

Karayosunlarının Botanik Bahçelerinde Sergilenmesi ve Karayosunu Bahçeleri

Mesut KIRMACI^{1*}, Gözde ASLAN², Mustafa Semih ALTINDİŞ¹

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Buharkent Meslek Yüksekokulu, Kozmetik Teknolojisi Bölümü

***Sorumlu yazar:** mkirmaci@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, bitkiler âleminin yaşayan en kalabalık ikinci grubunu oluşturan karayosunlarının, botanik bahçelerinde doğal olarak yayılışa sahip olanların belirlenmesinin, bu taksonların, egzotik taksonlarla birlikte sergilenmesinin ve konu üzerine gerçekleştirilecek diğer çalışmaların önemi ele alınmıştır. Ayrıca giderek artan bir Şekilde gündeme gelen karayosunu bahçeleri ve peyzaj alanlarında kullanılabilirlikleri derlenmiş ve ülkemizde farklı biyocoğrafik bölgelerde oluşturulacak karayosunu bahçelerinde kullanılma potansiyeli olan taksonlar belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Briyofit, Peyzaj, Karayosunu Bahçesi, Türkiye

Exhibition of Bryophytes in the Botanical Gardens and Moss Gardens

ABSTRACT

In this study, the importance of determining the natural distribution of bryophytes, which constitute the second largest group of the plant kingdom, in botanical gardens, exhibiting these taxa together with exotic taxa and other studies to be carried out on the subject were discussed. In addition, moss gardens and their usability in landscape, which are increasingly on the agenda, have been compiled and taxa that have the potential to be used in moss gardens to be established in different biogeographical regions in our country have been indicated.

Keywords: Bryophyte, Landscape, Moss Garden, Türkiye

1. Giriş

Dünya üzerinde 340.000'den fazlası damarlı bitkilere ait (Govaerts ve ark., 2021) olmak üzere, yaklaşık 374.000 bitki yayılış göstermektedir (Christenhusz ve Byng, 2016). Bu çeşitliliğin yaklaşık 20.000-25.000 kadarını karayosunları (briyofit veya biryofit olarak da isimlendirilirler) oluşturur (Crum, 2001; Patiņo ve Vanderpoorten, 2018). Neredeyse küresel bir dağılım gösteren karayosunları, yapraklı karayosunları (Bryophyta), Ciğerotları (Marchantiophyta), ve Boynuzluotlar (Anthocerotophyta) olmak üzere birbirleri ile yakın ilişkili üç grubu ifade etmek için kullanılan ortak bir terimdir. Yakın zamanda

gerçekleştirilen bir çalışmada, ülkemiz karayosunlarının 1244 takson (1025 karayosunu, 215 ciğerotu ve 4 boynuzotu) ile temsil edildiği belirtilmiştir (Kürschner ve Erdağ, 2023).

Karayosunlarının çok yönlü kullanımı konusundaki çalışmaların tarihi oldukça eskilere dayanmaktadır. Özellikle Çin, Japonya, ABD, Rusya ve bazı Avrupa ülkelerinde çeşitli amaçlarla kullanıldıkları bilinmektedir. Her ne kadar çeşitli alanlarda (tıp, eczacılık, yakıt, bahçecilik vb.) kullanıma sahip olsalar da damarlı bitkilerle karşılaştırıldıklarında oldukça sınırlı bir kullanım alanına oldukları görülmektedir. Karayosunlarının ekonomik öneminden çok ekolojik önemleri fazladır ve bilim insanları bu bitki grubu için “ekosistem mühendisleri” terimini kullanmaktadırlar (Gavini ve ark., 2019; Spangler, 2021). Doğal sistemler için biyoçeşitliliğin korunmasında yüksek etkiye sahip karayosunları, biyolojik sistemlerin besin ve su döngüsü için kritik bir role sahiptirler (Gignac, 2001; Michel ve ark., 2013; Palozzi ve Lindo, 2017; Turetsky, 2003; Turetsky ve ark., 2012). Grup içerisinde ekonomik değeri en yüksek cins olan *Sphagnum*'larca oluşturulan turbalıklar, çok önemli karbon yutaklarıdır ve güncel olarak iklim değişikliğinin bazı sonuçlarını anlamak için kullanılmaktadırlar (Hirano ve ark., 2012; Posa ve ark., 2011). Özellikle kuzey enlemlerde bulunan bu alanlar, dünyanın %3'ünü kaplarlar ve o bölgede yaşayan insanların önemli geçim kaynaklarından birini oluştururlar (Turunen ve ark., 2002). Farklı organizmalar için yaşam ve beslenme alanı karayosunları, toprak oluşumuna katkı sağlamalarının yanında ormanların su depoları olarak da adlandırılırlar (Glime, 2017; Adams ve Duggan, 2008; Lindo ve ark., 2013; Rimington ve ark., 2018; Zhang ve Guo, 2007). Her ne kadar ornitoloji alanında çalışanlar ve bu konuda çalışan biyologlar konu üzerine çok eğilmeler de karayosunları, kuşların önemli yuva materyallerindedir (Chmielewski ve Eppley, 2019; Kırmacı ve ark., 2023).

Yukarıda ekolojik ve ekonomik kullanımlarına kısaca değinilen karayosunlarının, botanik bahçelerinde doğal olarak yayılışa sahip olanların belirlenmesinin, bu taksonların, egzotik taksonlarla birlikte sergilenmesinin ve konu üzerine gerçekleştirilecek diğer çalışmaların önemi ele alınmıştır. Ayrıca giderek artan bir şekilde gündeme gelen karayosunu bahçeleri ve peyzaj alanlarında kullanılabilirlikleri derlenmiş ve ülkemizde farklı biyocoğrafik bölgelerde oluşturulacak karayosunu bahçelerinde kullanılma potansiyeli olan taksonlar belirtilmiştir.

2. Karayosunlarının Botanik Bahçelerinde sergilenmesi ve koruma çalışmaları

Botanik bahçeleri, bitkilerin korunması ve sürdürülebilirliği adına bilimsel araştırmaların gerçekleştirildiği, dünyanın farklı bölgelerinde yaşayan bitkilerin sergilendiği açık ve kapalı alanlara sahip yerlerdir (Rakow ve Lee, 2011; Antonelli, 2022). Ulusal botanik bahçeleri genetik çeşitlilik kaybını önlemeyi, ekosistemlerin zarar görmesini engellemeyi, çeşitli bozulmaların ve tehditlerin oluşturduğu negatif durumların kamuoyu tarafından bilinçli bir şekilde algılanmasını amaçlar. Çoğu bir şekilde halka açıktır ve rehberli turlar, eğitici sergiler, sanat sergileri, kitap odaları, açık hava tiyatro ve müzik performansları ve diğer eğlence biçimlerine ev sahipliği yapar (Raven, 1992). Dünyada yaklaşık 4.500 botanik bahçesi bulunmaktadır (Ren ve ark., 2022). Avrupa'da ise 900'den fazla botanik bahçesinin bulunduğu belirtilmektedir (BGCI, 2023). Bitki biyoçeşitliliği neredeyse Avrupa'ya eşit olan ülkemizde ise sayı bir elin parmakları ile ifade edilmektedir.

Yurtdışında, sistematik parsellerin yanında, özel bitki koleksiyonlarına sahip botanik bahçelerinde (çöl, alpin, tropikal bitkiler vb.), karayosunları ve diğer damarlı kriptogamlara ait örneklere de rastlanmaktadır (Nadhifah ve ark., 2018). Bu koleksiyonlar, çoğunlukla alan içerisinde doğal olarak bulunan taksonların sergilenmesi şeklinde olabildiği gibi, bazı nadir taksonların *ex-situ* koruma çalışmalarını da içermektedir (Burch ve Wilkinson, 2002; Pence, 2004; Sabovljevic ve ark., 2022).

Botanik bahçelerinde doğal olarak yayılışa sahip taksonlar üzerine gerçekleştirilen çalışmalarla karayosunları çeşitliliği ortaya konulmaktadır. Örneğin Bratislava'daki Comenius Üniversitesi Botanik Bahçesi'nde 2016 ve 2017 yıllarında yapılan bir araştırmada 5'i ciğerotlarına ait olmak üzere toplam 55 karayosunu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ilginç olan, 16 yıl önce gerçekleştirilen benzer bir çalışmaya göre, alandaki karayosunlarının sayısında eklenen 18 adet taksondur (Godovičová, 2017). Bu sonuç bize korunan alanların zamanla bölgede bulunan taksonlara ev sahipliği yapan alanlara dönüştüğünün en güzel göstergesidir. Gerçekten de şehir merkezlerinde kurulan botanik bahçelerinin kuşlar başta olmak üzere, çok sayıda organizmaya ev sahipliği yaptığı gözlenmektedir. Yine Batum Botanik Bahçesi'nde gerçekleştirilen bir çalışmada 22 karayosunun yayılışa sahip olduğu bulunmuştur. Taksonların ekolojik isteklerinin de verildiği çalışmada, *Fissidens dubius* P.Beauv. ve *Cyrtomnium hymenophylloides* (Huebener) T.J.Kop Gürcistan'dan ilk kez kaydedilmiştir (Campisi ve ark., 2021). Benzer şekilde botanik bahçelerinde doğal olarak yayılışa sahip bu taksonların üzerlerine etiketler konularak tanıtılması yapılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Singapur Botanik Bahçesi, Doğal olarak yayılışa sahip karayosunları (The Heartlander Tourist, 2023).

Bunların yanında özel koleksiyonlar kısmında dünyanın farklı bölgelerinde yayılışa sahip karayosunları da sergilenmektedir. Örneğin Royal Botanik Bahçesinde (Royal Botanical Garden, Edinburgh) ülkede doğal olarak yayılışa sahip taksonların yanında

dünyanın farklı alanlarına özgü endemik taksonlara da yer verilmektedir. Şekil 2’de Yeni Zelanda’ya endemik bir yapraklı karayosunu olan *Mniodendron comatum* (Mül.Hal.) Lindb. görülmektedir.

Bilindiği üzere botanik bahçeleri aynı zamanda bilimsel araştırmaların gerçekleştirildiği merkezler olarak da dikkati çekmektedirler. Bitkilerin çeşitli yollarla yetiştirilmek üzere bir türün çoğaltılabilir kısımlarının (spor, diaspor parçası vb.) biyolojik olarak neredeyse tamamen inaktif halde saklanması yoluna gidilmektedir. İnaktif saklamaya alınan büyük miktarlarda genetik materyal (fidecik, spor vb.) daha düşük maliyet ile daha zengin ana kaynak yaratarak depolama yoluyla saklanabilmektedir. Aşırı düşük sıcaklıklarda saklama (kriyopreservasyon) bu amaçla kullanılmakta olup, bu konuda İngiltere Kraliyet Botanik Bahçesi gibi gelişmiş araştırma merkezleri de dâhil olmak üzere birçok botanik bahçesinde bu uygulama ve araştırmalar sürmektedir (Rowntree ve Ramsay 2009). Son yıllarda karayosunlarının da üretilmesi ve saklanmasında kullanılan bir yöntem olan “Enkapsülasyon”, bitki diasporunun uygun bir kaplama materyali ile kaplanmasıdır. Enkapsülasyon, kullanılacak olan bitki diasporunun canlılığını kaybetmeden uzun bir süre saklanmasına, korunmasına ve paketlenen bitki kısmından tam bir bitki elde edilebilmesine olanak tanır. İlk kez Murashige (1977) tarafından önerilen yöntem, Kitto ve Janick (1982)’in çalışmalarında başarı ile uygulanmıştır. Karayosunları da dâhil olmak üzere doğada tehdit altında olan türlerin korunmasında etkin bir biçimde kullanılmaya başlayan bu yöntem ayrıca ticari olanakları da barındırmaktadır.



Şekil 2. *Mniodendron comatum* (RBGE, 2023).

3. Karayosunu bahçeleri

Özellikle Japonya’da uzun bir geçmişe sahip olan karayosunu bahçeleri yavaş yavaş dünyanın farklı bölgelerinde de popüler hale gelmektedir. Son yıllarda artan bir şekilde İngiltere, ABD, Kanada başta olmak üzere, diğer ülkelerde de görülmektedir (Glime, 2017; Martin, 2015). Geleneksel çimlerle karşılaştırıldığında ise benzersiz avantajlara sahip yosun bahçeleri, gübre gerektirmez (ekleme zararlı olabilir), geleneksel çimlerin

desteklemediği faydalı böcekler, semenderler ve diğer organizmalar için yaşam alanı sağlarlar. Doğal olarak oluşan ikincil metabolitler nedeniyle herbisit ve pestisit ihtiyacı daha düşüktür. Çimlere göre su kullanımı azalmaktadır ve makineyle çalışan bahçe aletlerine ihtiyaç duyulmamaktadır (Martin, 2015; Glime, 2017). Ancak yosun bahçelerinin popüler hale gelmesi doğadan bilinçsiz bir şekilde toplanmayı da beraberinde getireceğinden oldukça dikkatli olunmalıdır. Bugün dünyada, pek çok nadir sukkulent ve diğer popüler iç mekan bitkileri aşırı hasat tehdidi altındadır (Liu ve ark., 2018; Victor ve Makwarela, 2011). Konu üzerine ülkemizde de çalışmalar yürütülmüş ve ortaya bir rapor konulmuştur (Ursavaş ve Söyler, 2015). 2004 yılında gerçekleştirdiğimiz bir çalışmada özellikle batı Anadolu'da yoğun hasat etkinliklerinin olduğu görülmüştür (pers.com). Konunun önemini belirten bir rapor hazırlanmış ve orman müdürlükleriyle paylaşılmıştır. Maalesef karayosunları halen orman tali ürünleri altında değerlendirilmekte ve düşük bir ücret karşılığında rastgele toplanmasına izin verilmektedir (OGM, 2016).

Yukarıda bahsedildiği üzere yosun bahçeleri denilince akla Japon yosun bahçeleri gelmektedir. Japonya'da bu bahçelerin tasarımı zarafet ve sadeliğinin çarpıcı bir örneği olarak şekil bulur. İster doğal ortamlarında bulunsunlar ister yetenekli bahçıvanlar tarafından titizlikle işlenmiş olsunlar, bu bahçeler insanları yavaşlamaya ve doğal dünyanın güzelliğini takdir etmeye davet eden gerçek sanat eserleridir. Eşsiz ve büyümlü bir deneyim arayan gezginler için bu yemyeşil manzaraları keşfetmek bir zorunluluktur (Japan Endless Discovery, 2023).

Kokedera (Kyoto/Japonya), Yosun Tapınağı anlamına gelmektedir. Tapınak bahçesinin tahminen 120 farklı yosun çeşidine atıfta bulunarak bu isim verilmiştir. Kokedera, Nara Dönemi'nde bir tapınak haline gelmeden önce Prens Shotoku'nun villasının bulunduğu yermiş. Tapınak 1339 yılında yenilenmiş ve rahip Muso Soseki yönetiminde bir Zen tapınağına dönüştürülmüş. Rahip Muso, aynı zamanda Kokedera'nın bahçelerini yaratmasıyla da tanınmaktadır (Japan Guide, 2023). Şekil 3'de Unesco dünya mirası olarak kabul edilen bahçeden bir manzara görülmektedir.

Şekil 4'de Japonya'nın batısında, Ishikawa Eyaleti'nin doğusunda dağlık bir bölgede yer alan kırsal bir köy olan Hiyo'da özenle bakımı yapılmış bir yosun bahçesi görülmektedir. Birçok bölgede olduğu gibi, köyün tamamı, nesiller boyunca yetiştirilen devasa, yemyeşil bir yosun bahçesinin üzerinde yer almaktadır.



Şekil 3. Kokoderu yosun bahçesinden bir görüntü (Japan Guide, 2023).



Şekil 4. Hiyo Koke no Sato Yosun Bahçesi (Ishikawa Travel, 2023).

Bir yosun bahçesi, ağaçlar, devrilmiş kütükler ve kayalar dışında her şeyden arındırılmış, karayosunu örtüsüyle kaplı bir orman parçasıdır. Yosunların oluşturulması, bahçecilik sürecinde en önemli ve zorlu adımdır. Yaz ayları genellikle yosun ekimi için çok sıcak ve kuraktır. Karayosunu bahçelerinde önemli hususlardan biri yeterli nemi sağlamaktır. Bahçenin oluşturulacağı bölgedeki iklim göz önüne alınarak karayosununun ekimi için uygun zaman belirlenmelidir. Burada ekme işleminden kastedilen, doğal

ortamından alınarak karayosunlarının transplantasyonudur. Dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan birisi karayosunlarının doğal yaşam alanlarının taşınacak alanlar ile benzer özellikte olmasıdır. Bazı karayosunu türleri yaşam alanı olarak çeşitli kayaları, ağaç kabuklarını ve ağaç köklerini tercih etmektedirler. Kireçtaşı döküntülerinden oluşan bir yatak için kalsifil karayosunları tercih edilmelidir. Kurak iklim koşullarında ise kserofitik şartlara toleranslı karayosunları tercih edilmektedir. Güneş ışığına maruz kalma süresi yüksek olan alanlarda, güneş ışığına dayanıklı karayosunu türleri seçmek gerekmektedir (Joe Gardener, 2023). Taşıma işlemine ek olarak karayosunlarının vejetatif olarak da çoğaltılma yöntemleri de bulunmaktadır (The Spruce, 2023) ve bu anlamda ticari olarak satılan çok sayıda karışım bulunmaktadır. Fakat ülkemiz şartlarında başarı oranları hakkında elimizde net bilgiler bulunmamaktadır. Karayosunu bahçesinin kurulum aşamasında başarılı bir taşıma yapabilmek için temiz toprak yüzeyleri seçilmelidir. Ekimden önce toprak sıkılaştırılmalı ve diğer yabancı bitkilerden, döküntülerden arındırılmalıdır (Fine Gardening, 2023-a). Karayosunlarının büyümesini teşvik etmenin en iyi yollarından biri bakım yapmaktır. Çimlerden, yabancı otlardan, düşen dal ve yapraklardan kurtulmak, yosunun hâkimiyetini kolaylaştırır (Fine Gardening, 2023-b). Oluşturulacak karayosunu bahçelerinde dikkat edilmesi gereken diğer bir husus sulamadır. Mümkünse dışardan sulama yapılmamalıdır. Özellikle kireçli sularla sulama işleminde karayosunlarının öldükleri görülmüştür. Aşağıda ülkemizin Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde doğal yayılışa sahip olan taksonlarından peyzajda ve karayosunu bahçelerinde kullanılabilecek taksonlar verilmiştir.

Batı Anadolu'da gerçekleştirdiğimiz yoğun floristik çalışmalarda oldukça yoğun olarak rastlanan taksonlardan biri *Timmiella barbuloides* (Brid.) Mönk.'dir. Özellikle dere yataklarına yakın toprak banklar üzerinde yüksek örtü oluşturur. Kuraklığa da oldukça dayanıklı olan bu takson, eğrelti otlarından *Selaginella* sp. P.Beauv. ile birlikte toprağın tutulması ve erozyonun önlenmesinde oldukça etkilidir (Şekil 5).



Şekil 5. Toprak bank üzerini tamamen kaplamış *Timmiella barbuloides* Foto (M. Kırmacı).

Bu taksonun en önemli özelliği uygun ortam şartlarında, çıplaklaşmış alanları hızlı bir şekilde kapatma özelliğidir. Toprak üzerinden alınan karayosunu tabakasının bir yıl içerisinde yenilediği görülmüştür (Şekil 6). Bu bize bitkinin hem üreme kabiliyetinin çok hızlı olduğunu hem de ortama adaptasyonunu göstermektedir. Bu anlamda, Batı Anadolu’da doğal olarak oluşturulacak karayosunu duvarları için en uygun taksonlardan biridir.



Şekil 6. *Timmiella barbuloides* (10x10 alınan kesit) Foto (M. Kırmacı)

Benzer şekilde Batı Anadolu’da en sık rastladığımız bir diğer takson, *Tortella squarrosa* (Brid.) Limpr.’dır. *Timmiella barbuloides*’in aksine daha düz alanları tercih eden bu takson, bulunduğu alanı tamamen kaplayarak, bazı alanlarda %100 örtü oluşturmaktadır (Şekil 7). Gördüğümüz kadarıyla basmaya da oldukça dirençli olan bu takson da karayosunu bahçelerinde kullanılma potansiyeline sahiptir.



Şekil 7. Açık alanlarda yayılış gösteren *Tortella squarrosa* Foto (M. Kırmacı)

Daha nemli ve gölge alanlarda, *Scleropodium* Schimp. spp., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Brachytheciastrum* Ignatov & Huttunen spp., *Isothecium* Brid. spp., *Antitrichia californica* Sull., *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwägr. ve *Nogopterium gracile* (Hedw.) Crosby & W.R. Buck kullanılabilir. Bu taksonlar pleurokarp karayosunlarına dâhil olup, dallanma göstererek orman tabanlarını kaplayabilirler.

Yine, *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., *Oxyrrhynchium hians* (Hedw.) Loeske, *Rhynchostegium riparioides* (Hedw.) Cardot, *Dialytrichia mucronata* (Brid.) Broth., *Lunularia cruciata* (L.) Dumort. ex Lindb., *Apopellia endiviifolia* (Dicks.) Nebel & D. Quandt gibi bazı taksonlar doğal ve yapay havuzların kenarlarında başarılı bir şekilde gelişmektedir (Şekil 8). Bu taksonların da küçük düzenlemelerle havuz peyzajında kullanılabileceği düşünülmektedir (Aslan, 2022).



Şekil 8. Doğal olarak oluşmuş sucul karayosunları (Değirmen Restaurant/Tire) Foto (M. Kırmacı)

Karadeniz bölgesi daha fazla yağış aldığından karayosunları bahçeleri oluşturmak ve bahçelerin devamlılığı açısından daha uygun alanlar olarak görülmektedir (Şekil 9). Suyu doğrudan bağımlı olan bu taksonların, özellikle orman tabanında yüksek örtü oluşturanlarına rastlanmaktadır. Yine karayosunları bahçelerinin devamlılığı açısından gerekli olan sulama suyuna ihtiyaç duyulmaması nedeniyle de bölge avantajlara sahiptir. *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst., *Polytrichum* Hedw. spp., *Dicranum scoparium* Hedw. (Şekil 10), *Atrichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv., *Rhizogonium* Brid. spp., *Hypnum* Hedw. spp., *Thuidium* Schimp. spp., *Thamnobryum* Nieuwl. spp., *Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brid. ve *Leucobryum* Hampe spp. bu alanlarda oluşturulacak bahçeler için uygun karayosunları olarak düşünülebilir.



Şekil 9. Karadeniz Bölgesi'nde karayosunlarınca oluşturulmuş doğal bir alan (Bolu) Foto (M. Kırmacı)



Şekil 10. Karadeniz Bölgesi'nde yüksek örtü oluşturan ve basmaya dayanıklı bir takson olan, *Dicranum scoparium* Foto (M. Kırmacı)

4. Sonuç ve Öneriler

Bitkilerin yaklaşık 450 milyon yıllık serüveninde, bugüne kadar gelmeyi başarmış, karayosunları bu sürecin en eski ve en başarılı taksonlarından biridir. Yapılan araştırmalar bitkilerin bu grubunun ekosistemin kilit organizmaları olduğunu göstermiştir. Evrimsel süreçte karayosunları, farklı hayat formları ve yaşam stratejileri geliştirerek çok farklı

habitatlarda yaşamaya adapde olmuşlardır. Bu nedenle küresel bir dağılım göstermektedirler. Ülkemizde özellikle son 20-30 yıllık zaman aralığında konuya ilgi artmış ve çok sayıda araştırmacı yetişmiştir. Karayosunları çalışmaları ülkemizde sistematik ağırlıklıdır. Özellikle bu çalışmanın konusunu oluşturan karayosunlarının botanik bahçelerindeki durumları ve karayosunları bahçeleri üzerine henüz bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Temennimiz ülkemizdeki botanik bahçelerinin sayılarının artması ve karayosunları seksiyonunun da bir an önce sisteme dâhil edilmesidir. Özellikle Karadeniz Bölgesi'nde tasarlanacak bir karayosunu bahçesi sadece ülkemiz insanı tarafından ilgiyle karşılanmayacak, aynı zamanda uluslararası bir cazibe merkezi olabilecektir. Konuyla alakalı çalışmalarımız devam etmektedir.

Dünyanın farklı bölgelerinde, karayosunları, botanik bahçelerinde, karayosunu bahçelerinde, kentsel alanların eko şehirlere dönüştürülmesinde ve peyzaj alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Botanik bahçeleri çeşitli karayosunu türlerinin korunması, uygun koşullarda saklanması, araştırmacılar tarafından kullanılması ve biyolojik zenginliğin gelecek nesillere aktarılmasında büyük rol oynarlar. Karayosunu bahçeleri büyük yeşil alanlar sağlarlar. Bu alanlar aynı zamanda çok sayıda diğer organizmaları barındıracaklarından ekolojik bir sığınma alanı olarak da kullanılabilirler. Bahçeler kentsel alanlardaki karayosunları çeşitliliğinin korunmasında da önemli bir rol oynamaktadır. Karayosunu bahçelerinden bazıları 100'den fazla karayosunu türünü barındırmaktadır (Hasegawa, 2002; Oishi, 2015). Bu bahçelerdeki yüksek biyolojik çeşitlilik karayosunlarının dikkatli günlük bakımıyla ilişkilidir (Oishi, 2012). Karayosunu bahçelerinin etrafındaki kentleşmenin epifitik bryofitlerin çeşitliliğini etkilediği yapılan çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Oishi ve Hiura, 2017). Karayosunu bahçelerinde bulunan kuraklığa duyarlı türleri koruduğumuz takdirde, bu türlerin kentsel ekosistemlerin işlevsel çeşitliliğini ve direncini güçlendirmeye yardımcı oldukları bilinmektedir.

Karayosunlarının kullanımının yeni yollarından biri ise 'eko şehir' oluşturmak amacıyla kullanıldığı uygulamalardır. Sonuçta binaların üzerinde yeşil alanlar oluşturmak amaçlanmaktadır (Chiaffredom, 2004). Karayosunlarının yetenekleri kentsel alanlarda kullanılabilme açısından çok değerlidir. Bahçe ve park gibi alanların oluşturulmasının imkânsız olduğu düşünülen, betonla daraltılmış kentsel yapılar arasında kullanılabilirler. Yüksek binalar sayesinde oluşan gölgeli alanlarda karayosunlarının yetiştirilmesi uygun olacaktır. Böyle alanlarda hızlı yayılmaları bir avantaj olarak düşünülebilir (Schenk, 2007). Kentleşmenin fazla olduğu bölgelerde kendiliğinden yayılan karayosunu türlerinin büyük bir kısmı zengin toprak ve gölge gibi faktörlere daha az ihtiyaç duyan kozmopolit türlerdir (Delgadillo ve Angeles, 2000; Goia, 2002). Bu kozmopolit taksonlar, duvarlarda ve çatılarda yayılarak hoş bir görünüm oluşturabilirler.

Son zamanlarda ülkemizde de karayosunlarından yapıma panolar, yapay duvarlar ve diğer süsleme materyallerine rastlanmaktadır. Bu karayosunları doğadan çoğunlukla izinsiz toplanmakta olup, ekosisteme zararlarının ne olduğu bilinmemektedir. Gelecekte artan talebe bağlı olarak zararın boyutlarının artması, geri dönülemez problemlere yol açma potansiyelini taşımaktadır. Bir an önce konu ile alakalı düzenlemelerin hayata geçirilmesi gerekmektedir. Biyolojik kaynakların doğadan rastgele toplanmasının yol açabileceği

problemler, ülkemiz insanına anlatılmalı ve topyekûn koruma ve bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.

5. Kaynaklar

- Adams, D.G. & Duggan, P.S. (2008). Cyanobacteria-bryophyte symbioses. *J. Exp. Bot.*, 59(5), 1047-1058.
- Antonelli, A. (2022). *Gizli Evren: Biyoçeşitlilik Maceraları*. Witness Books.
- Aslan, G. (2022). *Aydın Dağları Karayosunları Florası*. Doktora Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- BGCI (2023). <https://www.bgci.org/our-work/inspiring-and-leading-people/where-we-work/europe/>, Erişim Tarihi: 30.12.2023
- Burch, J. & T. Wilkinson (2002). Cryopreservation of protonemata of *Ditrichum cornubicum* (Paton) comparing the effectiveness of four cryoprotectant pretreatments. *Cryoletters*, 23(3), 197-208.
- Campisi, P., Dia, M.G. & Varshanidze, D. (2021). Introduction to the study of the bryological flora of the Batumi Botanical Garden (Georgia). *Fl. Medit.*, 31(Special Issue), 125-130.
- Chiaffredom, M.K. (2004) When mosses recreate the landscape on the roof. *MCK Environment & Bryotec Technology*, Arzal.
- Chmielewski, M.W. & Eppley, S.M. (2019). Forest passerines as a novel dispersal vector of viable bryophyte propagules. *Proceed. Royal Soc. B: Biol. Sci.*, 286(1897), 2018-2253. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2253>
- Christenhusz, M.J.M. & Byng, J.W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201-217.
- Crum, H. (2001). *Structural Diversity of Bryophytes*. Ann Arbor: University of Michigan Herbarium.
- Delgadillo, C. & Ángeles, C.S. (2000). Urban mosses in Mexico City. *Serie Bot.*, 71(2), 63-72.
- Fine Gardening (2023-a). Tips for Creating a Moss Garden, <https://www.finegardening.com/article/tips-for-creating-a-moss-garden>, Erişim Tarihi: 30.10.2023
- Fine Gardening, (2023-b). Moss Makes a Lush Carpet, <https://www.finegardening.com/article/moss-makes-a-lush-carpet>, Erişim Tarihi: 30.10.2023
- Gavini, S.S., Suárez, G.M., Ezcurra, C. & Aizen, M.A. (2019). Facilitation of vascular plants by cushion mosses in high-Andean communities. *Alpine Bot.*, 129(2), 137-148. <https://doi.org/10.1007/s00035-019-00222-6>
- Gignac, L. D. (2001). Bryophytes as Indicators of Climate Change. *The Bryol.*, 104(3), 410-420.
- Glime, J. M. (2017). *Gardening: Moss garden development and maintenance. Chapter 7-4*. In: Glime, J.M. (Ed.). *Bryophyte Ecology*, 5: 1-22, Houghton.
- Godovičová, K. (2017). Bryophytes of the Botanical Garden of the Comenius University in Bratislava. *Acta Bot. Univ. Comen.*, 52, 29-34. <https://doi.org/10.7320/FIMedit31SI.125>

- Goia, I. (2002). *Municipiul Cluj-Napoca si Zona Periurbana- Studiambiental*. Cluj-Napoca.
- Govaerts, R., NicLughadha, E., Black, N., Turner, R. & Paton, A. (2021). The World Check list of Vascular Plants, a continuously updated resource for exploring global plant diversity. *Scientific Data*, 8, 215.
- Hasegawa, J. (2002). Bryophyte flora in Saihoji Temple (Koke-dera). In: The red data book of Kyoto prefecture 2002. Vol. 2 Landforms, Geology, and Natural 376 Communities, Kyoto prefecture, Kyoto, pp. 292–297 (in Japanese).
- Hirano, T., Segah, H., Kusin, K., Limin, S., Takahashi, H. & Osaki, M. (2012). Effects of disturbances on the carbon balance of tropical peat swamp forests. *Global Change Biol.*, 18(11), 3410-3422. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02793.x>
- Ishikawa Travel (2023). <https://www.ishikawatravel.jp/en/spots/hiyo-moss-garden/>, Erişim Tarihi: 31.12.2023
- Japan Endless Discovery (2023). <https://www.japan.travel/en/blog/exploring-japan-s-magical-moss-gardens>, Erişim tarihi: 30.12.2023
- Japan Guide (2023). <https://www.japan-guide.com/e/e3937.html>, Erişim Tarihi: 31.12.2023
- Joe Gardener (2023). <https://joegardener.com/resources/>, Erişim Tarihi: 30.10.2023
- Kırmacı, M., Özenoğlu, H., Aslan, G. ve Çatak, U. (2023). *Türkiye Karayosunları El Kitapçığı I*. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Kitto, S. K. & Janick, J. (1982). Polyox as an artificial seed coat for asexual embryos. *Horticulture Science*, 17, 488-490.
- Kürschner, H. ve Erdağ, A. (2023). *Türkiye Karayosunları Florası - Bryophyte Flora of Türkiye*. İstanbul: Hiperlink Yayınları.
- Lindo, Z., Nilsson, M.C. & Gundale, M.J. (2013). Bryophyte-cyanobacteria associations as regulators of the northern latitude carbon balance in response to global change. *Global Change Biol.*, 19(7), 2022-2035. <http://doi.org/10.1111/gcb.12175>
- Liu, H., Gale, S.W., Cheuk, M.L. & Fischer, G.A. (2018). Conservation impacts of commercial cultivation of endangered and overharvested plants. *Conserv. Biol.*, 33(2), 288-299. doi:10.1111/cobi.13216
- Martin, A. (2015). *The Magical World of Moss Gardening*. Timber Press.
- Michel, P., Payton, I.J., Lee, W.G. & During, H.J. (2013). Impact of disturbance on above-ground water storage capacity of bryophytes in New Zealand indigenous tussock grassland ecosystems. *New Zealand J. Ecol.*, 37(1), 114-126.
- Murashige, T. (1977). Plant cell and organ culture as horticultural practice. *Acta Hort.*, 78, 17-30.
- Nadhifah, A., Khujjah, M., Vitara, P. & Noviady, I. (2018). Bryophytes in Cibodas Botanical Garden: Diversity and Potential Uses. *Biosaintifika: J. Biol. & Biol. Edu.*, 10(2), 456-464.
- OGM (2016). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı.
- Oishi, Y. (2012). Influence of urban green spaces on the conservation of bryophyte diversity: the special role of Japanese gardens. *Landsc. Urban Plan.*, 106, 6–11.

- Oishi, Y. (2015). Changes in epiphyte diversity in declining forests: implications for conservation and restoration. *Landsc. Ecol. Eng.*, 11, 283–291.
- Oishi, Y. & Hiura, T. (2017). Bryophytes as bioindicators of atmospheric environment in urban-forest landscapes. *Landsc. Urban Plan.*, 167, 348–355.
- Palozzi, J.E. & Lindo, Z. (2017). Boreal peat properties link to plant functional traits of ecosystem engineers. *Pl. Soil*, 418(1), 277-291. <http://doi.org/10.1007/s11104-017-3291-0>
- Patiño, J. & Vanderpoorten, A. (2018). Bryophyte Biogeography. *Crit. Rev. Pl. Sci.*, 37(2-3), 175-209. <http://doi.org/10.1080/07352689.2018.1482444>
- Pence, V.C. (2004) Ex situ conservation methods for bryophytes and pteridophytes. In: Guerrant Jr., E.O., Havens, K. & Maunder, M. (eds.) Ex-situ Plant Conservation-Supporting Species Survival in the Wild. p. 206-227. Washington, DC: Island Press.
- Posa, M.R.C., Wijedasa, L.S. & Corlett, R.T. (2011). Biodiversity and Conservation of Tropical Peat Swamp Forests. *BioScience*, 61(1), 49-57. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.1.10>
- Rakow, D. & Lee, S. (2011). *Public Garden Management: A Complete Guide to the Planning and Administration of Botanical Gardens and Arboreta*. John Wiley & Sons.
- Raven, P.H. (1992). *A Broad Overview of Existing Biodiversity*. Botanical Garden, Missouri, Biotechnology and Genetic Resources, US-EC Task Force on Biotechnology Research.
- RBGE (2023). <https://www.rbge.org.uk/science-and-conservation/cryptogamic-plants-and-fungi/cryptogam-diversity/bryophytes>, Erişim tarihi: 30.12.2023
- Ren, H., Wen, X., Liao, J., Zheng, X., Yang, M. & Zhou, J. (2022). Botanik bahçelerinin işlevsel değişimlerine ve Çin'in ulusal botanik bahçesi sisteminin kurulmasına bakış. *Biodivers. Sci.*, 30, 22113.
- Rimington, W.R., Pressel, S., Duckett, J.G., Field, K.J., Read, D.J. & Bidartondo, M.I. (2018). Ancient plants with ancient fungi: Liverworts associate with early-diverging arbuscular mycorrhizal fungi. *Proceed. Royal Soc. Biol. Sci.*, 285(1888), 20181600. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1600>
- Rowntree, J.K. & Ramsay, M.M. (2009). How bryophytes came out of the cold: successful cryopreservation of threatened species. *Biodiv. Conserv.*, 18, 1413-1420.
- Sabovljevic, M.S., Cosic, M.V., Jadranin, B.Z., Pantovic, J.P., Giba, Z.S., Vujicic, M.M. & Sabovljevic, A.D. (2022). The Conservation Physiology of Bryophytes. *Plants (Basel)*, 11, 1282. <https://doi.org/10.3390/plants11101282>
- Schenk, G. (2007). *Moss Gardening*, Timber Press, Oregon, USA.
- Spangler, K. (2021). *Bryophyte Ecosystem Services: How Bryophytes Impact Ecosystem Processes and Their Use in Urban Systems*, University Honors Theses. Portland State University, Portland.
- The Heartlander Tourist (2023). https://heartlandertourist.files.wordpress.com/2013/08/img_2803.jpg, Erişim Tarihi: 30.12.2023
- The Spruce (2023). <https://www.thespruce.com/how-to-grow-moss-1402369>, Erişim Tarihi: 30.12.2023

- Turetsky, M.R. (2003). The Role of Bryophytes in carbon and nitrogen cycling. *The Bryol.*, 106(3), 395-409.
- Turetsky, M.R., Bond-Lamberty, B., Euskirchen, E., Talbot, J., Frohking, S., McGuire, A. D. & Tuittila, E.-S. (2012). The resilience and functional role of moss in boreal and arctic ecosystems. *New Phytol.*, 196(1), 49-67. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04254.x>
- Turunen, J., Tomppo, E., Tolonen, K. & Reinikainen, A. (2002). Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland — application to boreal and subarctic regions. *Holocene*, 12, 69–80.
- Ursavaş, S. ve Söyler, R. (2015). Orman Bölge Müdürlüğü Bazında Hasat Edilen Karayosunlarının Miktarları ve Satış Rakamları. *Kastamonu Üniv. Orman Fak. Derg.*, 15(2), 241-251.
- Victor, J.E. & Makwavela, L.E. (2011). South Africa's succulents under threat. *Bradleya*, 2011(29), 137–142. <https://doi.org/10.25223/brad.n29.2011.a17>
- Zhang, Y. & Guo, L.D. (2007). Arbuscular mycorrhizal structure and fungi associated with mosses. *Mycorrhiza*, 17(4), 319-325. <https://doi.org/10.1007/s00572-007-0107-8>