

Hayvanların Soyu Neden Tükenir?



Tek bir göktaşı milyonlarca dinozoru nasıl yok edebildi? 600 milyon yılda neden milyonlarca tür kayboldu? Kaos kuramı ve fraktal geometriye dayanan yeni bir model bu sorulara yanıt vermektedir. Böyle bir model, uzun süre sır olarak kalmış bir olayı anlatabilir

ALTMİŞBEŞ MİLYON yıl önce dünyaya düşen dev bir göktaşının dinozorların yaşamına son verdiği düşünülüyor. Peki ama evrim boyunca milyarlarca diğer tür, görünürde bir neden olmadan geri dönmek üzere, neden yok olup gitti? Evrimin bu bilmeceyi, kaos (karmaşa) kuramı üzerine kurulmuş yeni bir matematik dalı tarafından beklenmedik bir biçimde çözüldü.

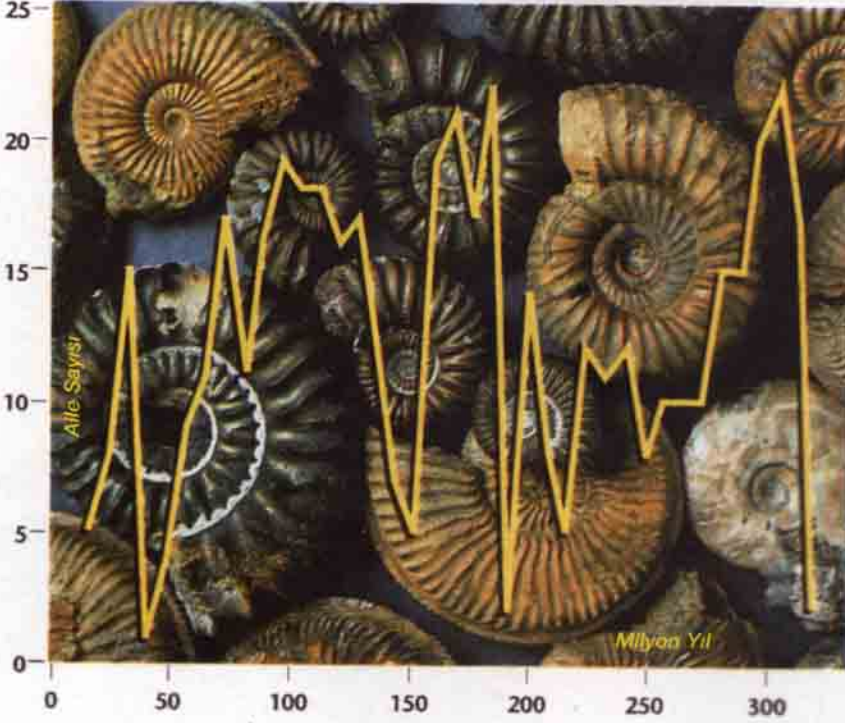
Bilimin de bir "star sistemi" vardır; bu sistemde de yıldızlar ve ikinci sınıf roller bulunur. Kuşkusuz 65 milyon yıl önce dinozorların soyunun tükenmesi, evrimin büyük sırlarının başında gel-

mektedir; fakat evrim sırları arasında çözümü en zor problemin bu olduğunu söyleyemeyiz. Çünkü Dünya üzerinde hayat 3,5 milyar yıldır mevcuttur ve bunun ancak son 600 milyon yılı "yeni" sayılmaktadır. Geçen 3,5 milyar yılda sayısız tür silinip gitmiştir. Bu yokoluşlar bazen çok hızlı bazen de inanılmayacak kadar yavaş olmuştur. Milyarlarca tür (tahminen 5-50 milyar) evrimin yokedicisi uçurumlarında unutulup gitmiştir. Bu uçurumlarda yalnız yokolan hayvanlar değil, onların büyük sırrı da yatmaktadır.

Nature dergisinin 21 Ağustos 1997'de yayımlanan alışılmışın dışında bir makale, dinozorların yokoluşu-

nu gölgede bırakacak derecede, sayısız tükenişlerinin nedenleri üzerinde durmaktadır. Bu makaledeki yenilik, tükenişi üzerinde sayısız yeni varsayımlardan biri oluşundan gelmemektedir. Böyle varsayımlar hiç eksik olmamıştır; büyük volkan patlamaları, Dünya'ya çarpan dev göktaşları, Dünya'yı silip süpüren salgın hastalıklar vb. Bu defaki yenilik, matematik ve fizikten gelmektedir. Makalenin adı "kendi kendini düzenleyen (oto-organize)-kritik sistemler kuramı"dır; bu, "karmaşıklık (kompleksite) kuramından" doğmuş dallardan biridir.

Makalenin dört yazarı biyolog ve fizikçi İspanyol R. Solé, fizikçi S.



Bundan 300 milyon yıl önce belirip, 70 milyon yıl önce kaybolan ammoitlerin aile sayısındaki değişimler incelendiğinde, araştırmacılar "kendikendini düzenleyen bir sistem" buldular. Bu sistemin eğrisi buna benzer bir sistem olan borsadaki dalgalanmaların eğrisine benzemektedir.

Manrubia, İngiliz taşıl bilimci M. Benton ve Danimarkalı fizikçi Pre Bak'dır. Bu yazarlar türlerin tükenmesinin kum yığınlarında oluşan çığ olayına benzer bir sürecin sonucu olduğunu ileri sürdüler ve düşüncelerini denklemlerle desteklediler.

Kum Çığı

Her çocuk bilir ki bir kum yığını dengesiz ve her an yıkılabilir bir şeydir; bir kum yığına birazcık kum dökün, yığın garip bir şekilde büyür.

Daha teknik terimlerle söylersek, böyle bir yığın büyümeye birbirine izleyen küçük veya büyük çığlarla olur. Başlangıçta eklenen kum taneleri kayar; daha sonra bu tanecikleri eğimi daha artan kum tepesi eteklerinde birikirler. Öyle kritik bir an gelir ki, çok az miktarda kum (kumamsal olarak tek bir kum tanesi) eklenmesi bile dengeyi bozar ve büyük bir çığ oluşur. Tepesinin eğimi azalır ve tabanı genişler.

Sonra yeniden tepesinin eteklerinde kum birikir; yeni bir çığ oluşur ve tepelik çöker... Bilim

adamları burada "kendi kendini düzenleyen bir kritik sistem" den söz ederler. Sistem "kritik" tir; çünkü dengesi her an bozulabilir. "Kendi kendini düzenleyici" dir; çünkü gerçekten de doğal olarak kendi kendine şekilden şekile girer. Bu gibi karmaşıklığı önlenemeyen ve parçalardan herbirinin (burada kum taneleri) bütünü davranışını belirlediği sistemlerin bazı genel özellikleri bir çelişki gibi görünse de, basittir: Çığların sıklığı ve büyüklüğü arasında, fizikte bilinen bir ilişki vardır; daha büyük çığlar, daha seyrek gerçekleşir? Çığın büyüklüğü A ve sıklığı f ise $A = f^{-b}$ dir. b, 0 ile 2 arasındadır. b'ye sistemin "fraktal boyutu" denir.

Farklı Bir Bakış

Bir kum yığınının davranışıyla türlerin tükenmesi arasında nasıl bir ilişki olabilir? Araştırmacılar, spiral kabuklu bir yumuşakça olan ammonitlerin evrimini incelerken garip bir özellikle karşılaştılar: Ammonit ailelerinin (Canlıların sınıflandırılmasında içiçe konulmuş kutular örnek alınır. Özelden genele birey, tür, cins, aile, takım, sınıf, dal ve âlem vardır) sayısının zamana bağlı değişimleri, borsa kurlarının değişimine benzer bir eğri vermektedir!

Ammonitlerin tükenme ritmi bir metronom kadar düzenli değildir. Genlikleri için her türlü olasılık geçerlidir. Tükenme genlikleri (milyon yıl başına tükenen ailelerin sayısı) ile tükenme sıklığı karşılaştırılırsa ortaya bir üstel ilişki çıkmaktadır. Bir diğer deyişle "kendi kendini düzenleyen kritik bir sistem" sözkonusudur. Bir hayvan türünün tükenmesiyle bir kuram kurulamayacağından, bilim adamları soyu tükenmiş diğer hayvanların taşıklarını da incelediler. Taşıl bilimcilerin kuşaklar boyunca tuttıkları taşıl kayıtlarından yararlandılar.

Araştırmacılar son 600 milyon yılda (Dünya üzerinde hayat 3,5 milyar yıl önce bakterilerle başladı ise de hayatın "büyük patlama"sı - karmaşık



Kum yığını o kadar dengesizdir ki, bir kum tanesi onu yıkabilir. Türlerin soylarının tükenişi, yaşam küresinde ekolojik bir çığa bağlı olabilir. Resimde "çığ" varsayımı üzerine IBM'in T. Watson merkezinde yapılan birdeneyin resmi görülüyor. (Üstte)





Sözkonusu modele göre, türlerin soyunun tükenmesi, onları çevrelerine bağlayan sayısız bağı yeniden düzenlenmesi sonucudur. Fakat bu yeni model de köpekbalıkları gibi türlerin neden yüz milyonlarca yıldır var olduklarını, başka türlerin ise "hızla" tükendiklerini açıklayamamaktadır.

çok hücreli canlılar- 600 milyon yıl önce Prekambriyen sonunda meydana geldi.) tükenmiş olan aile sayısını zamanın bir fonksiyonu olarak hesapladılar. Kayıt eksikliğine bağlı bazı hata ve yaklaşıklıklara rağmen, amonitlerde buldukları bulguların ayısını elde ettiler: Tükenme genliği, tükenme sıklığıyla yönde değişmekteydi. Kısacası canlılar, yaşamküre-(biyosfer) denilen kendi kendini düzenleyen kritik bir sisteme aittiler;

bu sistemin fraktal boyutu 0.89 civarındaydı. Bu garip sonuç ancak matematik dışında bir yorumla anlam kazanabilirdi. Hayret, yerini derin düşünmeye bıraktı.

"Yaşamküremiz kendi kendini düzenleyen kritik bir sistemdir" ne demektir? Bilimsel terimler bazen kavramların basitliğini maskeler. Bu, şu demektir: Canlılar ve içinde yaşadıkları çevre dengeli, fakat bir çok ilişkiler ve karmaşıklıklar nedeniyle

dengesi her an bozulabilir (kritik) bir bütün oluştururlar. Sistemin değişkenlerinden birindeki hafif bir oynama bile dengeyi bozabilir ve bir "çığ" yaratır; bu sırada ilişkiler yeniden düzenlenir. Yeniden geçici bir denge kurulur. Kum tepesi gibi bu tanıma uyan tek şey değildir; borsa ve borsanın çöküşleri, ırmak ve girdapları, yer kabuğu ve depremler... Kendi kendini düzenleyici kritik sistemlerdir.

Türlerin tükenmesinin de çığ varsayımıyla açıklanabileceği düşünülmektedir. Fakat taşıl bilim o kadar karmaşıktır ki bazen tahminlerin doğmasıyla sönmesi bir olur... Türlerin tükenmesinin çığ kuramıyla açıklanması bugün geçerli olan varsayımların hiçbirini çürütmüyor, hatta onları daha genel bir kavram altında topluyor. Bu da taşıl bilimcilerin tam gereksinim duydukları şeydi.

Taşıl bilimciler çok geniş bir olaylar yelpazesiyle karşı karşıyadırlar. 600 milyon yıl içinde oluşmuş 5-50 milyar türden % 99,9'u kaybolmuştur; bu gün 40 milyon tür yaşamaktadır. Türlerin tükenmesi bazen çok hızlı (jeolojik zamanlara oranla), bazen de çok yavaş olmuştur. Örneğin, yengece benzer canlılar olan trilobitler 570 milyon yıl önce belirmişler

En Büyük Beş Tükeniş

Son 600 milyon yılda yer alan sayısız tükeniş arasında taşıl bilimciler beşinin en büyük olduğunu söylerler. Bunlar o kadar fazla hayvanın yokoluşuna neden olmuştur ki "kütleli tükeniş" adını almışlardır.

Bunlardan ilki 440 milyon yıl önce Ordovisyen'de (Birinci Zamanın, Kambriyen ile Silüryen arasındaki ikinci periyodu) meydana geldi bitki ve hayvan türlerinin % 60'ı tükenildi. Bunların % 85'i denizde yaşayan canlılardı.

İkinci büyük tükeniş 360 milyon yıl önce Devonyen'de (Birinci Zamanın dördüncü periyodu) meydana geldi. 7 milyon yıl içinde varolan türlerin % 60'ı tükenildi.

Üçüncü tükeniş en geniş kapsamlı olanı ve iyi bilinendir. 250 milyon yıl önce Permian (Birinci Zamanın son periyodu; Karbonifer'den sonra gelip 30 milyon yıl sürdü) sonunda deniz canlılarına ait türlerin % 90'ı bir milyon yılda tükenildi. Kara hayvanları arasın-

da sürüngen ve çiftyaşamlıların (amfibiler) üçte ikisi ve böcek takımlarının % 30'u yok oldu. Bu tükeniş sırasında çevre çok değişmişti: deniz yüzeyi çok alçalmış, atmosfer oksijeni azalmış ve Güney Çin'de dev volkan püskürmeleri meydana gelmişti.

Dördüncü tükeniş 200 milyon yıl önce Trias'da (İkinci Jeolojik Zamanın birinci periyodu) görüldü. Yeryüzündeki türlerin % 20'sinin soyu tükenildi. Çok sayıda sürüngen, karından ayaklı (gastropod) ve iki çenetsiz (bivalve) deniz hayvanı yok oldu.

Nihayet 65 milyon yıl önce Kretasse ile Üçüncü Zamanın başı arasında en iyi bilinen tükeniş meydana geldi. Dinozorlarla birlikte sürüngenlerin ve deniz canlılarının yarısından fazlası yok oldu. Buna karşı memelliler ve çift yaşamlılar (amfibiler) yaşamlarına devam ettiler. Başlıca neden Meksika'nın Yucatan Yarımadası'na 10 km çapında bir göktaşı düşmesiydi.

(Paleozoik başlangıcında) ve 325 milyon yılda yavaş yavaş kaybolmuşlardır. Sayıları ve değişik şekilleri giderek azalmış ve 245 milyon yıl önce (Paleozoik sonunda) soyları tükenmiştir.

Buna karşı dinazorlar 100-150 milyon yıl önce belirmişler ve yaklaşık 75 milyon yıl önce, 10 milyon yıllık bir süre içinde hızla yok olmuşlardır. Kafaları daha da karıştırmak ister gibi, bazen birçok tür aynı zamanda yok olmuştur; buna kütleli tükeniş denmektedir. Bazen de yalnızca bir veya birkaç tür yok olmuştur. Araştırmacılar büyük tükenme dalgalarının 26 milyon yılda bir geldiğini de göstermişlerdir. Her milyon yılda bir en çok sekiz ailenin tükenmektedir. Bir türün ortalama hayatı 4 milyon yıldır; fakat bazı türler (özellikle köpek balıkları, hamam böcekleri, limulus) biçimleri bozulmadan yüz milyonlarca yıl yaşamışlardır; bir gün tükenmelerine ilişkin hiç bir belirti de yoktur.

Türlerin tükenmesi "evrimi" veya Darwinci bir görüşle de (birinci varsayım) açıklanmıştır: Mutasyonlar sonucu çevrelere uyamaz hale gelen türlerin tükenmiştir. Tabii ki türlerin tükenmesi yeni türlerin belirmesine de yol açmıştır; fakat şu da var ki geleceği parlak gözükken birçok tür de tükenmiştir. Kısacası türlerin tükenmesi önemli ölçüde rastlantıya da bağlıdır.

Buradan ikinci varsayım doğmuştur: Türlerin tükenmesi kesinlikle çevrelere uyamamaları sonucudur;

fakat bu uyumsuzluk genetik değil çevreseldir; bir diğer deyişle, olumsuz bir değişmeye uğrayan, canlının kendisi değil çevresidir: Türler yaşadıkları çevrede olumsuz koşulların belirmesi sonucu tükenmiştir. Böyle bir çok durum düşünülebilir; iklimin soğuması veya ısınması deniz düzeyinin yükselmesi veya alçalması, atmosfer bileşimindeki değişimler, doğal bir afet (volkan püskürmesi, göktaş düşmesi), aynı bölgede besin olarak yararlanılan bir türün tükenmesi vb. Bu kuramı destekleyici bazı bulgular vardır; fakat bunların hiçbirisi Darwin varsayımını çürütecek kadar güçlü değildir.

Yeni Çalışmalar

Dinazorların (ve omurgalı deniz hayvanlarının) Kretasse sonunda kaybolmasının asıl nedeni dev bir göktaşının dünyaya düşmesiye, bir çok diğer türün neden tükendiği belli değildir. Bu dört araştırmacı ne yenilik getirmiştir? Onlar varolan bütün varsayımları tutarlı bir yapı içine koyabilmişlerdir. Fakat onların kuramları daha ileri gitmektedir; Kendi kendini düzenleyen kritik sistemler, en ufak bir değişme sonucu dengelerini yitirirler. Yaşamküredeki küçük bir değişiklik bile bir türü yok edebilecekken neden büyük doğal bir afet aramalı? Bir Archeopteryx'in kanat çırpması binlerce bireyi öldürebilirdi.

Bu yeni model sayesinde, geçmişteki ve gelecekteki türlerin tüken-

mesini açıklamayı umabilir miyiz? Ne yazık ki hayır. Kendi kendini düzenleyen kritik sistemler geleceği öngöremez. Örneğin borsanın kendi kendini düzenleyen kritik bir sistem olduğunu bilmesi, bir insanı zengin edemez... Çünkü bu sistemlerin davranışı kaos yasalarına bağlıdır: Onları tanımlayabiliriz; fakat onların nasıl davranacağını önceden bilemeyiz. Kaotik bir sistemde en küçük bir değişiklik, davranışta köklü bir değişmeye neden olur. Kendi kendini düzenleyen kritik sistemlerin gerekirci olamayışlarının nedeni, karmaşık oluşlarıdır: Bu sistemlerin sayısız değişkenlerinden hangisi çığa yolaçacaktır; bunu bilemeyiz.

O halde, küçük de olsa tek bir türün tükenmesini açıklamak için bile, tükenmeden önce ve tükenme sırasında yaşamkürede meydana gelen bütün değişimleri dikkate almalıyız: Volkan püskürmeleri, depremler, atmosfer değişimleri (sera etkisi, ısınma...), Dünya'ya düşen göktaşları, denizlerin ve havanın bütün kimyasal değişimleri vb.

Tabii ki büyük olayların büyük sonuçları olacaktır: Asya Borsası'nın düşmesi dünyanın diğer borsalarını da sarsar. Benzer olarak Dünya'ya dev bir göktaşının düşmesi bütün yaşamküresi dengesini bozabilir. Fakat bunlar seyrek görülen ve ayrık olaylardır.

ABD'de türlerin evrimi uzmanı Stephen Jay Gould çığ kavramı şöyle demektedir: "Bu çalışmalar çok önemlidir ve çok ciddiye alınmalıdır". Çünkü usa aykırı da görünse, bu modelin gücü, geleceği bilememesinde yatmaktadır. Richard Solé şöyle demektedir: "Bu çalışmalar canlıların evriminde belirsiz noktalar olduğunu göstermiştir". Bunlar yeni Darwincileri düşündürücü sözler; onlar evrimin temelinde varlıkların uyum gücünün yattığına inanmaktadır.

Richard Solé'ye göre: "Kısa süreler için doğal seçilme yaşamsal bir rol oynayabilir; fakat uzun vadede çevredeki rastlantılar evrimin ritmini belirler". Hayatta rastlantı ve zorunluluk arasındaki çatışma bu yeni modelin sinesinde nihayet çözülebilecek mi?



Türlerin yok olmasının tek nedeni çevrelere iyi uyum sağlayamamaları mıdır? Uzmanların çoğunluğu türlerin soyunun tükenmesinde rastlantıların da rol oynadığı kanısındadır. Örneğin çevresine mükemmel uyum sağlamış olan Neanderthal insanı 35 bin yıl önce neden yok olmuştur.

Science et Vie, Kasım 1997
Çeviri: Selçuk Alsan