

TÜRLERİN YOK OLUŞU

Yaklaşık 251 milyon yıl önce, jeolojik açıdan bir göz kırpmasına karşılık gelen bir sürede, deniz canlılarının % 95'i, karada yaşayanların da % 85'i yeryüzünden silindi. Dünyanın karşılaştığı bu en büyük kitlesel soy tükeniş aynı zamanda Permiyen Devri'nin de sonu oldu. Yaşamın yeniden normale dönmesi için aradan 10 milyon yıl geçmesi gerekti. Bu büyük felaket genellikle "yaşamın neredeyse sona erdiği olay" olarak anılsa da bu aslında pek doğru sayılmaz. Yeryüzündeki en eski ve en başarılı yaşam biçimleri -bakteriler ve arkeler- hemen hemen hiçbir zarar görmeden varlıklarını sürdürmüştür. Permiyen Devri'ndeki bu yok oluş daha çok yaşamın tümüyle normale dönüşü şeklinde görülebilir -yeryüzündeki egemenliğini 3 milyar yıldan çok sürdürmüş olan biyolojik koşulların yeniden yapılanması sonucunda. Yeni yeni anlaşılıyor ki mikroplar yalnızca hayatta kalmayı başarmamış aynı zamanda bazı kitlesel soy tükenişlerinde başrolü de oynamış.

Permiyen Devri'ne yönelik bu yeni bakış açısı kemik, diş ve kabuk fosille-

ri üzerindeki çalışmalardan değil, milyarlarca yıl boyunca kayaların içine hapsolan biyokimyasal maddelerin incelenmesi sonucunda doğdu. Bilimin yeni gelişen bu dalına biyoişaret analizi ya da kimyasal paleontoloji deniyor. Giderek artan önemi sayesinde klasik paleontolojinin temellerini sarsan bu bilim dalı, yeryüzündeki yaşamın tarihine ilişkin yepyeni bir bakış açısı sunuyor. Artık ilk çok hücreli canlıların tam olarak ne zaman ortaya çıktığını biliyoruz ve onların başına bela olan kitlesel soy tükenişlere ilişkin de kuşatıcı bir bakış açısı geliştirdik.

Biyoişaret araştırmalarının kökü petrol arama çalışmalarında yatıyor. Paleontologlar kendilerini yok olan türlerin keşfine ve tanımlanmasına adanmışken, jeologlar da o sırada tortul kayaları parçalayıp nerede petrol aramaları gerektiğini gösterecek organik moleküllerin peşindeydiler. Dünyanın her yanındaki tortul kayaların içinde organik maddeler açısından zengin, çok değerli sıvı kalıntılarıyla karşılaşıyorlardı. Sonunda organik malzeme açısından yoksul sayılabilecek tortul kayalardaki

-ki bunlardan bazıları 3 milyar yaşından da yaşlı, dünyanın en eski kayalarından - çok az sıvıyı bile ayrıştırmanın yolunu buldular. Bu sıvıların büyük bir bölümü etan gazı gibi petrojeologların pek de yabancı olmadığı hidrokarbonlardan oluşuyordu. Ama aralarında uzun zincir yapılı polikistik moleküllerin de bulunduğu bazı bilinmeyen öğeler de vardı. Peki, bunlar nereden geliyordu?

Bunu yanıtını da canlı organizmalar üzerinde çalışan biyokimyacılar verdi. Yeraltına gömülen bazı biyolojik moleküllerin -özellikle de hücre zarını ve bazı başka yapıları oluşturan yağların- tortul kayaların yeraltında maruz kaldıklarına benzer ısınma, soğuma ve basıncın etkisi altında kalınca çok kararlı, organik bileşiklere ayrıştığını keşfettiler. Bunlar öylesine kararlıydılar ki bazıları milyarlarca yıl boyunca en küçük bir değişime bile uğramadan kalabilmişti. Bir başka önemli konu da birçok organik molekülün tersine bunların, bilinen herhangi bir inorganik süreçte oluşmamasıydı. Dahası, bu bileşiklerden bazılarının yalnızca bazı canlı grup-



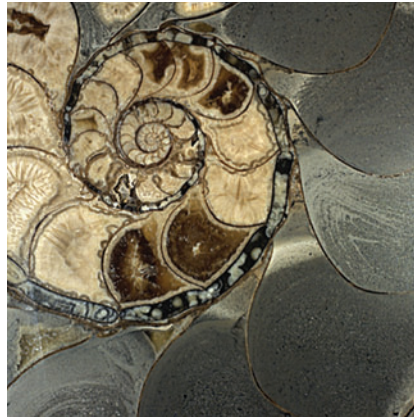
larında bulunduğu anlaşıldı. Bu molekül sınıfları günümüzde yalnızca belli mikrop, bitki ve hayvan gruplarıyla ilişkilidir. Bunlara biyoişaret denmeye başlandı. Örneğin, kısa bir süre önce C28'den C32'ye kadar olan polienoik yağ asitlerinin yalnızca süngerlere özgü biyoişaretler olduğu keşfedildi.

Bu "molekül fosilleri"nin keşfi, geride hiç fosil bırakmayan canlıların bile artık tanımlanabileceği anlamına geliyor. Şimdi biyoişaretlerden beklenen şey en büyük gizemlerden birini, karmaşık yaşamın kökeninin nereden geldiğini aydınlatmak. Yeryüzündeki organizmalar birbirinden çok farklı iki türe ayrılır: Bakterilerin ve arkelerin içinde bulunduğu basit prokaryotlar ve çok daha karmaşık yapıdaki ökaryotlar. Bu ikisi arasındaki temel fark, ökaryotların hücre zarları içinde öteki organellerle birlikte bir çekirdeğinin olmasıdır. Ökaryot hücreleri daha büyüktür ve birleşerek çok hücreli yaşamın ortaya çıkmasına olanak tanımışlardır. Peki, ökaryotlar ne zaman ortaya çıkmıştır?

Fosil kayıtları bu noktada bize yardımcı olmuyor. Fosilleşmiş bir hücreli

canlılar, özellikle de prokaryotlar, ilk olarak 3,5 milyar yıl önce ortaya çıkmıştır. Ama fosillerden yola çıkarak ökaryot türü hücrelerin ne zaman ortaya çıktığını söylemek olanaksızdır. İlk ökaryot büyük bir olasılıkla bir hücreli bir organizmaydı. Ama birçoğu bir arada fosileşerek kireçtaşı oluşturan bir hücreli bitkisel ökaryotların tersine, mikroskopik bir iskeleti de yoktu.

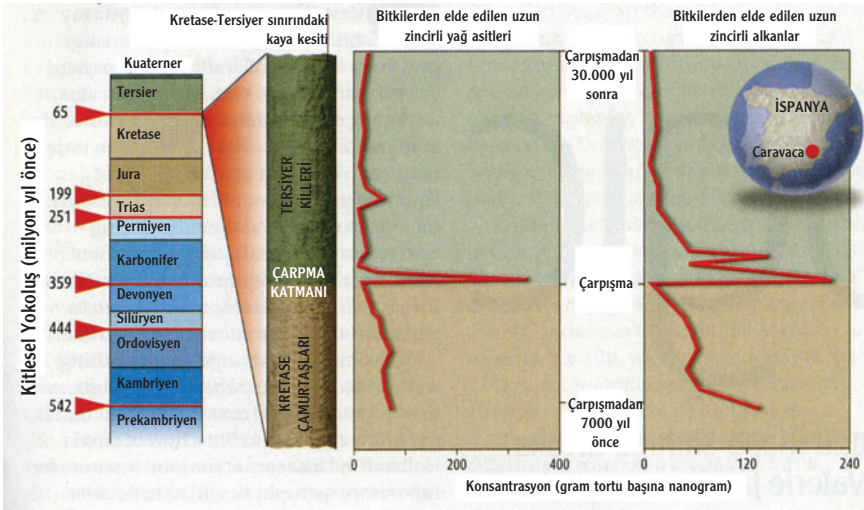
1990'lı yılların sonunda, Canberra'daki Avustralya Jeolojik Araştırmalar Merkezi'nden Roger Summons ve Sydney Üniversitesi'nden Roger Buick



Avustralya'nın çok eski tortul kayalarında steran -ökaryotların varlığının kanıtları- denen biyoişaretleri araştırmaya başladılar. Kayalarda en eskisi 2,7 milyar yıl öncesine uzanan biyoişaretler buldular. Böylece ökaryotların aynı tarihlerde ortaya çıktığı anlaşıldı.

Summons ve Buick biyoişaretlerin de zamanla değiştiğini gözledi. Ökaryat staranların ilk örnekleri ne çok boldu ne de çok çeşitliydi. Tersine kayalar daha çok bakteri ve arkelerin varlığına gösteren I-isoprenoid adlı biyoişaretlerle doluydu. Yaklaşık 800 milyon yıl önce biyoişaretleyici profili değişti. Bir zamanlar yanlış olarak mavi-yeşil alg denen siyanobakterilerin varlığının kanıtları olan hopenlar egemen oldu.

Siyanobakteriler, stromatolitlerin temel yapıtaşıdır. Tabaka tabaka bakteri ve tortulardan oluşan stromatolitler, çok hücreli yaşamın ortaya çıkmasından önce yeryüzündeki en karmaşık yaşam biçimleriydi. Ökaryot steranları bu dönem boyunca da çok bol ve çeşitliydi. Ayrıca hem kırmızı ve yeşil alglere hem de amip gibi büyük, bir hücreli protozalara ait çok sayıda biyoişaret



de vardı. Bunların hepsi suyunu ve deniz marulu gibi büyük, bitki benzeri alglerin ortaya çıktığını ama ilk hayvanların atalarının hâlâ bir hücreli aşamasında olduğunu gösteriyor.

Hayvan gruplarının büyük bölümünün ortaya çıktığı, yaklaşık 542 milyon yıl önceki Kambriyen patlamasının ardından biyoişaret profili bir kez daha değişti. İlk kez hayvanlarla ilişkilendirilebilecek biyoişaretlerin zengin ve karmaşık kayıtları bulunmaya başlandı. Yeni yeni ortaya çıkan hayvanlar, stromatolitleri kelimenin tam anlamıyla soylarını kurutana kadar yedi.

Biyoişaretler bir yandan da paleontologları uzun zamandır uğraştıran kitlesel soy tükenişlere ilişkin önemli katkılar sağlıyor. Kitlesel soy tükenişlere yönelik ilk çağdaş çalışmaları, her ikisi de Kaliforniya'daki Berkeley Üniversitesi'nde çalışan Louis Alvarez ve oğlu Walter başlatmıştır. Baba-oğul 1980'de dinazorları öldüren kitlesel soy tükenişin -K/T soy tükenişi olarak bilinir-nedeninin bir asteroit çarpması olduğunu öne sürmüştür. Bu olağandışı sav doğal olarak olağandışı kanıtlar gerektiriyordu. Na var ki eldeki fosil kayıtları birçok belirsizlik içeriyordu. Eğer böyle bir asteroit çarpması gerçekten olduysa, hiç kuşkusuz buna eşzamanlı ve ani bir soy tükenişin de eşlik etmesi kaçınılmazdı. Öte yandan eldeki fosil kayıtları büyük boyutlu ani bir soy tükenişten çok, aşamalı bir soy tükeniş olduğunu söylüyordu.

1982'de Kaliforniya Üniversitesi'nden Phil Signor ve Jere Lipps, ender türlerin örneklerini toplamanın zorlukları yüzünden fosil kayıtlarının ani bir kitlesel soy tükenişi bile sanki aşama aşama olmuş gibi gösterebileceğini

ortaya koydu. Ama yine de birçok paleontolog aşamalı soy tükeniş kuramına sadık kaldı. Dünya'ya bir asteroit çarptığı hipotezi ancak 1990'da, Meksika'da Yukatan'daki Chicxulub kraterinin bulunmasından sonra yaygın kabul görebildi.

Sonra paleontologlar çok zahmetli bilimsel araştırmaların sonucunda amonitlerin ve deniz omurgasızlarının da dinozorlarla hemen hemen aynı zamanda yeryüzünden silindiğini kanıtladı. Bütün bunlara karşın fosil kayıtlarının, jeoloji ve biyolojinin birçok önemli sorusunu çözmede kullanılamayacak kadar güvenilir olmadığı görüşü egemenliğini sürdürdü.

K/T tartışmasından sonra kitlesel soy tükenişlere ilişkin çalışmalar popüler oldu ve paleontologlar "büyük beşlinin" öteki üyeleri -Ordovisiyen, Devoniyen, Permiyen ve Triyas devirlerindeki kitlesel soy tükenişler- üzerine de kafa yormaya başladı. Bu konuda egemen yeni görüş kitlesel soy tükenişle-



rin büyük ve ani etkiler sonucu olduğu yönündeydi. Ama oluş zamanı ve türlerin soy tükenişinin doğasına yönelik araştırmalar yine de belirsizliğini korudu. Belirsizliğin giderilmesi için yeni araçlara gerek duyulurken biyoişaretler ortaya çıktı.

2005'te Japonya'daki Aichi Tıp Fakültesi'nden Tetsuya Arinobu'nun liderliğini yaptığı bir ekip, en ünlü K/T kazı alanlarından biri olan İspanya'daki Caravaca beyaz kireçtaşı alanına yönelik yeni bir bakış açısı getirdi. Ekip Kretase ve Tersiyer katmanlarının sınırında kaya örnekleri toplarken ani soy tükeniş kuramıyla uyum gösteren bir keşif yaptı: K/T sınırının hemen üstünde aralarında çalıkların ve ağaçların da bulunduğu kara bitkilerine ilişkin biyoişaretler açısından çok zengin, ince bir katman buldular. Bu keşif, ölü bitkilerin kısa süren bir tufanın sonucunda denizlere sürüklendiğini ortaya koydu. Bu da bütün ormanların birden ortadan yok olduğu düşüncesiyle uyumluydu. O günden bu yana benzer biyoişaret kanıtları hem Japonya'da hem de başka yerlerdeki K/T alanlarında bulunuyor. Örneğin, Hokkaido'da yapılan bir araştırma, kara bitkilerinin niceliğinde K/T olayından sonraki 7000 yıl içinde büyük bir düşüş yaşandığını ortaya koydu. Bu çalışmalar kitlesel soy tükeniş araştırmalarında biyoişaretlerin kullanımına yönelik atılan ilk adımlardı. Gelinek noktada, K/T asteroit hipotezi daha başka birçok kanıtla desteklendi.

Peki ama ya öteki kitlesel soy tükenişler neden oldu?

Çok geçmeden araştırmacılar kitlesel soy tükenişlerin en büyüğünün yaşandığı geç Permiyen Devrin'den kalma kayalardan organik sıvıları çıkarmaya başladı. Bir zamanlar bu dev kitlesel soy tükenişin de tıpkı K/T olayı gibi bir çarpmanın sonucunda olduğu sanılıyordu. Ancak biyoişaret araştırmaları pek de öyle olmadığını ortaya koydu. Artık Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (MIT) çalışan Summons, Avustralya'nın Perth kentindeki Curtin Teknoloji Üniversitesi'nden jeokimyacı Kliti Grice ile 2005'te ortak çalışmaya başladı. Çin ve Batı Avustralya'daki tor-

tul kayalardan aldıkları örneklerin üzerinde yoğunlaşan ikili izorenieraten olarak bilinen ilginç bir organik biyoişaret saptadı. Bu molekülün günümüzdeki örnekleri yalnızca çok özel iki mikrop grubunun –yeşil ve mor kükürt bakterisinin– hücre duvarlarında bulunuyor. Bu garip mikroplar yaşamlarını fotosentezle sürdürse de oksijenli ortamda yaşayamıyor ve fotosentez yapan birçok organizmanın tersine elektronları sudan elde etmiyor. Bunun yerine “çürük yumurta gazı” olarak da bilinen, hayvan ve bitkiler için son derece zehirli hidrojen sülfidi kullanıyorlar. Summons ve Grice bu mikropların varlığının, ışığın sızabildiği kadar derin ve böylece fotosenteze olanak tanıyan sığ bir okyanusa işaret ettiğini ama bu okyanusun oksijenden tümüyle yoksun olduğunu ortaya koydu. Bunun yerine hidrojen sülfide doymuş bir ortam söz konusuydu. Öyle anlaşılıyor ki geç Permiyen Devri’ndeki denizler öldürücü bir zehirle doluydu.

Ekip bugüne kadar dünyanın değişik bölgelerinde geç Permiyen Devri’nden kalma birçok kazı alanında kükürt bakterisi biyoişaretinin izine rastladı. Bu da hidrojen sülfidli okyanusların o dönemde dünyanın her yanında olduğunu gösteriyor. 2005’te Summons, Grice ve daha başkaları biyoişaret kanıtlarından yola çıkarak hazırladıkları çok etkili bir ortak bildiri Permiyen Devri’ndeki kitlesel soy tükenişin nedeninin asteroit çarpması değil, kitlesel zehirlenmeler olduğunu öne sürdü (Science, vol. 307, p. 706).

Bioişaretler o günden sonra kitlesel soy tükenişlere ilişkin yepyeni bir hipotezi –hidrojen sülfid kaynaklı ölüm– destekleyen temel kanıt oldu. Buna göre oksijenden tümüyle yoksun okyanuslarda hidrojen sülfid o kadar çok üretildi ki bu gaz bir süre sonra atmosfere yayıldı. Sonra da hayvanları ve bitkileri zehirlenmekle kalmadı Dünya’yı güneşin zararlı morötesi ışınlarından koruyan ozon tabakasında bile hasara yol açtı.

Durgun Denizler

Hidrojen sülfid durgun, oksijenden yoksun sularda yaşayan bakterilerce üretilmiştir. Bu bakteriler tortul kayalarda herhangi bir iz bırakmamıştır –onların varlığını gösteren, bilinen hiç-

bir biyoişaret yoktur– ama bugün yaşamak için hidrojen sülfite gereksinim duyan çok sayıdaki mor ve yeşil kükürt bakterisinden yola çıkarak o dönemde var oldukları ileri sürülebilir.

Peki, durgun okyanuslar nasıl oldu da ortaya çıktı? Bunun en büyük sorumlusu küresel ısınmaydı. Bu küresel ısınmaya, bilinen en büyük ve en uzun süren yanardağ patlamalarından biri olan ‘Sibirya Basamakları bazalt taşkınları’ sırasında ortaya çıkan korkunç miktardaki sera gazı yol açtı. Tıpkı günümüzün sera gazlı dünyasında olduğu gibi yüksek enlemlerde sıcaklık hızla arttı ve böylece kutuplarla dönenceler arasındaki sıcaklık farkı azaldı. Ok-



yanuslardaki oksijeni bu sıcaklık farkından doğan okyanus akıntıları ve hava akımları sağlar. Geç Permiyen Devri’nin sıcak dünyasında yüksek enlemlerdeki sıcaklık düzeyi ekvatordakinden pek de farklı değildi. Akıntılar ve hava akımları durma noktasına geldi ve bunun sonucunda da okyanuslar durgun sulara dönüştü. Böylece oksijensiz solunum yapan bakterilerin ürettiği öldürücü hidrojen sülfid gazı da çok büyük miktarlarda birikmeye başladı.

Artık hidrojen sülfitle ilişkilendirilen, yalnızca Permiyen Devri’ndeki kitlesel soy tükeniş değil. İzorenieraten biyoişaretinin izine Devoniyen ve Triyas kitlesel soy tükeniş dönemlerinden kalan kayalarda da rastlandı. Bir asteroit çarpmasıyla oluşan tek kitlesel soy tükeniş de sanki K/T olayıymış gibi görünmeye başladı.

Kitlesel soy tükenişlerin nedenleri söz konusu olduğunda artık mikroplar ön plana çıkmış durumda. Çin’deki Meishan’dan çıkarılan Triyas Devri kayalarında stromatolit yapan siyanobakterilerin varlığını gösteren kanıtlar (2-metilofan molekülleri) bulunmuştur. Dünyanın değişik bölgelerinden alınan ve Permiyen Devri’ndeki kitlesel soy tükenişi gösteren tortularda birtakım mikropların varlığını işaret eden çok çeşitli mercan resifi fosiline (tıpkı stromatolitler gibi üst üste yığılan biyo-filmlerin ve tortuların oluşturduğu yapılar) rastlanmıştır.

Daha çarpıcı bir örnek Batı Avustralya’daki Canning Havzası’nda bulundu. Buradaki geç Devoniyen Devri’nden kalma fosilleşmiş mercan resiflerinin üstü tümüyle mikrobik tortulardan oluşan resiflerce örtülüydü. Devoniyen kitlesel soy tükenişi, mikropların dünyanın ekosistemini bir milyon yıl ya da daha uzun bir süreyle hayvanların elinden almasına bir başka örnekti.

Bioişaret kanıtları kitlesel soy tükenişlere yönelik yepyeni ve şaşırtıcı bir bakış açısına büyük katkı sağladı. Bu bakış açısına göre “dünyanın gerçek yerlisi” olan bakteriler ve arkeler ile çok daha sonra ortaya çıkan hayvanlar ve bitkilerin arasında bir üstünlük kurma savaşı var ve biz de aslında bu savaşta yer alan bilinçsiz savaşçılarız. Prekambriyen Devri boyunca (yaklaşık 3 milyar yıl) gezegenimiz tümüyle mikropların egemenliği altındaydı. Daha karmaşık yapılarıdaki hayvan ve bitkilerin ortaya çıkması bu durumu tersine çevirdi. Ama periyodik olarak kitlesel soy tükenişlerin hemen ardından bu durum yine değişiyor. Daha da ilginç, bakteriler bu gelişmelerden çıkar sağlayan masum canlılar değil, onlar bu olayların başlıca sorumlusu.

Birkaç yıl önce, K/T olayı, kitlesel soy tükenişlere Dünya’ya çarpan asteroitlerin yol açtığı savının yaygın kabul görmesini sağlıyordu. Görünen o ki sarı bir kez daha yön değiştirdi. Yalnızca K/T kitlesel soy tükenişi böyle bir çarpmanın sonucunda oldu; ötekilerse mikropların düşmanca istilası sonucunda yaşandı. Permiyen Devri’nin sonunda mikroplar az kalsın yeryüzünü tümüyle ele geçiriyordu. Gün gelecek bunu bir kez daha deneyeceklerdir.

Ward P., Precambrian Strikes Back, New Scientist 9 Şubat 2008
Çeviri: Cumhuriyet Öztürk