

İlk Canlıların Evrimi

İnsanoğlunun yakın geçmişteki atasının nasıl bir canlı olduğu ve bu canlının hangi evrimsel süreç içinde modern insana dönüştüğü sorusu popüler gündemdeki yerini hep korumuştur. Tartışma o denli spekülatif bir boyut kazandı ki, bilimsel araştırmaların verilerine karşı bilimsellik kaygısı taşımayan çevreler yaygın yıpratma kampanyaları açtılar.

BU türden tartışmalar, güncelliklerini tazeleyerek sürerken, insanoğlunun da üyesi olduğu ökaryot grubu canlıların ilk örneğinin nasıl bir canlı olduğu ve evrensel ortak ata olan prokaryotlardan nasıl bir süreç sonunda türediği soruları gözardı edilmiştir. Canlıların kökenine yönelik araştırmalar ilk organik moleküllerin oluşumuyla başlayıp, bugünkü çok hücreli, karmaşık canlıların türeyişine uzanan bir süreci ele alıyor. Burada ele alınan “canlıların kökeni” tartışması ise, günlük hayatta yaygın olarak karşılaşılan canlıların yani hayvanları ve insanı da içine alan ökaryot grubu canlıların kökeni üzerine. Günümüzün iki diğer canlı grubuyla birlikte ökaryotların atası olan prokaryotların metabolizma yapıları ve yeğledikleri yaşam ortamları bilim çevrelerinin yaygın görüş birliğiyle netleştirilmiş durumda. Ancak, prokaryotlardan ökaryotlara geçişin nasıl bir canlı türüyle olduğu, aerobik (oksijenin bulunduğu) ortamdaki yaşamın nasıl bir



canlıyla başladığı sorusu, tüm ilginç açılımlarıyla varlığını koruyor. Gündeme göz atıldığında evrimin bu dönemine ilişkin iki teorinin yaygın olduğunu, ayrıca ökaryotların atasının, kulağa hoş gelmesede, bir barsak paraziti olan giardia benzeri bir canlı olduğu tezinin ağırlık kazandığı görülüyor.

Filogenetik Ağaç

Canlıların kökenine ve evrimine yönelik tüm araştırmalar, dolaylı veya dolaysız yoldan canlıların soy ağacında yapılan eklemeler, düzeltmeler ve ayrıntılandırılmalar olarak gerçekleşiyor. Tüm bu araştırmaların amaç ve kapsamının belirlenmesi de, araştırmaların sonucunda elde edilen verilerin doğru biçimde kaydedilip değerlendirilmesi de, canlıların en elverişli biçimde, bir soy ağacı üzerinde sınıflandırılmasına bağlıdır.

Dünya var olduğundan beri üzerinde milyarlarca canlı yaşam sürmüştür. Bugün de bazı tahminlere göre en az 30 milyon tür yaşamını sürdürüyor. Ancak, kimseden tüm canlıları teker teker sayıp sınıflandırması beklenemez. Bu yüzden, sınıflandırma ağacının ana hatlarının oluşturulmasında bile büyük güçlükler yaşanmıştır. 18. yüzyılda Linnaeus 10 000 canlıyı sınıflandırmıştı. Daha sonraları taksonomi adını alacak bir disipline ait olan bu sınıflandırma, organizmaları gözle görülebilir özellikleriyle ayırt ediyordu. Darwin’le birlikte bu bakış açısında değişim yaşandı. Artık, bazı biyologlar canlıları evrimsel geçmişlerini göz önünde bulunduran taksonomik yöntemlere başvurarak soy ağaçlarında, yani “filogenetik ağaçlarda” sınıflandırıyorlar. Linnaeus’unüne benzer taksonomi yöntemleri asıl olarak bilgi erişim sistemleri oluşturarak, bir tür kütüphane kataloğu ortaya koyuyordu. Filogenetik





Linnaeus organizmaları dış görünüşlerine göre sınıflandırmış. Carl Woese ise bilim tarihindeki yerini gen analizine dayalı soy ağacının mimarı olarak almıştır.

sınıflandırma ise, evrimsel ortaya çıkışın izini sürer. Bunun için karakterlerin ikelliğini, ileriliğini ya da hangisinin hangisinden türediğini araştırır. Bu evrimsel süreci araştırmada son yıllarda kullanılan bir yöntem ise ribozomal RNA ile ilgilidir.

Bir canlının genetik kayıtlarının incelenebiliyor oluşu esas olarak canlıların tümünde rastladığımız ribozomal RNA'ya (rRNA) borçlu olunan bir yöntemdir. Diğer genetik malzemeler değişkenlik gösterebilirken, rRNA'ya tüm canlılarda rastlanır ve bu da canlıların genetik bakımdan karşılaştırılabilmelerine olanak tanır. Hücrenin rRNA'sındaki farklılık içeren dizilişlerin sayısı kullanılarak, evrimsel uzaklık adı verilen bir nicelik hesaplanır. Bu yöntem ile, canlıların evrim sürecindeki görece konumları belirlenebileceği gibi, başka yoldan elde edilen verilerin de yardımına başvurularak canlının evrimsel yaşı oldukça isabetli biçimde hesaplanabilir. Elde edilen evrimsel uzaklık değeri, bir canlının filogenetik ağaç üzerinde bir diğer canlıya olan konumsal uzaklığıyla orantılıdır. Ağaçtaki yerleri belirlenecek organizma sayısı arttıkça baş edilmesi gereken sayısal matris de büyüdüğü için, çoğunlukla bu türden hesaplar güçlü bilgisayarlar üzerinde yapılır.

İzlenen yöntemlerin kusursuzluğu sayısız bağımsız uygulama sonucunda doruğa ulaşmış olsa da, ağaç üzerinde ifade edilen her dönemin içerdiği ayrıntı miktarı, ele geçirilebilen biyolojik bulguların niceliğiyle sınırlı kalıyor. Bunun en çarpıcı örneğini de, kaynak kitapların çoğunda evrim tarihinin ilk iki milyar yılının düz beyaz bir bantla geçirilmesi oluşturuyor. Bu dönemde yaşayan ve birçok kaynakta Urkaryot adı verilen bu canlılar hakkında söylenenler varsayımla-

ra dayanıyor. Bu en önemli sebebi de, iki milyar yıldan daha geriye baktığımızda elimizdeki fosil kayıtlarının yetersiz kalması. Şimdilerde değişmekte olan şey ise biyologların artık, fosil kayıtlarındaki yetersizlik karşısında teslim olmak yerine, yaşayan canlıların taşıdığı genlerde arkeolojik çalışmalara başlamaları. Bu karanlık dönemi

aydınlatma yolunda genleriyle büyük hizmetler sunan canlıların başında da gardia yer alıyor.

Yine de filogenetik ağacın, ökaryotların ilk formuna ilişkin bulanıklık dışında kalan kısmının tamamlanmış olduğu söylenebilir. Filogenetik ağaçtan daha önce oluşturulmuş olan sınıflandırmalardan en önemlisi, canlıları beş temel alem içinde ele alıyor. Bu alemler, monera, protista, fungi, bitkiler ve hayvanlar olarak sıralanabilir. Ancak bu sınıflandırma doğrudan doğruya canlıların evrimi konusundaki bilgilere dayanmıyor. Gen analizine dayanan sınıflandırma ise, canlıları üç ana aleme ayırıyor. Gözle görülen özelliklere sahip sınıflandırma sistemi bu arada hızla gözden düşüyor. Filogenetik sınıflandırmanın üç ana grubu olan arkaebakteriler, öbakteriler ve ökaryotlar hem işlevsellik, hem de doğruluk bakımından kaynak kitapların çoğunun akış biçimini oluşturuyor. Arkaebakteriler, ve öbakteriler prokaryotik canlılardır. Ancak bu iki gruba birlikte ökaryotların atası olan prokaryotlar, bu isimle anılan asıl canlı grubudur. Günümüzün biyoloji terminolojisinde "arkaebakteriler" ve "öbakteriler" terimlerinde görülen "bakteriler" tanımlaması işlevini yitirmiştir, ve hatta karışıklığa yol açmaktadır. Doğ-

rusu, alemleri ökarya, arkaea, ve bakteria olarak adlandırmak olacaktır. Ancak kaynak kitapların çoğu, yerleşik terminolojiye ters düşme amacıyla "bakteriler" tanımını arkae ve öbakteri alemlerinin sonunda kullanmaya devam ediyor.

Üç grubun da atası olan prokaryotlar, hücre zarı yerine hücre duvarıyla çevrilmiş, iskeletli yapısı, hücre çekirdeği ve diğer bağımsız organelleri olmayan görece ilkel canlılardı. Prokaryotlar, dünyanın yaklaşık 4.5 milyar yıl önce başlayan kimyasal olgunlaşma süreci içinde içinde türemişlerdi. Prokaryotların türediği ortam tam anlamıyla anaerobik (oksijensiz) nitelikteydi. Atmosferdeki oksijen miktarının ancak % 1'e ulaşması yaklaşık iki milyar yıl önce gerçekleşebilmiştir.

İlk Canlılar

İlk canlıların anaerobik ortamda türediklerini biliyoruz. Bugünkü yaşamın sürdüğü ortamın büyük kısmı oksijenli kara ortamı olduğu, ve insanoğlu da bu ortamın bir üyesi olduğu için, anaerobik yaşamın önemi gözden kaçabilir. Oysa anaerobik canlılar, yakından tanıdığımız gelişmiş, çok hücreli canlıları incelerken değerli açılımlar sunabilirler. 3-4 milyar yıl öncesinin anaerob canlılarının yaşadığı ortamda ancak iz miktarda oksijen vardı. Canlıların evriminde oksijenin rol oynamaya başlamasından çok önce, 500 milyon yıl boyunca, anaerobik canlıların hükümranlılığı sürmüştü. Bu sürecin ortalarında bir yerde, güneş enerjisini kullanarak fotosentez yapan bir prokaryot türü; siyanobakteriler türemişti. Bu olay, atmosferin siyanobakterilerin atık olarak ürettiği oksijenle dolması-



Avustralya'nın Shark Bay bölgesinde yer alan, siyanobakterilerin oluşturduğu yapılar ve yine Avustralyada bulunan ve yaklaşık 3.5 milyar yıl öncesine tarihlenen siyanobakteri fosili. Siyanobakteriler, fotosentez sonucunda saldıkları serbest oksijen ile, anaerobik prokaryotlardan aerobik ökaryotlara geçiş sürecinde temel dış etmen olarak önemli rol oynamışlardır.

na sebep olmuştur. Büyük olasılıkla, bugün soluduğumuz oksijen moleküllerinin bir kısmı da, yaklaşık iki milyar yıl önce, siyanobakteriler tarafından üretilmiştir.

Ortamdaki oksijen yoğunluğu, oksijeni kullanabilen, veya en azından tolere edebilen prokaryotların türemesine yol açtı. Oksijen, enerji metabolizmasında olağanüstü bir verimlilik artışı sağlamıştı. Prokaryotların bazıları oksijen kullanabiliyordusa da, ökaryotlar, oksijene bağımlı ana organizma türü olarak ortaya çıkmışlardı. Ökaryotlar, hücre zarı, hücre çekirdeği, bağımsız organeller gibi öğelerle donatılmış gelişmiş canlı türleridir. Bitkiler hayvanlar ve tanıdığımız çoğu diğer canlı türleri bu gruba dahildirler.

Yine de ökaryotların çoğu, insanoglu da dahil olmak üzere, hâlâ anaerobik atalarına ait bazı izler taşıyor. Örneğin, tüm ökaryotlar, oksijenin toksik etkilerini yok etmek için enzimler üretmek zorundadırlar. Bu da biyokimyanın serbest oksijenin varlığından önce "icat edildiği" izlenimini uyandırıyor. Ayrıca oksijene dayanmayan fotosentez sistemlerinin, oksijen kullanan sistemlerden mekanik bakımdan çok daha basit oluşu, oksijenli fotosentezin evrim tarihinin ileri bir aşamasında ortaya çıktığını gösteriyor.

Tek fotosentez biçimi, oksijenli olanı değil. Örneğin, elekt-

ron vericisi olarak su yerine hidrojen sülfürü kullanan fotosentez sistemleri, atık olarak oksijen yerine kükürt salarlar. Hatta, anaerobik bir canlı topluluğu bu yolla, yakıt olarak tek başına güneş enerjisini kullanabilir. Bu sistem, sülfürün bir aşamada elektron vericisi olarak kullanılırken, bir başkasında alıcı işlevi yüklenmesiyle, tam bir kapalı döngü içinde gerçekleşir. Bu yöntem, oksijenli fotosentez-solunum sistemi kadar verimli değilse de yapısal bakımdan çok daha basittir. Bu türden anaerobik topluluklar, dünyanın erken tarihini şekillendirmiş olabilir.

Anaerobik canlıların çoğu prokaryot olsa da, modern anaerobik ökaryotlar da mevcut. Bunlar, dünyanın en küçük hayvanları sayılan ve tek hücreli olan protistlerdir. Bu hayvanlar, aerobik bakterilerle simbiyotik yaşam sürerek, serbest oksijenin toksik etkilerinden kurtulurlar. Bu iddianın ispatına yönelik en önemli verilerin kaydedilişi oldukça yakın tarihtir. Yeni bir araştırmanın verilerine göre, *Strombidium purpureum* hayvancığı, içinde 200-700 bakteri bulundurur ve aerobik ortamdaki yaşamını bu ortaklık üzerine kurar.

Filogenetik ağaçtaki üç grup içinde ökaryotlar dışında kalanlardan birisi öbakterilerdir. Bunlar, yakından tanıdığımız ve gerçek anlamda bakteri adını verdiğimiz canlılardır. Arkaebakteriler ise yaygın olarak tanınmayan ve yaşadığımız ortamlarda pek sık rastlanmayan bir canlı türü. Arkaebakteriler, farkedilmelerini izleyen eden 15 yıl boyunca, sadece yaşanılması güç ortamları mesken tutan canlılar olarak kabul görmüşlerdi. Bu canlıların yaşadığı asitli sıcak su kaynağı veya yoğun tuz gölleri gibi ortamlar insanoglu için

pek "olağan" sayılmadığından ve arkaebakterilerin daha sıradan bölgelerde yoğun olarak yaşamadıkları düşünüldüğünden, küresel ekoloji içindeki önemleri göz ardı edilmişti. Ancak, üç yıl önce, yeni araştırma yöntemleri uygulandığında, arkaebakterilerin okyanuslarda şaşkıncı derecede yaygın oldukları ortaya çıktı. Antartika ve Alaska'daki soğuk yüzeysel sularındaki bir mikrometreden küçük planktonların yüzde otuz kadarını arkaebakteriler oluşturuyor ki, bu hiç de düşük bir oran değil.

Arkaebakteriler filogenetik ağaç üzerinde, prokaryot ataya daha yakın bir noktada dal oluşturmuştur. Dünya üzerindeki ilkel ortama benzer ortamlarda yaşamayı tercih eden arkaebakteriler gerçekten de prokaryot atalarından tüerken çok fazla değişiklik geçirmemiş olmalıdır. Arkaebakterilerin, prokaryotik atalarına yakınlık derecelerinin konu edildiği tartışmaların gözde canlısı eositlerdir. Bazı evrim kuramlarında, eositlerin oynadığı rolün önemine dair kestirimler ve bunlara yönelik deliller hızla artıyor. 1980'lerin sonlarında bir grup araştırmacı, arkaebakterilerin bir grubu olan eositlerin bağımsız bir dal olarak ökaryotlara daha yakın bir konuma yerleştirilmelerini teklif etti. Bu öneri, zamanın testinden başarıyla geçecek olursa, üç dallı olan filogenetik ağaç dördüncü bir dal olarak eositleri içerebilir.

Eositlerin "tan hücresi" anlamındaki adlarının altında yatan gözlem, bu canlıların ilkel dünya ortamındaki yoğun güneş radyasyonundan paylarını almamış görünmelerinden kaynaklanıyor. Bu canlıların rRNA'larındaki mutasyon miktarı diğer canlı gruplarındaki özdeş genlerdekenden çok daha düşük. Bu durum eositlerin diğer genleri için de geçerliyse, günümüzde volkanik etkinliğin yaşandığı bölgelerde yaşamını sürdüren eositlerin, evrensel ata organizmalarınkine benzer yapı sergiledikleri öne sürülebilir. Yine de bu bizim ilk ökaryotların neye benzediğine ilişkin sorumuzu yanıtlamaz.



- | | | | |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1. <i>Vasella lignitica</i> | 11. <i>Murchisonia</i> | 22. <i>Fossiliferella</i> | 34. <i>Sphaeridia</i> |
| 2. <i>Brancheionia</i> | 12. <i>Zetetes</i> | 23. <i>Burgessia</i> | 35. <i>Chelonic</i> |
| 3. <i>Opabinia</i> | 13. <i>Chonetes</i> | 24. <i>Leptocoelia</i> | 36. <i>Elphidia</i> |
| 4. <i>Amalthea</i> | 14. <i>Pirania</i> | 25. <i>Sano</i> | 37. <i>Mio</i> |
| 5. <i>Vasata</i> | 15. <i>Chama</i> | 26. <i>Oryza</i> | 38. <i>Chonetes</i> |
| 6. <i>Murchisonia</i> | 16. <i>Leptocoelia</i> | 27. <i>Lanthe</i> | 39. <i>Hallucigenia</i> |
| 7. <i>Ayscha</i> | 17. <i>Dinos</i> | 28. <i>Actinoptera</i> | 40. <i>Erythro</i> |
| 8. <i>Serolis</i> | 18. <i>Wuzhuo</i> | 29. <i>Tafelbergia</i> | 41. <i>Anomalocaris</i> |
| 9. <i>Nectocaris</i> | 19. <i>Nectocaris</i> | 30. <i>Peronopsis</i> | 42. <i>Loxocaris</i> |
| 10. <i>Pikaia</i> | 20. <i>Hyalocaris</i> | 31. <i>Solenites</i> | 43. <i>Solenites</i> |
| | 21. <i>Hyalocaris</i> | 32. <i>Archaeopteryx</i> | 44. <i>Compositus</i> |
| | | 33. <i>Archaeopteryx</i> | 45. <i>Murchisonia</i> |
| | | | 46. <i>Oryzopsis</i> |

İlk ökaryotların nüreyi, çok hücreli, karmaşık canlıların nüreyinin yelunu açmıştır. Bu geçiş dönemi yaklaşık 600 milyon yıl önce başlayıp 530 milyon yıl önce sona ermiş ve "Edikaran Fauna" adı verilen evrim dönemini oluşturmuştur. Ancak bu dönemin canlıları, evrim sürecine katkıları bakımından oldukça kısa ömürlü olmuş, çok hücreli canlı potansiyeli yaklaşık 530 milyon yıl önce yaşanan kambriyen dönemine geçmiştir.

Ökaryotların Türeyişi

Ökaryotik hücreler ve günümüzün aerobik prokaryotları anaerobik atalarından nasıl bir süreç içinde türemişlerdir? Karmaşık canlı organizmaların türeyişinde ökaryotların önemi büyük olduğu için, bu sorunun üzerinde durmak gerekiyor. İki farklı teori söz konusu. Bu teoriler, hatırı sayılır farklılıklar içeriyorlarsa da, apayrı ve bağımsız açıklamalar getirmiyorlar.

Sunulan iki mekanizmanın da rol aldığı bir senaryo kurgulanabilir.

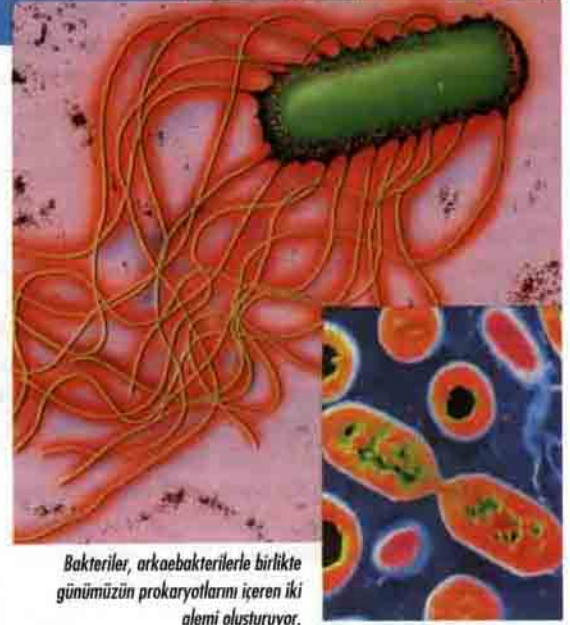
Birinci teori, atmosferdeki oksijen seviyesindeki önemli artışın, ökaryotların evrimindeki ana itici güç olduğu saptamasının çevresinde şekilleniyor. Oksijen miktarındaki çarpıcı artış, fotosentez yapabilen bakterilerin oluşmasıyla ortaya çıkmıştı. Bu bakteriler güneş ışığından elde ettikleri enerjiyle karbondioksiti şekerin üretiminde kullanabiliyorlardı. Bu da, etkin bir kimyasal yakıt olan ATP'nin üretilmesindeki ilk aşamayıydı. Fotosentez sürecinin en önemli yan ürünü ise serbest oksijendi. Yüksek zehirlilik ifade eden serbest oksijen, canlılar için tehdit oluşturmaya başlamıştı. Bunun üstesinden gelmek için oksijeni kullanarak tüketmek gerekiyordu.

Organizmaların, oksijenli yaşama görece hızlı bir biçimde uyum sağladıkları düşünülüyor. Bu teoriye göre,



organizmalar küçük aerobik organizmaları bünyelerine almışlardı. Bu küçük organizmaların mitokondri organelinin atası olduğu düşünülüyor. Mitokondri hem kendisi hem de konakladığı hücre için oksijeni ATP enerjisine dönüştürüyordu. Böylece, büyük hücre oksijeni tolere edebilmekteydi. Buna karşılık o da mitokondri için protein sentezliyordu.

Günümüz hücrelerindeki mitokondri organeli işte bu bakteri benzeri atadan türemiştir. Mitokondriye hem hayvan ve bitki hücrelerinde, hem de bitkilerin kloroplastlarında rastlanır. İddianın en önemli kanıtı da, mitokondrinin kendi DNA'sına sahip oluşu ve hücre bölünmesinde bağımsız bir biçimde kendini kopyalaması olarak gösteriliyor. Aynı simbiyotik ilişki-



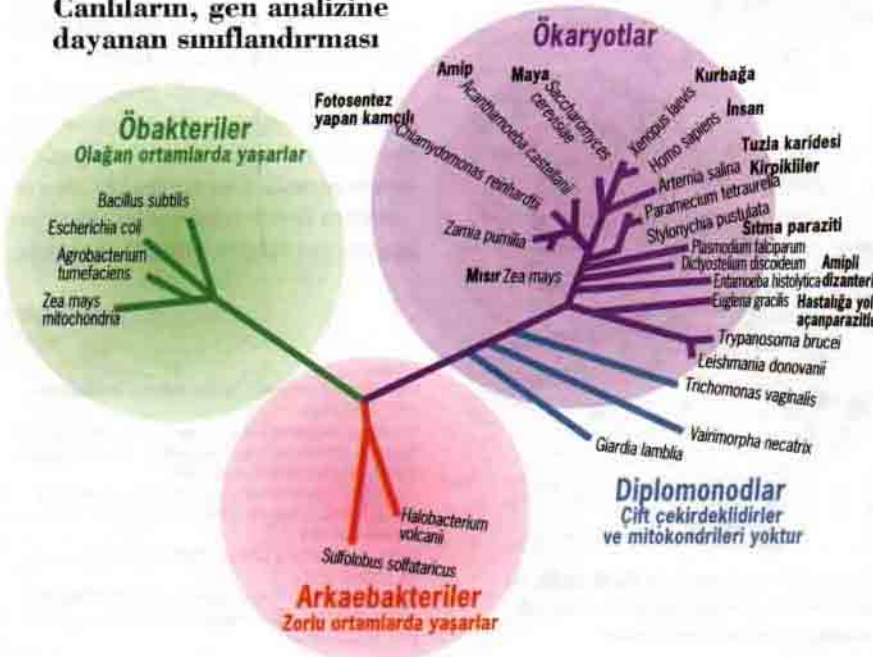
Bakteriler, arkaebakterilerle birlikte günümüzün prokaryotlarını içeren iki alemleri oluşturuyor.

nin bazı ökaryotlarda görülen kamçı (flagellum) için de geçerli olduğu söyleniyor. Bu iddiaya göre, kamçı da bir zamanlar bağımsız bir tek hücreliyken, büyük hücrelerle ortaklaşa yaşama girerek bugüne kadar gelebilmiştir.

Bir diğer teori ise, ökaryotlarda görülen hücre çekirdeği ve endoplazmik retikulum ya da golgi cisimciği gibi zarla çevrili organellerin ve hücre zarının oluşumu üzerinde şekilleniyor. (Hücre ve çekirdek zarının varlığı, ökaryotların ayırt edilebilmesinde en önemli kriterdir.)

Bu teoriye göre, prokaryotların ökaryotlara dönüşmesine, çoğu bakterideki hücre duvarının yapı malzemesi olan muramik asitin üretilebilme yeteneğinin ortadan kalkması yol açmıştır. Hücre duvarını kaybeden organizma, dış saldırılara açık hale gelir ve içerdiği maddeleri kaybetme riskiyle karşılaşır. Muramik asit üretiminin durması bir yol ayrımı yaratmıştır. Şimdi arkaebakteriler adı verilen bir grup prokaryot, muramik asit içermeyen yeni bir tür hücre duvarı geliştirir. Yeni bir tür hücre duvarı geliştirmeyen organizmalar ise iskeletli bir yapı oluştururlar.

Canlıların, gen analizine dayanan sınıflandırması



Hücrenin bütünlüğü bu iskeletsi yapıyla korunduğu için hücrenin akışkan bir zarla kaplanması olası hale gelir. Akışkan zar, ökaryotların evriminde çığır açar. Keza, çevredeki maddeler artık zar üzerinde oluşturulan ceplerden kolayca içeri alınabilirler. Aynı biçimde atık maddeler de dışarı atılabilecektir. Akışkan zarın getirdiği bir başka yenilik ise, diğer hücrelerle iletişim kurabilme yeteneğidir. Bu yetenek zamanla karmaşık, çok hücreli organizmaların türeyebilmesinin başlangıcı olmuştur.

İlk teorisinin iki sonucu anılmalıdır. Birincisi, prokaryotlardan ökaryotlara geçişin oldukça hızlı gerçekleşmiş olmasının gerekliliğidir. İkincil olarak ise, ilk ökaryotların aerobik canlılar olması gerektiğinden söz edilebilir. Oysa, anaerobik ökaryotlara bugün de rastlanmaktadır. Bu duruma birinci teorisinin getirdiği açıklama, bazı hücrelerin evrimin ileri aşamalarında mitokondrilerini kaybetmiş olmaları olasılığıyla dile getiriliyor. İkinci teoriye göre ise ilk ökaryotlar anaerobik olmalıdır.

Fosil kayıtları ikinci teoriyi destekler görünüyor. Prokaryotik hücreler 3.5, 4 milyar yıldır mev-

cutlar. Ökaryotik hücreler ise 1.4, 1.5 milyar yıl önce ortaya çıkmışlardır. Elde edilebilen en eski mitokondriyel ökaryot fosili ise ancak 850 milyon yıl öncesine tarihlendiriliyor.

Eksik Halka

Ökaryotların türeyişinde prokaryotların muramik asit sentezleme yeteneklerinin ortadan kalkmasını ana etmen olarak ele alan evrim teorisinin geçerlik derecesinin pekiştirilebilmesi için ilkel bir anaerobik ökaryot eksik halkayı tamamlayabilir. Aranılan canlı için en ideal aday *Giardia lamblia* oluşturuyor.

Yeni fosil bulgularının en önemlilerinden biri, 1992 yılında Michigan'da bilinen en eski ökaryotlara, 2.1 milyar yıl öncesine tarihlenen kayalar üzerinde fosilleşmiş alg hücrelerine ait verilerdir. Algler, ökaryot ağacının üst dallarında yer aldığına göre, giardia'ya da içeren tüm alt dallar, daha önceden var olmuş olmalıdır.

Giardia, insanlar da dahil olmak üzere birçok canlıda enfeksiyona yol açabilen bir bağırsak paraziti. Yaygın rastlanabilirliği ve ciddi enfeksiyonlara yolaçabilme

potansiyeli yüzünden giardia, tıp bilimince yoğun olarak ele alınıyor.

*Giardia*yla ilgili en önemli gözlem, bir mitokondriden yoksun oluşudur. Ancak, yapılan deneylerde giardia'nın hücre zarının, mitokondri büyüklüğünde cisimleri hücrenin içine geçirebildiği gözlenmiştir. Bu durumda, giardia'nın sonradan bir mitokondri edinenerek, aerobik hale gelebilecek ideal bir ökaryot olduğu anlaşılıyor. Keza, giardia'nın rRNA'sındaki genetik kod incelendiğinde, prokaryot atasına umulmadık derecede yakın olduğu ortaya çıkmıştır.

Giardia'yı öne çıkaran bir başka önemli özelliği ise, bu canlının bir yerine iki hücre çekirdeğine sahip oluşudur. İki hücre çekirdeğine sahip başka ökaryotlara da rastlanabilirse de, bütünüyle özdeş iki hücre çekirdeği giardia'ya, veya yakın akrabalarıyla oluşturduğu "diplomonadlar" grubuna özgüdür. *Giardia*'nın DNA'ları haploid yapıdadır. Yani tekil kromozomlar oluştururlar. Oysa, insan hücreleri dahil, yaygın ökaryotlar diploid yapıdadır; yani kromozomları çiftlidir. İki haploid hücre çekirdeğinin avantajlı yönü, olumlu değişikliklerden yararlanırken eski halini koruyabilme özelliğidir. *Giardia*'nın iki DNA'sı birbirine yakın yapıdadır ama özdeş değildir. İki DNA ayrı mutasyonlara uğrayacağından, doğal seleksiyon sürecinde canlının yeni olumlu özellikleri kazanırken eski yeteneklerini de koruması ve etkin bir evrim geçirmesi olanaklı oluyor. Bu iki haploid hücre çekirdekli yapı, modern diploid hücre çekirdekli ökaryotik canlıların atası olabilir.

Filogenetik ağaçtaki gedğin doldurulmasına ilişkin çalışmalar ve tüm ökaryotların ortak atasının günümüzün barsak paraziti, *Giardia lamblia* olup olmadığına ilişkin araştırmalar yakın gelecekte meyvelerini vereceğe benziyor.

Özgür Kurtuluş



Tek hücreli bir barsak paraziti olan *Giardia Lamblia*, ata prokaryotlardan ökaryotlara geçişte rol üstlenen canlı türünün yapısı hakkında ipuçları sunuyor.

Kaynaklar:
Brock, Thomas D & Michael T. Madigan. Biology of Microorganisms, 1991, Prentice Hall.
Day, Stephen. Hot Bacteria & Other Ancestors, New Scientist, 9 April 1994.
Fenchel, Tom & Blanda J. Finlay. The Evolution of Life without Oxygen, American Scientist, January-February 1994.
Fenchel, Tom & Catharina Bernard. A Purple Protist, Nature, 25 March 1993.
Kabnick, Karen S. & Debra A. Peattie. Giardia, American Scientist, January-February 1991.
Margulis, Lynn & Ricardo Guerrero. Kingdoms in Turmoil, New Scientist, 23 March 1991.
Olsen, Gary S. Archaea, Archaea, everywhere, Nature, 20 October 1994.
Starr, Cecie & Ralph Taggart. Biology, The Unity and Diversity of Life, 1981, Wadsworth Publ.