

BRYOFİTLERİN EVRİMİ

Günümüz embryofitlerin atalarını da içeren karasal organizmaların ortaya çıkışı ve çeşitlenmesi erken paleozoik dönemde olmuştur. Habitatlarında artan karbondioksit miktarına ve azalan ultraviyole ışınlarla adaptasyon için fotosentetik organizmalar belirli özellikler kazanmışlardır.

Hemen hemen tüm karasal ekosistemlerin önemli bileşenleri olan bryofitler ilkin karasal bitkiler arasında yer almaktadır. Bryofitler hayat döngülerinde haploid gametofitin hakim olduğu, diploit sporofitin ana bitki (gametofit) üzerinde geliştiği bitki grubudur. İletim demetleri (ligninleşmiş iletim sistemi) yoktur. Sporofit dallanma yapmaz ve her sporofit bir tane sporangiyum veya kapsül oluşturur.

Canlıların evriminde bitkilerin meydana gelmesine neden olan en önemli gelişme, prokaryot hücreler arasında karbondioksiti kullanan bileşiklere (klorofil) sahip olanların ortaya çıkmasıdır. Başlangıçta, klorofilin sitoplazma içinde dağınık halde bulunduğu, sonradan plastitlerin gelişmesiyle kloroplastlarda toplandığı düşünülmektedir.

Klorofilli hücrelerin bölünerek bağımsız fertler meydana getirmeleri yerine bir arada kalmalarıyla iplikli algler, daha ileri aşamada talluslu bitkilerin (Tallus = kök, gövde, yaprak ve çiçek farklılaşması göstermeyen ilkel bitkilerde görülen çok hücreli ve iplikli veya tabakalı yapı) ortaya çıkmasıyla, bir düzlemde veya bir düzleme dik olarak gelişen bitkiler meydana gelmiştir.

Bitkilerde evrimsel gelişme, diğer canlılarda olduğu gibi buldukları ortamın istekleri doğrultusunda olmuştur. Bitki ve hayvanların su ortamında evrimleşmeye başlamaları, bu ortamın canlılığın gelişmesine sağladığı avantajlar nedeniyledir. Örneğin, bütün yüzeyleriyle su içinde bulunan bitkiler, çevreleriyle olan madde alışverişini hücreler olarak doğrudan yapabildiklerinden hücreleriyle dış ortam arasında herhangi bir iletim sistemi ve besin almaya

yönelik bir kök sistemi gerekmemektedir. Suyun kaldırma kuvvetinin fazla olması nedeniyle destek sistemine de gerek bulunmamaktadır. Eşeyli üreyen bitkilerde gametlerin canlılıklarının korunması ve buluşmaları da su ortamında daha kolay olmaktadır. Bu yüzden, talluslu bitkilerde kök, gövde, yaprak ve çiçek gibi organların gerekli olmadığı düşünülmektedir.

Bryofitlerde kök yoktur, rizoid benzeri yapılarla buldukları ortamlara tutunurlar. Rhizoiler kökler gibi ortamdan su ve mineralleri zordur. Bu bitkiler kaya, toprak ve diğer bitkiler üzerinde ortamlarından besin ve su almadan yaşarlar. Gereksinimlerini yağışa bağlı olarak veya ortamlarında üzerlerinden akan sulardan sağlarlar. Bu yüzden beslenmede önemli bir yeri olmayan kök olarak değerlendirilmezler, bunların asıl görevi ortama tutunmayı sağlamaktır. Bu canlılar üreyebilmek için de suya gereksinim duyarlar. Hareket edebilen kamçılı erkek gametlerin arkegonium içindeki yumurtaya ulaşması, ancak sulu ortamda mümkün olabilmektedir. Suyu bağımlılık evrimsel açıdan bakıldığında ilkel bir karakterdir.

Talluslu bitkiler arasında yer alan ve ilk fosillerine karbonifer devrinde rastlanılan bryofitlerin, su ve kara bitkileri arasında yer alan bir geçiş grubu olduğu düşünülmektedir. Diğer bir deyişle bryofitler bitkilerin amfibileri olarak adlandırılmaktadırlar. Gerçek kökleri bulunmayan ve rizoidlerle toprağa tutunan bu bitkiler, kalın çeperli ölü hücreler ve uzamış canlı hücrelerden ibaret basit bir iletim sistemi sayesinde toprak üzerinde 70 cm'ye kadar yükselebilen yapraklı örneklerle sahiptirler. Bunlara karayosunlarına Polytrichopsida sınıfında rastlanmaktadır.

Karayosunlarında dış görünüşleri açısından yaprağa benzer yapılar bulunmasına karşılık, bu yapıların gerçek stomaları ve damarları bulunmadığından yaprak olarak değerlendirilemezler. Buna karşın, ciğerotlarında porlu bir üst epidermis, bu porların açıldığı hava boşlukları ve bunları kuşatan bol kloroplastlı hücreler bulunmaktadır. Porlar ve kloroplastlı hücreler arasındaki ilişki adeta stomaları hatırlatmaktadır. Buna rağmen, yaprak

damarlanmasının bulunmaması, bu yapının da yaprak olarak nitelendirilmesine engel olmaktadır. Ancak, bu yapının gerçek yaprağın oluşumunda bir geçiş evresi olduğu açıktır ve canlılarda evrimin birden olmayıp, derece derece ilerleyerek son şeklini aldığı düşüncesini desteklemektedir. Bryofitlerdeki üreme için suya bağımlılık devam ettiğinden, bu durum karasal yaşama tam uyamadıklarını göstermektedir. Buna göre, bitkilerde ortaya çıkan ilk organizasyonlar; fotosentez için kloroplast oluşumu, tutunma amacına yönelik olarak gelişen rizoidler ve gövde oluşumudur. Günümüz örneklerinin paleontolojik örneklerle benzerliği, bryofitlerin karbonifere kadar çok fazla bir değişime uğramadıklarını göstermektedir.

Günümüzde karasal ortamlarda yaklaşık olarak 280.000 civarında bitki yaşamaktadır. Bunlardan 25.000 kadarını bryofitler oluşturmaktadır. fosil kayıtlarına göre ilkin bitkiler 420 milyon yıl öncesinde karalara yerleşmişlerdir. Tatlı sularda yaşayan yeşil alglerden evrimleşmişlerdir. Filogenetik analizler, kara bitkilerinin yeşil alg benzeri atalardan evrimleşen monofiletik bir grup olduğuna işaret etmektedir. Bryofitleri de içeren tüm kara bitkilerinin ortak bir özelliği embriyoya sahip olmalarıdır. Yani haploid atasal hücrelerden oluşan ve steril doku tarafından korunan diploid bir organ oluştururlar. Bu nedenle tüm kara bitkileri embryofitler olarak da ifade edilir.

Clorophyta (yeşil algler), kara bitkileri ile ortak birçok özelliği paylaşırlar. Bu özelliklerin homolog olduğu kabul edilmektedir. Bunlar:

1. Klorofil a ve b bulunması,
2. β -karoten gibi bitkisel karotenoidlerin bulunması,
3. Hücre çeperinin selüloz olması,
4. Kloroplastlarında nişasta bulunması,

Bu özellikler, büyük bir grup olan yeşil alglerin kara bitkilerinin atası olduğunu göstermez. Ancak yeşil algler içerisinde özelleşmiş, çoğu tatlı sularda yaşayan Chaetophorales ve Charophyceae (su şamdanları) gruplarının bazı üyeleri amfibik ya da karasaldir. Özelleşmiş talluslarının (heterotrik tallus) daha ileri farklılaşma potansiyeli vardır. *Chara* ve *Nitella* türlerinin tallusları nodyum ve internodyuma ayrılmıştır. Ayrıca özelleşmiş üreme organlarına sahip bu iki yeşil alg grubu ile kara bitkileri çok sayıda ortak özelliklere sahiptirler. Su şamdanları ve kara bitkilerinin plazma zarlarında, hücre çeperinin selüloz mikrofibrillerini sentezleyen rozet şeklinde protein dizilerinin bulunmasıdır. Caharophyceae dışında başka alg gruplarında bu proteinik yapılar doğrusal tiptedir. Bu farklılık su şamdanları ve kara bitkilerinin ortak atasındaki hücre çeperinin, diğer yeşil alglerin hücre çeperinden bağımsız evrimleştiğini gösterir.

Caharophyceae üyeleri ve kara bitkilerinde türeyen ikinci önemli apomorfi peroksizom ile ilgilidir. Preksizomlar kloroplastların yanında bulunana organellerdir. Peroksizom enzinleri fotorespirasyon sonucu organik ürünlerde oluşan kaybı en aza indirirler. İki grubun peroksizomlarındaki enzimler benzerdir. Caharophyceae sınıfı dışındaki alglerin perksizomlarında bu enzimler bulunmaz.

Diğer ortak özellikler şunlardır:

1. Charophyceae ve kara bitkilerinin sperm yapıları yakın benzerlik gösterir. Bu özellik de iki grup arasındaki önemli bir homolojidir.

2. Hücre bölünmesi sırasında hücre plağı (fragmoplast) oluşur.

3. Fotosentetik pigmentleri aynıdır (kl-a ve kl-b),

4. Fotosentez ürünlerini nişasta şeklinde depolarlar,

5. Hücre duvarları selülozdur,
6. Eşeyli üreme yapıları verimsiz dokularla dış etkilerden korunmuştur,
7. Yaşam döngüleri aynıdır,
8. Kara bitkilerine özgü olan sporopolenin, alglerden yalnız su şamdanlarında vardır,
9. Kloroplast DNA'ları benzer,

Tüm bu ortak özellikler dikkate alındığında kara bitkileri, Charophyceae sınıfı alglere benzer atalardan 500 milyon yıl önce evrimleşmiştir.

Bryofitler ilkel bitkiler olarak kabul edilmektedir. Teşhis edilen ilk fosil bryofit kaydı *Hepatices devonicus* materyalidir. Bu fosil, devoniyen çağında göze çarpan, küçük fragmentlerden oluşmuş yapraksı bir ciğerotu tallusludur. Bu materyal sporofit ve eşey organlarını taşımadığından tereddütler doğurmaktadır. Bunun nedeni, bazı eğreltilerin gametofitlerinin yapısal olarak bu yapıya benzerlik gösterebilmesidir.

Günümüz bryofitlerinin atası kesin değildir. Yeşil alglerin ve bryofitlerin ortak bir atayı paylaştıkları düşünülmektedir. Yeşil algler iki evrimsel hat gösterirler. Bunlar Chlorophyceae ve Charophyceae'dir. Bryofitler ve diğer arkegonyum yapısı taşıyanlar Charophycean hattından türemişlerdir (Şekil). Charophyceae hattından türeyen bitkiler, iğ ipliklerinin kalıcı olduğu bir hücre bölünmesine sahiptir. İğ iplikleri fragmoplastları oluşturur ve o da glikolat oksidaz üretir. Bir çok algin dahil olduğu Chlorophyceae hattı kalıcı iğ ipliklerinden yoksundur, fikoplastları oluştururlar ve glikolat dehidrogenaza sahiptirler.

Bryofitlerin orijinini açıklamak amacıyla birçok teori ortaya atılmıştır. Bunlardan birincisi, bryofitlerin tatlı suda yaşayan ipliksi alglerden köken aldığını savunur. Bunun nedeni, ipliksi alg ile protonemanın morfolojik olarak benzerlik göstermesidir. Fosil kayıtları bu hipotezi desteklememektedir. Ayrıca, temel hücresel ve biyokimyasal farklılıklar onları

ipliksi yeşil alglerden ayırır. Bryofitlerin orijini hakkındaki ikinci bir hipotez de; tek hücreli yeşil bir algin nemli toprak ortamına adapte olmuş bir bitkiye dönüşebileceğini ve bu bitkinin aynı zamanda Charophyta alglerinin ve arkegonyuma sahip bitkilerin atası olabileceğini öngörür. Üçüncü hipotez ise, bryofitlerin ilkel vasküler bitkilerden türediğini öngörür. Bu hipotez sporofitin basit yapısı üzerinde durur. Bu yapının, uç kısımlarında çok sayıda sporangium taşıyan dallanmış sporofitin yapısal özelliklerini önemli derecede kaybederek oluşmuş olabileceğini varsayar. Arkegonyuma sahip vasküler bitkiler arasında, soyu tükenen Rhyniophytina sınıfı olası atasal grup olarak gösterilir. Bir diğer hipotez de, ışınsal simetrik dik bir gametoforu, hem yapraklı hem de talluslu evrimsel hatlardan köken alan muhtemel arkegoniat atası olarak ortaya koyar.

KAYNAKLAR

ÇOTUK, Y (2011) *Evrin Ders Notları*, s. 123, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, www.istanbul.edu.tr/fen/notlar/1328707865.pdf.

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.

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