dallarda genellikle dal uçlarının yanında ve dalların dip kısımlarındaki düzensiz yüzeylere tutunurlar. Tropikal yağmur ormanlarında bryofit florası ne yoğunluk nede bolluk açısından zengin değildir. Orman zemini bryofit örtüsü açısından oldukça fakirdir. Burada bryofit örtüsü çoğunlukla epifittir.

Tropiklerde daha yükseklerdeki sisli ormanlar olağan üstü bir şekilde orman zemininde, gövde ve dallar üzerinde kalın örtüler oluşturan ve ağaç dallarından sarkan bryofitlerle yemyeşil bir görüntü sergiler. Böylesi büyük bryofit örtüleri yağışın tutulmasında oldukça önemlidir. Yağışın % 25'inden fazlası tutarak ağırlıkları normal ağırlığının yaklaşık 4 katına ulaşır. Ağırlıktaki bu artış bryofitlerin gelişen dallarının düşmesine, gövdeden ayrılmasına neden olur. Böylesi sisli ormanlar özellikle Afrika'daki dağlarda ve Malezya takımadalarında daha iyi gelişmiştir.

Bazı bryofitler özellikle de tropikal ormanlarda genellikle akarsu (küçük akıntılar, dereler,nehirler vb.) kenarlarında yapraklar üzerinde gelişmektedirler. Bu bryofitlere **epifilloz** (epiphyllous) bryofitler denir. Bu bitkiler çoğunlukla yüzeyleri nemli olan her dem yeşil bitkilerin yapraklarında gelişirler. Ciğerotlarından, Jungermannialaes üyeleri, birkaç karayosunu özellikle zorunlu epifilloz Bryidae üyeleri kolayca görünürler. Vasküler bitkilerin

yeşil yaprakları ile çevrelenmiş birtakım tropik karayosunu ve yapraksı ciğerotu türü dağınık olarak bulunurken, Avustralya ve Malezya'da karayosunu *Ephemeropsis* herdem yeşil geniş yapraklı ağaçlarda dominant olarak bulunur.

Ormanlık alanlarda ormanın sık olmadığı yerlerdeki kayalar üzerinde özellikle su kenarı gibi alanlarda oldukça yoğun bryofit örtüleri bulunmaktadır. Bu bryofitlere *Neckera*, *Anomodon*, *Isothecium*, *Hypnum*, *Grimmia*, *Homalothecium*, *Porella* türleri örnek olarak verilebilir.

Ormanlık alanlarda toprak yüzeyinde gelişen bryofitler ormanın tabiatına, açıklık durumuna, ortamın nemi gibi faktörlere göre oldukça farklılık gösterebilmektedir. Yaprak dökken karışık ormanlarda *Fissidens*, *Tortula*, *Plagiothecium*, *Mnium*, *Polytrichum*, *Hylocomium*, *Thuidium*, *Lophocolea*, *Calypogeia*, *Diplophyllum*'un türleri orman tabanında toprak üzerinde gelişirler.

Ağaçsız Alanlarda Bryofitler

Ormansız alanların bryofit örtüleri alpin bölgelerde ve kutup ikliminde geniş yayılım alanlarına ve floristik zenginliğe ulaşır. Arktik bölgelerin çıplak kayaları üzerinde, bryofit örtüleri çoğunlukla hayvan inlerinin girişlerinde ve kuş yuvalarının yanında görülür. Hiç kuşkusuz gübreleme bu zenginlikte bir rol oynar. Donan toprakların çatladığı alanlarda, özellikle çıkıntılı çevresinde, bazı karayosunları iyi gelişmiş birlikler oluşturur. Ciğerotları genellikle karayosunları arasında meydana gelirken, karayosunları genellikle dominant durumdadır. Organik materyallerin biriktiği alanlarda, bryofit florası daha zengindir ve aynı alanda koloni oluşturan vasküler bitkilerle vejetasyon koşullarına daha iyi sağlamışlardır.

Özellikle yaz aylarında, yağış az olduğundan arktik bryofit florasının çoğunda su sınırlayıcı bir faktördür. Bu yüzden buralarda gelişen bryofitler ortama genişçe yayılmaktan ziyade sıkı kümeler oluşturma eğilimindedirler.

Orta enlemin kurak ve yarı kurak iklimi sınırlı bir bryofit florası gösterir ve çoğu bryofit kayaların çatlaklarında, kayalar üzerinde oluşan sığınaklarda veya birazda gölgeli alanlardaki toprak birikintilerinde oluşurlar. Toprak yüzeyi siyanobakteriler tarafından düzenlenir, bu alanlarda nem yeterli olduğunda efemeral karakterli, nispeten kısa bir sürede tamamlanan spor üretimi ve yaşam döngüsüne sahip bryofitler gelişir. Bazı bryofitler koşulların elverişsiz olduğu dönemlerde yaşamlarını protonema veya gametofor parçaları olarak devam ettirir. Sıcak iklimlerde bu bryofitlere örnek olarak *Tortula*, *Barbula*, *Ceratodon* ve *Funaria* cinslerinin türleri, ciğerotlarından ise *Cephaloziella* ve *Riccia* cinslerinin türleri vardır. Kurak alanlarda geçici su kütleleri genellikle oldukça tuzludur ve aralarında Kuzey Afrika'nın *Riella helicophylla* ve *R. numidica* türlerinin bulunduğu birkaç bryofite ev sahipliği yapar.

İster yarı kurak, ister denizel alanlarda kumullarda birkaç bryofit, rizoidlerini kum taneleri arasına sokarak toprağın stabilizasyonuna yardımcı olur. Bazı karayosunları, yapraklarının su alarak genişmesi ile kumu hareket ettirebilir ve kumun içine gömülmeyi engelleyebilir. Kumul alanlardaki karayosunlarının çoğu gömülü iken yeni dallar üretir ve bu yeni dallar eğer çok fazla derinde değilse bu yeni dallar kum yüzeyine tutunur.

Bryofitlere yüksek aydınlanmaya karşı tolerans sağladığı görülen yollar; kütinleşme, hücreleri yüksek ışık altında koruyan yansıtıcı apikal hücrelere sahip filamentler, içe kıvrılmış lamina ile çevrilmiş yaprak ve filamentlerdir. Böylesi özelliklere sahip birçok bryofit yüksek ışık altında ve kuru durumdayken kıvrılmış durumdadır. Aynı zamanda küme oluşturma eğilimi de bryofitleri kuraklığa karşı korur. Bryofit kümesinin üzerindeki mevcut havanın kalın bir tabakasının düzenlenişi nemin hızlı dağılımını önler. Ayrıca böylesi alanlarda

yaşayan bryofitlerden bazılarının yapraklarının uç kısımlarında hair-point adı verilen kuruma ve hızlı su kaybını engelleyen yapılara sahiptirler.

Çayırılık ve çimenlik alanlar sınırlı bryofit örtüsüne sahiptir. Bu tip alanlarda karayosunlarının ciğerotlarına nazaran daha başarılı olduğu görülür. Karayosunları çiçekli bitkiler arasında ince, karışık, gevşek olarak şekillenir ve bazen de, özellikle çiçekli bitkilerin biyolojik etkinliklerinin meralarda otlatılma veya çimenliklerde aşırı derecede çimlerin biçilmesi ile azaltıldığı durumlarda geniş alanlarda oluşur. Aşırı otlatma ve biçme döngüsünün yıllık tekrarının devam etmesi bitki örtüsünün ve çimenlerin yok olmaya yüz tutması ile sonuçlanır ve genellikle karayosunu örtüsünde bir artma olur. Ilıman bölgelerde, bryofitler ilişkili çiçekli bitkilerin fotosentez yapabileceğinden oldukça daha düşük sıcaklıklarda fotosentez yapabileceğinden, kar örtüsü yeterli olan ışığı kesecek kadar kalın olmadığına daha soğuk dönemlerde gelişimlerini sürdürebilir.

İnsan Yapımı Habitatlarda Bryofitler

İnsanların oluşturdukları habitatlarda da bryofitler gelişirler. Özellikle Zonguldak, gibi nemli iklime sahip alanlarda çatıların üstlerinde genellikle karayosunları koloniler oluşturur. Bunlar arasında *Dicranoweissia cirrata*, *Tortula muralis*, *Grimmia pulvinata* ve *Ceratodon purpureus* sayılabilir.

Saz veya samanla kaplanmış çatılar ile birlikte, nemi uzun süre muhafaza eden substratlar özellikle bryofitlerin kolonizasyonu için olanak sağlar, bazen zengin bir karayosunu örtüsü barındırır ve çatıya bir güzellik katar. Arduvaz, ahşap ve çakıl taşı içeren kiremitler de karayosunu kolonizasyonuna olanak sağlar. Çatı yüzeylerinde *Ceratodon purpureus*, *Tortula ruralis* ve *Polytrichum juniperum* gibi çıplak toprak üzerinde gelişen birkaç karayosunu da görülmesine rağmen, çatı yüzeylerinde epifitik ve epilitik karayosunları dominant durumdadır. Çatı yüzeylerini işgal eden epilitik karayosunları arasında *Rhacomitrium*, *Grimmia* ve *Schistidium* cinsinin türleri vardır, epifitlerden *Ulota* ve

Orthotrichum sıkça görülür. Tuğla ve taşlar arasındaki harç ve kaldırımlar üzerindeki boşluklar gibi beton yüzeylerde genellikle geniş koloniler oluştururlar. Taşlar ve tuğlalar arasındaki harçlar ve kaldırımlardaki girintiler gibi beton yüzeylerinde karayosunları genellikle geniş örtüler oluşturur. Özellikle vasküler bitkilerin gölgeleri ağaç yüzeylerinden akan yağmur sularının besin sağlaması ve nem koşullarına sahip olmasından böylesi örtüleri arttırır. Bazı bryofitler insan yapımı habitatlarda el değmemiş habitatlara göre daha sıkı bulunur. Ciğerotlarından *Marchantia polymorpha* ve *Lunularia cruciata*'nın geniş coğrafik yayılımı bahçesel işlemlerle artırılır ve özellikle karayolları boyunca görülen dağılmış tümseklerde *Campylopus*, *Polytrichum* ve *Ceratodon* koloni oluşturur. Özellikle, *Tortula muralis* insan yapımı alanlarla yaygın olarak bulunmaktadır.

Bazı bryofitler substrat indikatörleri olarak iş görebilirler. Karayosunlarından *Mielichhoferia mielichhoferi* ve *Scopelophila* spp. bakır bakımından zengin substratlarla pozitif ilişkili olduğu görülür. Birçok karayosunu sadece kireç bakımından zengin substratlarda bulunur ve bu yüzden bu maddenin indikatörüdürler. Bryofitler minerallerin depolanmasında ikincil indikatörler olduğu halde, bu amaç için yararlı araçlar olduğu göz ardı edilemez. Bazı bryofitler üzerinde yetiştikleri substrattan çok daha fazla miktarda element biriktirdiklerinden dolayı, kimyasal analizler substratta bulunan belirli elementlerin varlığını belirlemede ucuz belirteç olarak iş görebilirler.

KAYNAKLAR

Abay G & Kamer D (2010) Biyoçeşitliliğimizin Az Bilinen Bileşenleri “Bryofitler”, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010, 3: 1115-1125

Abay, G., 2006. Bryofitlerin Kullanım Alanları, Ekolojik ve Ekonomik Önemi. I. Uluslar arası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu. E. Bilgili (eds.), Trabzon, 258–265.

Hallingbäck, T. and Hodgetts, N. (compilers). (2000). *Mosses, Liverworts, and Hornworts. Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes*. IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 106pp.

Malta N. (1921) Versuche über die Widerstandsfähigkeit der Moose gegen Austrocknung. *Acta Univ. Latv.* 1: 125-129.

Pant G & Tewari SD (1989). Various Human Uses of Bryophytes in the Kumaun Region of Northwest Himalaya, *Bryologist*, 92 (1): 120-122.

Saxena, D.K., Harinder., 2004. Uses of Bryophytes. *Resonance*, 56–65.

Schofield, W.B., 2001. Introduction to Bryology, The Blackburn Press, New Jersey.

Shaw, AJ, Szövényi, P & Shaw, B (2011) Bryophyte Diversity And Evolution: Windows Into The Early Evolution Of Land Plants, *American Journal of Botany*, 98(3): 352–369.

Uğuz, U (2007). *Karabük Demir Çelik İşletmeleri (Kardemir) 'in Çevrede Oluşturduğu Ağır Metal Birikiminin Biyomonitör Olan Karayosunları (Mosses) Üzerinden Araştırılması*, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak, s. 71.

Vitt, D.H., Marsh, J.E., Boverly, R.G., Mosses, Lichens and Fern of Nortwest North Amerika, University of Washington Press. (1988).

Yıldız, B. & Aktoklu, E. (2010) *Bitki Sistematiği, İlkın Karasal Bitkilerden Bir Çelenkilere*, ISBN: 978-605-5829-86-5, Palme Yayıncılık, Ankara, s. 395.