



CANLILARIN TAŞLAŞMASI

FOSİL ARAŞTIRMALARI NASIL YAPILIR?

Tarih öncesi olaylara ışık tutan fosiller, yeryüzünün ve canlı organizmaların geçirdiği evrimsel süreçlerin açıklanmasında yararlanılan en önemli kaynaklardır. Toros Dağları'nın tepelerinde gezerken rastlanan bir denizyıldızı ya da deniz kabuklusu fosili ya da Kızılcahamam (Ankara) dolaylarında bulunan çeşitli deniz canlılarının fosilleri, akla "Biri mi getirip koydu?" sorusunu getirse de yerbilimciler bu gibi fosillerin bulunduğu ortamın bir zamanlar deniz olduğunu söyler. Peki, nedir bu fosil denen şey? Taş mı, kaya parçası mı yoksa bir canlı mı? Fosil, geçmişte ya-

şamış bir canlının ölümünden sonra dahil olduğu jeolojik süreçte geçirdiği fiziksel ve kimyasal değişimler sonucunda taşlaşmasıdır. Kısaca oluşumunu açıklarsak; jeolojik zamanlar boyunca canlılar, ortam koşullarının birdenbire değişmesi (deprem, yangın, sel, volkanik etkinlikler, vb), avlanma, boğulma, rekabet gibi çeşitli nedenlerle ölüyordu. Canlıların ölmesiyle birlikte, eğer uygun ortam da varsa, fosilleşme süreci başlıyordu. Fosilleşme, canlının ölümü, yumuşak dokuların çürümesi, sert dokuların kırılması, taşınması, gömülmesi ve taşlaşması (diyajenez) gibi aş-

malardan oluşur. Canlı organizmalar çökelleşmeyle birlikte fiziksel ve kimyasal bir değişikliğe uğrar. Fiziksel değişim, sert bölümlerin basınç altında ezilmesiyle olurken, kimyasal değişim, kabuk, diş ve kemiklerin içinde ortamdaki iyonların birikmesiyle gerçekleşir. Taşlaşma süreci denen bu dönem çok uzun bir sürede olur. Milyonlarca yıl öncesinden günümüze gelen, günümüzden de milyonlarca yıl sonrasına taşınacak fosilleri, paleontoloji ve antropoloji bilim dalları araştırır. Peki, bu araştırmalar nasıl yapılır? Ne gibi yöntemler uygulanır? Tümünüyle toprak al-

tında olan fosillere nasıl ulaşılır?

Tıpkı biyolojide olduğu gibi, fosil araştırmalarında da canlılar omurgalı fosilleri ve omurgasız fosilleri gibi genel gruplara ayrılır. Fosil araştırmalarında, kazı gibi temel işlemler aynı olsa bile, çalışmalar elde edilen fosilin türüne göre özelleşir. Fosili bulmanın yanı sıra, elde edilen türün belirlenmesi ve bu türün evrimsel geçmişi gibi bilgileri bilmek gerekir. Bunlar da memeli hayvanlar, yumuşakçalar, mercanlar gibi özelleşmiş hayvan gruplarına ayrılarak yapılır.

Memeli Hayvan Fosil Araştırmaları

Fosilbilimcilerin ilgisini çeken gruplardan en önemlisi memeli hayvanlardır. Bu grup, yaklaşık 200 milyon yıldan bu yana yeryüzünde bulunuyor. 65 milyon yıl önce dinazorların ortadan kalkmasıyla birlikte dünya üzerindeki yayılışlarını da artırdılar. Kolay ve serbestçe hareket edebilmeleri, hızlı uyum becerileri nedeniyle çok çeşitli ortamlarda, uzun süre yaşamayı başardılar. Girdikleri ortama göre de beden yapıları değişti ve çeşitlendi. Ağaç tepelerinden mağaralara, çöllerden buzullara, kayalık dağlardan denizlere kadar çok geniş yaşam alanlarına yayıldılar. Bu süreçte yarasalar gibi bazıları uçma becerisi kazandı. Bazıları toprakaltında yaşamaya (körfare), bazıları da sucu ortamlara (balina) uyum sağladı. Yapılan bir çalışmada, memelilerin 1000 yıllık bir zaman dilimi içinde, yaşam koşullarına uygun olarak 20.000 km çaplı, 315.000 km²'lik bir alana yayılabileceği ortaya konmuş. Memeli hayvanların bu özellikleri kıta içi ve kıtalar arası biyokronolojik bağlantıların açıklanmasında önemlidir.

Memeli hayvan fosilleri akarsu, göl, bataklık, kıyı ortamları çökellerinde, karstik yapıdaki kayaların çatlak dolgularında, traverten ve alçıtaşlarında, volkanik tüf ve küllerde bulunabilir. Akarsu ortamında fosiller çeşitli nedenlerle bulunabilir. Akarsu kenarında ya da içinde ölen bir memeli hayvan, akarsuyun içindeki malzemelerle birlikte taşınarak çamurlu bir ortamda çökerek fosil oluşturabilir. Bunun yanında akıntıyla sürüklenen hayvan, kıvrımlı akarsuların kavis yapan yerlerinde



Büyük memeli hayvan araştırmaları düz alanlarda yapılır. Fosil bulunduktan sonra çekic, çivi gibi aletlerle çevresi temizlenir. Sonra bir fırça yardımıyla fosile zarar vermeden ayrıntılı temizleme işlemi yapılır.



Arazi çalışmalarında bulunan fosil yönü belirlenir. Daha sonra etiketlenerek laboratuvara götürülür.

de takılıp fosil oluşturabilir. Göllerdeki fosil yataklarındaysa memeli hayvanların ölüm nedeni, volkan püskürmesi olarak tahmin ediliyor. Ölen hayvanlar, volkan tüfleri içinde fosil oluşturabilir. Göl ortamında, memeli hayvanlarla birlikte yumuşakçalar, tatlısu balıkları ve bitki fosilleri de bulunur. Bu gibi fosilleşme örnekleri, ülkemizde Batı ve Orta Anadolu'da yaygın olarak görülür. Bataklık ortamlarda fosilleşme belirli koşullar oluştuğunda olur. Bu gibi asitli ortamlarda canlıların kalsiyum karbonattan oluşan iskeletleri, bitkilerin çürümesi sonucu ortaya çıkan hümitik asit tarafından eritilebilir. Bu durumda fosilleşme, yalnızca kalsiyum karbonatlı suların hümitik asitlerin etkisini azalttığı (nötrleştiği) ortamlarda gerçekleşebilir. Bu gibi ortamlarda bazı organizmalar çok ender de olsa deri, kıl ve midede yiyecekleri korunmuş durumda da fosilleşebilir. Bataklık gibi ortamlarda oksijen olmadığından fosiller koyu kahverengi ya da siyah renkli olur. Bu gibi bir duruma ülkemizden en iyi örnek Gavur Gölü (Türkoğlu-Kahramanmaraş) bataklığında bulunan ve çok iyi korunmuş fil (*Elephas maxima asurus*) fosilleridir. Günümüze yakın dönemde yaşamış bu fillerin fosilleri MTA Doğa Tarihi Müzesi ve Ege Üniversitesi Tabiat Tarihi Müzesi'nde sergileniyor. Karsitik yapıdaki kayaların çatlak dolgularında fosilleşme biraz daha değişik. Bu gibi yerler yırtıcı kuşların barınakları da olabileceğinden, ortamda yırtıcı kuşlar tarafından avlanan küçük memelilerin fosilleri bulunabilir. Memeli fosillerinin tümü genellikle, dağınık is-

kelet parçaları, yalıtılmış dişler ve çenelerden oluşur.

Memeli hayvanları küçük ve büyük memeliler olarak iki gruba ayrılabilir. Fosil araştırmalarında her iki grup için farklı araştırma yöntemleri uygulanır.

Küçük Memeli Hayvan Fosillerini Araştırma Yöntemleri

Bu tür araştırmalarda öncelikle küçük memeli hayvanların fosillerinin olabileceği çökellerden bir çuval (35-40 kg) örnek alınır. Alınan örnek, ilk olarak güneşte kurutulur, sonra bir dere ya da ırmak kıyısında önce leğen gibi bir kaptaki çamur haline getirilir. Daha sonra, üst üste konmuş eleklerden basınçlı su yardımıyla geçirilir. En geniş göz aralığı en üstteki elekte olmalı ve alta doğru indikçe elek göz aralığı küçülmelidir. Örneğin, en üstteki elekte göz aralığı 1 cm², sonra 2,5 mm², sonra da 0,5 mm² olabilir. Sudan geçirildikten sonra, elek üzerinde kalan malzemeler güneşte kurutulur. En üst elekteki örnekler gözle, ötekiler mikroskopla incelenerek fosiller ayıklanmaya çalışılır. Elde edilen sonuç verimliyse (bir çuvaldan 1-2 diş çıkarsa bile) aynı bölgeden daha çok sayıda fosil örneği elde etmek için aynı işlemler tekrar tekrar yapılabilir. Zaten bilimsel bir sonuca ulaşmak, çok sayıda fosil örneği toplamakla mümkün olur.

Büyük Memeli Hayvan Fosillerini Araştırma Yöntemleri

Büyük memeli hayvan fosilleri araştırmaları, hayvanın fosilleşme süreciyle ilgili bilgi elde etme, arazi ve laboratuvar çalışmaları biçiminde yapılır. Örneğin, Anadolu'da büyük memelilerin en yaygın görüldüğü dönem miyosen (23-5 milyon yıl önce). Dolayısıyla büyük memeli hayvan fosili araştırılacaksa, miyosen dönemli çökellere bakmak gerekir. Bunun için MTA'nın (Maden Tetkik Arama Enstitüsü) çıkardığı haritalardan yararlanılabilir. Yağmur, rüzgar gibi etkenlere yüzeyin aşındığı ormanlık olmayan bir alanı belirledikten sonra uydu ve yakından çekilmiş fotoğraflarına bakılarak bölge iyice belirlenir. Daha sonra bu alana giderek yüzey araştırması yapılır ve fosil buluntularına rastlanırsa, kazı hazırlıkları yapılır. Öncelikle alan karelere bölünür. Sonra her kare üzerinde, kazma, çekiç, keski, fırça gibi aletlerle kazı yapılır. Ortamdan çıkan her parça, kırık bile olsa, numaralandırılıp etiketlenerek depolanır. İyi bir araştırmacı, kırılmış ya da küçük herhangi bir parçaya bakarak, hangi kemiğin ya da canlı türünün taşlaştığını tahmin edebilir. Bunun yanında bir fosilin türünü belirlediğinde, o türün hangi canlılarla yaşadığını da bildiğinden, kazının ilerleyen bölümlerinde hangi canlıların fosillerinin bulunacağı da ortaya çıkar. Araziden elde edilen fosiller etiketlendikten sonra laboratuvara getirilir. Burada, ilk olarak temizleme çalışmaları yapılır.

Fiziksel temizlemeyle olan çalışmalar fırça ve dişçi-



Mercan Fosili

likte kullanılan küçük matkaplarla yapılır. Bunların yeterli olmadığı durumlarda örnekler uzun süre su içinde bekletilir ya da seyreltik hidroklorik asit gibi çeşitli kimyasal maddelerle temizleme yapılabilir. Temizlenen örneğin türü belirlenir ve depolanır. Eğer örnekler iyi durumdaysa, alçıdan ya da polyester mulajdan kalıbı çıkartılarak çoğaltılabilir.

Omurgasız Hayvan Fosili Araştırma Yöntemleri

Omurgasız hayvanların beden yapılarında, omurgalılarda olan kemik, diş gibi yapılar bulunmaz. Bundan dolayı fosilleşme zor olur. Ancak mercan, yumuşakça gibi bazı omurgasız hayvanlar bedenlerinde kalsiyum karbonat içeren yapılar barındırır. Omurgasız hayvan fosilleşmesi bu yapılar sayesinde olur. Omurgasız hayvanlarda fosilleşme, genel olarak memelilerde olduğu gibi ölüm, yumuşak dokuların çürümesi, gömülme ve taşlaşma biçiminde gerçekleşir. Örneğin, mercanlar, denizlerde yaşayan, iskelet yapıları kalsiyum karbondan oluşmuş omurgasız hayvanlardır. Koloni halinde yaşarlar ve koloniler çok büyük olabilir. Bugün hala yaşayan, Avustralya'nın kuzeyindeki büyük mercan resifinin boyu 2000 km kadardır. Mercanların çıplak gözle görülen bölümü yalnızca sert yapılı iskeletleridir. Yumuşak canlı bölümlerini görmek içinse mikroskopla bakmak gerekir. Çok farklı biçimlerde büyüeyebilen, daha doğrusu, yassı, kubbe biçimli, dallanmış, ince levha biçimli gibi çok farklı iskelet yapılarında olabilirler. Bu büyüme biçimleri fosilleşme sürecinde önemli bilgiler elde edilmesini sağlar. Normal büyüme konumunda fosilleşen bir mercan için, çökelme sisteminde herhangi bir hareketliliğin olmadığı, yatay büyüme halinde fosilleşen bir mercan içinse taşınmanın ve tektonik hareketlerin fazla olduğu düşünülür. Fosilleşme sürecinde canlı bölümler kaybolur ve yalnızca iskeletleri kalır. Dolayısıyla türün belirlenmesi iskeletler üzerinden yapılır. Mercan fosil araştırmaları arazide ve laboratuvarında olmak üzere iki aşamada yapılır. Arazi çalışması için önce mercanın hangi bölge-

lerde bulunabileceği öğrenilir. Ülkemiz için örnek vermek gerekirse, Zonguldak, Sakarya Kayseri Hatay gibi bölgelerde Paleozoyik döneme ait (550-250 myö), Ankara, Amasya, Sivas, Trabzon gibi bölgelerde de Mesozoyik döneme ait (250-65 myö), Toros Dağlarında ise Tersiyer Devri'ne ait (65-1,8 myö), zengin mercan fosil yatakları vardır. Bu bilgilere bakarak hangi dönem araştırılmak istenirse, ona göre araziye çıkılır. Örnekler, çekiç ya da keskiyle elde edilir. Gerekli olduğu durumlarda plastik macunla yüzey kalıbı alınabilir. Numaralandırılır ve laboratuvara getirilir. Laboratuvarında temizleme işlemi yapılır. Gerekli yerlerden kesitler alınarak mercan fosili ortaya çıkarılır. Türü belirlenerek müzede depolanır.

Omurgasız hayvanlar içinde fosilleşen bir grup da yumuşakçalar. Yumuşakçalar ilk kez Paleozoyik dönemde ortaya çıkmışlar ve günümüze kadar soylarını devam ettirerek gelmişler. Denizlerde, göllerde, akarsularda, karada değişik biçimlerde yaşarlar. Kafadanbacaklılar (ahtapot, mürekkep balığı, vb), karındanbacaklılar (salyangoz vb), iki kapaklılar (deniz kabukları vb) gibi çeşitli grupları bulunur. Beden yapıları çok yumuşak olur. Ancak, bedeni örten kalsiyum karbonat içeren çok sert bir yapı daha bulunur ve bu yapı fosilleşmeyi sağlar. Bu grubun fosil araştırma yöntemleri, ötekilerde olduğu gibi ön bilgi edinme, arazi ve laboratuvar çalışmaları biçiminde gerçekleşir. İlk olarak hangi kayaç tiplerine bakılması gerektiği öğrenilir. Yumuşakça fosilleri genellikle çökel kayaçlarda bulunur. Bunun için deniz, göl, lagün, bataklık gibi ortamlara bakılır. Bu ortamlarda kumtaşı, çamurtaşı, kiltası, kireçtaşları yumuşakça fosili bulma olasılığı çok olan yerlerdir. Örnek elde etme elle ya da çekiç ve keski gibi aletler yardımıyla yapılır. Küçük yumuşakça örneklerinin görülmesi zor olduğundan yıkama ve elekten geçirme işlemleri yapılır. Tüm bu aşamalardan geçirerek ortaya çıkarılan fosilin türü belirlenir ve müzede depolanır.

İz Fosiller

Fosiller yalnızca canlının sert bölümleri gibi beden parçasından oluşmaz. Bazen canlının yumuşak bir zemin üzerinde bıraktığı izlerden de fosil



oluşabilir. İz fosil denen bu oluşum, öteki fosil örneklerinden farklı olup çalılışılması daha zordur. İzler, aynı hayvan tarafından farklı ortamlarda farklı yoğunlukta ve farklı biçimlerde bırakılabilir. Bundan dolayı, değerlendirmelerde hata yapma olasılığı biraz daha çok olur. İz fosiller, ayak izinin yanı sıra sürünme, yumuşak zeminlerde oluşturulan tüpsü yapılar, sert tabakalarda delici organizmalarca bırakılan izlerden de oluşabilir. Araştırma yöntemleri, başka örneklerde olduğu gibi, ön bilgi edinme, arazi gözlemleri fosili elde etme ve laboratuvara getirip, türünü belirleme işlemlerinden oluşur.

Zaman, özveri ve büyük emek gerektiren fosil araştırmaları geçmişimize ışık tutuyor. Günlerce uğraş, sonuç elde edene kadar tekrar tekrar deneme, bazen de sonuç elde edememe bilimsel bir disiplin de gerektiriyor. Ancak bir bulguya ulaşıncaya da tüm yorgunluk gidiyor. Fosilbilimcileri en heyecanlandıran ve bilimsel değeri en yüksek olan olgu, bulunan fosilin önemli boşlukları dolduruyor olması. Fosil ya da taşlaşmış bir canlı, çoğu kişi için bir şey ifade etmese de yaşadığımız dünyanın geçmişini ortaya çıkarmada en önemli bilimsel bulgulardır.

Memeli hayvan fosil fotoğrafları için
Yrd. Doç. Dr. Cesur Pehlevan'a
teşekkür ederiz.

Bülent Gözcelioğlu

Kaynaklar:
Kaya T., T., Kılıç A., M., Saraç G., Aydın A., Fosiller ve Çalışma Yöntemleri, Paleontoloji Çalışma Grubu., TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası.
HYPERLINK "http://www.fossilscience.com/" "http://www.fossilscience.com/"