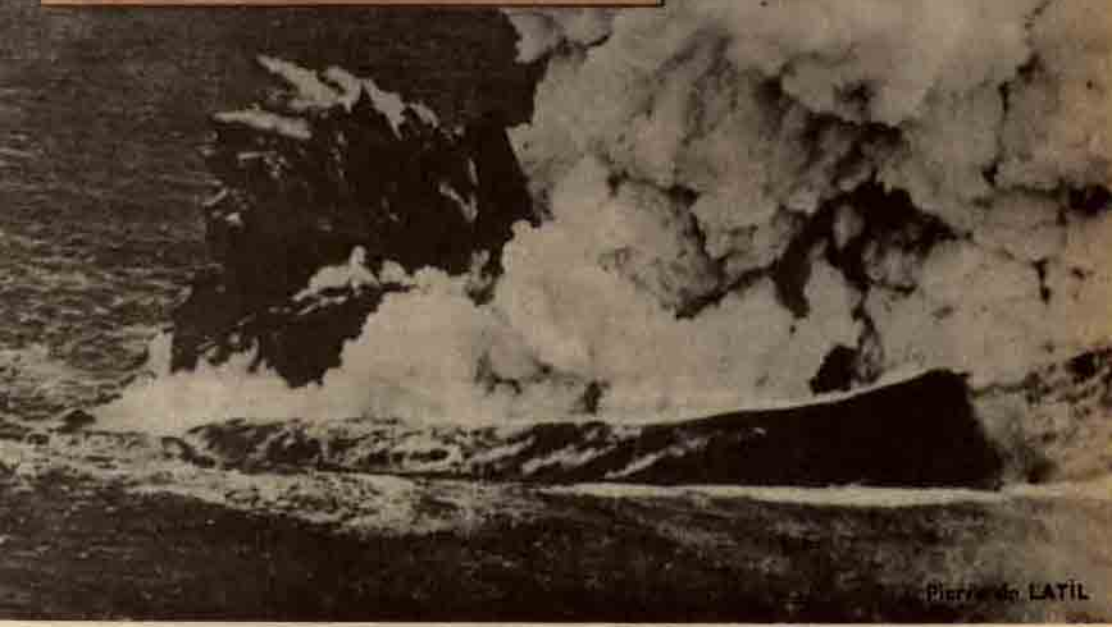


## OKYANUSLAR NASIL OLUŞTULAR



Pierre de LATIL

Su altında bir yanardağın patlamasıyla, 1963 te İzlanda'nın güneyinde Surtsey adası doğdu. Böylece okyanusların ortasındaki «rift» üzerinde volkanik olaylar meydana geldiğ bir kere daha doğrulandı.

«Noratlante».. Jean Charcot gemisinin kuzey Atlantik'e açılmasıyla başlayacak ilk büyük Fransız okeanografi kampanyasının adıdır.

Bir laboratuvarın daha yapımı başlarken içinde, araştırmacıların çalışmaya koyulmaları şartıdır. Fakat Fransız deniz araştırmalarının yöneteceği Brest okeanoloji merkezinin temelini atıldığı Aralık 1968 de genç bir kurul, Ağustos ve Eylülde açılacak kampanyalara hazırlanıyordu.

Noratlante'in başlıca amacı, İzlanda ve Groenlandın güneyinden dolaşip, Asor adaları üzerinden dönerek, okyanusların oluşumu ve kıtaların ayrılması konusunda yeni, ya da eskilerine karşı teoriler ortaya atmak için deliller aramaktır.

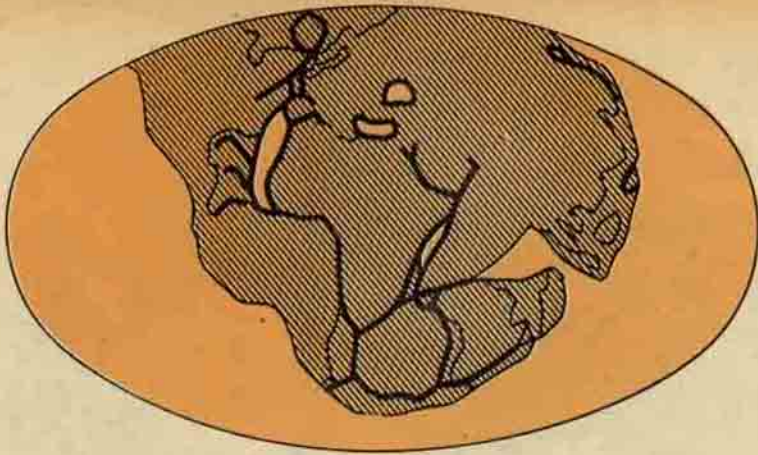
Kuzey Amerika'nın Avrupa'dan, Güney Amerika'nın Afrika'dan koparak oluştuğu, inkâr edilemez gerçekler üzerine dayanan bir teori olduğu halde, gene de bazı yönleriyle karanlık görünüyordu. Göreceğimiz gibi yeni görüşler kıtaların kopupları fikrini daha sağlamlaştırdılar. Aynı za-

Eskiden bitişik olan kıtalar sürekli olarak birbirlerinden uzaklaşmaktadırlar. Kıtaların nasıl ayrıldıkları artık biliniyor. Bu buluşta bilimsel alanda ve belki de depremlerin önceden haber verilmesinde önemli bir aşama kaydedilmiştir.

manda olağanüstü bir hayal gücüne dayanmadan kıtaların nasıl yer değiştirdiklerini açıkladılar. 1912 de Jeofizikçi Wegener tarafından ortaya atılan bu varsayım bütün yönleriyle incelenip eleştirildikten sonra tam bir öğreti meydana getirmektedir.

Fakat bazıları bu fikrin çok tartışıldığını ve üzerinde kurulacak bütün varsayımların kendinden daha sağlam olamayacağını söyleyebilirler.

Onlara ilk önce Fransız bilim adamlarının Wegener'in teorisine tamamen inanmadıklarını söylemek gerekir. Teorinin çok eleştirildiği doğrudur. Bu eleştirilere verilmesi gereken en önemli



**Teorisini aydınlatmak için Wegener bu şekli yaptı. Görüldüğü gibi Avrupa ve Amerika'nın maden kömürü yatakları aynı çizgi üzerindedirler ve kıtalar birbirlerinin içine girmektedirler.**

cevap, son on yıldaki jeolojik ve paleomanyetik araştırmaların meyvalarını verdikleridir. İşte yalnızca uzmanların bildikleri yeni buluşlar, sorunu tamamen değiştirmişlerdir.

İlerlemeleri yakından izleyen jeofizikçi ve jeologlara göre, yakın zamanlarda, kıtaların koştuklarını ispat edici kanıtlar bulunmuştur. Fakat konu üzerindeki tartışmalar bitmemiştir.

#### **Kıtalar Yanyana Gelince**

Yeni buluşları açıklamadan önce, daha iyi anlaşılabilirliği için Alfred Wegener'in fikirlerini hatırlatmak faydalıdır.

Onun için, herşey, Madagaskar'da Sakoa'daki yatak istisna tutulursa, güney kıtalarda hiç maden kömürü bulunmadığının farkına varmasıyla başladı. Ayrıca başlıca maden kömürü yatakları da A.B.D.'nin kuzeyinden başlayarak, bazı aralıklarla İngiltere, Kuzey Fransa, Ruhr Havzası ve Silezya'dan geçerek, Urallara kadar uzanıyordu. Wegener, bu hattın, karbon çaığında tropikal veya ekvatorial kuşak olabileceğini düşündü.

Başka bir gerçek de devrin buzularının güney Afrika'da, Patagonya'da, Madagaskar ve Avustralya'da belirli izler bıraktıklarıdır. (Buzul taşları, kıvrık ve çizikli kayalar gibi). O halde bu bölgeler bir zamanlar kutup bölgesiydiler.

Wegener haritadan kıtaları kesti ve onları aşağıdaki koşullara göre nasıl dizeceğini aradı. Antarktika bugünkü güney bölgeleriyle çakışmalıydı ve bugünkü kömür kuşağı ekvatora yakın olmalıydı. Wegener, kestiklerini yanyana getirince inanılmaz bir sürprizle karşılaştı. Kıtalar birbirleriyle çakışıyordu. Alman bilgin bu bütüne Pan-gée ismini verdi.

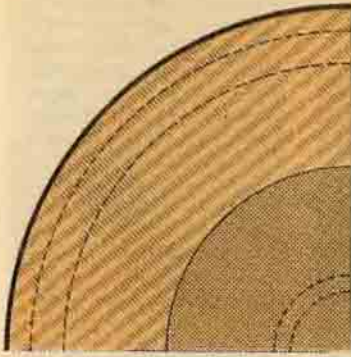
Daha o zaman bile kıtalar, özgül ağırlıkları

(2,7 - 2,8) dünyanın ortalama özgül ağırlığından (5,3) az olduğundan denizde yüzen buzdağlarına benzetiliyorlardı. Kabuk parçaları «Manto» üzerinde yüzüyorlardı. O zaman büyük buzdağının parçalandığı ve parçalarını da birbirlerinden uzaklaştığı kabul edilebilir.

Zaten haritalar da, Avrupa ve Afrika'nın batı kıyılarının, Amerika'nın doğu kıyılarıyla çakıştıklarını göstermişlerdi. Aynı şey Güney-doğu Afrika ile Antarktika ve Avustralya için de söz konusudur.

Wegener kıtaları birleştirerek yaptığı şeklin gerçeğe uygun yönlerini aramaya koyuldu ve teorisini doğrulayıcı bir çok kanıt buldu. Kıyıları bitleştirilen Kap ve Patagonya'nın jeolojik benzerlikleri vardı. Labrador ve Groenland iç içe geçtikleri gibi toprak yapısı bakımından da aynıydılar. Avrupa ve Amerikanın maden kömürü yatakları aynı çizgi üzerindediler. Britanya kıyıları ile Appelachen'ler iç içe giriyorlardı. Brezilya çıkıntısı Gine korfезinin içine girmekle kalmıyor, her iki kıyıda bulunan aynı türden hayvanların varlığı da dikkati çekiyordu. Özellikle kurtçukları çok dayanıksız olan mercanların, okyanusun bir ucundan öteki ucuna kendi başlarına gidebilmeleri imkânsızdır.

Bu listeye az bilinen bir gerçeği de eklemek faydalıdır. Avrupa Atom Komitesi tarafından güney Madagaskar'da işletilen toryum madenini ziyaret eden bir kurul, jeologlardan birinin barakasında kıtaların uzaklaşmasını belirten harita gördü. Kırmızıyla çizili bir daire Deccan'ın güneybatı ucuyla, Madagaskar'ın güney-doğusunun benzeşmelerini belirtiyordu. Dairenin anlamını so-ranlara jeolog her iki bölgede de değerli bir mine-



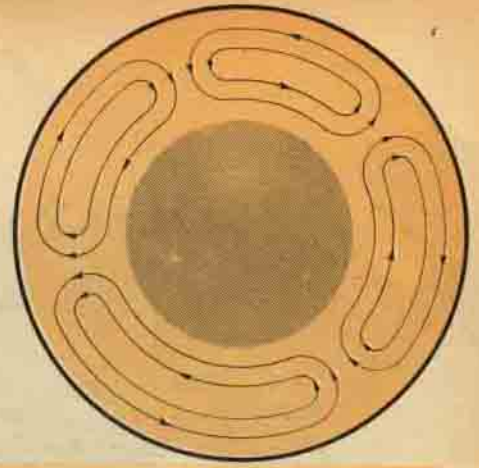
YER  
KABUĞU

ÜST  
ÖRTÜ

ALT  
ÖRTÜ

ÇEKİRDEK

İÇ ÇEKİRDEK



**Çekirdekten yer kabuğuna kadar dünyanın kesiti (üste). Konveksiyon akımları «manto»da bulunmaktadırlar ve jeofizikçilere göre çok yavaş yol almaktadırlar (sağda).**

ral olan toryanit bulunduğunu söyledi.

Şaşırtıcı görünmesine karşın kıtaların birbirlerinden ayrıldıkları yeni bir fikir değildir.

1658 de François Placet bir eserinde «Tufandan önce Amerika'nın dünyanın diğer bölümlerinden ayrılmadığı nerede gösterilmiştir» diyordu. 1858 de, İtalyan Antonio Snider, Avrupa ve Amerika'nın maden kömürü ocaklarında bulunan, karbon çağı bitki fosillerinin benzeşimleri gibi kesin gerçeklere dayanarak aynı konuyu inceledi. Gözlemlerini «Evren ve açıklanan sırları» adlı eserinde yayınladı.

Bu yüzyılın başında, jeoloji alanında derin bilgiye sahip Avusturyalı Suess, güney yarımküresinin topraklarının benzeşmelerini getirerek, eskiden birleşik olduklarını söyledi. Meydana getirdikleri bütüne orta Hindistan'da bir bölgenin adı olan Gondwana ismin verdi.

Nihayet 1908 de, Amerikalı Taylor, çok yankı yapmayan, fakat kıtaların yer değiştirdiklerinden söz eden bir kitap yayınladı.

Demek ki Alfred Wegener 1912 de teorisini yayınladığı zaman onu tamamen kendisi düşünmüş değildi. Haritadan kestiği kıtaları yan yana koyunca sonucun, daha önce ortaya atılan fikirleri doğruladığını gösterdi.

#### **Katı bir Cisim Üzerinde Yüzmek**

Kıtaların jeoloji ve coğrafya alanlarında benzeşmeleri teoriyi ispat edememişti. Topografik ölçümlere baş vuruldu. Eğer eski ve yeni dünya geçmişte birbirinden bu kadar ayrıldıysa, hareketlerinin bugün de durmaması lâzımdır. Fakat eskiden yapılmış ölçümler çok kesin değildir ve onlardan çıkacak sonuç da belirsiz olacaktır. Belki bir kaç yıl sonra, yeni ölçümlere dayanarak bir

açıklama yapılabilir.

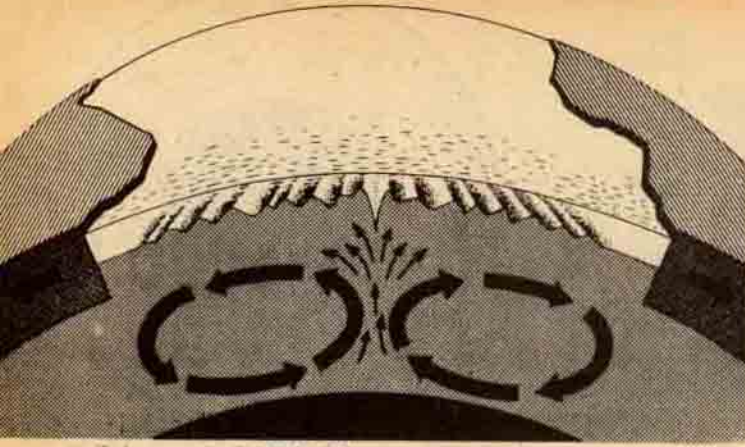
Her şeye rağmen kıtaların çok yavaş hareket ettiklerini düşünelim. O zaman uzaklaşmasını ispatlanması çok güçtür. En belirli yerde (Gine Körfeziyle Brezilya arası) 5000 km boyunca olduğu görülür. Üste yandan kıtaların genellikle birinci jeolojik zamanın sonu, (permien), ikinci jeolojik zamanın başında (trias) ayrılmaya başladıkları ileri sürülmüştür. (Yaklaşık olarak 220-230 milyon yıl) öyleyse yılda kat ettikleri yol en fazla 2 cm'dir. Bu uzaklaşmayı ispat etmek için birbirinden aralıklı kesin ölçümler yapılmalıdır.

Wegener «Fangéayı dağıtan kuvvetlerin, dünyanın kendi ekseni etrafında dönmesinden doğan santrifüj kuvvetler olduğunu düşündü.

Kıtaların üzerinde yüzdükleri «Magma»yı düşündüğümüz zaman onun sıvı veya katı olduğu fikrinden sıyrılmalıyız. Aşağıdaki olay bir çok jeofizik profesörünün ilgisini üzerine çekmiştir. Bir balmumu çubuğu katlanmak istendiği zaman kırılacak derecede serttir. Fakat kenarına eğri olarak dayandığı bir çekmeceye bir kaç ay kalırsa şekil değiştirir. Demek ki kayalar da ne kadar sert olurlarsa olsunlar kitle halinde incelendikleri zaman belirli bir akıcılıkları vardır.

Kabuk ile «Manto»nun sınırı sayılan, 600-1000 °C sıcaklığın hüküm sürdüğü Mohorovicic ara kesikliğinde, kayaların yumuşaklığının değiştiği kabul edilebilir. Fakat söz konusu kayalar lav değildirler, dolayısıyla kıtalar da katı bir cisim üzerinde yüzmektedirler.

Bu arada, akımlardan söz edildiğinde, çok yavaş oldukları hatırlanmalıdır. Hemen ilave edelim ki, «Manto»daki akımların hızı yılda 10 cm yi geçmiyor. «Manto»daki ulanma (konveksi-



Okyanusun altında iki konveksiyon hücresi karşılıklı olarak çıkan bir akım meydana gelir; yer kabuğu genişler sıcak kayaların akımı düşey olarak yükselir ve yatay olarak yön değiştirir. Kıtalar yatak akımlar tarafından itilirler. Okyanus dibinde değişik yaşlarda katmanlar vardır. Bunların yaşları paleomanyetizm ile bulunur. Oluştukları zamandaki manyetik akım alanına göre, kayaların belirli yönleri vardır.

yon) akımlarının varlığı ilk olarak 1928 de ileri rüldü. Bir kaç yıl öncesine kadar, varlıklarını doğrulayıcı hiç bir kanıt bulunamadı. Fakat varlıkları doğru kabul edildi. Gerçekten, belli bir yönden sıcaklık alan akıcı bir ortamda muhakkak ısı değişmelerinden akımlar doğmalıdır. Şöyle ki, en sıcak sıvı kendinden soğuk olanın yerine çıkacak ve soğuk sıvı da, daha ağır olduğundan, tekrar ısınıp yukarı çıkmak üzere dibine inecektir.

#### Kaya Akımları :

Sıcaklığı 10.000 °C ye erişen iç çekirdek ve çekirdek tarafından ısıtılan «Manto», eğer yeterli kadar akıcıysa, kendinden daha soğuk olan yer kabuğuna doğru çıkar. O zaman, karşıt bir akım da çekirdeğe inmelidir. Fakat nereye inecektir? Çıkanın hemen yanına mı, yoksa çok uzağa mı?

Buraya gelince genel bir kavramla karşılaşıyor : Ulanma, Konveksiyon, akımları. Ateş üzerinde, içinde su bulunan bir tencerenin ortasında yukarıya doğru doğru bir akım meydana gelir ve üstte soğuyan su da yanlardan aşağıya iner. Öyleyse tencerenin kendisi bir konveksiyon hücresi olmuştur. Fakat çapı iki metre olsaydı bir çok konveksiyon hücrelerine bölünecekti.

«Manto» daki ulanma, konveksiyon, akımlarının genişliği nedir? Soru önemlidir, çünkü, eğer dolaşım kıvrımının düşey alanı genişse, akımlar, yüksek bir buzdağının denize batan bölümü gibi, «Manto» nun derinliklerine kadar inen kıtaların hemen altından geçmektedirler. Böylece kıtaların, alttan gelen kuvvetlerin etkisiyle yer değiştirdikleri söylenebilir.

Yanyana gelen iki ulanma, konveksiyon, hücresi, bittişik iki dişli gibi karşıt yönlerde dönerler. Gerçekten, bunun tersi olsaydı, çıkan ve inen

akımlar karşılaşıp ve maddelerinin yapışkanlığı da dairesel karakterleri engelleyecekti.

Apaçık görülüyor ki, iki hücrenin yaklaştığı yerlerde her ikisi de çıkan ya da her ikisi de inen akımlar vardır.

Hollandalı Jeofizikçi F. A. Vening-Meneisz, 1928 de, yerçekiminin değişikliklerini ölçmek için denizaltı araştırmaları yapmıştı. Okyanusların bazı bölümlerinde yerçekimi azlığını anlamıştı. Bu negatif anomaliklerin nedeni neydi? Hollandalı, yerçekimi azlığını, «Manto»daki, o sırada üzerlerinde bulunduğunu varsaydığı, inen iki akıma bağladı.

Bu merdane bir emme meydana getirerek Okyanus zeminini aşağıya çekiyordu. Gerçekte ise, okyanusların altında çıkan akımlar vardır.

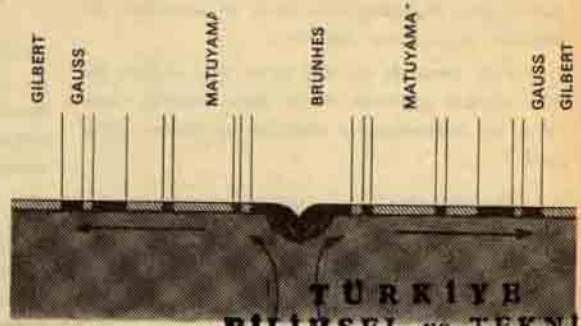
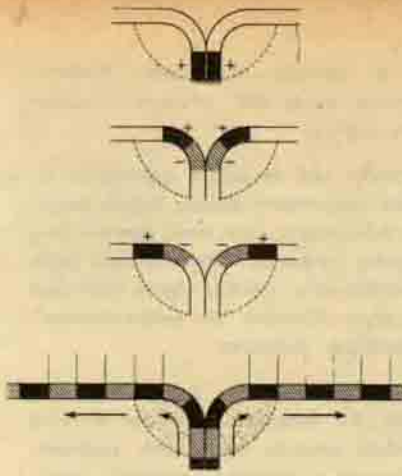
Şimdi konuyu biraz değiştirerek coğrafyaya geçelim ve okyanusların dibinin özelliklerinden bahsedelim.

#### Oceanografi İçin Büyük Şans: Soğuk Harp

Soğuk harp oceanografi çalışmalarını yoğunlaştırdı. A.B.D. 1945 ten sonra, Sovyetler Birliği ile savaşa girişirlerse, çarpışmaların genellikle okyanuslarda olacağını anlamıştı. Çünkü o zamanlar daha füzeler yoktu ve Moskova da denizaltı yapımını hızlandırmıştı. Böylece, ilerde savaş alanı olabileceği düşüncesiyle Atlantik dibinin iyi tanınması gerekiyordu.

Atlantik'in dibinde araştırmalar bu gerekçelerle yürütüldü. 1950 lerde, varlığı uzun zamandır bilinen «Atlantik ortası yarık»ın sanıldığından daha önemli olduğu öğrenildi. Bu, Asor'larda, Saint Paul kayalıklarında, Ascension ve Saint Hélène adalarında su yüzüne çıkıyordu. Su altındaki volkanik olaylar hep bu çizgi üzerinde oluyordu. Fa-

Bazı kayaların manyetik alanın ters yönünde magnetislanmış olduğunu 1906 da, Fransız fizikçi Brunhes buldu. Onun için Atlantik ortası yarığın yanlarında, simetrik olarak yayılan bantlardan birine kendi adı verilmiştir.



kat Lamont Geological Observatory ve Scrips Institution of Oceanography nin araştırmaları, oseanografların her zaman söyledikleri gibi bu dağ sırasının, sanıldığından çok daha uzun olduğunu gösterdi.

Atlantik ortası yarı derinliği 5000-6000 metreyi bulan okyanusta, yüzeyden ortalama 3000 metre derin ve dipten 2000-3000 metrede, doğu-batı doğrultusunda uzanmaktadır.

Daha sonra, Güney Atlantik'in güneyinden, Afrika'yı dolaşarak, kuzey-güney doğrultusunda, türdeş bir «fay»la buluşmak üzere Hint Okyanusuna geçer ve Afrika'nın kuzey-doğusundaki «Rift Valley»e varır.

Son yıllarda, jeologların büyük ilgisini topayan topografik bir keşif yapıldı. «Yarığın» kendine özgü özellikleri vardı: tam ortasından doruklar değil, vadiler geçiyordu.

Görüldüğü gibi, yerkabuğunun hareketlerini açıklayabilmek için gerekli elemanları meydana getiren yerkabuğu üzerindeki «fay»lardan biriyle karşılaşmıştı. Ve son yıllarda burada, heyecan doğuran bazı buluşlar yapıldı.

Fakat buluşları saymaya başlamadan önce, onlardan evvel çizilmiş, okyanusların dibinin engibelerini gösteren haritaya bakmamız iyi olur. Atlantik'in dibindeki dağ sırası, yeni ve eski dünyanın tam ortasında; kıyılara paralel kıvrımlarla uzanmaktadır. Hint Okyanusunda da dağların konumu açıktır. Fakat Pasifik'tekiler karışık görünmektedirler. (Bk. Bilim ve Teknik Sayı 29)

Okyanusların dibinde neden dağ sıraları vardır? Dağları oluşturan hareketler, yüzeydeki suların etkisinde kalabilirler mi? Tabii ki hayır. Soruyu tersinden alıp, okyanusların, kendine özgü

özellikleri olan dağların nasıl oluştuğunu düşünülmelidir.

Amerikalı oseanograflar gerçekte «fay» olan bu dağ sırasını dikkatle incelediler ve şunları buldular: Su altındaki bütün volkanik patlamalar «fay» üzerinde oluyordu ve 1963 te, İzlanda'nın güneyinde doğan Surtsey yanardağı da onun üzerindeydi.

İzlanda'nın kendisi de «fay» üzerinde yükselmiş eski bir yanardağıdır.

#### Derine Doğru Daha Sıcak

Gemilerden yapılan sondajlarda, okyanus dibinde, derindeki katmanların yükselerek yüzeye çıktığı gerçeğini kesinleştiren bazalt bulundu. Ayrıca toprak derine gittikçe, sıcaklık, başka yerdekilerden daha yüksekti. Bilindiği gibi, bir derecelik sıcaklık artışı için toprakta 30 metre derine inilmelidir. Fakat bir gemiden atılan ısı sondaları, sıcaklık farklarını ölçmeğe gerekli derinliğe inemezler. Onun için derecenin 1/10 unu ölçebilen kesinlikte elektronik ölçümlere baş vuruldu. Isıyı ölçecek araçlar, sondanın dışında, toprağa deşecek şekilde yerleştirilmeli, fakat aletin ilerlemesini engellemek için de çıkıntı yapmamalıdır. Kesin ölçmeler Okyanus ortası yarıklarının ortalarındaki vadilerde sıcaklığın, derine gidildikçe, başka yerden daha yüksek olduğunu gösterdiler.

Şimdiye kadar saydıklarımızdan, iki konveksiyon hücresinin karşılaştıklarını çıkarabiliriz. Hollandalı Vening-Meneisz bunların inen akımlar olabileceğini söylemişti. Gerçekte, söylediklerinin tersine çıkan akımlar vardır.

«Manto»nun sıcak kayaları (Daha kesinlikle konuşulursa üst «Manto»nun alt kayalarıdır, Çün-

kü son varsayımlara göre ulanma, konveksiyon, akımları yalnız üst manto'da olmaktadır.) İki akım halinde yukarı çıkarak hem yüzeydeki bazaltın, hem de birleştikleri yerin iki yanındaki du-dakların oluşumunu sağlarlar.

Aynı zamanda bir dağ sırası olan «fay»ın ya-pısı böylece açıklandı. Fakat daha önemlisi, kıta-ların bu mekanizmanın etkisiyle ayrıldıkları öğre-nildi.

Derinliklerden düşey yükselen sıcak kayalar, alttan gelen akımın etkisiyle yatay olarak yön de-ğiştirirler. Yani yerkabuğunun altında iki ystay akım vardır. Fakat yerkabuğunun hemen altında ilerleyen akım elbette soğuyarak aşağıya inecek ve «Manto»nun içinde, devrini 10 milyon yıldan fazla zamanda tamamlayan, dairesel bir yol izle-meye başlayacaktır.

Yerkabuğunun alt kısmı düz bir yüzey de-gildir. Monorovicic ara kesikliğinde (Kıtalarla «Manto»nun sınırı), dışardaki bölümün dengede durmasına yarayan derin kökler vardır. Bu koşul-lar altında, «Manto»daki yatay akımların, yerka-buğunun çıkıntılılarına takılarak kıtaları ayırmaları olağandır.

### Kıtanın Dengesi Bozulunca

Yakın zamana kadar, Amerika'nın Eski Dün-yadan ayrıldığı sanılıyordu. Yani hareket yalnız batıya doğru olmuştur. Amerika batı yönünde yol aldığından, batı kıyısı kıvrıldı ve And dağları oluştu. Öte yandan, doğuda, arkasında birtakım parçalar bıraktı. İşte Antil adaları Amerikadan kop-an parçalardır.

Yeni görüşlere göreyse, Avrupa doğuya, Ame-rika batıya gitmektedirler. Fakat Atlantik'in iki kıyısındaki olaylar aynı değildir. Avrupa ve Af-rika doğuya doğru itilirlerken Atlas ve Alp dağ-ları oluşmuşlardır. Halbuki batıda ulanma, kon-veksiyon, akımları Amerika'yı iteceklerine, arka-sından kaldırarak dengesini bozmuşlardır. Antil-ler ve volkanları da Amerika'nın dengesi bozul-duğu sırada oluşmuşlardır.

Son buluşların öneminin ne kadar büyük ol-duğunu da böylece gördük. Yerkabuğunun altın-da, enlem çizgileri boyunca 4 veya 5 konveksiyon hücreci vardır. Ayrıca akımlar yerkabuğunun alt-ını da aşındırmaktadırlar. Bitişik iki hücrenin, çıkan bir akım yarattığı yerde, yerkabuğu itilerek genişlemektedir. Buralar alçak bölgeler, dolayısı-yla Okyanus dipleridir. Yatay Akımlar da kıta-

ları iterler ve kıvrımları oluştururlar. Kıtaların kıyıları boyunca uzanan dağ sıralarının oluşumu bu etkenlere bağlıdır.

Belki teoriyi hâlâ da sağlam bulmayanlar çı-kabilir. Fakat okyanusların dibinde değişik yaşlar-da kayalar bulunmuştur. Ana kırık hattının sırt-larının oluşumu, Avrupa ve Amerika'ya daha yakın bölümlerdekinden daha sonradır. Sırası gelmişken toprakların yaşını öğrenmek için paleomanyetizm'-den yararlanıldığını söyleyelim.

Deniz altındaki alanlarda bazı maden zerrecikleri vardır. Bu zerrecikler, okyanus diplerine çamur oturduğu zamanlar küçük birer pusulaydı-lar ve dünyanın o devirdeki manyetik alanına doğru yönelmişlerdi. Miknatısları, zayıflamış olsa da, bugün bile devam etmektedirler. Eğer, deniz dibinden maden zerrecikleri çıkarılırken hangi yöne dönük olduklarına bakılırsa, oluştukları za-mandaki manyetik kutbun nerede olduğu öğrenile-bilir.

Kutupların çok gezgin oldukları biliniyor. Ama yer değiştirmeleri çok yavaş ve dar bir alan-da olduğundan, miknatıslanmış kayalardan önem-li bir sonuç çıkarmak güçtür. Fakat manyetik ku-tuplar yer değiştirmekten çok dönmektedirler. Kuzey kutbu güneye, güney de kuzeye gider.

Olay kesin olarak açıklanmadığı halde, 1966 da UNESCO nun Moskova'da düzenlediği Oseano-grafi kongresinde bazı yönlerinin doğruluğu kabul edildi.

Hatta kutupların dönme periyodunun 600.000 yıl olduğu da söylendi.

### Yürüyen Zemin

Bu arada güneşin kutuplarının da belirli pe-riyodlarla döndüklerini ilave edelim. Her 11 yıl-da, leke halinde gördüğümüz güneşteki gaz iç-kirmaları bir periyotta güney yarımkürede, bir periyotta kuzey yarımkürededir. Güneşteki bu olay, içindeki ulanma (konveksiyon) akımlarına bağlıdır. Öyleyse dünyanın kutupları da neden dönmesinler?

Bu buluşun çok daha önce yapılmaması şa-şırtıcıdır. 1906 da Fransız fizikçi Bernard Brun-hes bazı volkanik kayaların manyetik alanın ters yönünde miknatıslanmış olduğunu farketti. Ame-rikalı jeologlar, bu keşfinden dolayı, orta-atlantik yarığın iki yanında simetrik bir şekilde yayılan kuşaklardan birine onun adını verdiler. Toprak