

3. PLAKA TEKTONİĞİ

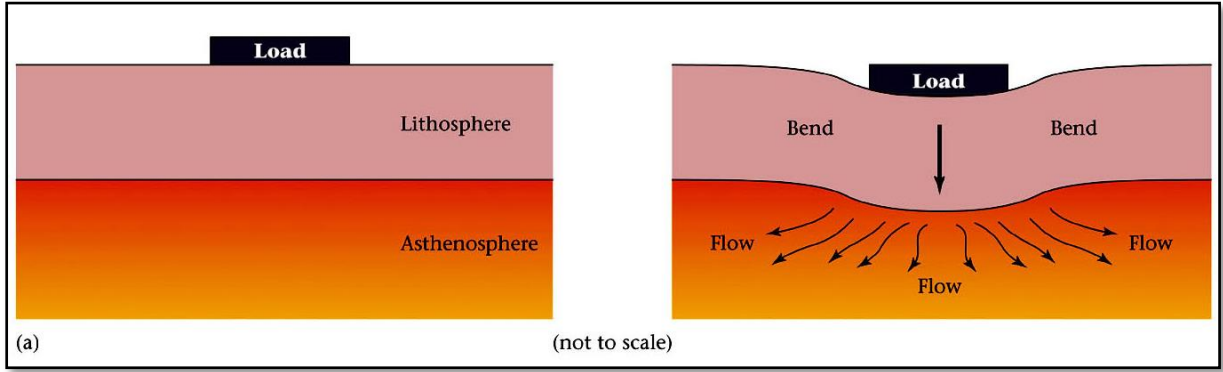
Litosferin astenosfer üzerinde hareket eden rijid levhalara ayrıldığı tanımı *levha tektoniği teorisinin (kuramının)* temelini oluşturur.

- Plaka tektoniği teorisi güçlüdür.
- Birçok mekanizmanın açıklanmasını sağlamaktadır:
 - Derinlik, sedimanter metamorfik kayalar.
 - Deprem ve volkanların dağılımı.
 - Kıtalar ve okyanusal havzaların kökeni.
 - Fosil bitki ve hayvanların dağılımı.
 - Dağ zincirlerin ortaya çıkışı ve tahribi.
 - Kıtasal sürüklenme.

Kıtasal sürüklenme + deniztabanı yayılması kavramları ile açıklanmaktadır.
(continental drift + seafloor spreading)

Yükselme ve Litosferik Yüklenme

Litosferin ağırlığı astenosferde çöküntüye, litosferde bükülmeye sebep olur (Şekil 3.1).



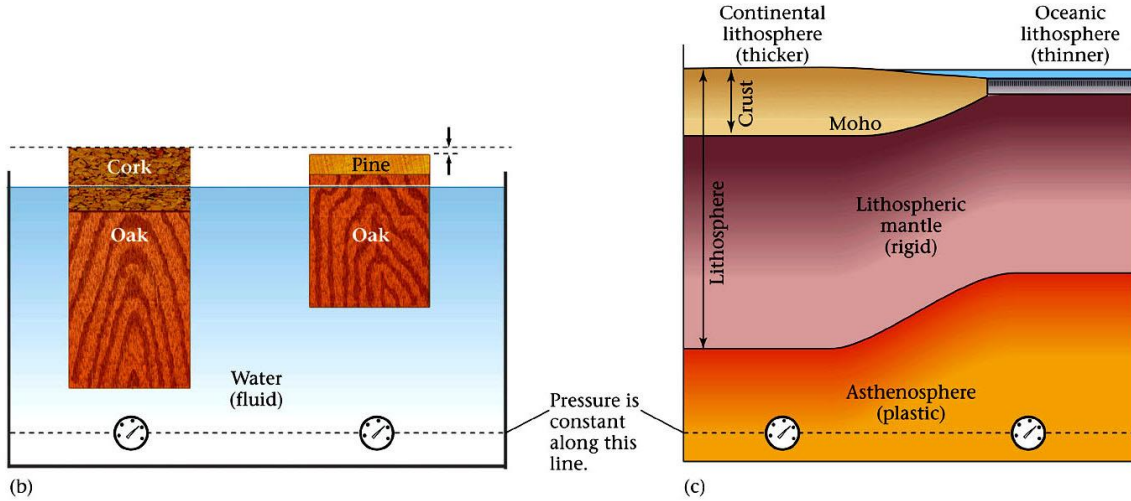
Şekil 3.1

İzostazi = Buoyancy

- İlk defa Arşimed tarafından tarif edilmiştir.
- Yüzen katı maddeler kendi kütlelerine eşit suyu yerinden eder.
- Bir buzdağı kendi toplam kütlelerine eşdeğer suyu yerinden edene kadar batar.
- Bu kavram litosferik plakalar içinde geçerlidir.
 - Kıtasal – Yüksekte yüzer.
 - Okyanusal– Aşağı batar.

Neden Kıtalar daha Yüksekte?

Yer yüzeyinin [kabuğu](#), [manto](#) üzerinde, [izostazi](#) adı verilen, bir ağacın su üzerinde yüzmesi ile karşılaştırılabilecek bir denge halinde dururlar. Mantonun kaldırma gücü, su ve ağaç örneğinde olduğu gibi kabuğun manto içine 'batmış' olan hacmi ile orantılıdır. Bu nedenle yükseltilerin fazla olduğu kıta bölgelerinde, artan kütle ile koşut olarak kabuğun manto derinliklerine uzanan kısmı da daha fazla olmalıdır. Yüksek dağ sıralarının derinlere dalan 'kökleri' yer kabuğunun böyle alanlarda 70 km kadar kalın olmasına yol açar. Öte yandan, karaların yükselmesi, bağıl olarak daha hafif materyalden oluşmaları ile ilişkilidir. Böylece okyanusal kabuk daha ince olmasına karşın daha ağır materyalden oluşmuş ve [astenosfer](#) içine doğru kıtalara oranla daha fazla 'batmış' durumdadır (Şekil 3.2). Bu, kıtaların manto içerisine doğru uzanan daha derin kökleri olmasına rağmen, ağırlık merkezlerinin okyanus tabanlarına oranla daha yüksekte yer alması ile sonuçlanır (https://tr.wikipedia.org/wiki/Levha_hareketleri).



Şekil 3.2

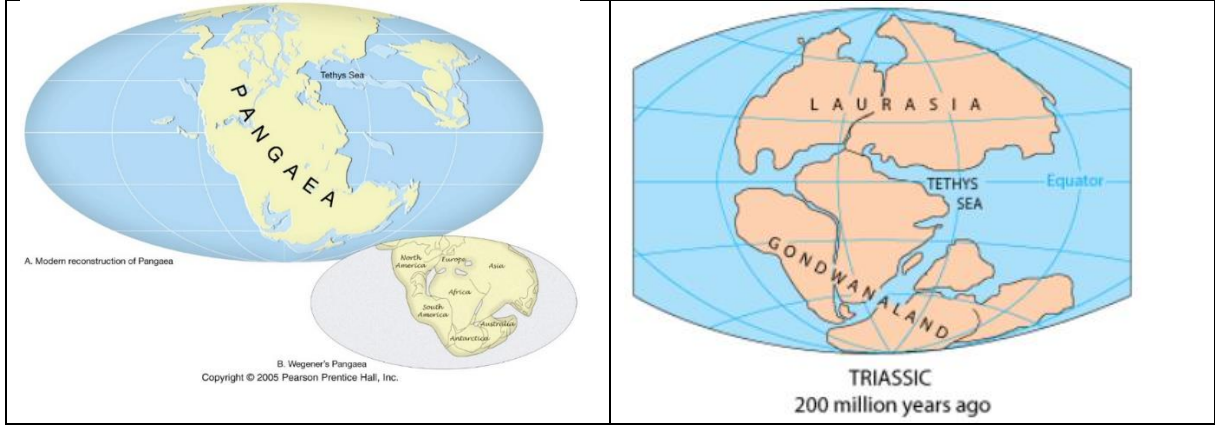
KITALARIN KAYMASI

19. yüzyıl sonlarında y y Avusturyalı jeolog Edward Suess, Hindistan, Avustralya, Güney Afrika ve Güney Amerika'daki Gec Paleozoyik yaşlı bitki fosilleri arasındaki benzerliğe ve aynı zamanda bu güney kıtalarındaki kayaç istiflerinde bulunan buzullaşma kanıtlarının farkına varmıştır. 1885 yılında yayımlanan *The Face of the Earth (Dünyanın Yüzü)* adlı kitabında Suess değinilen güney kıtalarından oluşmuş superkıtaya *Gondwanaland* (ya da burada kullandığımız şekliyle **Gondvana**) adını önermiştir. Bu adı kömür yataklarının içinde bol miktarda *Glossopteris* bitki topluluğu fosili bulundurduğu Hindistan'ın Gondwana yöresinden almıştır. Suess, bu güney kıtalarının birbirlerine bitkiler ve hayvanların göç ettiği kara köprüleriyle bağlandığını düşünmüştü. Amerikalı jeolog Frank Taylor 1910 yılında, kıtaların kayması ile ilgili kuramını sunan bir kitapçık yayınlamıştı. Sıradağların oluşumunu kıtaların yanıl hareketine bağlayan Taylor bugünkü kıtaların büyük gelgit kuvvetleri ile dünyanın dönme hızının yavaşlaması sonucunda daha önce kutuplarda bulunan kıtaların parçalandığını ve ekvatora doğru göç ettiğini düşünmüştür. Taylor'a göre 100 milyon yıl kadar önce Dünya'nın Ay'ı yakalaması ile bu gelgit kuvvetleri ortaya çıkmıştır.

İlk defa Alfred Wegener 1915 yılında kıtaların kayması hipotezini önermiştir. *Kıtalar ve Okyanusların Kökeni Başlığı ile basıldı. Wegener' e göre Süperkıta Pangaea yaklaşık 200 milyon yıl önce parçalanmaya başladı.* Pangaea adı verilen tek kıta parçasını çevreleyen denize [Panthalassa](#) denmektedir. Zaman içerisinde katmanlar hareket ettikçe Pangaea ikiye ayrıldı. Kuzeyde [Laurasia](#) ve güneyde [Gondwanaland](#) oluştu (Şekil 3.3).

Güney Afrikalı unlu jeolog Alexander du Toit, Wegener'in iddialarını daha da geliştirerek kıtaların kaymasını destekleyen daha fazla sayıda jeolojik ve paleontolojik kanıtlar topladı. 1937 yılında yayınlanan *Our Wandering Continents (Gezinen Kıtalarımız)* adlı kitabında du Toit, Gondvana'nın buzul çökelleriyle Kuzey Yarıküre kıtalarında bulunan eşyaşlı kömür yataklarını karşılaştırdı. Bu belirgin iklimsel farklılığı çözümlemek için du Toit, **Gondvana kıtalarını Güney Kutbuna** taşırken, kuzey kıtalarını da kömür yatakları ekvatorunda olacak şekilde bir araya getirdi. Kuzeyde yer alan kara kütlelerine **Lavrasya (Laurasia)** adını verdi. Lavrasya günümüzdeki Kuzey Amerika, Grönland, Avrupa ve Asya'dan (Hindistan dışında) oluşur.

Birçok jeolog bu oldukça inandırıcı görünen kanıtlara rağmen, kıtaların kayması düşüncesini yine de kabul etmemişti. 1960'lı yıllarda okyanuslarda yapılan araştırmaların, bir zamanlar birlikte olan kıtaların daha sonra ayrıldıkları konusunda inandırıcı kanıtlar sunmasıyla kıtaların kayması varsayımı sonunda yaygın kabul görmüştür.

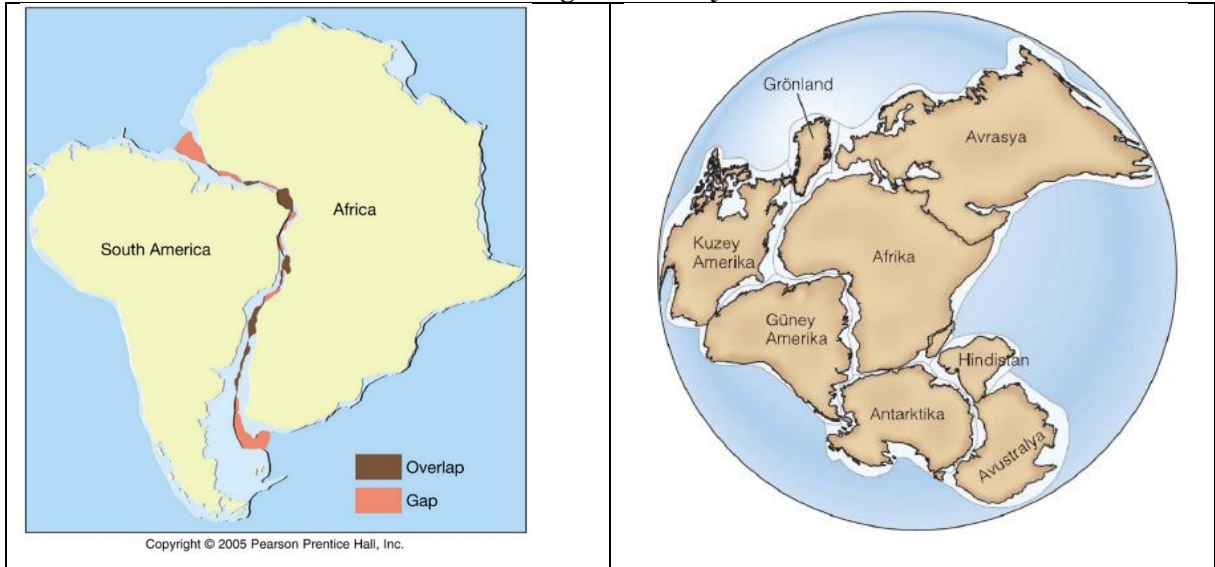


Şekil 3.3

KITALARIN KAYMASI: KANITLARI

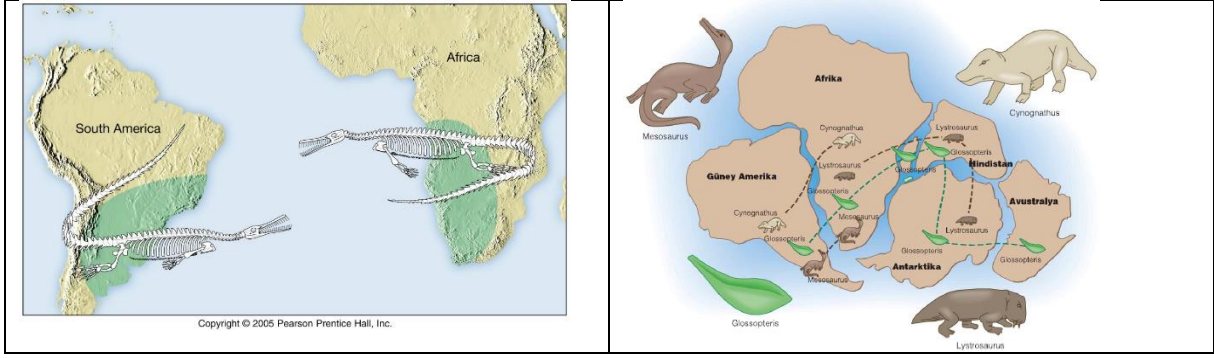
- Kıtaların geometrik uyumu
- Fosillerin dağılımı
- Güncel organizmaların varlığı
- Kayaç tipi ve istifin benzerliği
- Dağ dizilerinin devamlılığı:
- Yapısal benzerlikler
- Eski iklim kanıtları:
 - Buzul hareket yönleri
 - Kömür yatakları
 - Resifler
 - Çöl kumları
 - Tuz çökelleri

Kıtaların geometrik uyumu



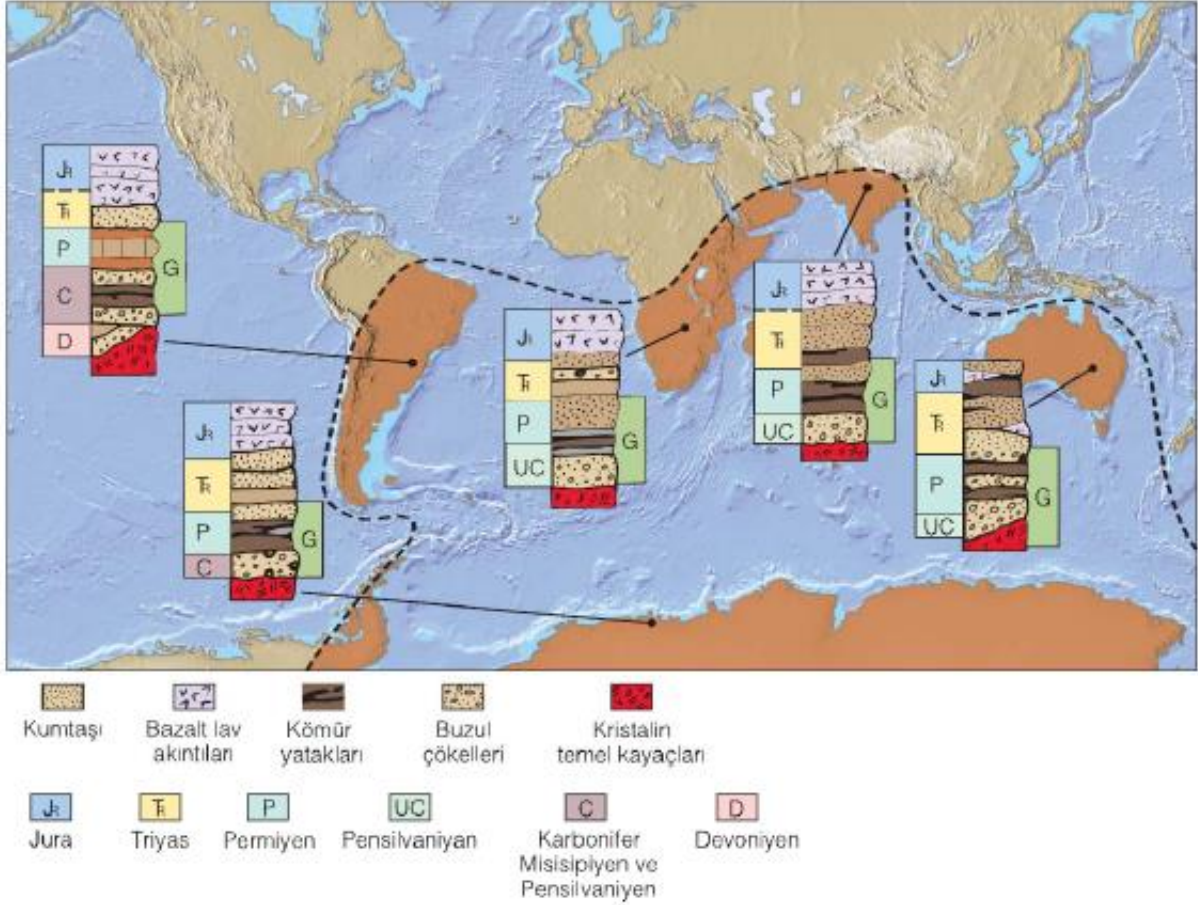
Fosillerin dağılımı

- Glossopteris flora (eğrelti tohumu)
- Mesosaurus (Tatlısu sürüngen)
- Cynognathus (karada yaşayan sürüngen)
- Lystrosaurus (karada yaşayan sürüngen)



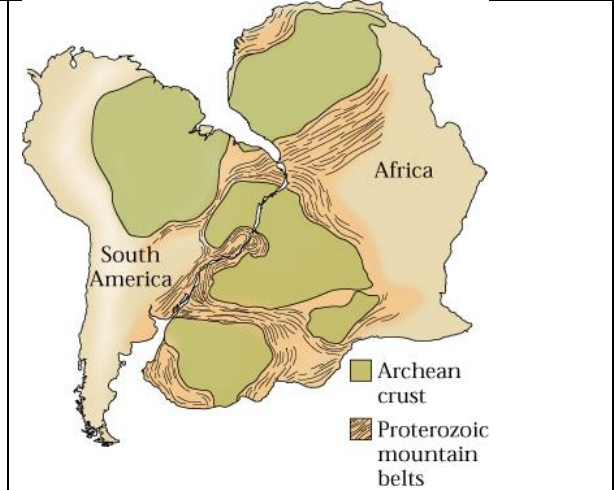
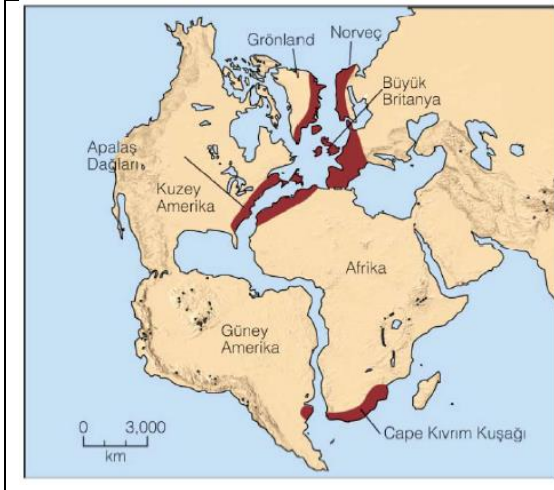
Kayaç ve kayaç istiflerin benzerliği

Pensilvaniyen' den Jura' ya kadar denizel, kayaç istifleri bütün Gondvana kıtalarında hemen hemen aynıdır. Bu yakın benzerlik bunların bir zamanlar birleşik olduklarını gösterir. G ile işaretli kısım *Glossopteris* bitki topluluğunu gösteriyor.

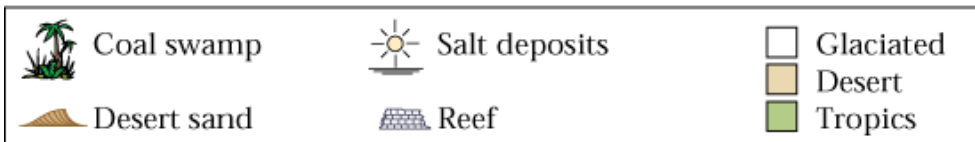
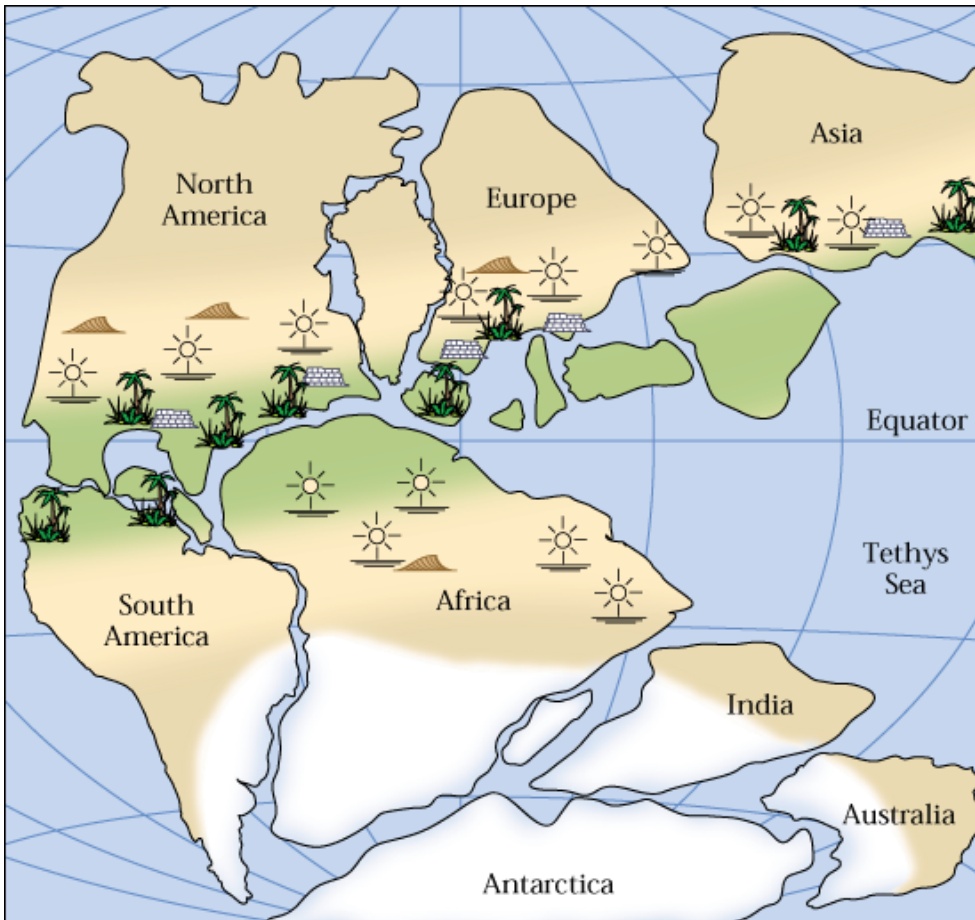


Dağ dizilerinin devamlılığı: Yapısal benzerlikler

Kıtalar yan yana getirildiğinde dağ sıraları tümüyle aynı yaş ve deformasyon tarzında kesintisiz tek bir dağ sırası oluşturur. Bu tür kanıtlar, kıtaların bir zamanlar birbirine bitişik olduklarını ve daha sonra ayrıldıklarını gösterir.



Eski iklim kanıtları:



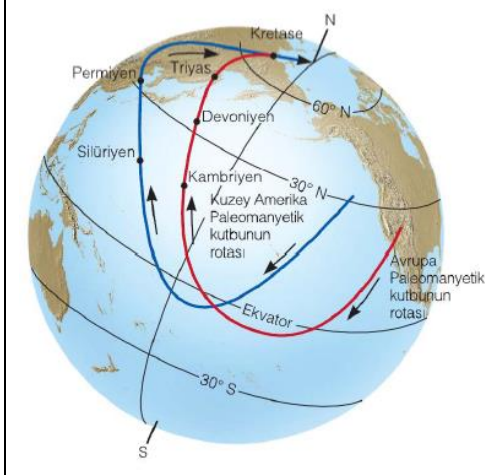
Buzul Kanıtları



Gondvana kıtalarını Güney Afrika Güney Kutbunda yer alacak şekilde bir araya getirince çiziklerin (kırmızı oklar) gösterdiği buzul hareketleri anlamlı hale gelir.

Bu durumda, kutup ikliminde yer alan buzul (beyaz alan), kalın bir merkez alandan etrafına doğru ışınal olarak hareket etmiştir.

Dünyanın Manyetik Alanı

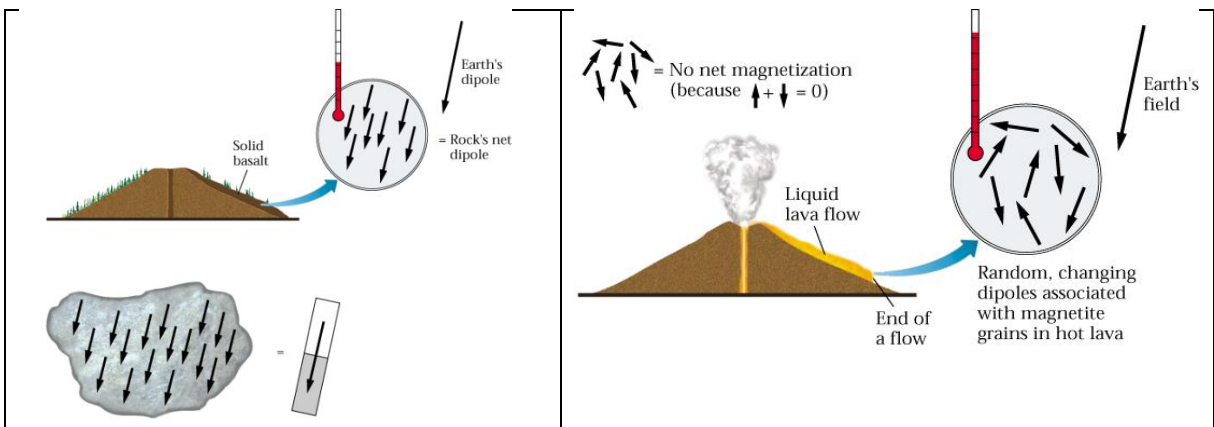


Kuzey Amerika ve Avrupa için görünen kutup gezinme rotaları.

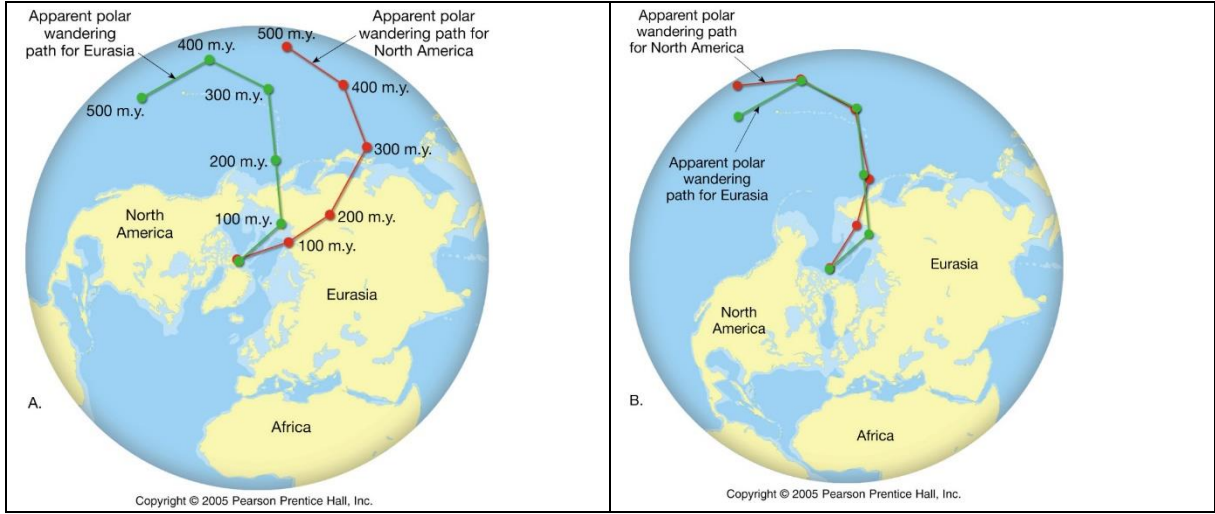
Kuzey manyetik kutbunun görünen konumu, farklı dönemler için her kıtanın kutup gezinme rotası üzerinde gösteriliyor.

Paleomanyetizma

Kayaçlardaki fosil manyetizma kayaç oluştuğu zamandaki Dünya'nın manyetik alanın yönünü (kuzey, eğim) kayıt eder.

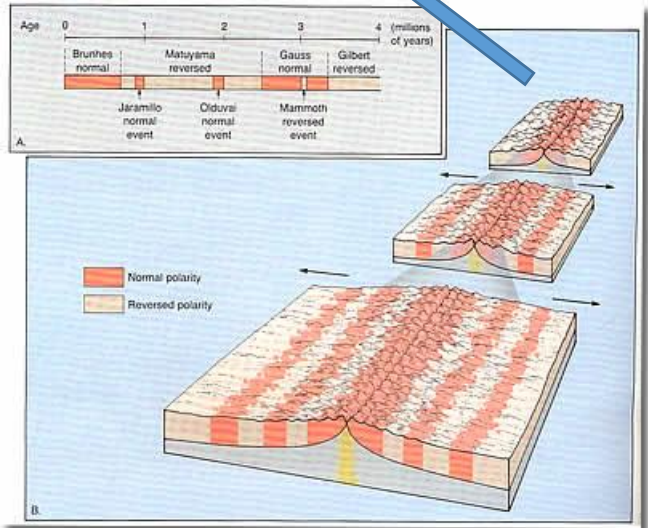
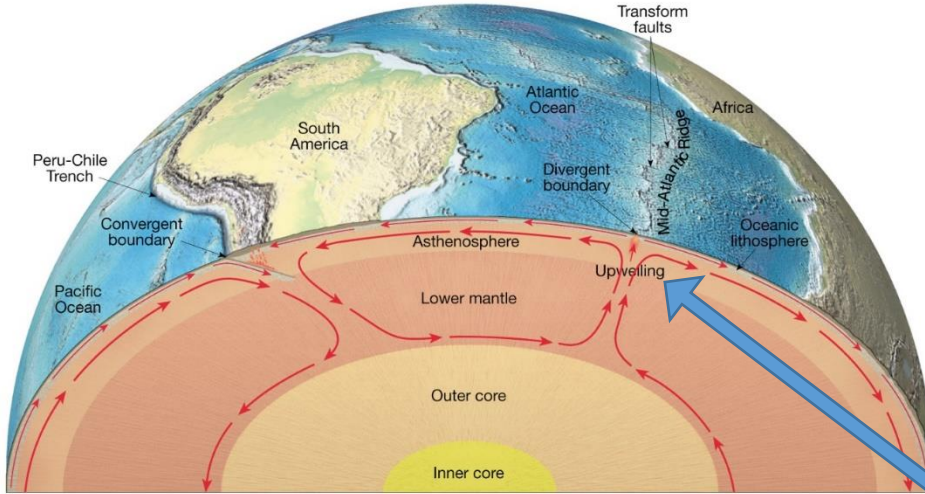


Görünür Kutup Gezini



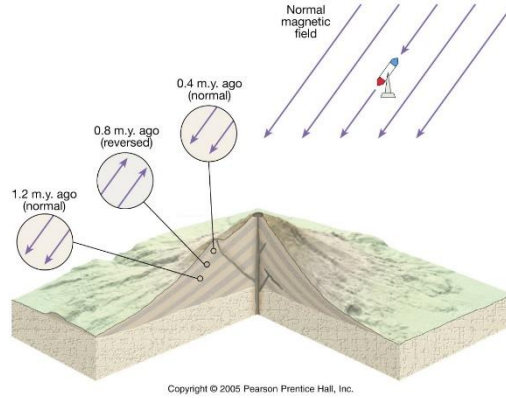
Deniz tabanı yayılması

Uzaklaşma hareketi gözlenen iki levha arasında meydana gelen boşluğa [astenoser](#)den gelen magma malzemesi simetrik olarak birikir. Buralarda yavaş yavaş soğuyarak katılaştıran magma malzemesi, zaman içerisinde bu boşluğu doldurarak deniz tabanında yerli kayaları oluştururlar. Bu olayların milyonlarca yıl devam etmesi sonucunda ayrılan levha sınırları arasında yeni okyanus kabuğu meydana gelmiş olur.



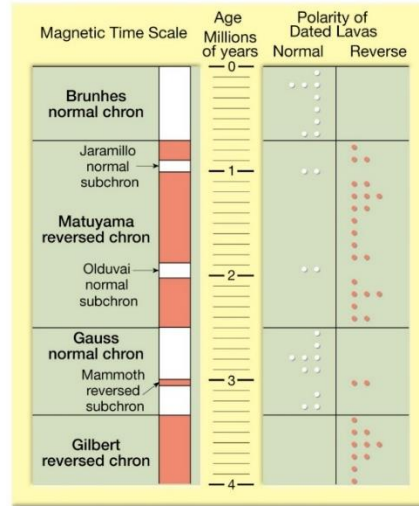
Jeomanyetik Terslenmeler

Dünyanın manyetik alanı periyodik olarak ters yöne dönmektedir: normal polarite, ters polarite



Dünyadaki manyetik kutup değişiminin ne zaman meydana geldiği, karadaki lav akışlarından belirlenmiştir:

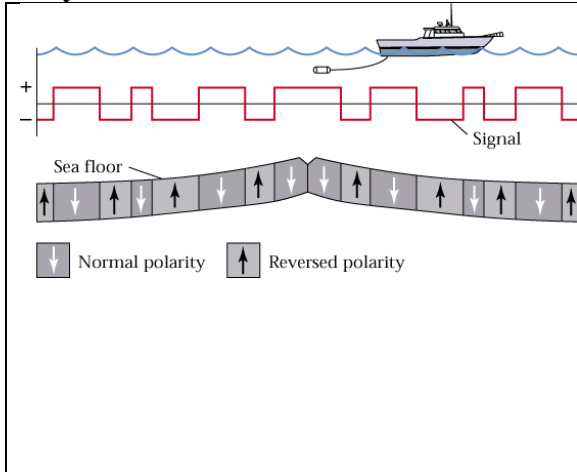
Bu verilerden hazırlanan manyetik polarite zaman ölçeğinde normal ve ters polarite değişimleri gözlenmektedir.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

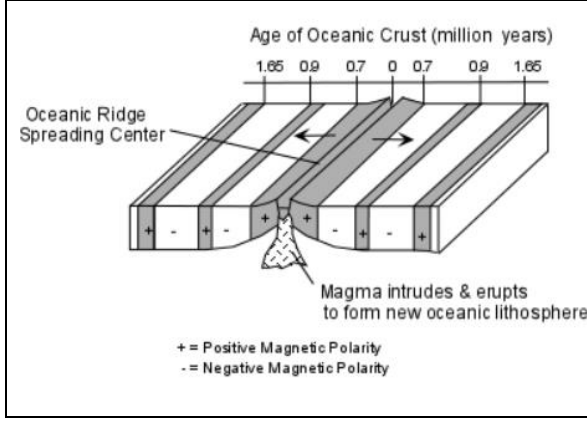
Manyetik polarite zaman ölçeği

Manyetik Anomaliler



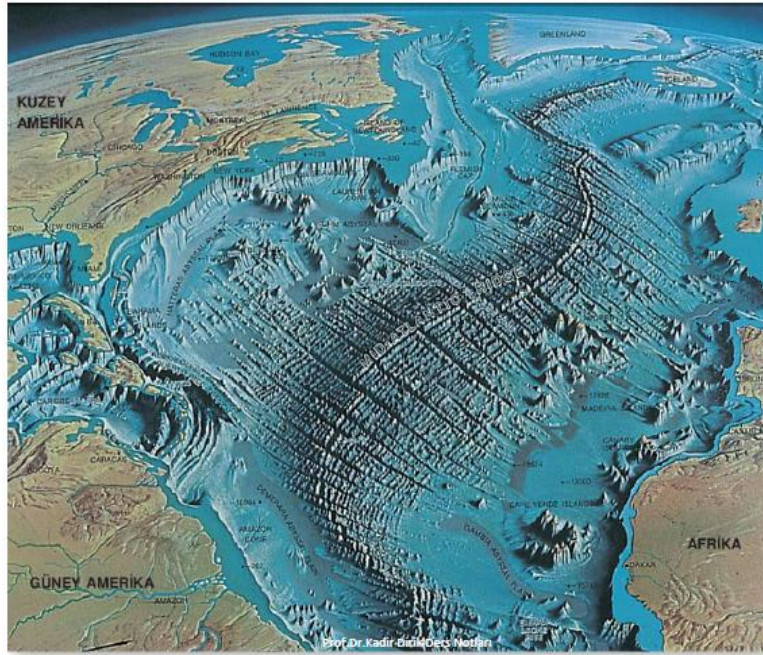
Okyanus sırtının her iki tarafındaki okyanusal kabuğun içinde korunmuş olan manyetik anomaliler dizilimi, kıtasal lav akıntılarında daha önce bilinen manyetik terslenme diziliminin aynıdır. Bazaltik magma okyanus sırtlarına sokulduğu zaman manyetik anomaliler oluşur; Magma, Curie noktasının altına düşene kadar soğuduğunda o andaki Yer'in manyetik polaritesini kaydeder.

Deniz tabanı yayılmasıyla önceden oluşmuş kabuk ikiye ayrılır ve böylece sırtından daha uzaklara ilerler. Yinelenen sokulumlar, normal ve terslenmiş polarite dönemlerini yansıtan bakışımli bir manyetik anomali dizisini gösterir. Manyetik



alan şiddetini belirleyen manyetometre ile manyetik anomaliler kaydedilir

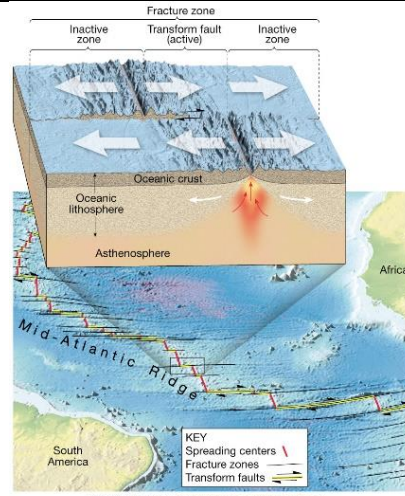
Deniz Tabanı Yayılması



Transfrom fay hareketleri

John Tuzo Wilson 1960-1965 yılları arasında probleme başka bir açıdan yaklaşıyordu. Ona göre bazı okyanus ortası sırtları ve derin deniz hendekleri aniden son buluyorlardı.

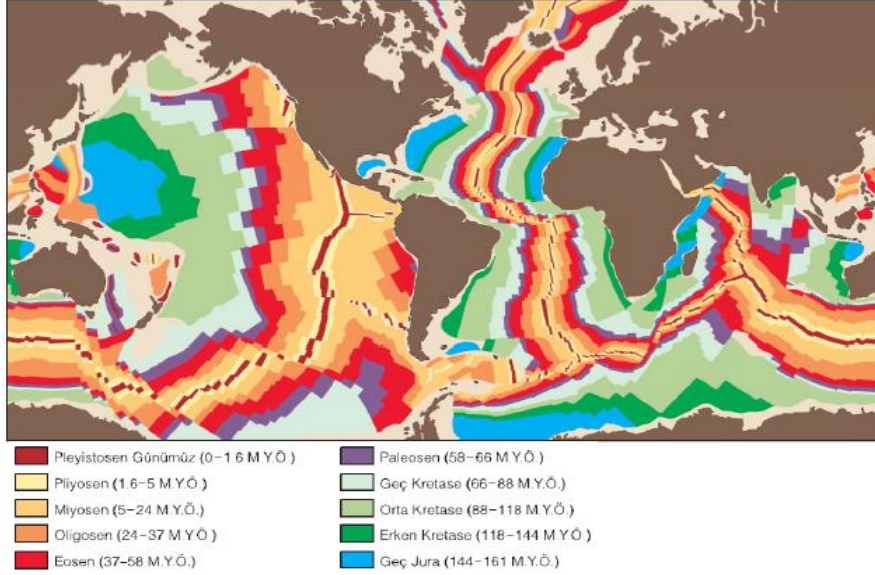
Wilson bu kesimlerde okyanus ortası sırtları ve hendeklerin bittikleri yerlerde hareketin büyük yanıl atımlı faylarla başka bir şekle dönüştürüldüğünü gösterdi ve bunlara dönüşüm fayı (transform fay) adını verdi.



Okyanusal Kabuğun Yaşı

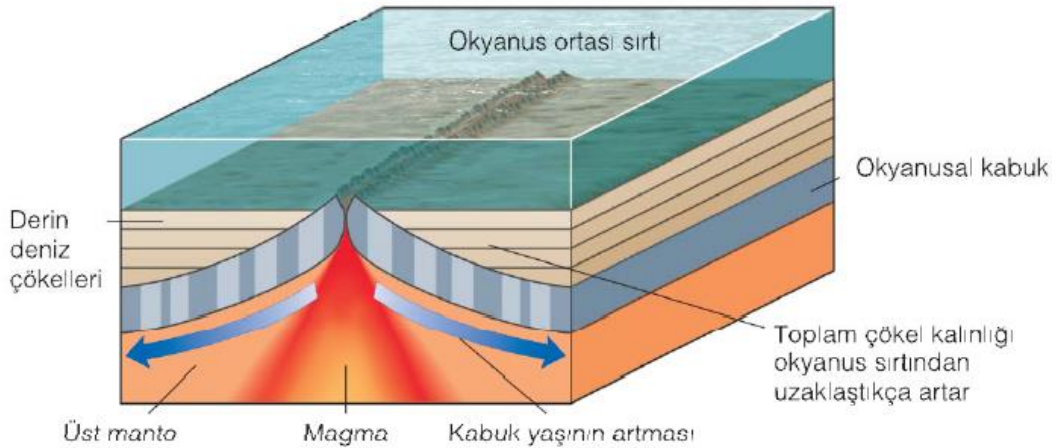
Manyetik anomalilerden hazırlanmış olan dünyadaki okyanus havzalarının yaşı, en genç okyanusal kabuğun yayılma sırtlarına bitişiğinde olduğunu ve sırt ekseninden uzaklaştıkça okyanusal kabuğun yaşının arttığını gösteriyor.

Küresel model hiçbir deniz tabanı yayılmasının ~180 m.y.' dan daha yaşlı olmadığını gösterir.



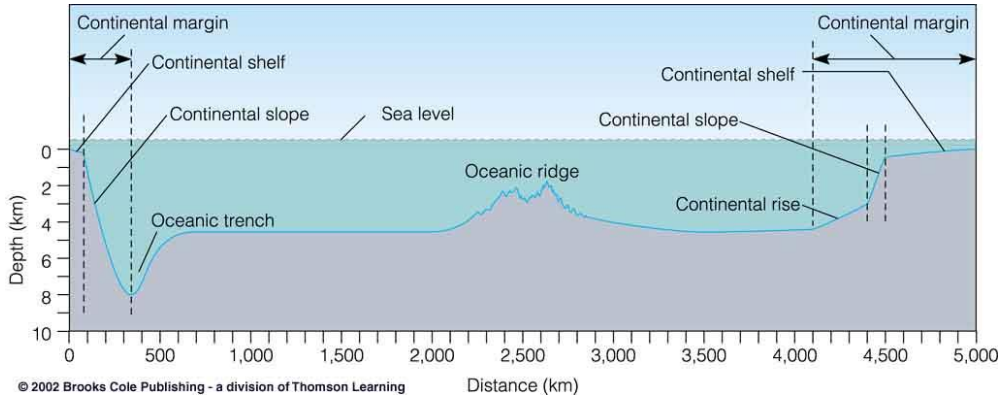
Deniz Tabanı Sedimanlarının Kalınlığı ve Yaşı

En yaşlı sedimentler ve sediment kalınlığı okyanus sırtlarından uzaklaştıkça artar. Sediman sırtta bulunmaz.



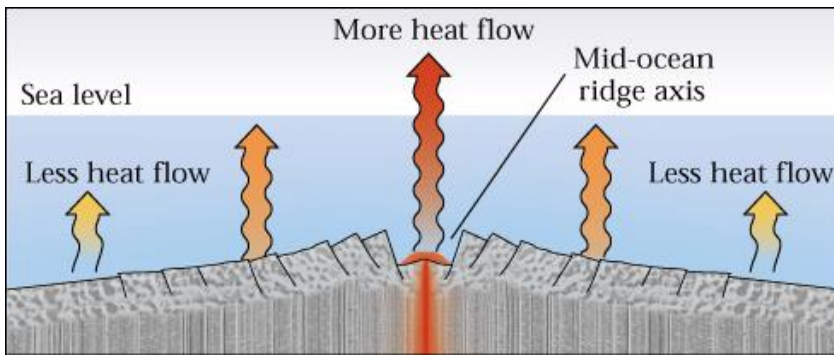
Deniz tabanı topografyası

Dünyanın okyanus havzalarının merkezinde bulunan okyanus sırtları ısıl genişlemeyle yükseltilmiştir. Derin okyanus hendekleri kıta kenarları boyunca bulunmuştur.



Isı Akısı

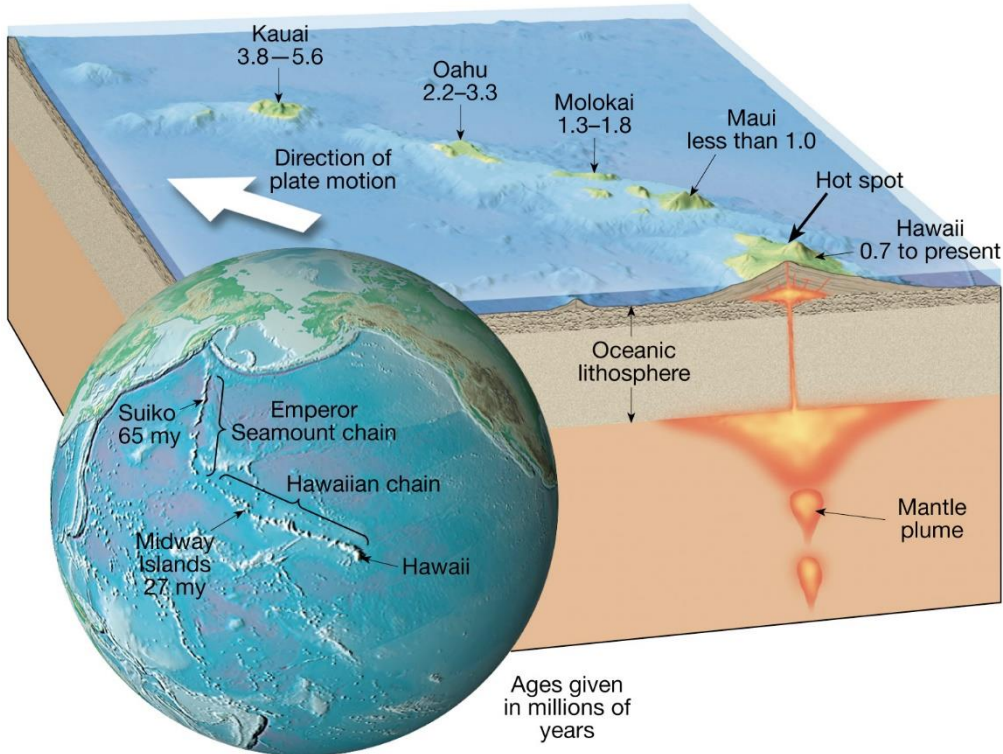
Okyanus sırtlarında bulunan ısı akısı ortalama değerden yüksektir.



Sıcak Noktalar (Hot Spots)

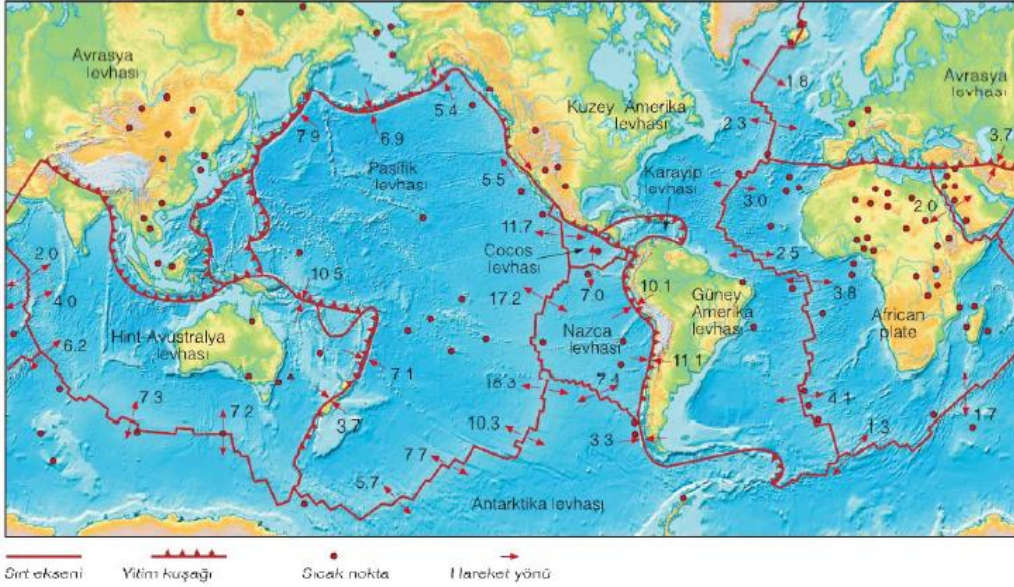
Mantodaki magma kaynağı sabit mi (?)

Sabit olmadığına en güzel örnek İmparator Denizaltı dağı- Hawaii Ada zinciridir.



LEVHALAR

Levhalar, levha sınırları, görece hareket yönü ile cm/yıl cinsinden hareket hızları ve sıcak noktaları gösteren dünya haritası. Bu haritaya göre; Avrasya, Hint-Avustralya, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Afrika, Pasifik, Nazca ve Antarktika levhaları gibi büyük levhalar vardır. Bunlar kıtalardan daha büyük alanı kapsar. Bazı levhalar kıtaları içine almaz, okyanus alanlarını içine alır (Örn; Pasifik ve nazca levhaları). Bununla birlikte Arabistan, Filipin, Karayip ve Anadolu levhaları vb. gibi daha küçük levhalarda bulunmaktadır.



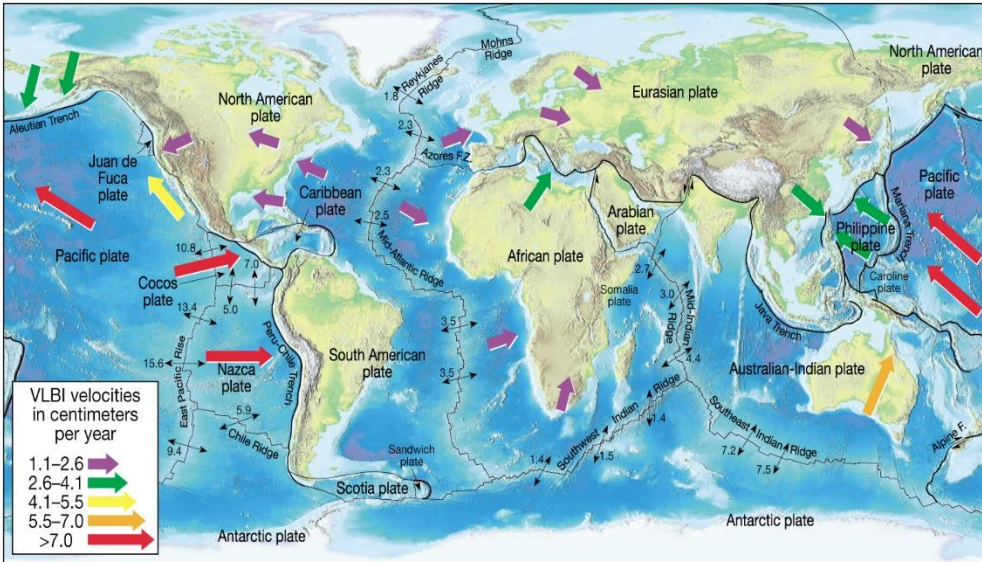
Uydular

Levhaların hareket miktarını belirlemek için kullanılmaktadır.

1 - 15 cm/yıl

Çok Uzun Baz Enterferometrisi (VLBI)

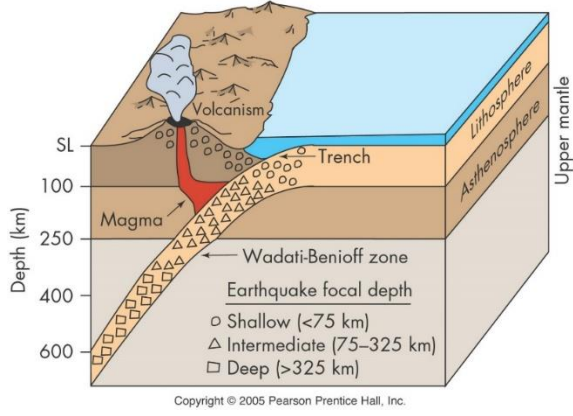
Küresel Konumlama Sistemi (GPS)



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Benioff Zonu

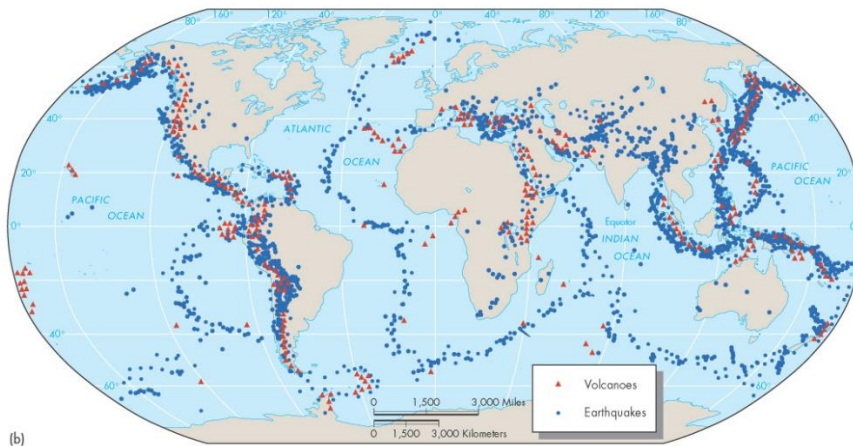
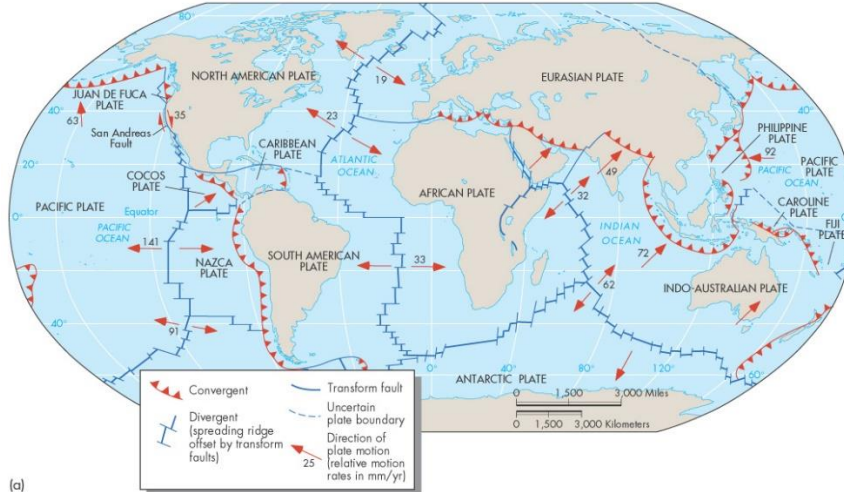
Kıtasal bir plaka ile aşağıya dalan okyanusal bir plakanın hareketleri sonucu oluşan eğimli bölgeye verilen isimdir. Depremsel açıdan aktif bir alandır. Depremler dalan plakanın kayması ile üretilmektedir. Ayrıca Wadati-Benioff zonu olarak da bilinir.



<https://www.youtube.com/watch?v=EttqLdxyXX8>

Depremler ve Volkanların Küresel Dağılımı

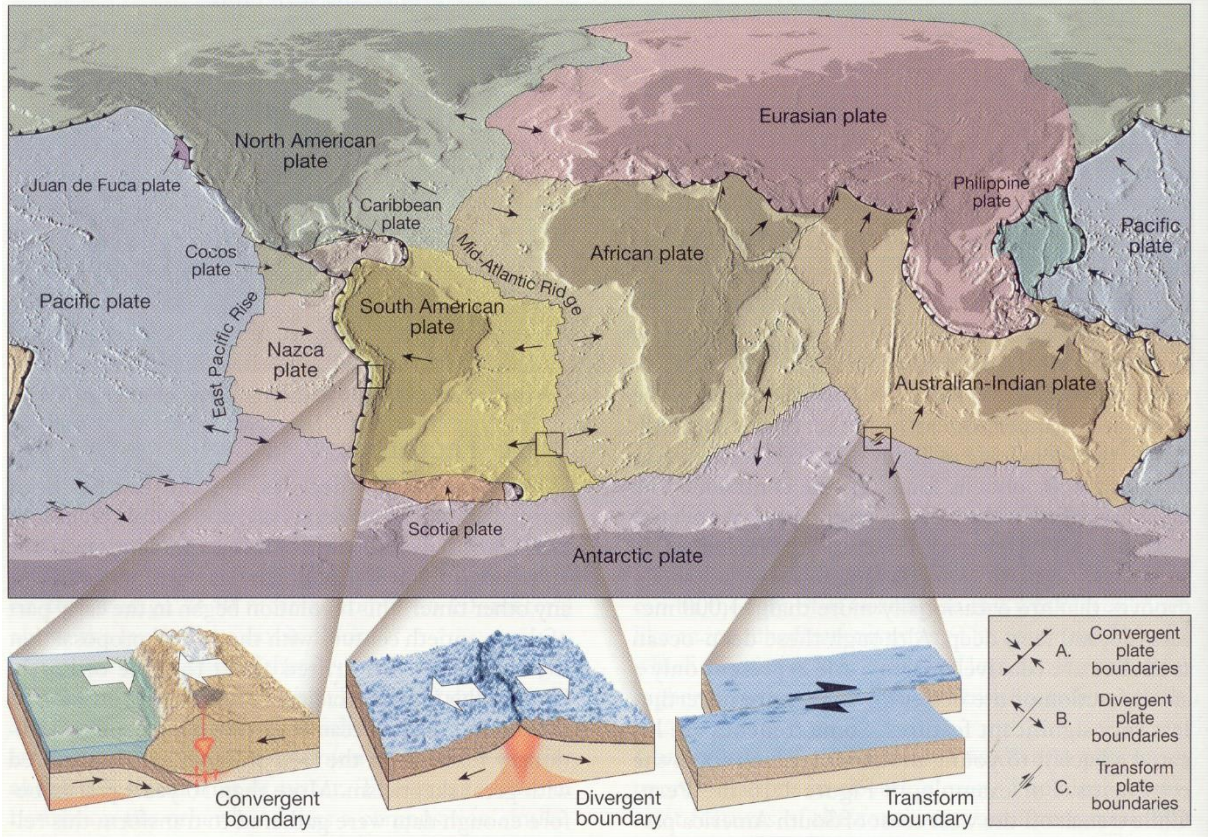
Modern plaka sınırları deprem ve volkanların küresel dağılımıyla tanımlanmıştır.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

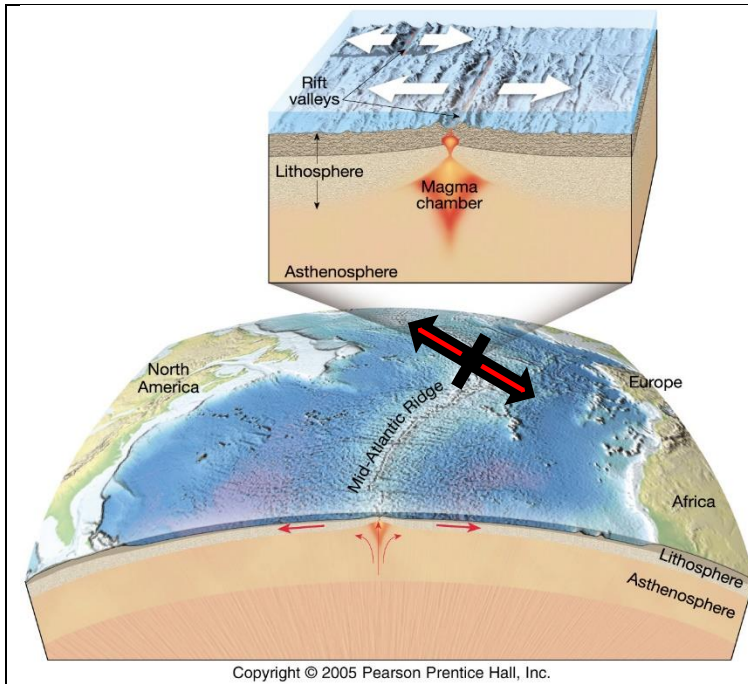
Levhalar ve Levha Kenarları

Levha tektoniğine göre yeryuvarının dış kısmı yukarıda belirtildiği gibi litosferik levhalardan oluşur.



A. Yıkıcı / Yakınlaşan Levha Kenarları B. Yapıcı / Uzaklaşan Levha Kenarları C. Aktarıcı Levha Kenarları

Uzaklaşan Levha Sınırları



Levhalar birbirinden uzaklaşır. Mid-Atlantic Ridge, Doğu Pasifik Yükselimi İzlanda Orta Atlantik Sırtı üzerinde bulunur.

Okyanus ortası sırtlarda yastık lav oluşumları gözlenir.

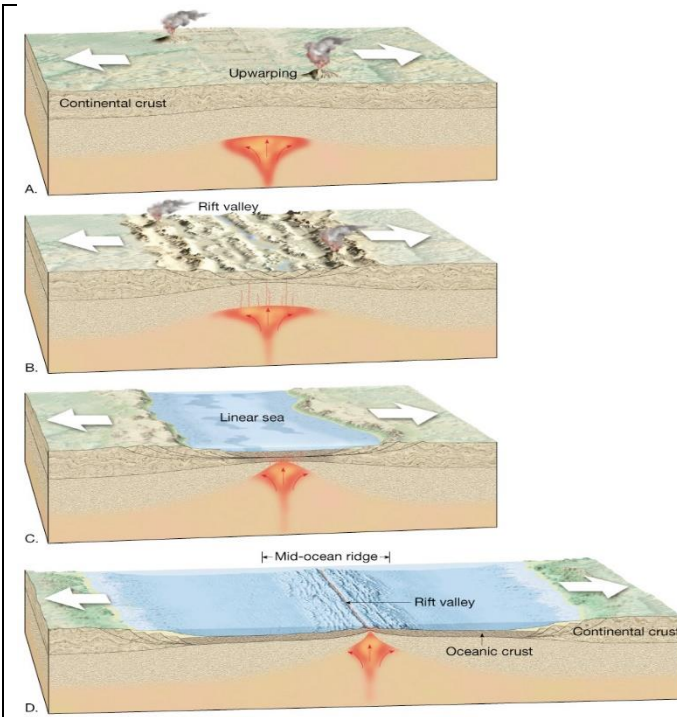


www.erictwelker.com/greencreek.htm



Yeni Okyanus Havzalarının Oluşumu

Uzaklaşan levha hareketlerinin aşamaları aşağıda verilmiştir.

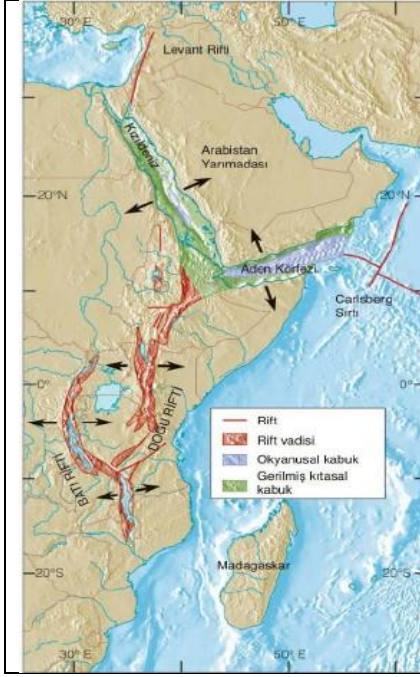


A- Kıtanın altında yükselen magma, kabuğu üste doğru iterek çok sayıda kırık ve çatlak oluşturur.

B- Kıta gerilip incelidikçe rift vadileri genişir ve vadi tabanlarında lavlar akar

C- Yayılmanın daha fazla sürmesi kıtayı, dar bir deniz yolu gelişinceye kadar ayırır.

D- Yayılma sürdükçe okyanus sırt sistemi oluşur ve okyanus havzası gelişerek büyür.



Bu olaylar günümüzde farklı yerlerde gerçekleşiyor. Örneğin Rift oluşumu (B) Doğu Afrika alanında gelişmektedir. Açılmanın devam etmesi nedeniyle açılan boşluğun denizle dolmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu durum Kızıldeniz’ de gözlenmektedir (C). Son aşamanın geliştiği en güzel alan orta Atlantik Sırtı’ nın olduğu alandır (D)

Yakınlaşan Levha Sınırları

Bu olayların geliştiği yerlerde Litosfer tahrip olur.

Yitim zonları: volkanlar

hendek, yay oluşumları gözlenir

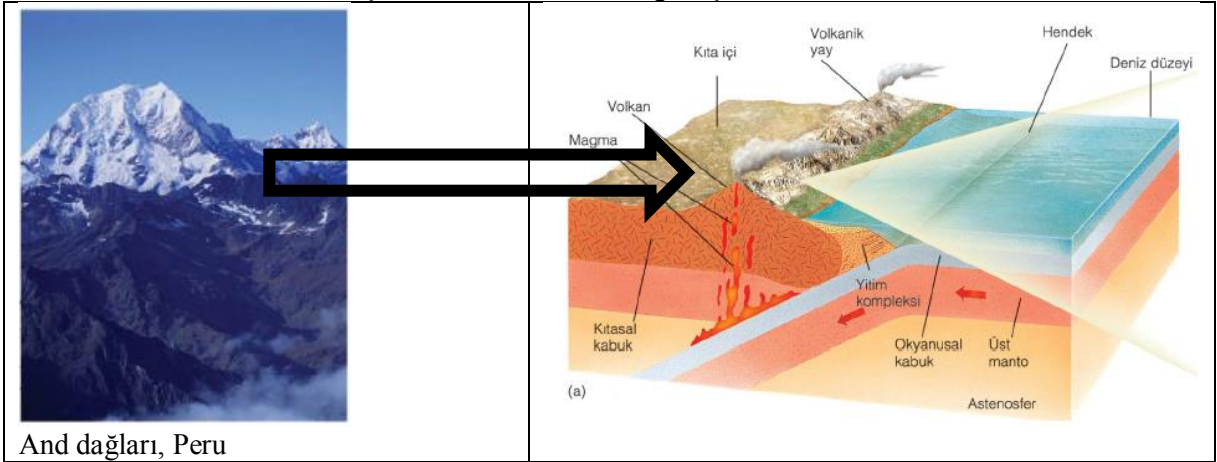
Çarpışma zonları: volkan yok

Sütür (okyanusal levha kalıntısı)

Yakınlaşan levha sınırlarının olduğu yerlerde 3 farklı levha karşılaşması gözlenir. Bunlar;

Okyanusal – Kıtasal levha

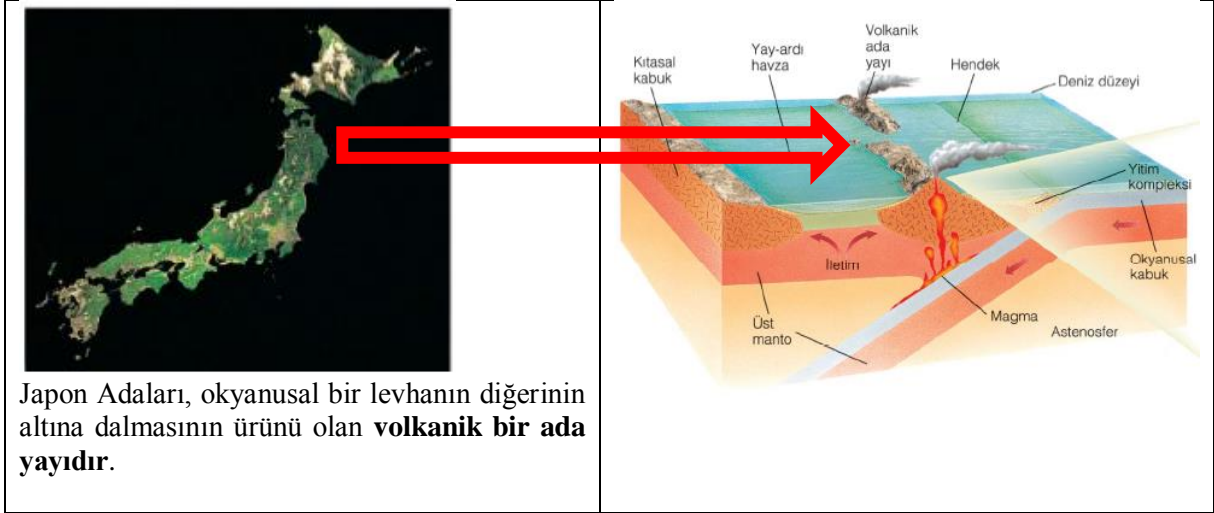
- a) Okyanusal levha kıtasal bir levhanın altına daldığı zaman, yükselen magmanın ürünü olarak kıta üzerinde andezitik bileşimli volkanik bir sıradağ oluşur.



And dağları, Peru

Okyanusal-Okyanusal levha

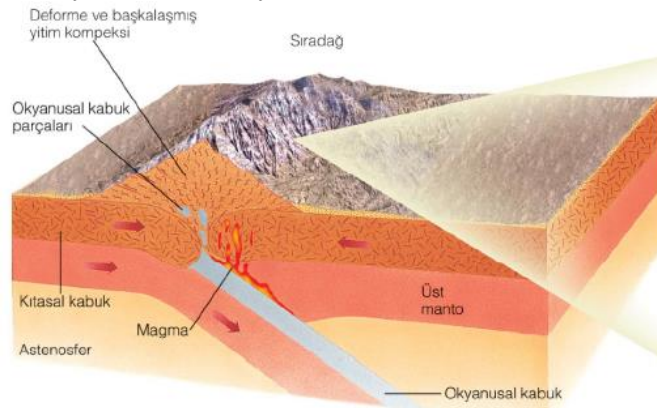
- b) Bir okyanusal levhanın diğerinin altına daldığı yerlerde bir okyanus çukuru oluşur. Dalan levhanın yarattığı magma yükselerek dalmayan levhanın üzerinde volkanik bir ada yayı oluşturur.



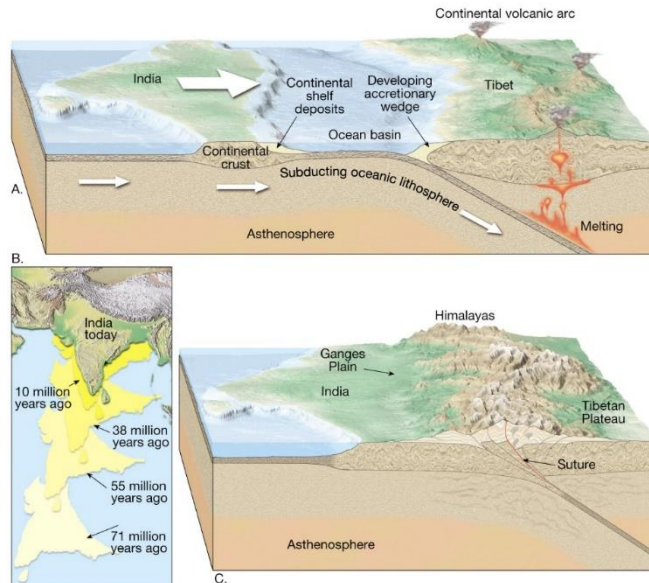
Kıtasal – Kıtasal levha

c) İki kıtasal levha birbirine yaklaştığında, büyük kalınlıkları ile düşük ve eşdeğer yoğunluklarından ötürü ikisinde de yitim gerçekleşmez.

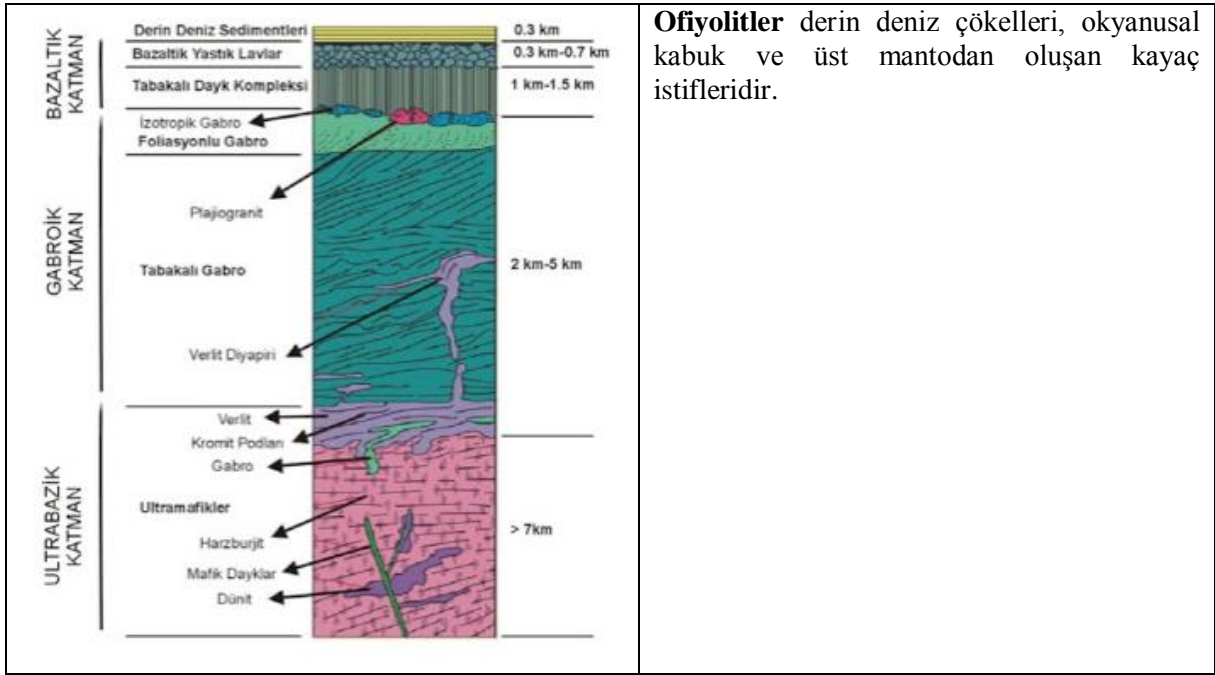
Kıtasal iki levha çarpışırken, yeni ve daha büyük bir kıtanın iç kısmında bir sıradağ oluşur.



Kıta – kıta çarpışmalarına güzel örneklerden biri HİMALAYA' dır. Hindistan ve Asya çarpışmaya ~45 m.y. önce başladı. Bu çarpışma sonucunda Himalaya ve dünyanın en yüksek dağı Everest dağı ([Tibetçe: Çomolungma](#), [Nepali: Çonnolugma Sagramata](#)) oluştu.



OKYANUSAL KABUK KAYALARI



OFİYOLİTİK KAYAÇLAR NEDEN ÖNEMLİDİR?

- Bir bölgenin jeolojisinde **Okyanusal kabuğun** var olduğunu kanıtlardır.
- Okyanusal kabuğun evriminin ortaya konulmasında rol oynar.
- Bazı **metalik maden yataklarının** (örn: kromit) tek ana kayacıdır.
- İncelenen bölgenin tektonik açıdan yaşlandırılmasında önemli bir yeri vardır.

Transform Sınırlar

Litosfer korunmaktadır.

Kırılma zonu

transform fay

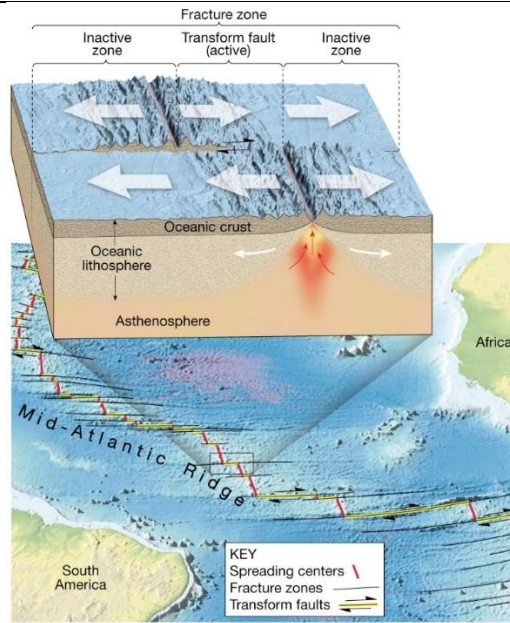
aktif olmayan zon

Örnekler:

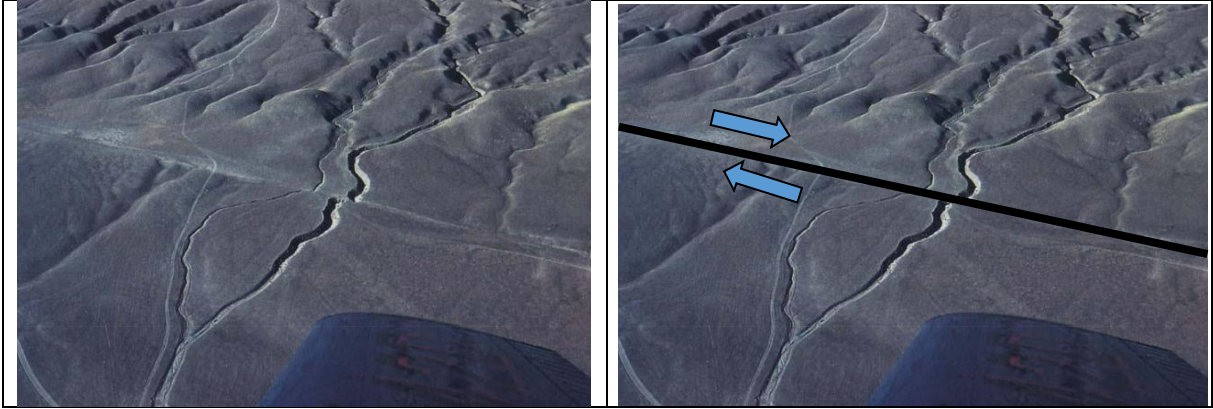
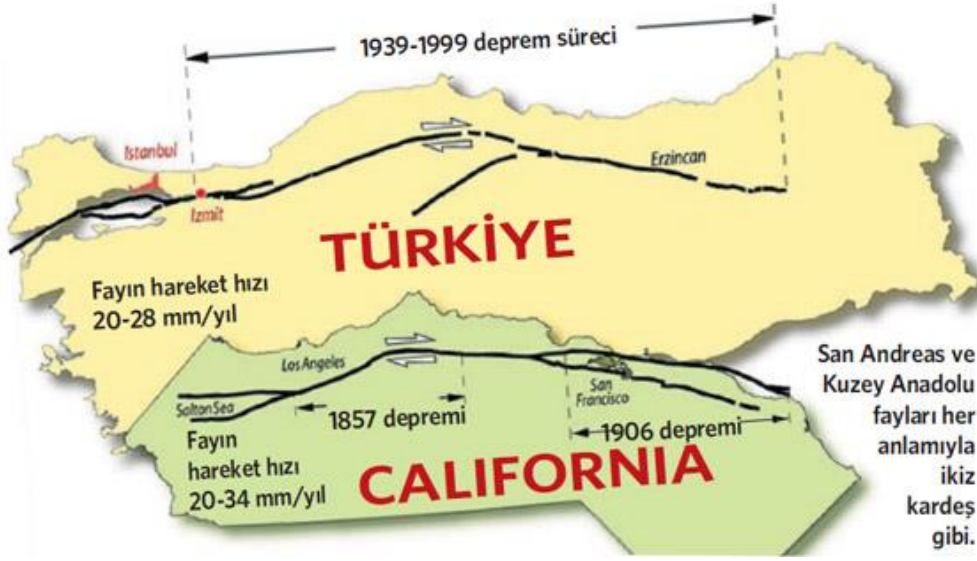
San Andreas Fayı CA

Mendocino Fayı

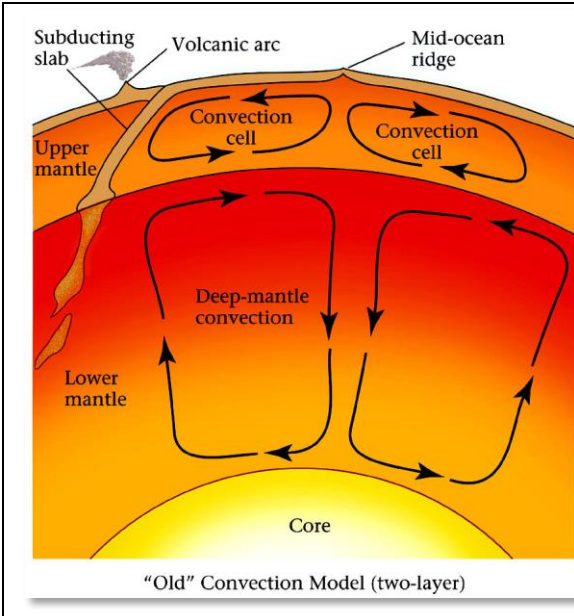
Alpin Fayı NZ



Bu fay hareketinin tipik iki örneği ülkemizde ve USA' de gözlenmektedir (Şekil).

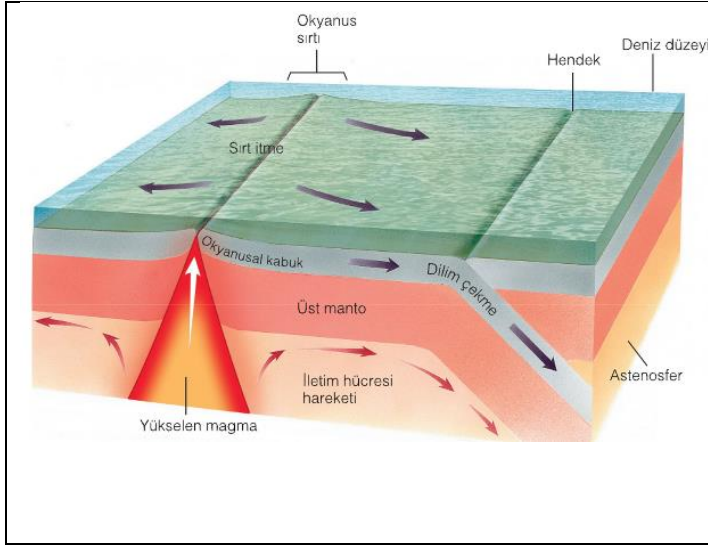


Levha Hareketi Mekanizması?



- Eski hipotez astenosferin konveksiyon hücrelerine sahip olduğunu ve bunların plaka hareketini güdülediği şeklineydi. Bu hipotezin sadece bir bölümü doğru...
- Bilim adamları bu hipotezi test etmişler ve basit konveksiyon hücreleri ile plaka hareketlerini çoğaltmanın mümkün olmadığını ortaya koymuşlardır.
- Yani, çevirim hücreleri muhtemelen mevcut fakat bunlar levha hareketlerinin temel belirleyicileri değil.

Güncel Mekanizma (Slab pull, Ridge push, Slab suction, Mantle drag)

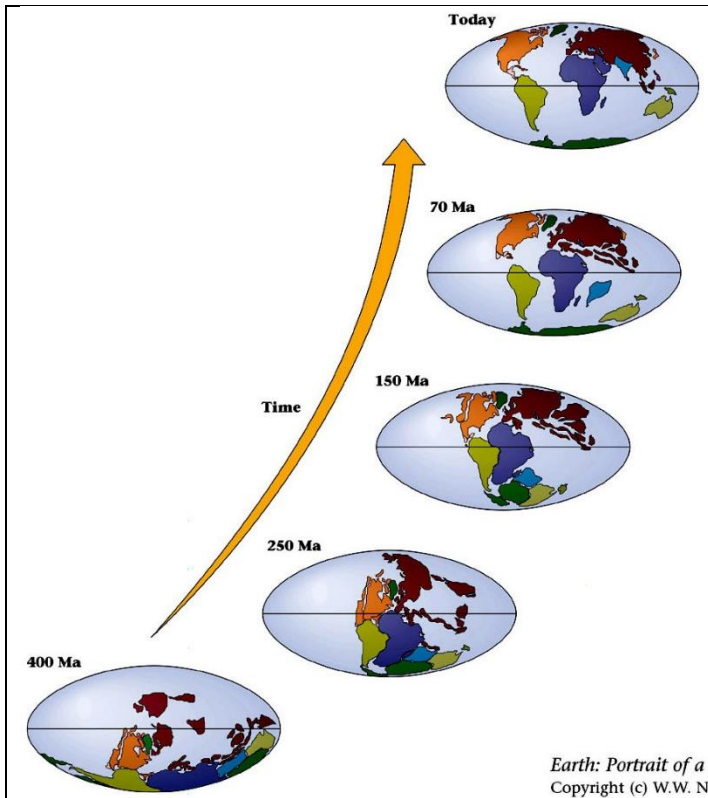


Yerçekimi etkili “dilim çekme” ya da “sırt itme” mekanizmalarının da levha hareketini oluşturduğu düşünülür.

“Dilim-çekme” mekanizmasında, dalan levhanın kenarı Yer’in içine doğru batarken, levhanın geri kalan kısmını da kendisiyle birlikte aşağıya doğru sürükler.

“Sırt-itme” mekanizmasında ise yükselen magma, okyanus sırtlarını okyanusal kabuğun diğer yerlerine göre daha çok yükseltir. Böylece burada oluşan gravite Okyanusal litosferi sırtlardan ileriye çukurlara doğru iter.

JEOLJİK ZAMAN BOYUNCA LEVHALAR VE KITALAR



- Levha tektoniği kanıtlarına karşı konulamaz.
- Dünya yüzeyinin zaman içinde nasıl değiştiğini levha tektoniği teorisi açıklamaktadır
- Bu teori ayrıca gezegenimizin yüzey şeklinin sürekli olarak
 - Erimiş materyal ilavesi
 - Eski okyanus kabuğunun geri dönüşümü ile **değişeceği** gerçeğini vurgulamaktadır.

Süperkita döngüsü varsayımı, Kanadalı jeolog J. Tuzo Wilson’un düşüncelerinin daha da gelişmiş halidir. Wilson 1970’li yılların başlarında bir döngünün (bugün **Wilson döngüsü** olarak bilinir) varlığını ileri sürmüştü. Bu döngü kıta parçalanmasını, okyanus havzasının açılıp kapanmasını ve kıtanın yeniden oluşmasını içerir. Süperkita döngüsü varsayımına göre, kıtalardaki kayalar ısıyı kötü iletikleri için ısı süperkitanın altında birikir. Isı birikiminin sonucunda olarak süperkita üste doğru domlaşarak kırılır.

Alttan yükselen bazaltik magma kırıkları doldurur. Bazalt ile dolmuş olan kırıklar genişledikçe çökmeye başlar ve bugünkü Kızıldeniz gibi uzun, dar bir okyanus oluşturur. Riftleşmenin sürmesiyle sonunda Atlas Okyanusu gibi geniş bir okyanus havzası oluşur.

