

# YERİN MERKEZİNE DOĞRU

*Süper derin kuyular, dünyamızın keşfinin yeni bir perdesini aralıyor.*

Gregory T. POPE

**D**ünya yüzeyi artık neredeyse tamamen keşfedildi. Şimdi sıra yerin altında... Bu zamana kadar gezegenimizin iç yapısı hakkındaki bilinenlerin çoğu, yüzeyde yapılan araştırmalardan kaynaklanmaktadır. Fakat jeologlar artık bu dolaylı bilgilerle tatmin olmuyor. Onların istediği, aşağıda ne olduğunu doğrudan görmek.

Jeolojinin en son öncüleri, yerin dış kabuğunda süper derin kuyular açıyorlar. Bu kuyular "yerin içine bakan teleskoplar" olarak nitelendiriliyor. Ancak aşılması gereken önemli teknolojik sınırlamalar ve yenilmesi gereken cehennemî bir çalışma ortamı bulunuyor. Derinlere gönderilen kazı makineleri yüksek basınç, sert kaya ve kaynar sıvılarla mücadele etmek zorunda.

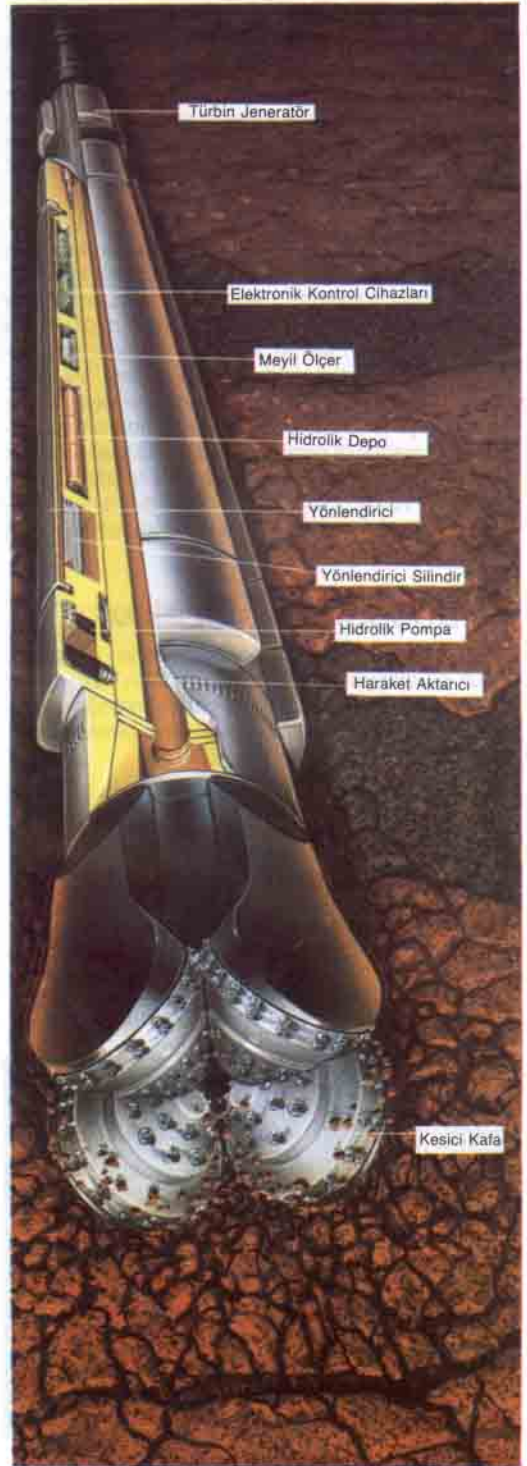
Sovyetler Birliği 2000 yılına kadar tamamlanması planladığı 11 deneysel süper derin kuyuyla bu zamana kadar en büyük yolu katetmiş ülke durumunda. Finlandiya'nın doğusunda Kola yarımadasında bulunan en derin kuyu, 12,5 km'yi geçti. Sovyetler bu kuyuyu 15 km'ye kadar derinleştirmeyi planlıyorlar. Ural dağlarında yeni açılan bir başka kuyu ise 1990'lı yılların ortalarına doğru Kola'yı geride bırakacak. Almanya da, Kara Orman'da 11 km derinliğinde bir süper derin kuyu projesine sahip.

ABD ise, bu yarışta şimdiye kadar pek varlık gösteremedi. Ancak bilim adamları ünlü San Andreas Fay'ı üzerindeki Cajon Geçiti'nde yaklaşık 3,5 km derinliğinde bir kuyu açmayı planlıyorlar. Amerikalı araştırmacılar daha çok jeolojik öneme sahip bölgelerde çalışmayı tercih ediyorlar. Bunlar arasında California ve Alaska'daki yanardağlar da bulunuyor.

## KOLA KUYUSU

Sovyetler'in Kola'daki kuyuları 21 yaşına ulaştı. Proje başladığında jeofizikçiler Conrad yarığına doğru ilerlenmesini planlamışlardı. Orada granit orta kabuk ve bazalt alt kabuğun birleşimine ulaşılacaktı. Güçlü ses dalgalarının gönderilerek yansıyan ses dalgalarının hızlarında meydana gelen değişimin ölçülmesiyle yapılan sismik araştırmalar, bazalt sınırının yüzeyden 7,5 km aşağıda uzandığını gösteriyordu. Ancak şimdi Sovyetler bu sınırın birkaç mil altında oldukları halde böyle bir sınıra rastlamadılar.

"Gerçekte fiziksel bir sınır bulamadık" diyor, Sovyet süper derin kuyu programının başı Boris N. Khakhaev ve ekliyor: "Bu kuyu yerin iç yapısı hakkındaki görüşlerimizi oldukça değiştirdi." Şimdi jeologlar, sismik araştırmaların gösterdiği sınırın, granit alt tabakanın, daha üst tabakalardan sıkışan suyla parçalanmış çatlakları olabileceğini belirtiyorlar.



*Alman KTB kazıcısı, dünyanın içlerine uzanan yolculuğunda meyil ölçerler ve elektronik cihazlarla donanmıştır. Hidrolik güç ve kesici başı besleyen elektrik, çamur sürücülü türbin jeneratörden sağlanmaktadır.*

Kola, kuyusu, yalnızca bazı jeolojik kanıların yanlışlığını göstermekle kalmadı, aynı zamanda yerin ne kadar acımasız olabileceğini de ortaya koydu. Kazı sırasında sık sık kazalar meydana geldi. 1990 Kasım ayında meydana gelen bir kazada 12,5 km derinlikteki gevşek kaya tabakası çökerek kazı borusunu sıkıştırdı. "Gerçek şu ki," diyor Khakhaev, "çok derinlerde kristalli kayalar çökmeye çok yatkınlar." Bu da bir diğer bilimsel sürpriz.

Kola'da kazanılan bir başka deneyim ise kuyunun mümkün olduğunca dikey doğrultuda kazılması gerektiği. Sovyetler, çalışmaları sırasında dikey doğrultudan yaklaşık 900 metre kadar saptılar. Bu sapmayla oluşan kıvrım, kazı borusu üzerinde büyük miktarda baskı oluşturdu. Khakhaev, bu sorunu iki yeni süper derin kuyuda uygulamaya soktuğu çift başlı jiroskopik olarak dikey doğrultuda sabitlenmiş matkapla çözüyor. Matkapın kafalarının her biri arkada bulunan bir türbin motor tarafından çalıştırılıyor. Türbin motorları da dikey doğrultuda kalmayı sağlayan yeterli bir açıl momentumla dönen bir üniteye monte ediliyor.

## DOSDOĞRU GİDEBİLMEK

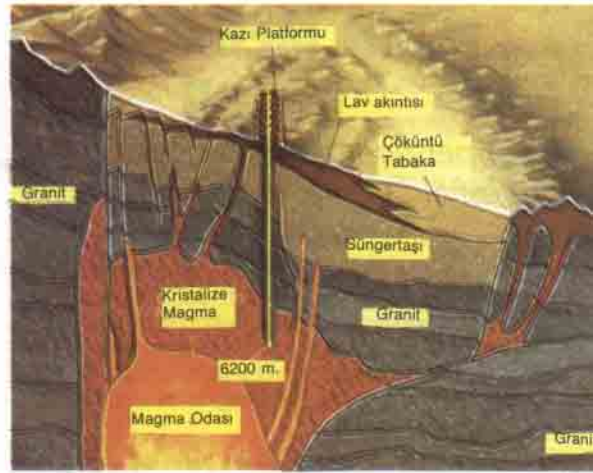
Kola'da karşılaşılan güçlükleri gören Almanya, büyük paralar yatırdığı KTB süper derin kuyu projesi için, Ruslar'ın kullandığı gibi pasif yönlendirme sistemlerinin yerine, üzerinde kendi yön bulma cihazlarını taşıyan kazı âletleri geliştirdiler.

Kesici kafanın arkasında bulunan eğim ölçerler, dikey doğrultudan saptmaları algılar. Daha sonra âletin dört hidrolik pistonundan birini harekete geçirir. Kuyunun bir yanına bastırılan piston, kazıcının yine dikey doğrultuya dönmesini sağlar.

"Kuyunun derinleşmeye başladığı andan itibaren bu sistemleri mutlaka kullanmamız gerekiyor." diyor Alman projesinin yöneticisi Peter Kehrer, "eğer bunu yapmazsak, işin sonunu getirmemiz mümkün



Kola kuyusu (solda), şimdi Urallar'da uygulanan süper derin kuyu teknolojisinin öncülüğünü yaptı (yukarıda). Alman KTB kuyusunda (sağda) ise, kazı borusunun geri çekilme işleminde robot elemanlar kullanılıyor.



Uzun Vadi kazısı, en son 700000 yıl önce patlayan bir volkan çöküntüsü üzerinde planlanıyor.

olmaz." Almanya bu iş için önce 4,1 km derinliğinde biraz daha sık bir deneme kuyusu açıp kaya örnekleri aldı. Âletler dikey konumda kalmayı başardı. Artık KTB'nin yolu açık.

Almanlar'ın yönlendirme sisteminin oldukça yeni olmasına karşın, kazı ekipmanlarının yüzeye çıkarılmasında yine eski sistemlere bağlı kalınıyor. Süper derin kuyu kazımı işinde kullanılan matkapların belirli aralarla yenilenmesi gerekiyor. Sovyetler Birliği'nde bu iş için oldukça ilgi çekici bir yöntem geliştirildi. Operatörler, kazı borusundan kesici kafayı soğutmak ve bir türbini çalıştırmak amacıyla pompalanan polimer asıllı kazı çamurunun akış yönünü tersine çevirerek tüm ekipmanın dışarı itilmesini sağlıyor.

Almanlar ise kazı borusunu klâsik olarak geri çıkarılmasına dayanan zaman alıcı eski metodu seçtiler. Ancak işlemi biraz hızlandırmak için yüzeydeki platforma, kuyudan çıkan boruyu hemen parçalayıp kontrol ettikten sonra istif eden robot sistemler yerleştirildi.

Sovyetler'de olduğu gibi KTB'de de bazı sürprizlerle karşılaşıldı. KTB kuyusu, 350 milyon yıl önce çarpışarak kaynaşmış iki kıtasal platforma işaret ediyordu. Sismik araştırmalar, çarpışan platformlarda kaya tabakalarının yatay olarak üst üste bindiğini gösteriyordu. Ancak kazı, değişik bir tablo ortaya çıkardı: Çarpışma, kaya tabakalarının kıvrılıp eğrilmesine ve neredeyse dikey doğrultuda dizilmesine yol açmıştır.

Daha önemli bir bulgu ise çarpışma yerinin yüksek ısı oldu. Geçen yıl test kuyusu tamamlandığında yaklaşık 118 C'ye ulaşılmıştı. Bu, beklenenden 22 C daha fazlaydı. Almanlar'ın kazı âletleri en fazla 300 C'ye dayanıklı olduğundan, KTB kuyusunun hedeflenen birkaç mil daha kısa bitirilmesi gerekecek.

## DÜŞÜNME KUTUSU

(Geçen Sayıda Yayınlanan Soruların Cevapları)

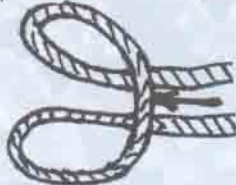
**ALTIN ÇİVİLİ ÇERÇEVE** : Köşelerde 6 ve kenar ortalarında yine 6 çivi olacak şekilde çivilere yer değiştirildi. Her kenarda  $6+6+6=18$  çivi vardı, fakat toplam  $6 \times 6 = 48$  çivi bulunuyordu; 4'ünü çalmış demektir. Sonra her köşede 7 ve ortalarda 4 olacak şekilde çivilere yer değiştirildi, 4 çivi daha çalmıştı.

**SAAT VE AÇILAR** : Saat 7 : 7 ile 12 sayısı arasında 5 aralık olduğundan açı, çevrenin  $5/12$ 'si kadardır; yani  $360^\circ \times 5/12 = 150^\circ$  dir Saat 9.30: Akrep ile yelkovan arasında 3.5 aralık olduğundan (akrep 9 ile 10 arasında, yelkovan 6 üzerinde), açı çevrenin  $3,5/12$ 'si yani  $7/24$ 'ü kadardır ve  $360^\circ \times 7/24 = 105^\circ$  dir.

**TREN BİLETİ SEYYAR SATICISI** : 25 istasyonun herbirinden, diğer 24 istasyonun herhangi birine gitmek isteyen olabilir; böylece  $25 \times 24 = 600$  farklı bilet vardır. Gidip gelme biletler de hesaba katılırsa  $600 \times 2 = 1200$  çeşit bilet var demektir. Burada aslında 25 şeyden 2 şeyin sıra gözterek (AB ve BA biletleri aynı değil) kaç türlü seçilebileceğini arıyoruz, bu bir permütasyondur.

$$P_{25}^2 = \frac{25!}{(25-2)!} = \frac{25!}{23!} = 24 \times 25 = 600 \text{ dür.}$$

**İNANILMAZ BİR MAKAS** : Birçok okuyucumuzun makası ipten kurtarma işini zor bulduğunu sanıyoruz. Ünlü Martin Gardner ise Further Mathematical Diversions kitabında bu problemi verdikten sonra "çözümü o kadar kolay ki burada vermeye gerek görmüyorum" diyor. Sayın mimar-mühendis Arsun Atalar'ın yüksek zekası yardımıyla problemi çözdük.



- 1) Şekilde okla işaretli noktadan ilmeği çekip uzatın.
- 2) Bu ilmeği makasın öteki deliğinden geçirip dışarı çekin ve genişletin.

(Dikkat : Makasın ilmeksiz (problemde makas baş aşağı iken sağdaki) deliğine giren iki ip hangi yönden girmişse ilmeği o yönde bu deliğe sokun).

3) Genişletilmiş ilmeğin içinden iskemleyi geçirin (ellerinizi genişletilmiş ilmeğe sokup iskemleyi yakalayın ve tutup kaldırarak ilmeğin içinden yukarı doğru geçirin), şimdi makasa giden ipleri yavaş yavaş çekin, makasın ipten kurtulduğunu hayretle göreceksiniz (kolaylık olsun diye ipin uçlarını iskemlenin arkası yerine bir şişenin boynuna da bağlayabilirsiniz).

**KAFACAN SORUYOR** : Eğer kırmızı kazaklı da evet demiş olsaydı, kimin yalan söylediğini anlamak mümkün olmayacaktı. Kafacan kimin Ali olduğunu anladığına göre, kırmızı kazaklı hayır demiş olmalıdır. San kazaklı Ali olamaz; çünkü o zaman hem sarı, hem kırmızı kazaklı doğru söylemiş olurdu (Sarı (Ali) evet, kırmızı hayır dediği için); oysa en az birinin yalancı olması gerekiyor. Sarı kazaklı Ali değilse, kırmızı kazaklı Ali'dir. Her ikisi de yalan söylemektedir.

**HEKSAGONLAR** : Düzgün altıgenin iki paralel kenarına birer eşkenar üçgen eklerseniz altıgen eşkenar dörtgen şeklini alıyor. Döşemeyi eşkenar dörtgenlerle döşediğimizi düşünelim. O zaman açtır ki / bir altıgene iki üçgen gittiğinden 15.000 heksagon için 30.000 üçgen kullanılmıştır.

**YUVARLAK PARKE DÖŞEMEK** : Bu problem altıgen ve üçgen parke problemine benzerdir. Orada altıgen sayısı n ise üçgen sayısının 2n olduğunu kanıtlamıştık. Burada da 1500 yuvarlak parkeye karşılık 3000 eğri üçgen gerekmektedir. Eğri üçgenin alanı =  $2r$  kenarlı eşkenar üçgenin alanı — (3 adet  $60^\circ$ 'lik daire kesmesi).

$$\text{Böylece eğri üçgenin alanı} = \frac{\sqrt{3}r^2 - \pi r^2/2 = r^2(2\sqrt{3}-\pi)}{2} \text{ olur.}$$

$$\text{Eğri üçgen alanı/daire alanı} = \frac{2\sqrt{3}-\pi}{2\pi} = 0.05.$$

Salonun %5'i üçgen, %95'i daire parkeyle kaplanacaktır.

(2n ve n oranının doğruluğunu milimetrik kağıda şekildeki gibi 15-20 daire çizerek görebilirsiniz).

**KÜPORAMA** : C ve D

## ATEŞE ULAŞMAK

ABD'de yürütülen pek çok süper derin kazı projesi işe, doğrudan yüksek sıcaklıklara ulaşmayı amaçlıyor. Bunlardan en sıcak, Kaliforniya-Nevada sınırında bulunan Uzun Vadi çökmüş volkanik kriterinin sakladığı büyük magma rezervlerini hedefliyor.

Sovyet ve Almanlar'ın aksine, Uzun Vadi'de çalışan Amerikalı bilim adamları, kuyudan süreklili kayaya örnekleri almıyor. Çalışmanın amacı yalnızca magmanın varlığını doğrulamak. Üzerinde ısıya duyarlı parçalara yer verilmeyen kazı gereçleri, 500 C'ye ve yaklaşık 6200 metre derinliğe inebilecek.

Eğer magma bulunursa, ikinci hedef, yaklaşık 540 C'deki kayaya bir diğer kuyu açarak, elde edilen ısıyı buhar jeneratörlerinde kullanmak olabilecek. Magmaya ulaşıldığında gönderilen basınçlı su, sıvı

magmayı soğutup dondurarak matkabin delme işlemine devam etmesine imkân verecek. Bununla beraber, magma enerjisini ısıya çevirmek için şu anda elde bulunmayan aletlere ihtiyaç duyulabilir. Amerikalı jeologlar, 1988 yılında tamamlanan New Meksico'daki yaklaşık 1,7 mil derinliğinde bir kuyudan elde edilen bilgiler üzerinde çalışıyorlar. Bu kuyu, en son 600 yıl önce faaliyete geçen bir volkan sistemini ortaya çıkardı.

New Mexico'da yapılan kazı çalışmasında 295 C'ye ulaşıldı. Araştırmacılar, eldeki tekniklerle rahatlıkla 350-400 C'ye gidilebileceğini belirtiyor.

Süper derin kuyulara büyük masraflar yapılıyor. Amaç, dünyayı biraz daha tanımak.

Popular Mechanics Mayıs 91'den  
cev.: Mustafa ÖZTÜRK