



*Izlanda'da kaynayan çamur çukuru.*



*Bir çullaktaki sarı-beyaz kükürt kristalleri.*

***Yerin derinliklerindeki cehennemî ateşin, dünyamızdaki yaşamın devamı için şart olduğunu söylersek şaşırır mısınız?***

**Von Christof HUG-FLECK**

**Y**er altı kuvvetlerinin kaynağı, kısmen gezegenimizin yaklaşık 4,5 milyar yıl önceki oluşum za-

manına dayanan, kısmen doğal radyoaktivitenin sonucu olan muazzam ısı enerjisidir. Öncelikle hemen hemen bütün kayalarda bulunan uranyum, toryum ve potasyum atomlarının parçalanması sırasında devamlı ısı verirler. Yerküre daimî, olarak toplam yaklaşık 40 milyon megawatt enerji bırakır (yaklaşık olarak en büyük 40000 atom santrali kadar). Bununla beraber yerkürenin ısısı eşit olarak dağılmamıştır. Ba-

*Enteresan ve aynı zamanda tül-  
ler ürperetici: Stromboli'nin pat-  
laması (yanda) ve Etna'nın bir  
lav akıntısı (altta).*



DOĞA  
GÜÇLERİ

# Volkanlar

zı yerlerde ısı, sıcak ve hafif kayaçları yükseltirken, diğer yerlerden soğuk, ağır kayaçlar derinlere inerler. Bu devamlı yukarı ve aşağı akıntılar, jeologların manto diye adlandırdığı, katı yer kabuğunun birkaç kilometre altında başlayan ve çekirdeğin başladığı yaklaşık 3000 km derinliğe ulaşan tabaka oluşmaktadır. Gerçi burada kayaçlar, üstlerine yüklenen korkunç basınç altında sıvı değilse de plastik gibi biçim

lenebilir; öyle ki, ısınmış kütleler yılda sadece birkaç santimetre, ama karşı konulmaz bir kuvvetle hareket etmektedir.

Mantonun üstünde yer alan yer kabuğunun, bizim hayat sahamızın birkaç kilometrelik kalınlığı, yerin 6000 kilometrenin üzerindeki yarıçapına kıyasla yumurta kabuğu inceliğindedir. O, yer altındaki bu



Kor balindeki parçalar, bir patlamanın tehlikeli refakettelerindedir.



Hawaii'de Mouna Loa büyük bir faaliyette. Lavları özellikle sıcak ve dolayısıyla akıcı

basınç ve akıntıları durduramaz ve o, ayrı ayrı katı kütlelerin veya görünüşe göre birbirinden bağımsız olan plastik manto kayalarının üzerinde yüzerek yerkürenin üstüne sürüklenen parçalanmış levhaların bir mozaiğidir. Bu levhaların bazıları daha hafif kayalar parçalarını, kıtaları içerirler. Kıtalar, dünyanın büyük kısmını kaplayan okyanusların üzerinde yükselirler, bunun yanında sürüklenmeye katılırlar. Sürüklenen levhaların kenarları zayıf bölgelerdir. Zayıf bölgelerin esas olarak iki değişik tipi vardır: Levhaların birbirinden ayrıldığı genişleme bölgeleri ve levhaların çarpıştığı "subduktion" bölgeleri. Yer bilimcileri bu olayı **levha tektoniği** olarak adlandırmışlardır. Gerçi Alman jeofizikçisi Alfred Wegener, 1915'lerde **kıta sürüklenmesi teorisini** çoktan ortaya atmıştı; ama açık kanıtlar 60'lı yıllarda ortaya çıkmıştı. Eskiden sadece zorlukla açıklanabilen birçok olay, şimdi hareket eden levhaların mantıklı sonuçları olarak görülmektedir. Deniz diplerinin iskandiller vasıtasıyla keşfi ve özel gemilerin binlerce sondajı, ayrı bir şaşkınlık yaratmıştı. Bu, jeologların dünya hakkında şimdiye kadar bildiklerinin ne kadar az olduğunu gösteriyordu. En büyük dağ sırasının, yaklaşık 60 bin km uzunluğunda olmasına rağmen, şimdiye kadar farkına varamamışlardı; çünkü büyük bir kısmı suyun altında duruyordu. Okyanus ortası sirtları, yüksek kenarları ile muazzam çukurları dünyamızın en büyük genişleme yapılarıdır. Bu genişleme ek yerlerinde, sıcak manto materyalinin yukarı çıkışı özellikle güçlüdür. Yer kabuğunun altına ulaşmış olarak sıcak materyali yanlara doğru sıkıştırır ve bu sırada kabuk plakalarını yılda 1 ile 9 cm hızla yana sürükler. Araştırmacılar, bu genişlemeyi "**sea-floor-spreading**" - deniz tabanının genişlemesi olarak tanımlıyorlar. Örneğin Afrika ve Avrupa, bu şekilde Amerika kıtasından gittikçe daha fazla ayrılıyor. Ancak yükselen manto materyali - böyle adlandırılan peridotit -, mantonun derinliklerinden erimiş kayalar (mağma) olarak çıkmaz. Daha çok peridotitin kısımları önce yer kabuğunun birkaç bin metre altında erirler. Çünkü kayaya ilk burada öyle büyük bir basınç uygulanmaktadır ki, onu oluşturan maddeler düşük bir erime sıcaklığıyla - yaklaşık % 25 - eriyebilmektedir. Bu erimiş sıvı **mağma**, sonra daha da yukarıya çıkmakta ve okyanus plakalarının sürüklenme hareketi ile oluşmuş olan "**boşluğu**" yavaş yavaş kapatmaktadır.

Ortalama 2000 ile 3000 m su derinliğinde gözden uzak oluşan bu olaylar, yer volkanizmasının temelini oluşturur. Tüm dünyada **yeryüzüne çıkan yıllık ortalama 6-8 km<sup>3</sup> mağmanın 4-6 km<sup>3</sup>'ü yalnız okyanus ortalarındaki bu sirtlarından yukarı çıkmaktadır.** Okyanus ortalarındaki sirtların su yüzeyinin üzerine yükseldiği iki yer vardır: Güney Afrika Djiboutisi'ndeki Afar-üçgeni ve İzlanda. Ateşten ve buzdan oluşan bu ada, doğrudan doğruya kendisini okyanus ortası volkanizması için çok boyutlu bir açık hava laboratuvarı olarak sunmaktadır. Orta Atlantik sirtları, adanın üzerinde kuzeyden güneye uzanır ve adayı binlerce çatlakla doğu ve batı olmak üzere ikiye ayırır. Sayısız volkanlar, bu merkez çatlaklar bölgesinde oluşmuştur; bununla beraber çatlak volkanları tipiktir. Her şeyden önce onlar amatörler için volkan olarak tanınmamaktadır; çünkü koni şeklinde hiçbir dağ yükselmemekte, bilakis yüzeyi sadece geniş lav sahaları kaplamaktadır. Okyanus orta-





*Hawaii'de katlaşmış lav akıntısı.*

si sirtlarından kaynaklanan bazalt lavları çoğunlukla dağ konisi oluşturmamakta, akıcı bal gibi - ama 1000 ile 1200 °C sıcaklıkta - zemine yayılmaktadır. 1963/64 yıllarında volkan adası "Surtsey", Güney İzlanda kıyısının önünde denizden ateş fışkiyeleriyle yükseldiğinde, jeolojik olarak alışılmamış bir durum ortaya çıkmış, kaynak yerlerinden denizin altında da mağmanın yükseldiği ve zaman zaman yeni volkan adalarının da oluşmasını sağlayan okyanus plakalarının birbirini itmesinin sonucu olarak görülmüştür. Okyanusların görülemeyen derinliklerinde yeni yer kabuğunun volkanik yapılanmasında neler olduğu "jeolojik madalyon"un sadece bir yüzüdür. Çünkü aksi takdirde 510 milyon km<sup>2</sup>'lik sabit dünya yüzeyinde mantıksal olarak yer kabuğunun büyük miktarda alanları tahrip olmak zorundadır. Olayda, okyanus ve kıta plakalarının çarpıştığı her yerde ağır okyanus plakası kendisini hafif kıta plakasının altına itmekte ve tekrar mantoya dalmakta, orada erimektedir. Ne de olsa bu "subduktion" bölgeleri **yer yüzeyini sadece 160 milyon yılda yok edebilen bölgelerdir.** Buna kanıt olarak 220 milyon yıldan daha yaşlı hiçbir okyanus tabanının bulunamamış olması gösterilebilir. Levha kenarından 100 ile 300 km uzaklıkta, batan kabuk plakasının üzerinde volkan kuşağı oluşmaktadır. Volkan taşlarının kimyasal bileşimleri sayesinde petrologlar (petroloji kayaların oluşumunu inceleyen bilim dalıdır), "subduktion" mağmasının erime süreçlerini geniş ölçüde çözümlədiler. Okyanus levhaları yavaş yavaş ısınmayla yaklaşık 1500°C'ta kolay buharlaşabilir ve uçucu gazları sızdırırlar. Bu gazlar, kıta plakasının altında yer alan "peridotik" mantonun içine girerler ve onun ergime ısısını böyle düşürürler ki, orda mağma oluşup yukarı çıkabilir.

Tüm kıta volkanizmasının yaklaşık dörtte üçü "subduktion" bölgelerinde oluşmakta, yine bunun yüzde 95'i İzlanda'dan Alaska'ya, Aleut takımadalarının üzerinden Asya'ya ve Rus yarımadası Kamçatka, Kuril adaları, Japonya, Marianalar, Filipinler, Melanezya üzerinden Yeni Zelanda'ya kadar uzanan Zirkumpasifik volkan kuşağını oluşturmaktadır. Hemen hemen bütün "subduktion" volkanları ortak bir noktaya sahiptir: Bunlar çok güçlü patlarlar. Çünkü mağma oluşumu sırasında, okyanus ortası sirtlarına göre mağma odacıklarında uçucu maddelerin dışarı sızmasıyla daha çok gaz toplanır. "Subduktion" bölgelerinde kıta levhası oldukça ka-



*Katlaşma sırasında altıgen oluşturmuş bazalt.*

lin olduğu için mağmanın yükselmesi uzun sürer. Bu nedenle biraz soğur ve sertleşir. Sıcaklık 700 ile 1000°C arasındadır. Sonuçta dehşetli püskürmeler oluşur. Pasifik volkan kuşağındaki gezegenin en tehlikeli ve patlayıcı volkanları bunlardandır: Cava ile Sumatra arasında yer alan Krakatoa 1883'te patladı ve 40 km yüksekliğinde bir patlama bulutu çıkardı: 40 m yüksekliğindeki sel dalgaları yakında bulunan adaların kıyılarını bastı ve 36000 insanı öldürdü. Endonezya'nın Sumbawa adasındaki Tambora yanardağı 1815'te yaklaşık 150 milyar metreküp külü, atmosferin 70 km yüksekliğine kadar fırlattı; öyle ki, kuzey yarıkürde yaz mevsimi değişti. Yazın kar yağdı; mahsuller bereketsiz oldu; açlık ve salgınlar başgösterdi. St.Helens dağı, Kolombiya'daki Nevado del Ruiz, Japonya'daki Unzen dağı ve halen etkin olan Pinatubo da bu pasifik yanardağlar dizisine aittirler. Onların mağma odacıkları okyanus kabuğunun tahrip olmasıyla oluşan erimiş akıcı kayalarla beslenmektedir.

"Subduktion" volkanizmasını gözletmek için uzaklara gitmemize hiç gerek yoktur. Akdeniz bölgesinde Afrika plakası ve daha birçok küçük plakalar Avrasya'nın ile çarpışmaktadır. Burada da yer kabuğu zayıflamıştır; burada da volkanlar tütmektedir: Volcano, Stromboli, Etna ve en tanınmış bugün hâlâ güçlü patlayıcı bir barut fıçısı olan Vezüv. MÖ 79'da ortada hiçbir işaret yokken patlayıp Pompei ve Herculaneum'un gömülmesinden önce, volkan 800 yıl boyunca sessiz kalmıştı, zirvesine kadar ormanlık ve bayırlarına uzanan çiçekli bahçeler ve kırlarla çevriliydi. Goethe oraya "cennetin ortasında yükselmiş bir cehennem tepesi" demiştir.

Volkanizmanın en büyük kısmı levha hareketine bağlıdır; ancak istisnai olarak kıta ve okyanus kabuk levhalarının altında ortada bulunan kor sıcaklığında ve durağan görünen "hot spots" diye adlandırılan mağma odacıkları vardır. Onların erime süreçleri oldukça karışıktır ve bariz bir şekilde yüzlerce kilometre derinlikte mantoda gizli dururlar. Ama volkanologlar burada da hafif uçucu maddelerin manto kayalarının ergime noktasını düşürüp, büyük miktarlarda mağma erittiğini tahmin ediyorlar. "Hot spot" sonra dev bir kaynak âleti gibi kabuğu delip geçer ve büyük bir volkan konisi oluşturur. Hal böyle iken levha yavaşça sürüklenmeye devam eder. Oluşmuş olan volkan beslendiği mağma odacığından uzağa sürüklenir ve sonunda söner; onun yeri-

## KALEM GİBİ KULLANILAN FARE

Dizüstü bilgisayarlar için Le Mouse Pen Pro, yolculuk esnasında ideal bir yardımcınızdır. Kalem biçiminde yapısı ile orijinal ve kullanımı son derece kolaydır.

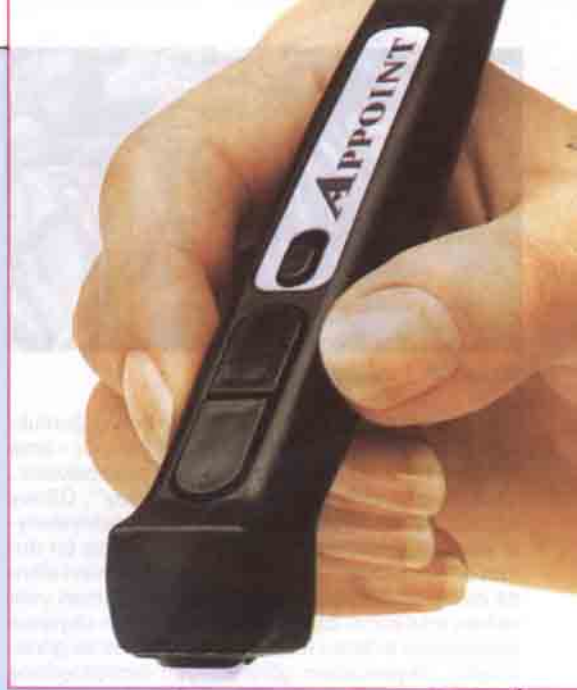
Klasik farelere nazaran Pen Pro her türlü zeminde (plastikten-kumaşa kadar) işlev görür. Elinizde tuttuğunuz sürece küresel algılayıcıyı yatay veya dik olarak isteğinize göre kullanabilirsiniz.

Fareden klavyeye geçişte, fareyi elinizde tutmanız yeterlidir. Windows ve fare kullanılmayan uygulamalara uyumlu olduğu gibi, solaklar için de rahatlıkla kullanma olanağı sağlamıştır.

### Gerekli donanım:

- IBM veya uyumlu bilgisayar.
- Fare çıkışlı veya seri çıkışlı PS/2.
- DOS 2.0 ve yukarı versiyonları.
- 256 KB hafıza.

Farenin beraberinde gerekli olan materyellerde (kablo-adaptör-kullanma disketi) sunulmaktadır.



Misco Nisan-Mayıs Kataloğu'ndan çev.:  
Yavuz ATIL

ne yanında yeni bir dağ oluşur ve sonunda en yaşlılarının aşınmayla yer yer düzleşmiş olduğu yaşlı volkan konilerinin tüm bir zinciri levha hareketinin kanıtı olarak kendini gösterir. Bu "hot spot" lar için güzel bir örnek Hawaii adalarıdır. Son 70 milyon yılda pasifik levhası yılda değişmeksizin 8 santimetre kuzeydoğuya sürüklenmişti. Böylece değişik yaşta 2400 km uzunluğunda bir adalar zinciri oluştu ve sadece en genç olanı Hawaii daha sık volkanik faaliyet gösterdi; magma burada su düzeyinin 4200 m üzerine yükselen üç büyük volkan konisi oluşturdu.

Dikkatle incelendiğinde - dağcılar karşı çıksa bile - bu dağların gezegenimizdeki en yüksek dağlar olduğu anlaşılır. Su yüzeyinden 4200 m yüksekliklerine volkan konisinin okyanus altında devam eden 5000 m'lik yükseklikleri ilave edilirse, toplam 9000 m'nin üzerine bir yüksekliğe ulaşılır. Yıllarca devam eden ve 100 milyon metre küp lav çıkaran patlamalar Hawaii'de nadiren bulunan bir şey değildir. Dünyada başka hiçbir yerde bireysel volkanlar kısa bir jeolojik zamanda bu kadar çok lav kütlesi çıkarmamıştır. 1250°C'la Hawaii lavları, dünyanın en sıcak lavları olmuştur. Çoğu zaman yıkıcı olan etkisine rağmen bizler volkanizmadan büyük yararlar çıkarırız. **İnce küller sıcak iklim bölgelerinde zamanla çok verimli topraklara dönüşürler.** Birçok maden yatağı bölgesi de volkanik olarak oluşmuştur.

Ama öncelikle volkanlar devamlı karbondioksit saçarlar ve atmosferde doğal bir sera etkisi yaratırlar. Bu sera etkisi olmasaydı, dünyanın sıcaklığı yaklaşık 35°C daha az, yani gezegenimiz bir buz küre-

si olurdu. Bu durumda, açıkça yerin derinliklerindeki cehennem ateşi dünyadaki yaşamın ilk şartı olmaktadır.

Kosmos Ocak 1992'den çev.: Özgün DEMİRCAN

## TÜBİTAK HÜSAMETTİN TUĞAÇ ÖDÜLÜ DUYURUSU

Ülkemizde; üretimde verimlilik ve ekonomi sağlayıcı ve/veya doğa varlıklarını koruyucu, topluma yararlı ve uygulanabilir, yaşamı ve çalışmayı rahatlatıcı ve kolaylaştırıcı nitelikte, teknolojik yenilik getirme özelliği taşıyan, önemli araştırmalar yapan bilim adamı ve araştırmacılara "TÜBİTAK-HÜSAMETTİN TUĞAÇ ÖDÜLÜ" verilecektir. Verilecek ödül miktarı, ödüle layık görülecek her araştırma için 7.500.000 (Yedimilyonbeşyüzbin) TL olup adaylık için son başvurma tarihi 31 Ocak 1993'tür.

Geniş bilgi (TÜBİTAK HÜSAMETTİN TUĞAÇ VAKFI, Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 ANKARA) adresinden alınabilir.