

Geçmiş Günümüze Taşıyan İzler

Bitki Fosilleri

Zonguldak'ta kömür ocaklarından çıkartılmış taşlar arasında fosil bitki örnekleri toplarken, yanımıza yaklaşan bir çocuğun "bu resimli taşlardan burada çok var" sözü oldukça hoşumuza gitmişti. Kuşkusuz, çocuk eline aldığı "resimli taşların" en az 280 milyon yıl önce oluştuğunun ve ne denli önemli bilgiler verdiğinin farkında değildi. Tıpkı Antalya Taşeli Platosu'nda bize refakat eden gencin, Toros Dağları'nın zirvelerinde binlercesi bulunan ve yer yer küçük tepelikler oluşturan deniz hayvanlarına ait kabukları gösterince, "bir zamanlar buraları deniz altındaydı" dediğimizde duyduğu şaşkınlık gibi... Gerçekte bu şaşkınlığı insanog-

lu 18. yüzyılın sonlarına değin duymuştu ve fosilleri "acayip bir taş şekli, bir doğa oyunu" olarak yorumlamıştı. Öyle ki bazı yazarlar, Alp Dağları'nda bulunan deniz hayvanlarına ait kabukların Haçlı Orduları tarafından bırakıldıklarını bile savunabilmişlerdi; oysa daha M.Ö. 540 yılında, Antik çağın ünlü bilgini Xenophanes, Kiklad adalarından Pharos'da bulduğu defne ağacına ait bir yaprak fosilini tanımlamıştı. Artık insanlar fosilleri "olağan dışı oluşumlar" olarak görmüyorlar. Tersine, onlara jeolojik, jeomorfolojik ve biyolojik evrim konusunda son derece yararlı bilgiler sunan; dahası geçmişi günümüze taşıyan çok değerli hazineler gözüyle bakıyorlar.

Yusuf Gemici
Ege Üniversitesi Biyoloji Bölümü

LATINCE fossilis sözcüğünden türetilmiş olan fosil, "kazı sonucunda topraktan çıkartılan cisim" anlamına gelmektedir. Bilimsel olaraksa "canlıların taşlaşmış kalıntılarını" ifade etmektedir. Bundan hareketle fosil sözcüğü dilimize "taşıl" olarak geçmiştir. Fosillerle uğraşan bilim dalı paleontoloji, sadece bitki fosilleri ile ilgilenense paleobotaniktir.

Oysa tüm fosiller canlıların taşlaşmış kalıntıları olarak bulunmazlar. Örneğin ilkel insanlara ilişkin olarak bulunan çeşitli kemik parçaları, dinozorlara ait taşlaşmış dışkıları, ayak izleri gibi buluntular da fosildir.

Zannedilenin aksine, fosilleşme çok özel koşullarda gerçekleşmektedir. Doğadaki "besin döngüsü" uyarınca ölen canlılar, başta bakteriler olmak üzere, mikroorganizmaların faaliyetleri sonucu kademe kademe parçalanarak, tümtüyle anorganik maddelere dönüşür. Bu olaya kısaca çürüme adı verilmektedir. Eğer ortam bakteri yaşamına uygun değilse, çürüme gerçekleşemez.

Bakterilerin yaşayabilmesi için öncelikle oksijen ve suya gereksinim vardır. Ayrıca fazla asidik, fazla bazik,

çok kuru ve çok soğuk ortamlarda da bakteri ve diğer çürükçül mikroorganizmaların yaşaması olanaksızdır. Çok kuru ortamlarda canlı adeta mumya şeklini alır. Tuzlu bataklık ve buzullar içinde binlerce yıldan beri bozulmadan günümüze ulaşan canlı kalıntıları bulunmuştur. Örneğin Sibiryazı buzullarında günümüzden 2.5 milyon-10 bin yıl öncesini kapsayan ve ardışık buzul hareketleri ile karakteristik olan kuvaterner döneminde yaşamış ve nesli tükenmiş fil benzeri iri hayvanlar olan mamutlara ait hemen hiç bozulmamış örneklerle rastlanabilmektedir. Bunlar bazen öylesine iyi korunabilmişlerdir ki, etlerinin kurt gibi hayvanlar tarafından yendiği gözlenmiştir.

Diğer bir koruma ortamı da fosilleşmiş reçine olarak bilinen kehribar. Kehribar, özellikle böcek gibi küçük canlılar için ideal bir koruma ortamıdır. Milyonlarca yıl öncesinden kalma bu şekilde korunmuş canlılar mevcuttur. Bunlar öylesine iyi korunabilmişlerdir ki, dokuları üzerinde mikroskopik çalışmalar dahi mümkün olabilmektedir. Ayrıca bitki hücreleri tarafından biriktirilen ve fitolit diye bilinen silisli maddeler, odun boruları (trake ve trakeitler) ve diğer bitkisel lifler de gerçekte birer fo-

sildirler. Öte yandan, arkeolojik kazı alanlarında bulunan odun, tohum gibi kalıntıları da fosil kabul etmek gerekir.

Bu ve benzeri korunma veya fosilleşme doğada istisnai olarak bulunmaktadır. Asıl fosilleşme ise iki aşamalı olarak gerçekleşmektedir: Canlı kalıntıların çökeller içine girmesi ve bir dizi olay sonucu bunların kalıp veya izlerinin çıkması.

Doğadaki kayaların fiziksel ve kimyasal süreçler sonucu ayrıştığı ve ayrışma sonucu oluşan değişik boyuttaki taneler ile, eriyik halindeki mineral maddelerin akarsularla taşınarak deniz, göl gibi havzalarda biriktiği ve böylelikle tortul kayaların oluştuğu bilin-



Batı Anadolu'da özellikle Marmaris ve Köyceğiz dolaylarında bulunan endemik Sığala ağacı yaprak fosili (Canakkale-Çan, 17-18 milyon yaşında)

mektedir. Taşınan bu materyallerden en iri olanları kıyıya en yakın, eriyik halinde olanları ise en uzakta çökelmektedir. Böylelikle, çökelen tanelerin büyüklüğüne göre sırası ile çakıtaşı, kumtaşı, kıltaşı, marn (kil - kireç) ve kireçtaşı gibi değişik tortul kayalar meydana gelmektedir.

Doğal olarak, akarsular tarafından taşınan veya bizzat çökelme ortamında bulunan canlılara ait kalıntılar da bu kayaların içine girmektedir. Böylelikle, fosilleşmenin ilk basamağını oluşturan ve biyostratonomi denilen aşama tamamlanmış olur. Çökelti içerisine giren canlının havayla teması kesilir ve diyajenez diye bilinen gerçek fosilleşme süreci başlar.

Yukarıda açıklanan taşınma ve birikmenin yanı sıra, rüzgâr aracılığıyla taşınan lösler ve volkan külleri ya da lavlar da önemli koruma ortamlarıdır.

Gerçekte fosil içeren tortulun yapısı çökelim ortamı hakkında da önemli bilgiler verebilmektedir. Örneğin akarsu veya sel suları ile taşınan çakıl ve kumlar havzanın kıyı kesimlerinde; ince kil veya marn gibi tortullar kapalı veya açık göller ile deniz ve okyanusların kıyı kesimlerinde çökelmekte, organik kökenli olan kömürler ise turbiyer-

lerde oluşmaktadır. Çökellere ait bu özellikler yardımıyla, fosilin yaşama ortamı hakkında da bilgi edinilebilmektedir. Bitki ve hayvanların çökellere girdikten sonra geçirdikleri fosilleşme şekilleri farklıdır.

Fosilleşme

Fosilleşme şekillerinden ilki olan sıkışma, bitki örneklerinin çökel içinde ince bir kömür tabakasına dönüşerek korunmasıdır. Kömürleşerek fosilleşme diye de bilinir. Fosilleşen organa ait iç dokular büyük oranda zarar görmüştür. Ancak, yine bu şekilde fosilleşen spor ve polenler ise, hiç zarar görmeden yüz milyonlarca yıl öncesinden günümüze ulaşabilmişlerdir. Sporlar tohumuz bitkilere ait üreme hücreleridir. Çiçek tozu diye de bilinen polenler ise erkek üreme organları tarafından salınan minyatür yapılardır. Mikrofosiller diye bilinen spor ve polenlerin çeperinde bilinen en dayanıklı ve sert organik maddelerden yapılabir kabuk (eksin) bulunmaktadır. Bu

kabuk, fosilleşme süresince maruz kalınan binlerce ton ağırlığındaki basınç ve çok yüksek sıcaklıklara karşın, bozulmadan kalabilmiştir. Mikrofosiller en bol olarak kömür damarları içinde bulunurlar. Kömürleşme sırasında diğer tüm bitkisel yapılar tamamen bozulmuşken, spor ve polen kabuklarının olduğu gibi korunması dikkat çekicidir.

Doğada en sık bulunan bitki fosilleri kalıplar ve izlerdir. Özellikle yapraklar bu şekilde fosilleşmişlerdir. Çökel içine giren organ zamanla tümüyle bozulup ortadan kalkar. Ancak kaya üzerinde izi veya kalıbı kalır. Bu kalıp üzerinde, örneğin yaprağın şekli, damarlan-

ması gibi konularda ayrıntılı morfolojik incelemeler yapılabilir. Yaprığın veya diğer organın (örneğin kozalak) hangi bitki cinsi veya türüne ait olduğu bu incelemeler sonucu bulunabilir.

Özellikle gövdelerinin içi boş olan bitkiler iç kalıplar şeklinde fosilleşmişlerdir. Bu boşluk mineral maddelerle doldurulur, zamanla bitkinin ortadan kalkması sonucu gövdenin kalıbı çıkar. Tıpkı alçıdan çıkarılmış kalıpları andıran bu tür fosillerin dış yüzeyi, asıl organın boşluğa bakan iç yüzeyini yansıtmaktadır. Buna en iyi örnek Zonguldak kömürleri gibi karbonifer döneminde oluşmuş kömür havzalarında çok rastlanan Calamites fosilleridir. Günümüzde otsu atkuyruklarının (Equisetum) atası olan ve 30 m boya erişen bu bitkilerin kendilerine ait fosilleri bugüne dek bulunamamıştır. Ancak gövdelerinin içi boş olduğundan daima iç kalıpları bulunur.

Dış Kalıplar ise iç kalıpların aksine, organın dış yüzeyinin mineral maddelerle sarılması sonucu oluşur. Bu durum, örneğin Pamukkale'de olduğu gibi, suyu kireç açısından zengin akarsularla bırakılan çömlek gibi kapların etrafının yavaş yavaş kireç tabakası ile kaplanmasına benzetilebilir. Zamanla bitkinin ortadan kalkması ile organın kalıbı çıkar. Bu kalıbın iç yüzeyi doğal olarak fosilleşen organın dış yüzeyini yansıtmaktadır.

İç ve dış kalıplar daha çok kök, gövde, dal, kozalak, tohum gibi organlara ait olup, söz konusu organın iç ve dış yüzeyi hakkında çok ayrıntılı bilgiler sunabilmektedir.

Mineralleşme yolu ile fosilleşme, mineral maddelerin doğrudan lümen diye bilinen hücre boşluklarına girmesi ile olur. İlk aşamada hücre çeperi henüz bozulmamıştır.



Karbonifer yaşlı (yaklaşık 280 milyon yıl önce) bir dış kalıp fosil (Sigilaria cinsi, Zonguldak).



Calamites türüne ait iç kalıp fosil (Zonguldak kömür havzası, yaklaşık 280 milyon yaşında).

Taşlaşmış bir ağaç gövdesi (Manisa-Yunt Dağı, yaklaşık 18 milyon yaşında).

Daha sonra çeper humuslaşma ile siyah ve boyanabilir bir duruma dönüşür. Zamanla tamamen ortadan kalkarak, yerini yeni gelen mineral maddelere bırakır. Bu yolla daha çok ağaç gövdeleri fosilleşmiş olup, çökellerin yanısıra, volkanik arazilerde de bol bulunabilirler. Bu ikinci durumda hücreler lavlar veya volkan külleri tarafından doldurulmuştur. Bu tür fosilleşmeye taşlaşma (petrifikasyon), bu şekilde fosilleşmiş ağaç gövdelerine de petrifiye (taşlaşmış) ağaçlar adı verilmektedir. Taşlaşmada rol oynayan başlıca mineral maddeler kuartz, opal gibi silisli; kalker, dolomit gibi karbonatlı ya da pirit veya markazit gibi demirli bileşiklerdir.

Gerçek fosiller diye de bilinen bu fosillerde doku yapısı öylesine iyi korunabilmiştir ki, bunlar üzerinde ayrıntılı anatomik çalışmalar yapmak ve fosilin hangi türe ait olduğunu saptamak bile mümkün olabilmektedir. Ayrıca, tüm bir ormanın bu şekilde fosilleşmesi ile oluşmuş fosil ormanlar dahi mevcuttur. Bunların en önemlisi ABD'de Yellowstone Ulusal Parkı'nda bulunmaktadır. Parkta mevcut fosil orman, volkanizma sonucu ağaçların taşlaşması ile oluşmuştur.

Sert mineral kısmı olan bitkiler de fosil oluşturabilir. Bazı tek hücreli bitkiler ile alg diye bilinen su yosunlarının bir kısmının çeperlerinde mineral madde biriktirdiği bilinmektedir. Tek hücreli olanların etrafında silisyum ya da kireç içeren bir kabuk veya küçük plaklar mevcuttur. Bazı tek hücreli algler ise yine silisyum veya kireçten oluşmuş bir tür iskelete sahiptirler. Çok hücreli olanları ise bu maddeleri hücre çeperlerinde biriktirirler.

Bu bitkiler ya da taşıdıkları plaklar ya doğrudan birikerek çökeller oluşturmakta, ya da çökellerin içinde kolaylıkla fosilleşebilmektedir. Bunlardan ilkinde en tipik iki örnek tebeşir ve diyatome toprağıdır. Özellikle okul yıllarında elimizden düşürmediğimiz tebeşir, kamçılı alglerden (Flagellatae) Coccolithoporidae ailesine ait çok küçük (1-5 mikron) tek hücreli bitkilerin etrafını saran ve yüksek oranda kireç (kalsiyum karbonat) içeren levhacıkların birikimi ile oluşmuştur. Bazı üyeleri günümüzde de yaşayan bu canlılar özellikle Tebeşir Devri diye de bilinen kretasede (günümüzden 136-65 milyon öncesi) ılık denizlerde çoğalmışlar ve bildiğimiz tebeşir yataklarını oluşturmuşlardır. Nitekim üst kretase de oluşan tebeşir ve kalkerlerin yaklaşık %75'inin bu gruba giren canlılar tarafından oluşturuldu-



Toroslar'da 3000 m'yi aşan bu tepelerin bir dönemin deniz altında bulunduğuna inanmak biraz zor olsa gerek. Ancak Bolkar Dağları'nda deniz canlılarına ait yüzlerce fosil bulunuyor.

ğu sanılmaktadır. Anılan dönemde bunlar sıcak denizlerde öylesine çoğalmışlardı ki, 1 mm²'lik bir alanda 10 milyona yakın birey saptanabilmiştir. Hatta benzer canlılar Alp Dağları'nda kalınlığı yüzlerce metreyi bulan kalker tepeler meydana getirmişlerdir. Bu tür kalsiyum karbonat biriktiren canlıların aşırı çoğaldığı dönemlerde havada bulunan karbondioksitin azalmasına bağlı olarak iklimin göreceli olarak soğuduğu da bildirilmektedir.

Diğer ilginç bir oluşum da, sarı algler diye bilinen Diatomeae sınıfına ait çok sayıda türün oluşturduğu çökellerdir. İç içe geçmiş iki kutucuğu andıran bu tek hücreli canlılar çeperlerinde yüksek oranda silisyumdioksit biriktirmektedirler. Söz konusu canlılar özellikle 3. zaman diye de bilinen tersiyer döneminde (günümüzden 65-2.5 milyon yıl önce) silisyumdioksitçe zengin volkanik kayaların etrafındaki göl ve denizlerde aşırı derecede üremişler ve Diyatomit ya da Diyatome Toprağı diye bilinen çökeltileri meydana getirmişlerdir. Diş macunu ve içeceklerden, ilaç sanayiine değin pek çok alanda kullanılan diyatome toprağı 1867'de ünlü İsveçli fizikçi Nobel tarafından dinamitin keşfinde de kullanılmıştır.

Yine fosiller bağlamında fosil yakıtlar olarak da bilinen kömür ve petrolü de anmak gerekir. Çoğunlukla ısınmak amacıyla soba veya kalorifer kazanlarında yaktığımız ve gereksindiğimiz enerjinin önemli kısmını sağlayan termik santrallerde kullanılan kömür, gerçekte karbon bakımından zengin bir fosilkaya türüdür. Kaynağı büyük ölçüde bitkiler olup, milyonlarca yıllık bir süreç sonucunda oluşmuştur. Yer tarihin-

de yoğun kömürleşme genel olarak iki dönemde gerçekleşmiştir. Bunların ilki kömür çağı diye de bilinen karbonifer (günümüzden 345-280 milyon yıl önce), ikincisi ise daha önce de anılan tersiyerdir. Her iki dönemde de, kuzey yarıküre tropik iklimin etkisi altındaydı. Genel olarak düz ve geniş alanlarda göller ve bunları çevreleyen yoğun ormanlar mevcuttu. Bugün daha yavaş da olsa devam eden sürece benzer şekilde, bu bitkilerin kalıntıları söz konusu göllerde birikerek çürümeye başlamış ve metrelerce kalınlıktaki turbalar oluşturmuştu. En çok kabul gören kurama göre, havanın soğuması ve yağışların artmasına bağlı olarak bu turbaların üzeri akarsularca taşınan kum, kil, kalsiyum karbonat gibi maddelerin birikimiyle oluşan tortul kayalar tarafından örtülmüştü. Daha sonra denizlerin yükselmesine bağlı olarak sular altında kalan bu havzaların üzerini örten tortul kayalar daha da kalınlaşmıştı. Böylelikle bitkisel kalıntıların havayla olan teması kesilmiş ve dolayısı ile çürümeye iş gören ve oksijen kullanarak yaşayan bakterilerin de faaliyeti durmuştu. Bununla birlikte, oksijensiz ortamlarda yaşayan (anaerobik) bakterilerin faaliyetleri devam ediyor ve organik maddeler adeta



Ceviz bitkisini andıran 25 mm büyüklükteki bu çiçek, tahminen çay türünden geliyor.



Toz kesesiyle birlikte muhafaza edilmiş 20 mm büyüklükteki ceviz çiçeği (Yanda).



Boyutları sadece mize yaprağına benzeyen 5 mm büyüklükte bir ceviz çiçeği.





Fosil arama çalışmaları ve elde edilen fosil levhaları, Paleontologlar bu levhaları dünya tarihini anlatan günceler olarak nitelendiriliyor.

hamur şeklini alıncaya değin parçalanıyorlardı. Ancak, bu parçalanma sürecinde açığa çıkan humik asit belirli bir orana ulaşıncaya anaerobik bakteriler için öldürücü oluyor ve parçalanma süreci bir tür otokontrol sonucu sona eriyordu. Buraya kadar olan kömürleşme süreci biyoşimik aşama diye bilinmektedir. Bu aşamayı takiben gelen ve jeoşimik aşama diye bilinen süreç esnasında, üstte biriken tortul tabakaların oluşturduğu basınç ve sıcaklık yükselmesi, organik maddelerin temelini oluşturan karbon iskeletine bağlı diğer atomların yavaş yavaş kopmasına ve kalıntının karbonca zenginleşmesine neden olmuştur. Böylelikle, üstteki tabakanın kalınlığı, zaman gibi unsurlara bağlı olarak, düşük kalorili linyitlerden taşkömürü ve antrasite değin farklı kalitelerde kömürler oluşmuştur. Ülkemizde özellikle Batı Karadeniz Bölgesi'nde (Zonguldak gibi) karbonifer yaşlı taşkömürler ile, Batı Anadolu'da (Soma, Yatağan, Çan gibi) tersiyer yaşlı linyitler dikkat çekicidir. Bu linyitler çoğunlukla orta miyosen (yaklaşık 18-15 milyon yıl öncesi) yaşındadır. Oluşum süreç ve yaşlarına göre de kömürlerin kalori miktarları, kül ve kükürt içerikleri değişmektedir.

Fosil Araştırmaları

Bir paleontologun (fosilbilimci) deyimi ile "kazmayı vuracağınız yeri bilerseniz fosil aramak çok zevkli bir uğraşıdır". Bir anda yüz milyonlarca yıl öncesine gidebilir, o dönemi elinizde tutmanın muhteşem hazını yaşayabilirsiniz. Fosiller zannedildiği gibi her yerde kolaylıkla bulunamazlar. Genel olarak bulunmaları kuvvetle olası yerler belli ise de, bazen rastlantısal olarak çok önemli fosiller de bulunabilmektedir.

Çoğunlukla, yukarıda sözünü ettiğimiz tortul kayalar içinde bulunurlar. Özellikle Toros Dağları'nın yüksek kesimleri, örneğin Taşeli Platosu ve Bolkar Dağları deniz hayvanlarına ait fosillerle oldukça zengindir. Zira Toros Dağları, tıpkı Alp Dağları gibi, bugünkü Akdeniz'i de içeren ve Himalayalar'a değin uzanan Tetis denizinde birikmiş binlerce metre kalınlığındaki kireç taşlarının (kalker kayalar) kıvrılıp yükselmesi sonucu oluşmuştur. Doğal olarak bu kayalar çökelim esnasında Tetis'de yaşayan birçok deniz canlısına ait kalıntıların da fosilleşmesine yol açmışlardır. Daha sonraki aşamalarda devam eden aşınma ve parçalanma olayları sonucu bu fosiller, söz konusu olayların en yoğun görüldüğü yüksek kesimlerde açığa çık-

mışlardır. Anılan bölgelerde, başta mercanlar olmak üzere (ki bunlar Tetis'in sıcak bir deniz olduğunun göstergelerinden birisidir) birçok deniz hayvanına ait fosil bulmak olasıdır. Öyle ki, Taşeli Platosu'nda deniz hayvanlarına ait kavkı (kabuk) fosillerinden oluşmuş küçük tepelikler bile bulunmaktadır. Aynı şekilde Anadolu'nun birçok yerinde (örneğin Denizli civarı) değişik tortullar, özellikle kireçtaşları içinde de birçok deniz hayvanı kavkısı bulmak olasıdır.

Bu açıklananlar doğada kolaylıkla bulunabilen hayvan fosillerini örneklemek için yapılmıştır. Paleontologlar çok değişik yöntem ve teknikler kullanarak, gerektiğinde kayalardan kesit almak suretiyle çok sayıda mikro ve makro fosil bulmakta ve tanımlamaktadırlar. Ayrıca, Anadolu'nun muhtelif yerlerinde, belirli tortul veya volkanik havzalarda ve eski göl yataklarında at, fil, timsah gibi hayvanlara ait iskelet ve kemikler de bulunabilmiştir. Kemikler diğer canlı dokularının aksine çok daha geç bozuldukları için, bir mağarada veya çok eski bir mezarda, toplu halde veya tek olarak iskelet ve kemik parçaları bulunabilmektedir. İnsana ilişkin en eski fosil kalıntılar ise, günümüzden yaklaşık 1.7 milyon yıl öncesine ait olup, Afrika'da Omo Deltası'ndaki katmanlar içinde ortaya çıkarılmıştır.

En çok merak edilen konulardan biri de dinazorların Anadolu'da yaşayıp yaşamadıklarıdır. Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Erol Akyol'un verdiği bilgiye göre, dinazorların yaşadığı dönemde (ikinci zaman) Anadolu çok büyük oranda Tetis'in suları altındaydı. Özellikle Amasra civarında bir kesim karasaldı. Ancak, sözkonusu kesimde gerek kayaların yapısı, gerekse hiç bir bitki fosiline rastlanamaması, o



Soma kömür havzasında bulunan tarçın yaprağı fosili. Herodot Tarih'i'ne göre Eski Mısırlılar, tarçını kartal yuvalarının bulunduğu yüksek kayalıkların dibine bıraktıkları büyük parçalar halindeki eşek etleri sayesinde elde ederlermiş. Kartalların bu parçaları yuvalarına taşınması ile ağırlığı kaldıramayan yuvalar çöker, aşağıda bekleyen Mısırlılar da yuva yapımında kullanılan tarçın kabuklarını toplarlarmış. Ancak günümüzde Güneydoğu Asya'da doğal olarak yetişen tarçın bitkisi 15-18 milyon yıl önce Anadolu'da da yetişiyordu (18 milyon yaşında).

