

Eylül 2005 sayımızda bilimin yanıtlamakta zorlandığı 125 soruyu sizlere aktarmıştık. Kuşku yok ki önümüzdeki yıllarda “bilimin bilemedikleri”nin sayısı giderek azalacak. Bu sayıda da çeşitli alanlarda varabildiği en uç noktalarda bilimi sizlere “Discover” dergisince hazırlanan bir paket aracılığıyla tanıtıyoruz. Görüyoruz ki, kimisi sıradan mantığımıza, algılarımıza “uçuk” gelen, kimisiyse düşlerimizi süsleyen teknolojik atılımlar, kuramsal ilerlemeler, yeni yeni aydınlanmaya başlayan yeni yeni ufuklar açıyor insanlığa.

Jeofizik

DÜNYA'NIN “AY ÇEKİRDEĞİ”

Dünya'nın içindeki, tek uydumuzun diğer yarısından mı ibaret?

Ayaklarınızın çok, yaklaşık 5.180 km altında, Dünya'nın diğer Ay'ı var. Gezegenden bağımsız olarak, sıvı bir dış çekirdeğin içinde farklı bir hızla dönen bu uydunun büyüklüğündeki katı küre, Dünya'nın geçmişinin en erken aşamalarını ve hatta gezegendeki yaşamı anlamının ipuçlarını barındırıyor. Yaklaşık 300 yıldır, Dünya'nın merkezinde

sağ demirden oluşan homojen bir top bulunduğu şeklindeki varsayımı yeni pek az şey ilave edilmişti. Fakat geçen on yıl içerisinde, yeni verileri ve laboratuvar benzetişimlerini kullanan yerfiziççileri, bu çekirdeğin haritasını çıkartmaya ve onu incelemeye başladı. Her geçen yıl, sismik verilerden daha fazla bilgi türetiliyor. Bilim insanları

henüz, tüm bu bilgilerin ne anlama geldiği konusunda aynı fikirde değil. Fakat, bir şey giderek açıklığa kavuşuyor: Dünya'nın çekirdeği, daha önce hiç sanılmadığı kadar değişik ve sıradışı bir yapıya sahip.

“Eğer iç çekirdek tekdüze yapıda bir top olsaydı, size fazla bir bilgi sağlayamazdı” diyor,

Gizem

BRUCE BUFFETT. Dünya'nın iç yapısı üzerinde çalışan Chicago Üniversitesi yer fizikçisi.



4,5 milyar yıl önceki bir gök-cismi çarpması Dünya'nın çekirdeği hakkında nasıl bir açıklama getirir?

B: Bildiklerimizle uyuyor. O zamanlar etrafta dolaşan, Mars büyüklüğünde pek çok cisim vardı. Gök cisimlerinin çarpışma olasılığı hayli yüksekti. Böyle bir durumda, tüm gezegen erimiş, demir dibe batmış ve silika yüzeye çıkmış olurdu. Bu; çekirdeğin ısısını, en azından kısmen açıklar; gezegenin temel yapısını açıklar.

Çekirdek hakkındaki düşüncelerimizde yakın zamanlarda ne değişti?

B: Çekirdeğin her yönde ve her yerde aynı, izotropik ve homojen olduğu düşüncesindeydik. Fakat şimdi, içinde donmuş halde, büyük ve çok

küçük ölçekli yapıların bulunduğu hakkında ipuçları var. Homojen değil; karmaşık, anizotropik. Bu yapılar, daha önceki zamanlardan kalma 'fosiller' olabilir. Kristalleri eşyönlü endiren ve bizim anlamadığımız bir süreç var. Belki de makro ve mikro düzeylerde devam eden, farklı süreçler var. Çekirdeğin anizotropik yapılarını anlamak, bize nasıl büyüdüğüne ve büyümenin sona erip ermeyeceğini söyleyebilir.

Ya büyüyorsa?

B: Albert Einstein, fiziğin çözülmemiş en büyük sırlarından birisi, Dünya'nın manyetik alanının kökeninin ayrıntılı bir açıklaması olduğunu söyledi. Bunun, erimiş dış çekirdeğin konveksiyonundan kaynaklandığını biliyoruz. Fakat, enerji eğer iç çekirdeğin, yerçekimi ağır demiri aşağı çeker ve daha hafif malzemeler dış çekirdekte yükselirken büyümesinden geliyorsa, Dünya'nın manyetik alanının var olduğu milyarlarca yıl boyunca çekirdek neden tümüyle katılaşmadı?

Teknoloji size nasıl yardımcı oluyor?

B: Bu, zor bir gözlem oyunu. İç çekirdeğin

benzetişimini yapabilen bilgisayar modelleri geliştiriyoruz, fakat şimdilik çok kabalar. Çekirdekteki malzemelerin üzerindeki etkileri incelemek için, laboratuvarında yüksek basınç ve sıcaklıklar oluşturan elmas çekiçler kullanıyoruz. Demire basınç altında neler oluyor? Fakat henüz iç çekirdeğin koşullarına ulaşabilecek durumda değiliz, dolayısıyla, sonuçlardan hareketle kestirimlerde bulunuyoruz.

Geçen yıl Sumatra'da gerçekleşen büyük deprem size veri sağladı mı?

B: Henüz hiç. Çekirdeği çalışırken, depreme göre zıt konumlarda, doğrudan Dünya'nın merkezinden geçen verileri toplayan sismik istasyonlarınız olmalı. Halbuki Pasifik Okyanusu'nda çok sayıda sismometre yok.

Ne kadar az bildiğimizden dolayı hayal kırıklığı hissediyor musunuz?

B: Bu bir hayal kırıklığından ziyade tahrik unsuru. Tüm parçaları bir araya getirmek hoş olurdu: Çekirdeğin anizotropisi, enerji sorunu, çekirdek ısısının kaynağı, Dünya'nın geçmişi. Çekirdek, pek çok şeyi birbirine bağlayan bir örümcek ağı. Fakat yerfiziğinde çok sayıda 'buldum!' ('evreka!') anı yok.

DOĞUŞTA AYRILIK

Yaklaşık olarak 4,5 milyar yıl önce, Mars büyüklüğünde bir gök-cismi Dünya'ya çarparak, Ay'ın kütesini oluşturan malzemeyi Dünya etrafında yörüngeye fırlattı. Pek çok yerfizikçisi aynı çarpışmanın, geride kalan kaya kütesinin çoğunu erittiğine ve gezegenimizin iç çekirdeğinin oluşmasına yol açtığına inanıyor.

DÜNYA'NIN ÇEKİRDEĞİ

Yaş: Yaklaşık 4,5 milyar yıl.

Çap: 2.430 km.

Dönme hızı: Her 23,89 saatte bir tur, ya da Dünya'dan %0,2 daha hızlı. İç çekirdek her 1.800 yılda bir, gezegenden bir fazla tur atıyor.

Yoğunluk: 13 ton/m³.

Kütle: 9,77 x 10¹⁹ ton.

Özellikler: 4,8 ile 9,6 km genişliğinde, kristalleşmiş çeşitli malzeme blokları ve yüzlerce kilometre kalınlığında katmanlara ve belki 580 km çapında demirden bir en iç çekirdeğe dair ipuçları.

Etkinlik: Dış çekirdekteki konveksiyon akımları, doğal bir jeneratör olan 'dinamo etkisi'ne vücut veriyor. Bu yerdinamik etkinlik, Dünya'nın koruyucu manyetik alanını yaratıyor.

AY

Yaş: Yaklaşık 4,5 milyar yıl.

Çap: 3.475 kilometre.

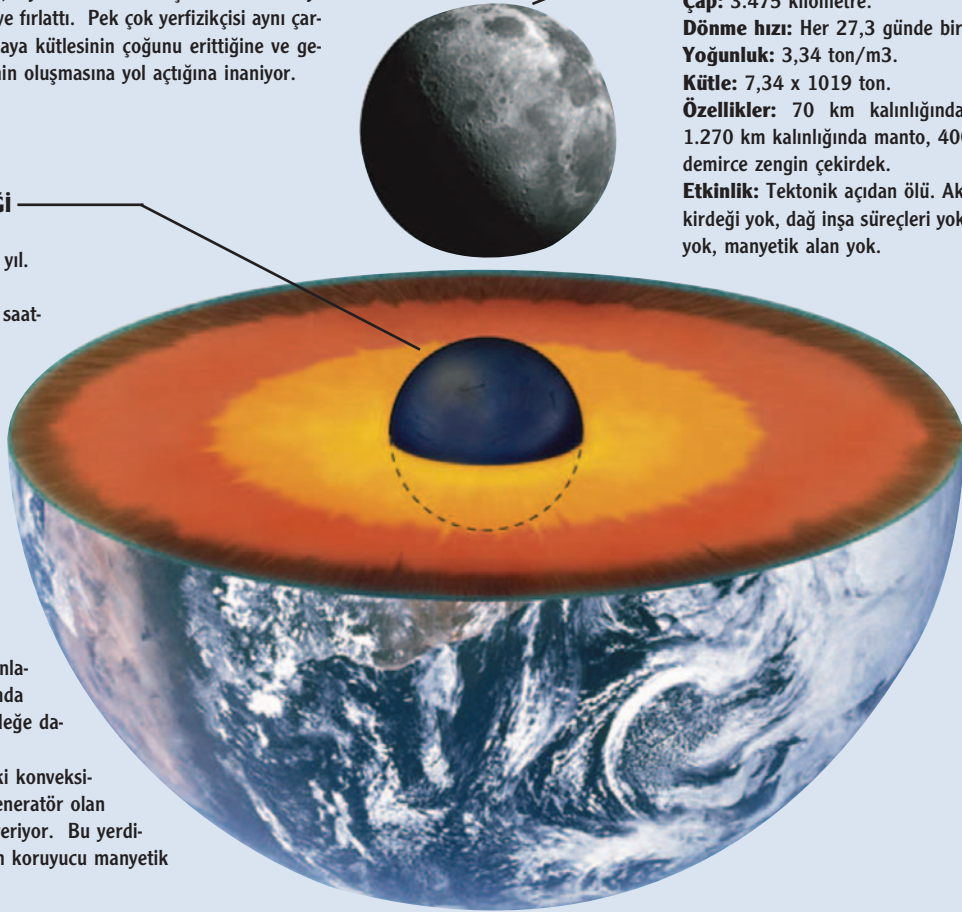
Dönme hızı: Her 27,3 günde bir tur.

Yoğunluk: 3,34 ton/m³.

Kütle: 7,34 x 10¹⁹ ton.

Özellikler: 70 km kalınlığında dış kabuk, 1.270 km kalınlığında manto, 400 km çapında demirce zengin çekirdek.

Etkinlik: Tektonik açıdan ölü. Aktif sıvı bir çekirdeği yok, dağ inşa süreçleri yok, yanardağlar yok, manyetik alan yok.



Washington Üniversitesi'nden yerfizikçisi Ken Creager. "Fakat, daha fazla baktıkça, daha fazla ayrıntı görüyorsunuz. Karmaşıklık size, köken ve evrim hakkında ipuçları verir. Şimdi görüyoruz ki, çekirdek çok karmaşık bir yapıya sahip. Bize Dünya'nın nasıl çalıştığını söylüyor."

İç çekirdeğin bileşimi, olağanüstü basınçların etkisi altında: Santimetre kare başına yaklaşık 3.650 ton kütle eşdeğeri veya Dünya yüzeyindeki atmosfer basıncının 3,65 milyon katı. Basınç, 6100 °C'ye ulaşan sıcaklıklara karşın, iç çekirdeğin katı kalmasını sağlıyor. Sismik veriler, mantoda ve üstündeki kabukta yer alan depremlerden aşağıya doğru inen ses dalgalarının, erimiş dış çekirdekten geçerken yavaşladığını gösteriyor. Bazı dalgalar, daha derindeki iç çekirdekten yansırken, diğerleri doğrudan iç çekirdeğin içinden geçiyor.

Yerfizikçileri dalgaların birbirinden uzak sismometrelere geliş zamanını duyarlı bir şekilde ölçerek, beklenmedik bilgilere ulaştılar. Örneğin, Kaliforniya Üniversitesi, San Diego'daki Scripps Okyanusbilimleri Enstitüsü'nden Miaki Ishii, iç çekirdeğin, merkezinde küçük bir çekirdek de dahil olmak üzere, bazı sıradışı özellikler barındırdığını tahmin ediyor. Bilim insanları ayrıca, çekirdeğin başka yerlerinde özgün kristalleşme bölgeleri belirledi ve sürekli büyümekte olan, sıg tepelerle vadiler içeren bir dış yüzey de hayli olası. Bu yüzey özellikleri demirin kristalleşme sürecinin bir sonucu olabilir ve tıpkı kar tanelerinin oluşumuna benzer şekilde, dışarıya doğru büyüyebilir.

Giderek büyüyen katmanlı bir iç çekirdek kavramı, Dünya'nın erken tarihinin açıklığa kavuşmasına büyük katkıda bulunabilir; iç çekirdeğin en başta nasıl oluştuğunun açıklanmasına ve gezegenin derinliklerinde yatan çok büyük miktarlardaki ısının kaynağının anlaşılmasına yardımcı olabilir. Yerbilimciler Dünya'nın, 4,5 milyar yıl kadar önce, Mars büyüklüğünde bir gök cisminin isabetine uğradığına inanıyorlar. Bu çarpışma, gezegende ki kayaların çoğunun erimesi için yeterli ısı üretti. Daha ağır olan demir, merkeze doğru dibe daldı ve o zamandan beridir ısı yayıyor. En azından kuram böyle. Tıpkı paleontologların, fosilleri ve katmanları inceleyerek eski olaylar hakkında çıkarsamalarda buldukları gibi, yerfizikçileri de iç çekirdeğin, gezegenin geçmişte nasıl geliştiğine ışık tutan; sağlam, farklı kristalleşme ve kimya bölgelerinden oluşan, 'fosilleşmiş' kanıtlar barındırdığına inanıyorlar.

Dünya'nın iç çekirdeğinin yapısının daha iyi anlaşılması, gezegenin, yeryüzündeki hayatı kozmik ışınların ölümcül bombardımanından yalıtın manyetik alanının kuzey-güney yönünde kilitlemişliğinde oynadığı rolü de açıklığa kavuşturacak. Tüm bu şaşırtıcı parçaları bir araya getirmek kolay olmayacak. "Çünkü çekirdeğe doğrudan erişme imkanımız yok, orada olan bitenleri modellemek açısından kısıtlı imkanlara sahibiz" diyor, Caltech'ten gezegen bilimcisi David Stevenson. "Problem, Dünya'nın atmosferinin veya okyanusların modellenmesine benziyor. Her gezegenin öz-

gün bir yapıya sahip olduğunu; Venüs, Mars ve Ay'ın manyetik alanının olmadığını biliyoruz. Dolayısıyla, Dünya'nın farklı tarafı ne? Neden onlar öyle de, biz böyle geliştik?"

Çekirdek yerfizikçileri, kıtaların dış hatlarının haritasını çizebilen ve fakat iç kısımları hakkında hemen hiç fikri olmayan 16. Yüzyıl gezginlerine benzediklerini kabul ediyorlar. Creager'in dediği gibi, "Çekirdek, pek az kesinlik barındıran bir olasılıklar diyarı."

Buna karşın, Creager ve çalışma arkadaşları bilimin önümüzdeki birkaç on yıl içerisinde, çekirdeğin pek çok sırrını açıklığa kavuşturacağına inanıyor. Araştırmacılar Dünya çapında binlerce sismometre yerleştirmiş olduğu gibi, pek çoğu da yolda. Bu aygıtlar sismik dalgaları dinleyerek, çekirdek hakkında giderek artan duyarlılıkta ölçümler verecek. Örneğin, Ulusal Bilim Vakfı, kısmen iç çekirdeğin daha ayrıntılı bir haritasını çıkartmak için kullanılmak üzere, birbirine bağlı 400 sismometreden oluşan bir ulusal ağ olan 'USArray'ın kurulması için 100 milyon dolardan fazla yatırım yapıyor. Bu arada, iç çekirdek fiziğinin laboratuvar benzetişimleri her geçen gün iyileşiyor. Belki de çok geçmeden, içimizdeki ay bize dışımızdaki Ay kadar tanıdık hale gelecek ve Dünya'nın kozmolojik geçmişinde oynadığı rol tümüyle aydınlanmış olacak.

Daniel Wood, "Exploring Earth's Inner Core/Moon"
Discover Ekim 2005

Çeviri: Prof. Dr. Vural Altın