

# Foraminiferlerle Buluşma “Alice Harikalar Diyarında...”

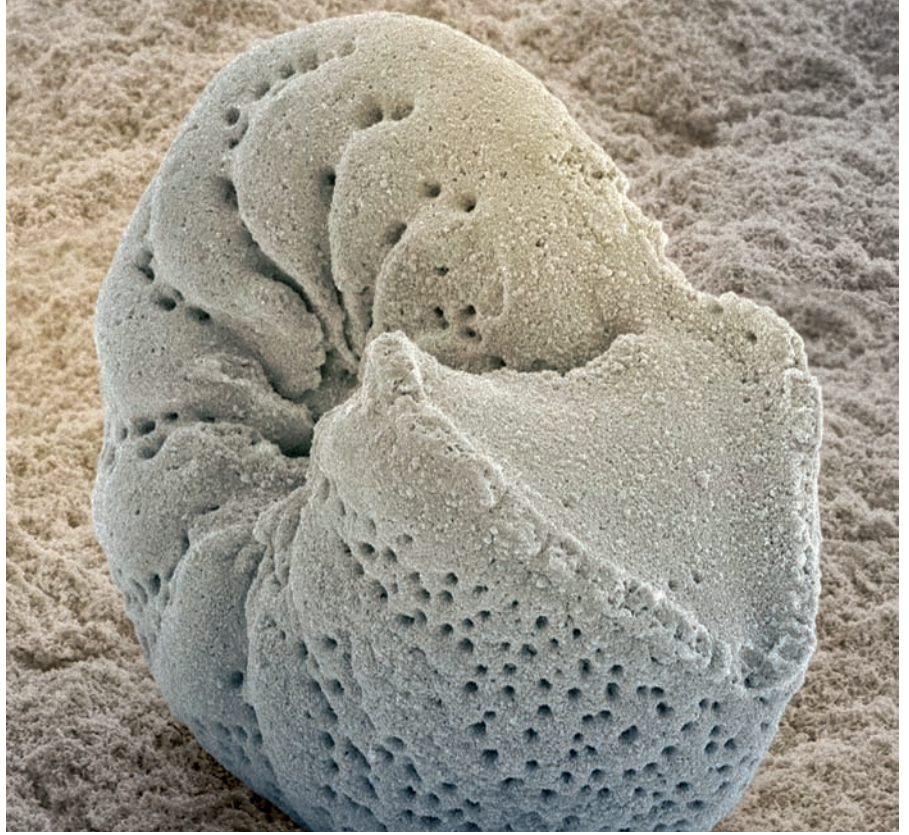
Dünya'nın 4,6 milyar yıllık geçmişinde ilk iki milyar yıl soğuma, kabuk bağlama, çekirdek ve manto oluşumuyla geçmiştir. Sonraki iki milyar yılda da tıpkı süte çalınan bir parça yoğurtla gerçekleşen “mucize” gibi, canlı çeşitliliğinin mayasını tutturma çabaları yaşanmıştır. Bu dönem canlılarına ilişkin bilgilerimiz çok sınırlıdır.



**D**ünya'nın çok hücreli canlı üretme serüveni 550 milyon yıl önce, Kambriyen Patlaması ile başladı. Bu patlamanın ardından birdenbire tekhücrelilerden omurgasızlara kadar çok çeşitli canlı grupları ortaya çıktı. Bu gruplardan biri de tekhücreli canlılardan foraminiferlerdi.

Son 550 milyon yıllık jeolojik tarihin hemen her sayfasında önemli bir yer tutan foraminiferler, jeolojik devir ve katların ayırt edilmesinde önemli birer göstergedir. Çünkü, yok olma dönemlerinde diğer türlere kıyasla en çok kaybı veren foraminiferler, kimi büyük yok olma dönemlerinde cinslerinin %85'inin ortadan kalkmasıyla jeolojik katmanlar arasında kolaylıkla tespit edilebilen kilitler bıraktılar. Ama her seferinde yeniden toparlanarak yaşadıkları dönemin önemli tanıkları ve kanıtları olmayı hep başardılar.

Foraminiferler, tekhücrelilerin (Protozoa) kökayaklılar (Rhizopodea) sınıfının bir takımıdır. Foraminiferlerde beslenme, çoğalma gibi bütün yaşamsal etkinlikler tek bir hücrede gerçekleşir. Hücre, bir çekirdek ve endoplazma denen bir iç ve ektoplazma denen bir de dış protoplazmik bölümden oluşur. Saydam ve kaygan bir jel gibi olan ektoplazma, hem yeni kavkı (kabuk) oluşturur hem de dıştan sararak kavkıyı korur. Hareketi sağlayan ve besin yakalayan yalancı ayaklar da bu ektoplazmanın ağısı uzantılarıdır. Endoplazma, kavkının içinde yer alan ve ektoplazmaya göre daha yoğun olan bir sıvıdır. Endoplazmanın bir bölümü beslenme ve gelişmeyi sağlarken çekirdek çevresine yerleşmiş başka bir bölümü de üremede rol oynar. Foraminiferler, tıpkı bizim gibi, bebeklik, çocukluk, gençlik, olgunluk ve yaşlılık devreleri geçirir. Bu gelişme evrelerine göre de farklı görünimleri olur. Birkaç tatlı su formu dışında foraminiferlerin tümü genellikle kalker bileşiminde bir kavkı taşır. Bu özellik onların fosil olarak korunabilmesinin de nedenidir. Bazen kaya oluşturabilecek güçte mikroorganizmalar olabilen foraminiferler günümüz denizlerinde de bol olarak bulunur. Gü-



Günümüz denizlerinde de yaşayan bentik foraminiferlerden *Discorbis* SEM görüntüsü

nümüz foraminifer cinslerinin %95'i denizlerin tabanında (bentik), %5'i de deniz yüzeyinde asılı olarak (planktik) yaşar. Asılı olarak yaşayanlarının cins yüzdesinin az olmasına karşın, birey sayısının çok olması ekosistemde önemli bir rol oynamalarına neden olur. Foraminiferlerin besinlerini, algler, diyatomele ve öteki tekhücreli organizmalar oluşturur. Foraminiferlerin kendileri de başka canlılar için besin olarak beslenme zincirinde önemli bir halka oluşturur. Sınırlı sayıda cinsi göllerde yaşasa da foraminiferler genellikle denizlerde yaşar.

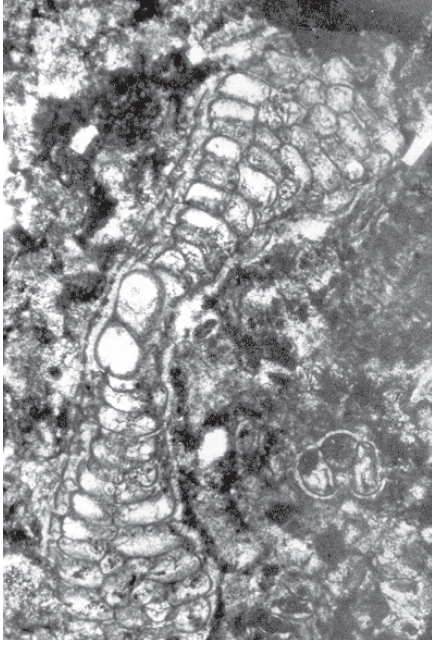
Günümüz denizlerinde de yaşayan planktik foraminiferlerden *Globorotalia* SEM görüntüsü



Hem kavkı taşımaları hem de denizlerde yaşamaları foraminiferlerin fosil olarak korunabilmesindeki en önemli etkenlerdir.

Foraminifere ulaşmak için ön araştırmalarla saptanmış bir arazideki tortul kayalardan örnekler almak gerekir. Tortul kayalar, bazen pasta dilimi gibi tabakalı bazen de tabakasız, kütleli olabilir. Her durumda alttan başlayarak yukarı doğru örnek alımı yapılır. Ne zaman örnek alacağınıza karar vermek için sık sık kırılan taze kaya yüzeyinin içine bir büyüteçle bakıp, değişikliğin kontrol edilmesi gerekir. Her tabaka dilimi gerçekte jeolojik zamanda yaptığınız gezinin yaşlıdan gence doğru uzanan duraklarıdır. Bu duraklardan, belirlenen bir düzende yumruk büyüklüğünde örneklerin alınması ve bunların numaralanması gerekir.

Arazi çalışmaları sırasında bir safariye çıkmış gibi dikkatli olmalı, bu sırada önüne çıkan omurgalı ya da omurgasız fosillerini de toplayarak her avı değerlendirilmelisiniz. Çok kanıt, varacağınız sonucun sağlıklı olmasında önemli bir rol oynar.



65 milyon yıl öncenin benthik foraminiferlerinden Postomphalocyclus meriçi eksenel kesitinin polarizan mikroskop görüntüsü

Bir bukalemun gibi araziye uyup onun bir parçası olarak doğanın soluğunu, seslerini, kokusunu duyar, kayaların konuşmasını, size fısıldadıklarını dinlersiniz. Daha sonra varacağınız sonuçlar için tüm gözlemlerinizi defterinize kaydedersiniz: Kayanın rengini, dokusunu, kokusunu, tanelerinin boyunu, bunların dağılımındaki düzeni, tabakalarının eğimini ve doğrultusunu, varsa çatlaklarını, çatlaklardaki dolgunun cinsini vs. Her çaba, foraminiferlere buluştuktan sonra yazacağınız jeolojik öykünün kahramanlarını belirlemek içindir. Bu öyküde kimi figürandır, kimi de başrol dedir. Örneğin, bulduğunuz foraminifer *Nummulites* ise başrol oyuncunuz belli olmuştur. Jeolojik zamanda kısa bir yer kaplayan, ancak geniş bir coğrafyaya dağılmış böyle foraminiferler, anahtar-kılavuz fosiller olarak bize zamanı dilimlere (askatlara) ayırabilme lüksü sağlar.

Çalışacağınız foraminiferlere ulaşmak için araziden topladığınız kaya örneklerinden hazırlanmış ince kesitlere gereksiniminiz vardır. Önce, kaya örneklerini taş kesme makinelerinde ince ince dilimlemeniz, sonra da her bir kaya dilimini özel camlar üzerine yapıştırmanız gerekir. Kaya dilimi, camın arkasında, birkaç

mikron kalınlığında kalacak kadar aşındırılır. Bunun için değişik kalınlıklarda tozlar kullanılır. Son aşındırma aşamasında, sık sık mikroskopta kontrol ederek, kayanın yeterli inceliğe ulaşıp ulaşmadığına bakmanız gerekir. Artık en ince aşındırma tozuyla ve pürdikkat işe devam etmelisiniz; çünkü yalnızca bir kerelik fazladan aşındırmayla bile kayanın cam üzerinden tümüyle silinmesine yol açabilirsiniz. Başarılı olduğunuzda, artık elinizde örneğinizin ait olduğu kayadan alınmış bir cam fotoğraf vardır. Bu fotoğraf 550 milyon yıl önce de çekilmiş olabilir, 300, 55 ya da 25 milyon yıl önce de...

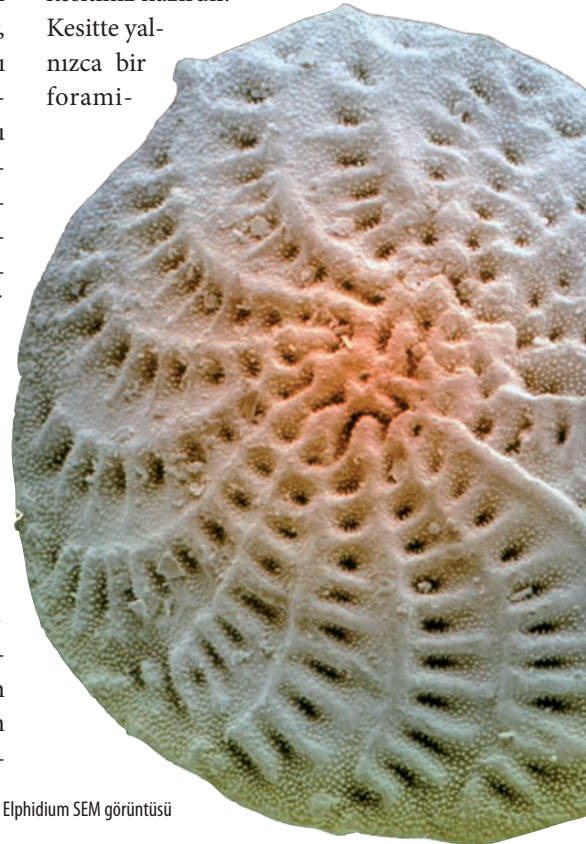
Hazırladığınız ince kaya kesitinin üstünü ıslatıp, alttan aydınlatmalı mikroskopun tablasına yerleştirdikten ve ayarlarını yaptıktan sonra objektiften baktığınızda, karşınızda eski zamanlardan kalma uçları sararmış siyah-beyaz fotoğraflar gibi, neredeyse poz vermiş foraminiferleri görürsünüz. Önce gözleriniz ve sonra tüm benliğinizle aşağı kayıp, kesitteki 100 milyon yıl öncenin deniz tabanına düşüverirsiniz; tıpkı ağaç kabuğunda kaybolan Alice gibi...

Alice gibi sepetiniz kolunuzda bir harikalar diyarındasınız artık. Karşınızda foraminiferler ve onlara eşlik eden bryozoalar (yosunhayvancıkları), algler, mercanlar, mollusk (yumuşakça) kavkı parçaları, denizkestanesi dikenleri duruyordur. Mikrodünyadan alınmış bu kesitte bulabileceğiniz birçok ipucu, size birlikte yaşayan bu topluluk, bu ortamın eski koşulları ve jeolojik yaşına ilişkin bilgi vermeye başlar. Hepsini birleştirerek yorum yaparsınız: Eski bir resif ortamına mı geldiniz? Eğer öyleyse, resifin neresindesiniz? Açık denize doğru olan önünde mi yoksa karaya doğru, gerisinde mi? Ana kütlede misiniz? Yoksa gel-git düzlüğüne mi geldiniz? Sakin bir koyda ya da havuzda da olabilirsiniz. Kesiti bir uçtan öteki uca gezerken gördüğünüz her ayrıntıyı not alırsınız. Bu notların birleşimi, kesitiniz için hazırlanmış bir "reçete"dir aslında. Tıpkı doktora gittiğinizde yapılan muayene ve tahlillerden sonra konulan tanı ve tedavi için verilen reçete gibi. Pa-

leontolog, bu anlamda bir taş doktorudur. Ünlü paleontolog Louis Agassiz'in dediği gibi, "Dünya, mezar taşları kayalardan ibaret olan geniş bir mezarlıktır. Burada yatan ölümler, kitabelerini bizzat kendileri, bu kayalara yazmışlardır..." Paleontoloğun görevi bu kitabeleri bulmak ve ipuçlarını birleştirerek okumaktır aslında.

Bazı benthik foraminiferler, 5 cm kadar olabilen boylarıyla tıpkı makrofosiller gibi gözle görülüp elle toplanabilir. Bunlar tekhücreli mikrofosillerin çok hücreli makrofosillere öykünenleridir. Arazide kayaların yağmur ve kar gibi nedenlerle aşındığı yüzeylerde mercimek taneleri, fasulye taneleri ya da antik paralar gibi bulunurlar: Büyük *Nummulites*, *Assilina*, *Ranikothalia*... Bunların üzerlerindeki ağısı yapıları ve süsleri çıplak gözle bile görebilirsiniz. İyapılarını incelemek için laboratuvarında bunları bir penseyle tutup, beher üzerinde iyice kızdırdıktan sonra soğuk suya atarsınız. Uzun ya da kısa eksenini boyunca kırılıverip, iyapılarını açığa çıkarırlar. Gerisi aynen ince kesit hazırlamak gibidir. Bu parçaları camın üzerine yapıştırıp, yeterli miktarda aşındırdığınızda bu kez kişiye özel kesitiniz hazırdir.

Kesitte yalnızca bir forami-

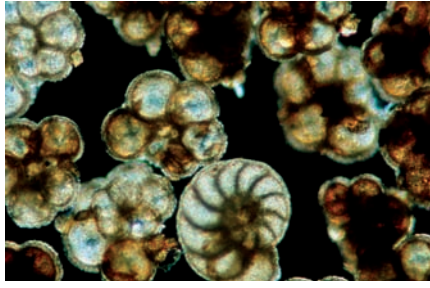


Günümüz denizlerinde de yaşayan benthik foraminiferlerden *Elphidium* SEM görüntüsü

nifer vardır. Elinizdeki vesikalık bir fotoğraftır. Mikroskopta baktığınızda, kavkının sarılım düzeni, pilyeleri, sütunları, locaları gibi tüm ayrıntılar artık ortadadır...

Örnek alacağınız kayalar kıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı gibi yumuşak kayalarsa, bunlardan ince kesitler hazırlamanız olanaksız olduğundan çalışma malzemenizi çekicinizle açtığınız taze oluklardan alıp torbalara doldurursunuz. Eğer örneğiniz iyice yumuşasın istiyorsanız, bir gün su da bırakabilirsiniz. Kayanın çeşidine göre suya değişen oranlarda asit ekleyebilirsiniz. Laboratuvarında, elde etmeyi umduğunuz fosilin boyutuna göre seçeceğiniz elekleri üst üste koyup, torbadaki örneğinizi en üstteki eleğe dökersiniz. Bol tazyikli suyla yıkarsınız. Örneğiniz, tane boyuna göre farklı eleklerin üzerinde dağıldıktan sonra her eleğin üzerindeki malzemeyi kâğıtların üstüne alırsınız ve iyice kurutursunuz. Sonra üstten aydınlatmalı mikroskobun altında, ucunda iğne olan bir aygıtla fosil örneklerini tek tek toplar ve onları değişik saklama kaplarına alırsınız. Bu kaplarda her fosil örneğini ayrı ayrı numaralanmış farklı bölmelere alabileceğiniz gibi tek bölmeli bir saklama kabına da alabilirsiniz. Sonuçta yaptığımız işlem foraminiferle buluşma için sabırla, dikkatle, iğneyle kuyu kazmaktır.

Mikroskop altında her bireyle tek tek tanışırız. Foraminiferle buluşma, ince kesitlerde gördüğümüz tek boyuttan farklı olarak bu kez teke tek ve üç boyutlu bir buluşmadır. Eşsiz görüntülerle karşı karşıyasınızdır: Değişik kalınlık ve şekillerde kabarıklıklar, ağ sistemleri, süsler, rozetler, ince-kalın dudaklarla çevrili ağız açıklıkları; gül goncası gibi olanlar, saçaklı, yelpaze gibi olanlar, değişik ifadeler; kimi gariban sade vatandaş, kimi süslü sosyete; boy resmi verenler, vesikalık çektirenler. Milyonlarca yıl öncesinden bir geçit törenidir sanki...



Planktik ve bentik foraminiferler

Her foraminifer cinsi, kendine özgün özelliğiyle ötekilerden ayrılır. Kavkısının bileşimi, yapısı, şekli, sarılımı üyesi olduğu ailenin (familya) ortak özelliği olarak tümünde görülür. Ama bir yapısal farklılık, yalnızca ve yalnızca o cinsin özgü olur. Bu farklılık, kavkı şeklinde, kavkı sarılımında, sarılım düzeninde, loca şeklinde, locacık şekli ve düzeneyle, ağız açıklıklarının şekli ve dağılımında olabilir. Örneğin, mercimek şek-

değişimi gibi loca şeklindeki değişiklikler cinsin ayırt edici özelliği olabilir. Locacıkları olan bir ailedeyse, locacıkların küreselden sferoidale değişen şekli ya da locacıkların kavkının bir sarılım turundan başka bir sarılım turuna geçildiğinde aynı hat üzerinde veya ardışıklı oluşuna göre belirlenen locacık şekli ve düzenindeki farklılıklar cinsin ayırt edilmesini sağlayabilir. Ağız açıklıklarının boyunca ya da dudaklı, tüp biçiminde, ışınsal ya da dallı olabilen şekli ve kavkı üzerindeki dağılımı da foraminifer cinsinin kendine özgü niteliği olabilir.

Elde edilen bulguların fotoğraflanarak belgelenmesinde de foraminifer cinsinin farklılığını yaratan belirgin özelliklerin en iyi görüldüğü kesitler seçilir. Mikroskoplardan görüntü alma yöntemlerinin bilgisayarlar sayesinde gelişmiş olması, elektron mikroskobu gibi ayrın-



Eosen devrine ait (44 milyon yıl yaşlı) Killi kireçtaşı kayası içinde bentik foraminiferlerden Nummulites örnekleri

linde kavkısı olan bir ailede mercimeğin iki yanının da şişkin oluşu, yalnızca bir yanın şişkin oluşu, öteki yanın düz ya da içbükey oluşu gibi farklılıklar cinsi belirleyebilir. Kavkının sarılımının merkezde sıkı, çevrede gevşek ya da merkezde gevşek, çevrede sıkı veya hep belirli bir düzeni koruması gibi sarılım düzenindeki bir farklılık cins için ayırt edici olabilir. Locaları dikdörtgenimsi olan bir ailede, loca uzunluk ve genişliğinin kavkının başlangıcından sonuna kadar olan

tıları büyülten aletsel teknolojik gelişmeler bu belgeleme çalışmalarında büyük kolaylıklar sağlar.

Doğanın 4,4 milyon yıl önce Erken Pliyosen'de başlayan insanlı serüveni, evrimini tamamlamış görünse de foraminiferlerin 550 milyon yıldır süren serüveni hiç bitmeyeceğe benziyor...

#### Kaynaklar

İnan, N., *Paleontoloji (Fosil Bilim)*, Seçkin Yayıncılık, 2006.  
İnan, N., Tashi K., *Tarihsel Jeoloji*, Mersin Üniversitesi Yayınları, No: 15, 2006.