

Yerküreye Neler Oluyor?

Gözümüzün önüne dünya haritasını getirelim. Hepimizin zihninde hemen hemen aynı görüntü belirir. Hatta büyükbabalarımız ve büyükannelerimiz için de aynı görüntü söz konusudur. Aslına bakarsanız bu, hiç de sandığımız gibi değişmez bir şeklin görüntüsü değil. Birkaç milyon yıl öncesine gidebilseydik kesinlikle bambaşka bir dünyanın haritasıyla karşılaşacaktık. Evet, dünyayı değişmez sanarlarsanız şaşıracağınızı itiraf edebilirsiniz?. Bu değişimin nedeniyse, yerkürenin hareketli olması. Bize ayağımızı bastığımız yer hiç de hareket ediyormuş gibi gelmeyebilir ama, işin aslı öyle değil. Yerküre hareketli; toprağın, kayaların hatta deniz tabanının altında bile sürekli bir hareket var. Biz bu hareketliliği durup dururken hissetmiyoruz, ancak aşağıda olan biteni bize haber veren bir takım doğa olayları var.

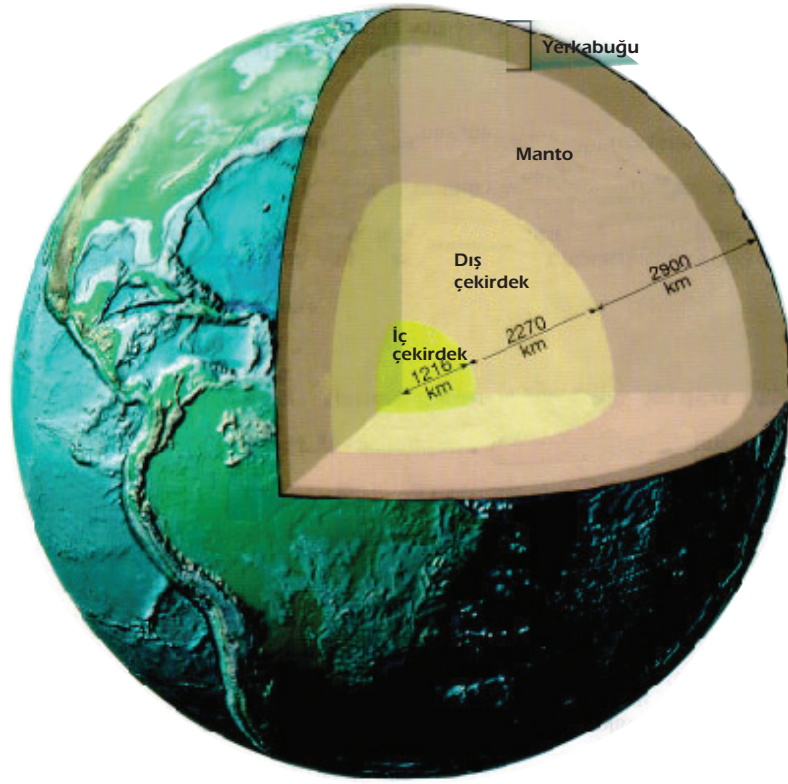
Günümüzden 13,7 milyar yıl önce meydana gelen "Büyük patlama"yla evrenimizde, önce yalnızca hidrojen ve helyum vardı. Daha sonra bu elementlerden oluşan ve Güneşimiz'den yüzlerce kat daha fazla kütleye olan ilk yıldızlar, merkezlerindeki nükleer tepkimelerle bugün dünyamızda-



ki kayalardaki silisyum, soluduğumuz havadaki oksijen ve azot, kemiklerimizdeki kalsiyum, kanımızdaki demir gibi elementleri oluşturdular. Bu yıldızlar çok büyük olduklarından yakıtlarını çok kısa sürede tüketerek süpernova patlamalarıyla yok oldular ve ürettikleri ağır elementler uzaya saçıldı. Bu elementlerin karışmasıyla "zenginleşen" dev hidrojen bulutları çökerek yeni yeni yıldız kuşakları oluşturdu. İşte bu çeşitli ağır elementlerce zenginleşmiş bir gaz ve toz bulutundan Güneşimiz ve Dünyamız'ın da üyesi olduğu gezegenler ailesi yaklaşık 4,6 milyar yıl önce aynı anda doğdu. Yaklaşık 4 milyar yıl önce de soğumaya başlayan yerküre, çeşitli katmanlara ayrılmaya başladı. İşte yerkürenin şeklinin sırrı da bu katmanların arasında saklı.

"Aşağıda olup bitenler dünyamızın şeklini nasıl değiştiriyor?" diye sorabilirsiniz. Bu sorunun yanıtını arayacağımız yer, yine yerkürenin derinlikleri olacak. Adı üstünde, yerküre, tahmin edebileceğiniz gibi kocaman bir küre biçiminde. Bu 12 750 km yarıçaplı koca küreyse, her birinin yapısı farklı olan katmanlardan oluşuyor. Bu katmanlardan en dışta olanın, yani ayağımızı bastığımızın adı yerkabuğu. Yerkabuğu, okyanus ya da kıta kabuğu olarak iki farklı biçimde karşımıza çıkıyor. Buna göre de yerkabuğunun kalınlığı değişiyor. Yerkabuğunun hemen altında bulunan katmanın adı manto. Manto, büyük oranda demir, magnezyum ve kalsiyumdan oluşuyor. Sıcaklık ve basınç değişikliklerine

Günümüzden 200 milyon yıl önce şimdiki gibi altı tane değil, tek ve çok büyük bir kıtanın var olduğu söyleniyor. Pangea adı verilen bu dev kıta, zaman içinde kırılarak altı büyük ve çok sayıda küçük levhaya ayrılmış.



Yerküre her birinin yapısı farklı olan katmanlardan oluşuyor. En dipte çekirdek, onun üzerinde manto ve en üstte yerkabuğu bulunuyor.

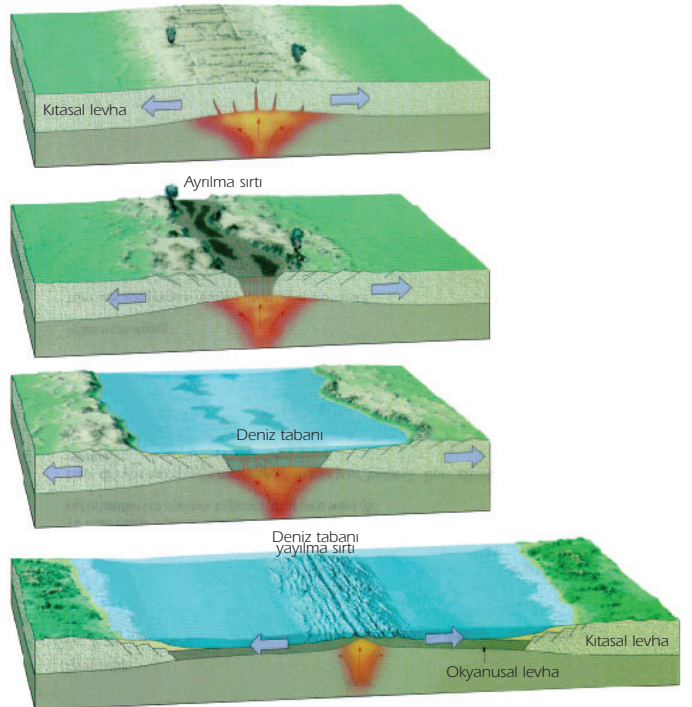
göre farklı bölümlere ayrılan mantonun en üst kısmıyla yerkabuğuyla birlikte taşküreyi (litosferi) oluşturuyor. Mantonun yüksek sıcaklıktaki ve aynı zamanda görece olarak daha dirençli olan kısmına mezosfer, onun hemen üstünde bulunan katmanaysa ateşküre (astenosfer) deniyor. Astenosferde bulunan ve kısmen ergimiş haldeki kayalar, kolayca eğilip bükülebilir bir yapıdadır. Üçüncü ve en altta bulunan katman çekirdek. İç ve dış olarak iki katmana ayrılan çekirdek, yeryüzünden 6370 - 5100 km derinde bulunuyor. Mars'tan daha geniş ve çok yoğun olan çekirdek 3480 km yarıçapında. Dünyanın merkezi sayılan iç çekirdek büyük oranda metalik demir, bir miktar da nikel ve diğer elementler içeriyor. İç çekirdek katı haldeyken, dış çekirdek ergimiş haldeki demir ve nikelden oluşuyor. Hem iç çekirdeğin hem de dış çekirdeğin sıcaklıklarıysa çok yüksek; iç çekirdeğin sıcaklığı 6000 °C, dış çekirdeğinkiyse 5000 °C. Bu kadar yüksek sıcaklıkta kayaların da ergimesi kaçınılmaz. Yerkürenin içinde ergimiş durumda bulunan kayalaraysa magma deniyor. Dış çekirdek ve mantonun bir kısmı magma içeriyor.

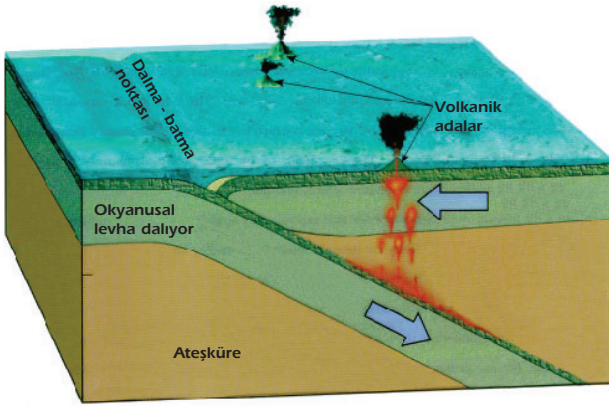
Yerkürenin içine bu kadar dikkatli bakmamızın nedeniyse, taşküredeki hareketlerin nedenini anlayabilmek. Taşkürenin kimi yerlerde kırılması nedeniyle yerküre, şekilleri düzgün olmayan ve katı halde 6 büyük ve çok

sayıda küçük levhadan oluşuyor. Bu levhalar da akışkan haldeki magmanın etkisiyle, yılda ortalama 1-10 cm kadar yer değiştiriyor. Bizim bu hareketi fark etmemiz olanaksız. Ancak milyonlarca yıldır süren bu hareket, Dünya'nın görüntüsünü bir hayli değiştirmiş. Levhalar birbirleriyle temas halinde olduklarından, herhangi bir levhadaki bir hareket diğerlerini de etkiliyor. Milyonlarca yıldır süren bu levha hareketliliği "levha tektoniği" olarak adlandırılıyor. Levha tektoniği kıtaların ve okyanusların yerlerini ve biçimlerini değiştiriyor. Örneğin, günümüzden 200 milyon yıl önce şimdiki gibi altı tane değil, tek ve çok büyük bir kıtanın var olduğu söyleniyor. Pangea adı verilen bu dev kıta, zaman içinde kırılarak altı büyük ve çok sayıda küçük kıtasal levhaya ayrılmış. Levha hareketleri bu ayrılmalarla sınırlı değil; levha sınırlarındaki hareket sonucunda 45 milyon yıl kadar önce Himalayalar gibi dağlar ve 30 milyon yıl kadar önce Kızıl Deniz gibi denizler oluşmuş. Levha hareketleri günümüzde de sürüyor. Bu nedenle Amerika ve Afrika kıtaları yılda ortalama 3,5 cm kadar birbirlerinden uzaklaşırken, Türkiye de Ege'ye doğru ilerliyor.

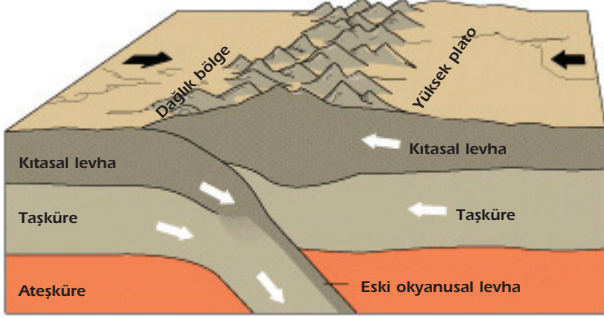
Buradan da anlaşılacağı gibi levha hareketleri birkaç farklı şekilde gerçekleşebilir. Levhalar birbirlerinden uzaklaşabildikleri gibi, birbirlerine yaklaşabiliyor ve hatta yatay olarak sürtünebiliyorlar.

Taşkürede meydana gelen bir kırılmayla iki levha birbirinden uzaklaşmaya başlayabilir. Magma bu noktada oluşan yarıktan yukarı çıkar ve soğur. Katılan magma levhaları iyice uzaklaştırır ve bu alanda yeni bir kabuk oluşur.





İki okyanusal levha birbirlerine yakınlaşınca biri diğerinin altına dalar. Buralarda büyük hendekler oluşur.



Yakınlaşan levhaların her ikisi de kıtasal olduğunda birbirleriyle çarpışırlar. Böyle sıkışan levha sınırındaki kabuk kırılır ve üst üste binerek yığınlar oluşturur. Zamanla bölge yükselir ve sıradağlarla yüksek platolar oluşur.

Levhalar Nasıl Hareket Ediyor?

Levhaların birbirinden uzaklaşması, taşkürede meydana gelen bir kırılmayla başlar. Levhaların birbirinden uzaklaştığı noktalarda bir yarık oluşur ve ateşküredeki magma yukarı çıkarak burada soğur. Böylece bu alanda yeni bir kabuk oluşur. Magma katılaştıkça, levhaları iterek birbirinden iyice uzaklaştırır. Aradaki yarık açıldıkça, kabuk alttan gelen magmayla yenilenir. Bu sürece "deniz tabanı yayılma süreci", bu olayın görüldüğü yerlere de "yayılma sırtı" denir. Okyanusların altında bulunan ve kısaca okyanusal adı verilen levhaların birbirlerinden uzaklaştığı bu yerlerde, volkanik kayalardan oluşan sıradağlar oluşur.

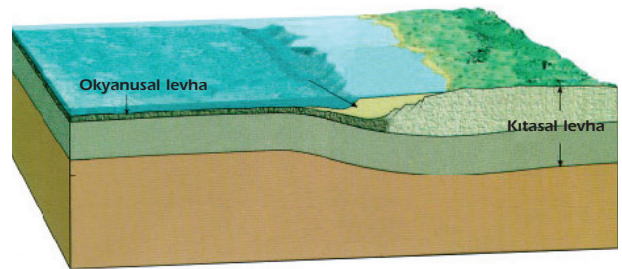
Ayrılma merkezi, karaların altında bulunan kıtasal kabuğu yarıyorsa, ayrılma alanında önce çok büyük bir hendek oluşur. Ayrılma sürdükçe hendek genişler ve derinleşir. Sonunda yeni okyanusal kabuk iki levhayı birbirinden tümüyle ayırır ve Atlas Okyanusu gibi yeni bir okyanus ya da deniz oluşur. Günümüzden 250 milyon yıl kadar önce, Kuzey Amerika'nın Avrupa ve Kuzey Afrika kıtalarından ayrılmasıyla oluşan Atlas Okyanusu halen yılda 5 cm kadar genişliyor.

Levhaların yakınlaşması, tahmin edebileceğiniz gibi bunların birbirlerine doğru hareketleriyle olası. Eğer yakını-

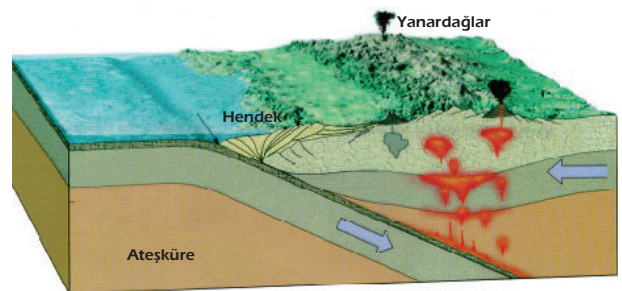
şan levhalardan her ikisi de okyanusal levhaysa, birbirlerine temas ettiklerinde levhalardan biri diğerinin altına doğru girer. Taşkürenin, ateşkürenin içine doğru girdiği ve büyük hendeklerin oluştuğu bu noktaya "dalma-batma noktası" denir. Dünyanın en derin çukuru olan ve deniz yüzeyinden 10 916 m derinde bulunan Mariana Çukuru, Pasifik Levhasıyla Filipinler Levhası'nın yaklaşması sonucu oluşmuş. Ayrıca dalma batma hareketi yapan levha, mantonun derinliklerine indikçe erir ve magma haline gelir. İşte bu magma da, zamanla dalma batma noktasına yakın bir yerlerden yüze çıkarak bir dizi yanardağ oluşturabilir. Bunlar kimi zaman volkanik adalar biçimindedir.

Bu tür volkanik adalar, yakınlaşan levhalardan biri okyanusal diğeri kıtasal olduğunda da oluşabilir. Okyanusal olan yoğunluğu daha fazla olduğundan, kıtasal levhanın altına dalar. Burada erimesi sonucunda magmaya dönüşür ve dalma batma noktasının yakınlarından yüze çıkarak yanardağlardan oluşan bir kuşak meydana getirir. Pasifik Okyanusu'nun kıyılarında boncuk dizilmiş yanardağlar gibi.

Yakınlaşan levhaların her ikisi de kıtasal olduğunda, bunlar okyanusal levhalar gibi yoğun ve ağır olmadıklarından, mantonun içine dalmak yerine birbirleriyle çarpışırlar. Bu çarpışma, her iki levhanın da uyguladığı basınç sonucunda sıkışan levha sınırındaki kabuğun kırılması ve üst üste binerek yığınlar oluşturmasıyla sonuçlanır. Sıkışma sürdükçe, bu bölge yukarı doğru itilek yükselir ve sıradağlarla yüksek platolar oluşur. Ör-



Yakınlaşan levhalardan biri kıtasal diğeri okyanusal ise, okyanusal olan diğerinin altına dalar. Aşağılarda bulunan magma buradan kendine bir yol bularak yukarıya çıkar.



neğin, Himalayalar ve Tibet Platosu iki kıtasal levhanın yaklaşması sonucu oluşmuştur.

Kimi zaman da levhaların hareketleri yaklaşma ya da uzaklaşma biçiminde olmaz. Aynı anda ama zıt yönlü olarak hareket eden iki levha birbirlerine yatay sürtünerek ilerleyebilirler. Bu sürtünme hareketiyle yer kabuğunda büyük kırıklar, yani faylar oluşturur. Örneğin, California'daki San Andreas Fayı, Kuzey Amerika Levhası'nın güneye, Pasifik Levhası'nın da kuzeye doğru birbirlerine sürtünerek ilerlemeleri sonucunda oluşurken, Kuzey Anadolu Fayı Arabistan ve Afrika Levhaları'nın kuzeye doğru hareketleri sırasında Avrasya Levhası'nın bir parçası olan Anadolu Levhacığı'nı sıkıştırması sonucu oluşmuştur. Bu tür levha hareketleri sonucu meydana gelen faylar depremlere neden olabilirler.

Nasıl Sonuçlar Doğurur?

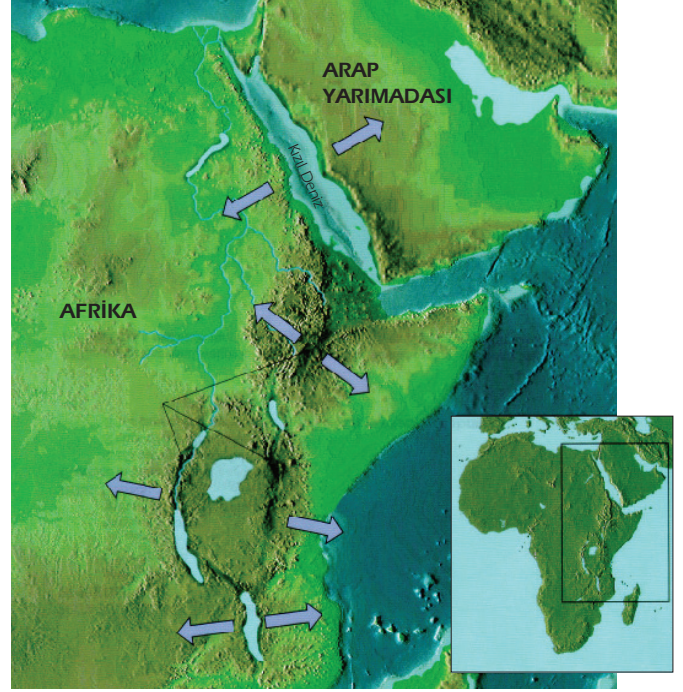
Levhaların bu milyonlarca yıldır süren hareketlerini fark etmemiz olası değil demistik. Yerkürede bu hareketlilik nedeniyle oluşan değişimi yer bilimcilerin çalışmaları sayesinde görebiliyoruz. Ancak, yerinde duramayan magmanın ve yer değiştirmekten hoşlanan levhaların bu hareketliliği kimi doğa olaylarıyla da kendini belli edebiliyor. Yeni okyanuslar, yanardağlar, volkanik adalar, okyanus çukurları, sıradağlar ve depremler bu hareketlerin sonuçlarından.

Levhaların hareketleriyle yer kabuğunun kimi yerlerinde özellikle levha sınırlarında büyük gerilme, sıkışma ya da bükülmeler görülür. Bu basınç, kabukta kırılmalara yol açar. Fay adı verilen bu kırıklar, depremlere neden olurlar. Depremler, kabukta oluşan gerilmenin zamanla birikerek, sonunda kaya kütlelerinin zayıf bir noktasından kırılmasıyla yeni bir fay oluşumuna ya da var olan fayın kaymasına bağlı olarak meydana gelir.

Birikmiş olan basınç ya da gerilme, bu kırılma ya da kaymayla bir anda boşalır ve büyük bir enerji açığa çıkar. İşte, bu enerjinin çevredeki kaya kütlelerinde oluşturduğu titreşim ve sarsıntı da depremi yaratır.

Kırılmanın ya da kaymanın başladığı noktaya "depremin odağı", odak noktasının tam üstüne denk gelen yer yüzündeki noktaysa "depremin merkezi" ya da "merkez üssü" deniyor. Kırılma ya da kayma, odaktan başlayarak fay düzlemi boyunca ilerler.

Ülkemizde görülen depremler, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) gibi iki büyük fayın hareketi sonucu oluşuyor. Bu fay hareketlerinin doğurduğu bir başka sonuç da "tsunami". Deprem, yanardağ



Levha tektoniğinin sonuçlarından biri. Afrika'nın doğusunda, levhaların uzaklaşması sonucunda oluşan deniz tabanı.

patlaması ya da toprak kayması gibi yer hareketlerinin deniz tabanında meydana getirdiği alçalma ya da yükselme nedeniyle oluşan dev deniz dalgalarına tsunami deniyor. Tsunami dalgaları, saatte 950 km'ye varan çok yüksek hızlarda ilerlerler. Bu tür dalgalar, genellikle okyanuslarda görülür ve kıyıya yaklaştıkça hızları düşerken yükseklikleri artar. Sığ sulardaki bir tsunami dalgasının yüksekliği 30 m'den fazla olabilir.

Bazen de manto tabakasının derinliklerinde, çekirdekle sınırlı bölgede, çevrelerinden daha sıcak bölgeler oluşur. Bu "sıcak nokta"lardan kabuğa doğru "sorguç" adı verilen büyük magma sütunları yükselir ve kabuktan dışarı sızar. Okyanus tabanı, bu sabit sıcak noktalar üzerinde ilerledikçe, magmanın deniz tabanından yükselmesiyle birbiri peşi sıra yüzeye çıkan volkanik adalar ortaya çıkar. Pasifik Okyanusu'ndaki Hawaii Adaları, buna güzel bir örnek.

Gördüğümüz gibi, deprem, yanardağ patlaması, tsunami ve birçok başka doğa olayının bilimsel bir açıklaması var. Her şey, akışkan haldeki magmanın, sürekli yer değiştiren ve çeşitli yerlerinden kırılan taşkürenin marifeti diyebiliriz.

Elif Yılmaz

Kaynaklar:

Watt F., "Depremler ve Yanardağlar", TÜBİTAK, 2004
Skinner, B. J. and Porter, S. C. The Dynamic Earth; An Introduction To Physical Geology. John Wiley & Sons Inc., New York.
<http://www.enchantedlearning.com/subjects/astronomy/planets/earth/Continents.shtml>
www.biltek.tubitak.gov.tr adresinde bulunan "Dünyamız" bilgi paketi