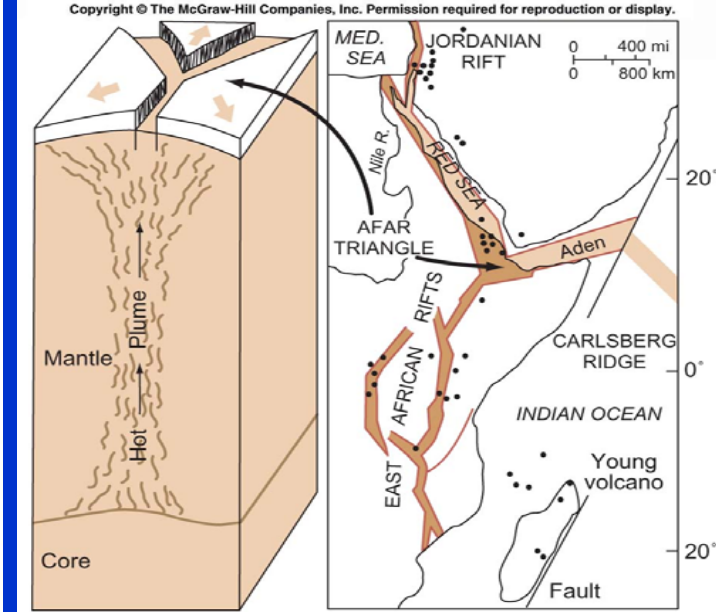
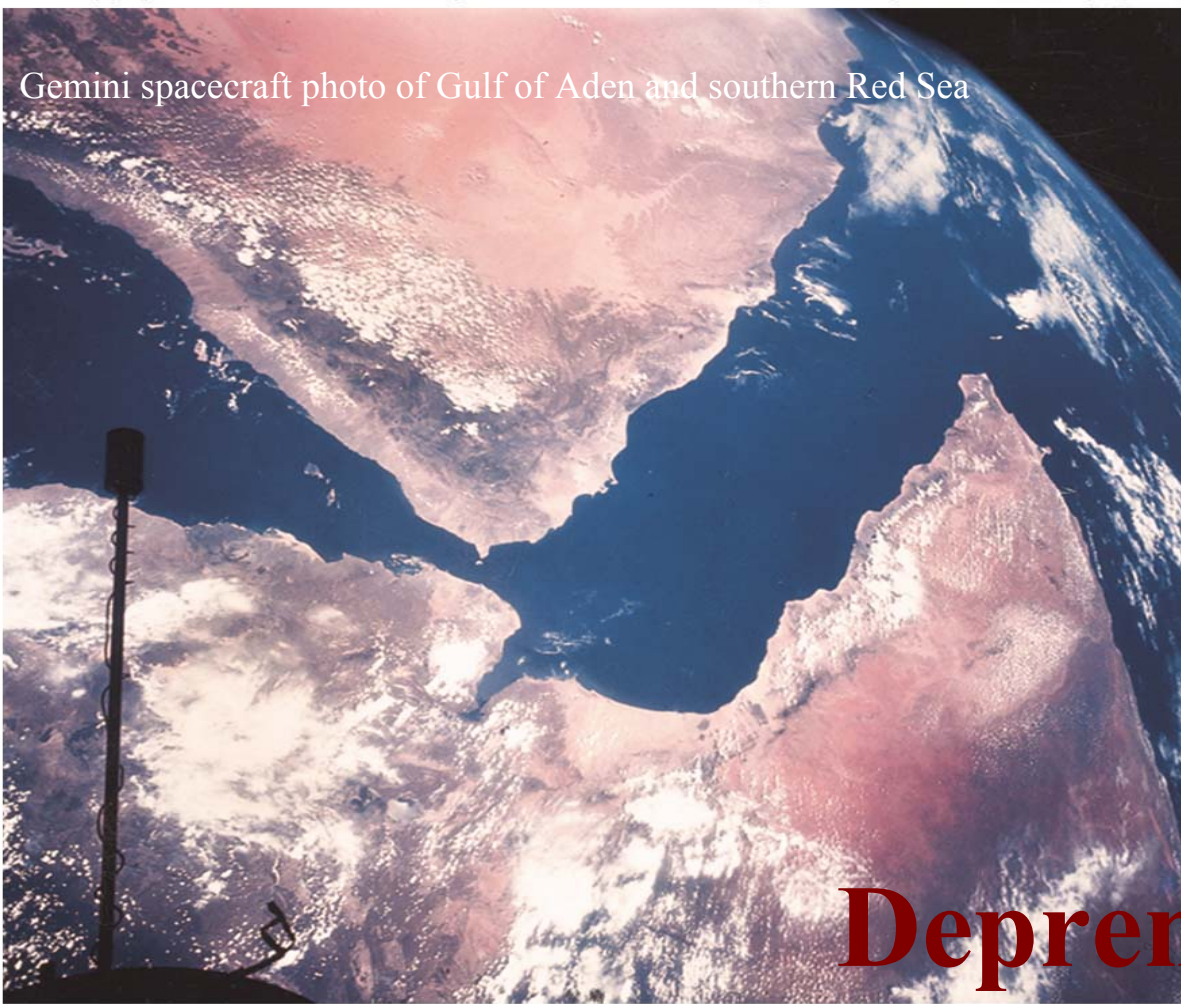




Depremle Yaşamak

Doç. Dr. Murat UTKUCU

Sakarya Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği
Bölümü

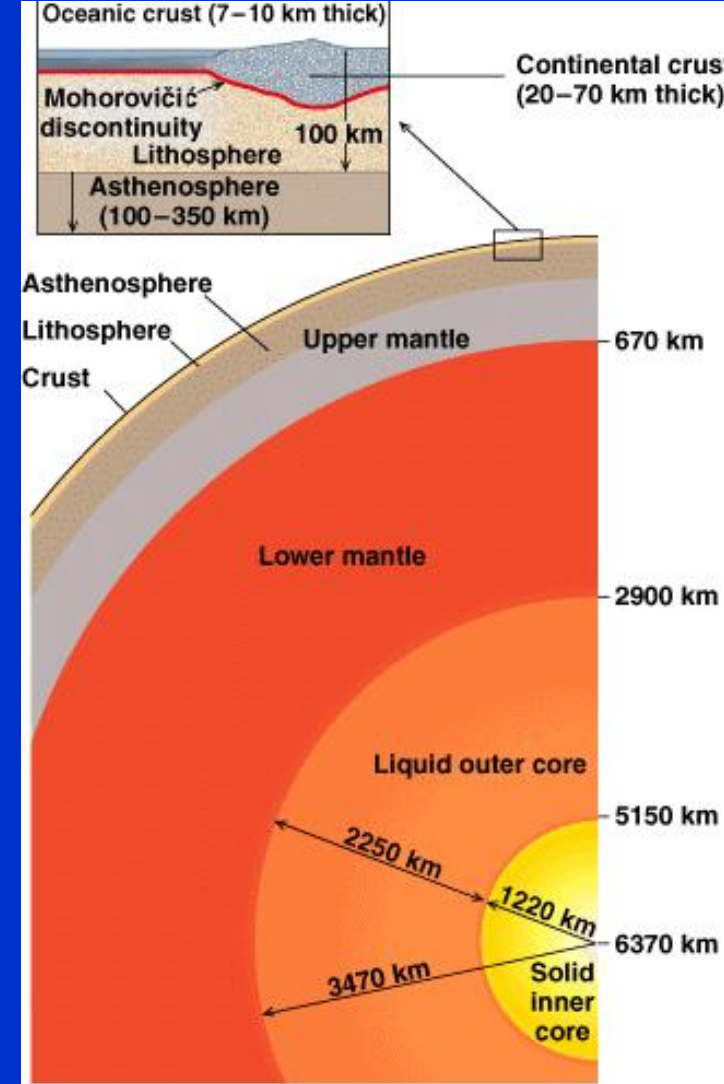
1. Depremler neden oluşur

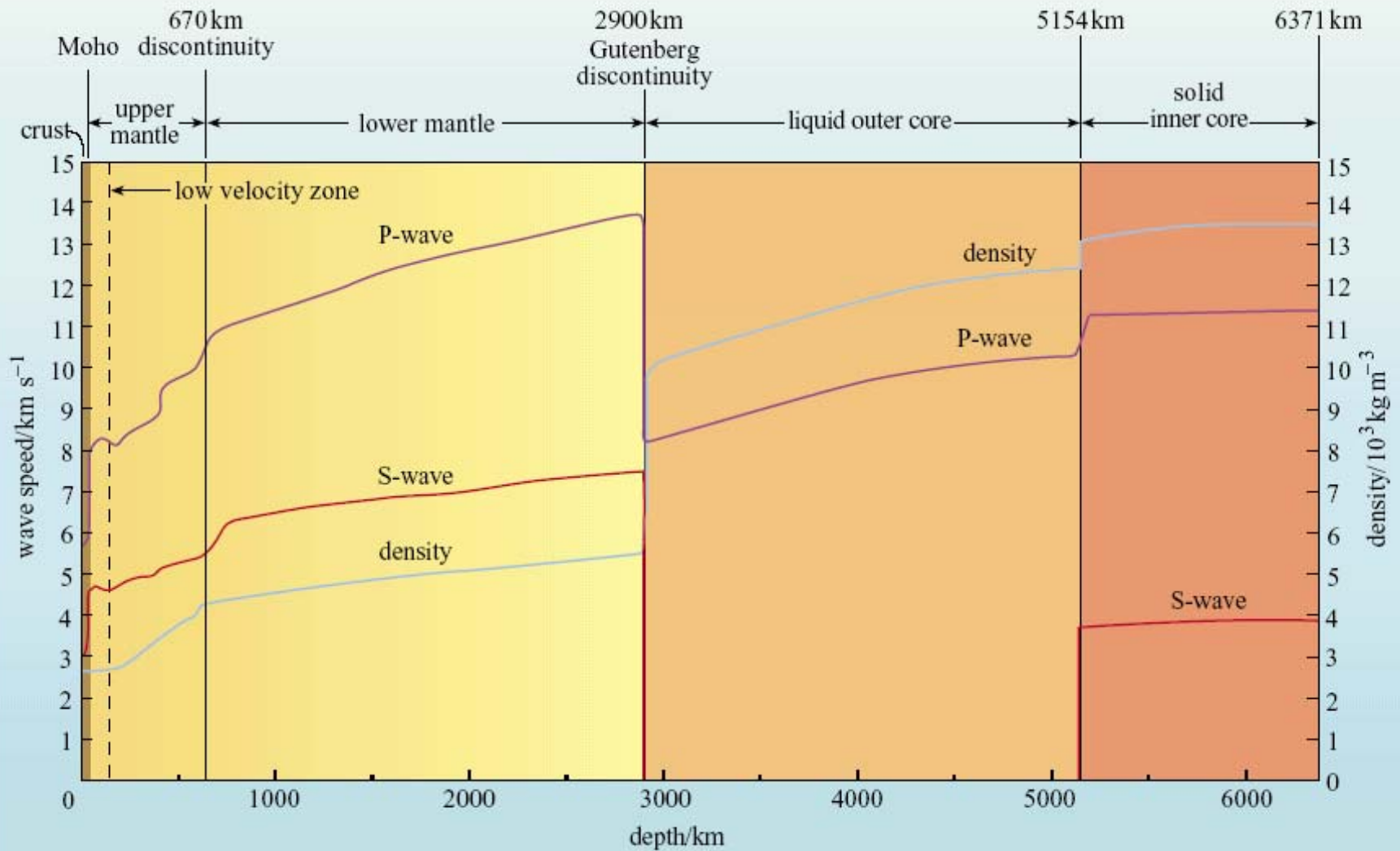
1.1. Yerkürenin iç yapısı

- ✓ Yerküre 4 ana katmandan oluşmaktadır. Bunlar yer yüzeyinden yerin merkezine doğru sırasıyla (1) yerkabuğu, (2)manto, (3) dış çekirdek ve (4) iç çekirdektir.
- ✓ Bu katmanlar *deprem dalgalarının hız değişiminden seyahat zamanı, genlik ve tomografik analizlerinden* belirlenmiştir.

Yerkabuğu (crust)

- ✓ Yerküre'nin en dış ve özellikleri en iyi bilinen katmanıdır. Kalınlığı 5 ile 70 km arasında değişmekte olup ortalama 33 km olarak kabul edilir.

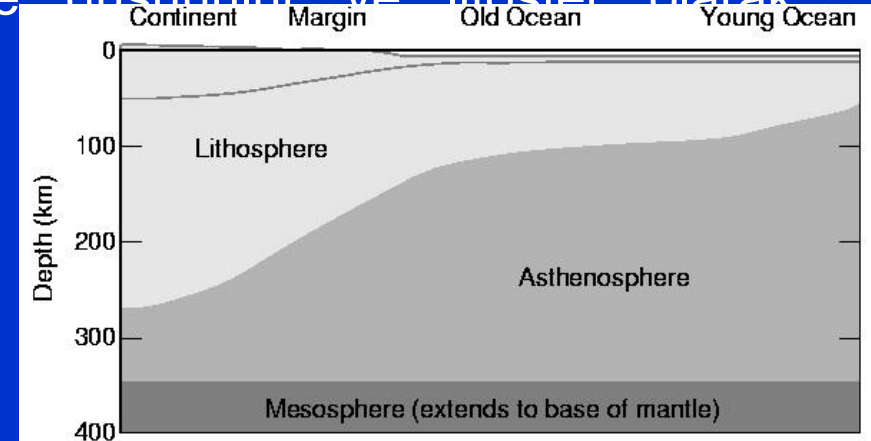




- Deprem dalgası hızlarının (V_P = P dalgası hızı, V_S = S dalgası hızı) ve yoğunluğun (ρ) yer içinde derinlikle değişimi.

Litosferik Manto (Lithospheric Mantle):

- ◆ Yer kabuğu altında 10 ile 200 km derinlikleri arasında uzanır.
- ◆ Mekanik olarak katı (rijit) ve soğuktur.
- ◆ Yerküre'nin kabuğunu oluşturan **levhalar** mantonun bu katmanı ile birlikte hareket ettiklerinden çoğunlukla kabukla mantonun en üst 150-200 km'lik kısmı ile birlikte düşünülür ve litosfer olarak adlandırılır.
- ◆ Levha=Kabuk+litosferik manto



Astenosfer (Asthenosphere):

- ◆ Litosferik levhalar astenosfer olarak adlandırılan yumuşak, akıcı, kolayca deforme olabilen ve yaklaşık 200 km kalınlıktaki bir katma üzerinde kayarlar.
- ◆ Bu katman sıvı değildir. Kısa bir zaman dilimi içinde katı ve uzun bir zaman dilimi içinde ise akıcı-viskos bir davranış sergiler.

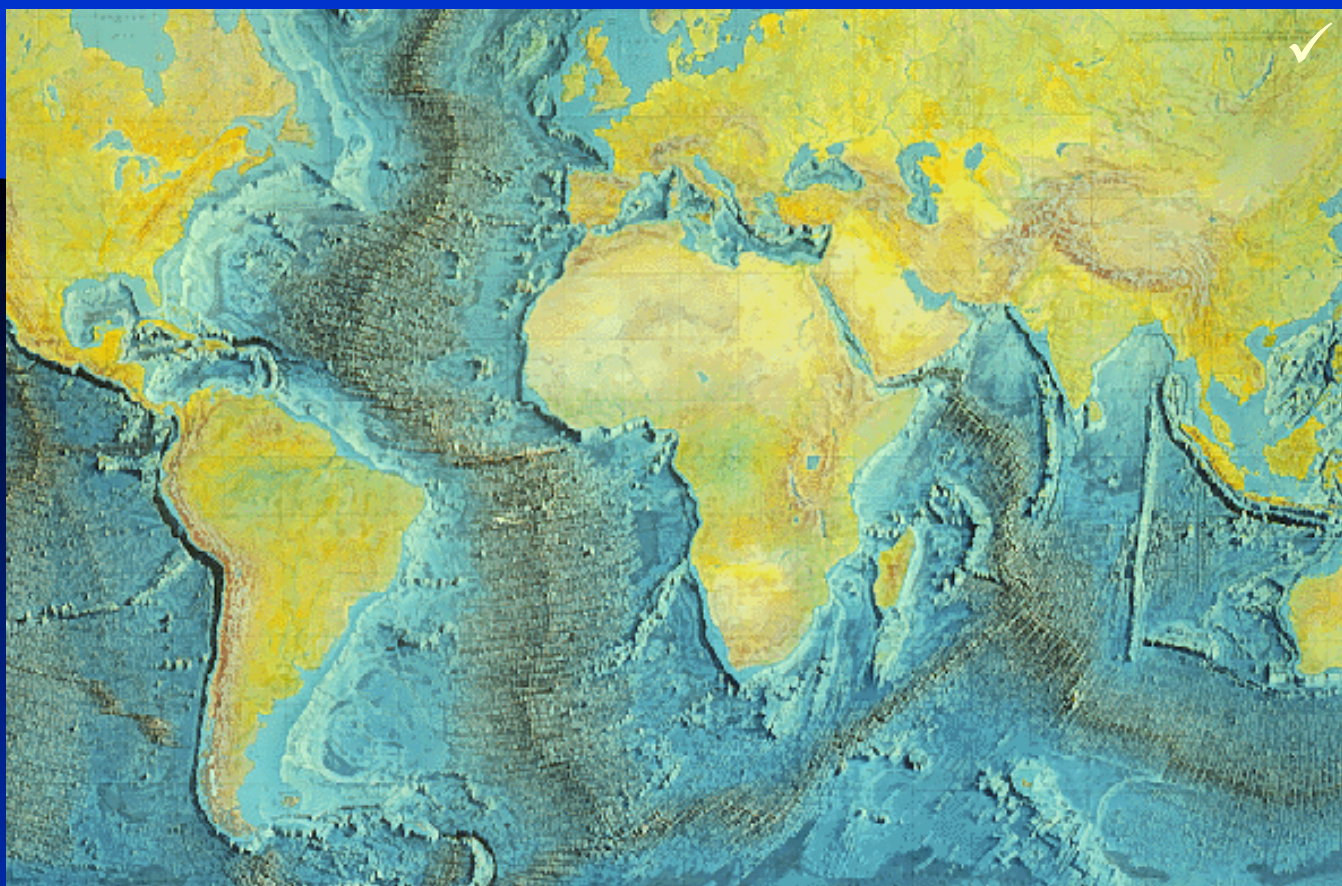
1.2 Levha Tektoniđi

1.2.1. Kıta sürüklenmesi hipotezi

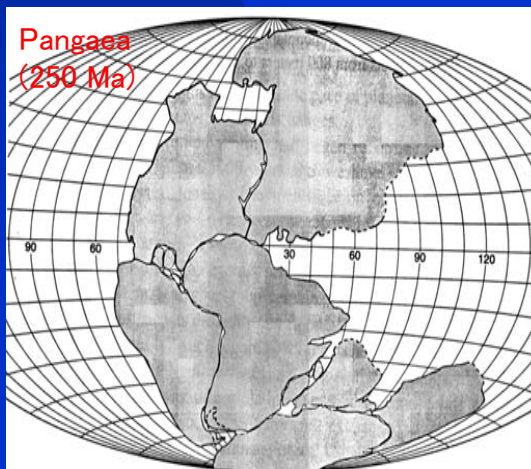
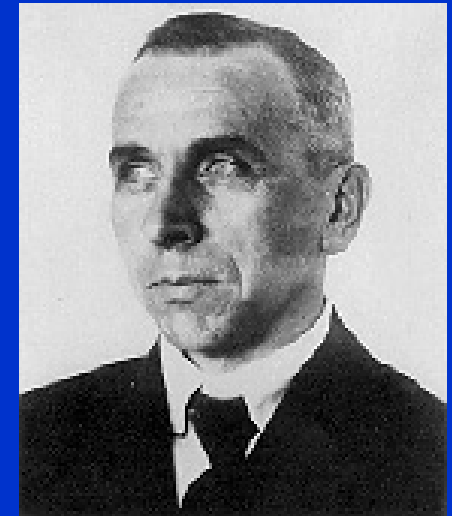
- ✓ Yerküre yakından incelendiğinde kıtaların çoğunun kenarlarının birbirine uyduğu görülür. Örnek olarak Afrika kıtasının batı kenarı Güney Amerika kıtasının doğu kenarına büyük bir uyum gösterir.
- ✓ 1912 yılında bu uyumun farkına varan Alman meteorolog Alfred Wegener tüm kıtaların bir zamanlar Pangea adında tek bir kıta halinde olduğunu ve daha sonra birbirinden koparak ayrılıp bugünkü durumlarını aldığını öne sürmüştür. Bu hipotezini fosillerdeki ve kayaç çökelimlerindeki uyum ile de desteklemiştir.

Alfred Wegener (1880-1930), “kıtasal sürüklenme-continental drift” hipotezinin babası. Astronomi’de doktora yapmış ve meteoroloji konusunda araştırmalarda bulunmuştur. 1915’de ünlü eseri “The Origin of the Continents and Oceans” basılmıştır.



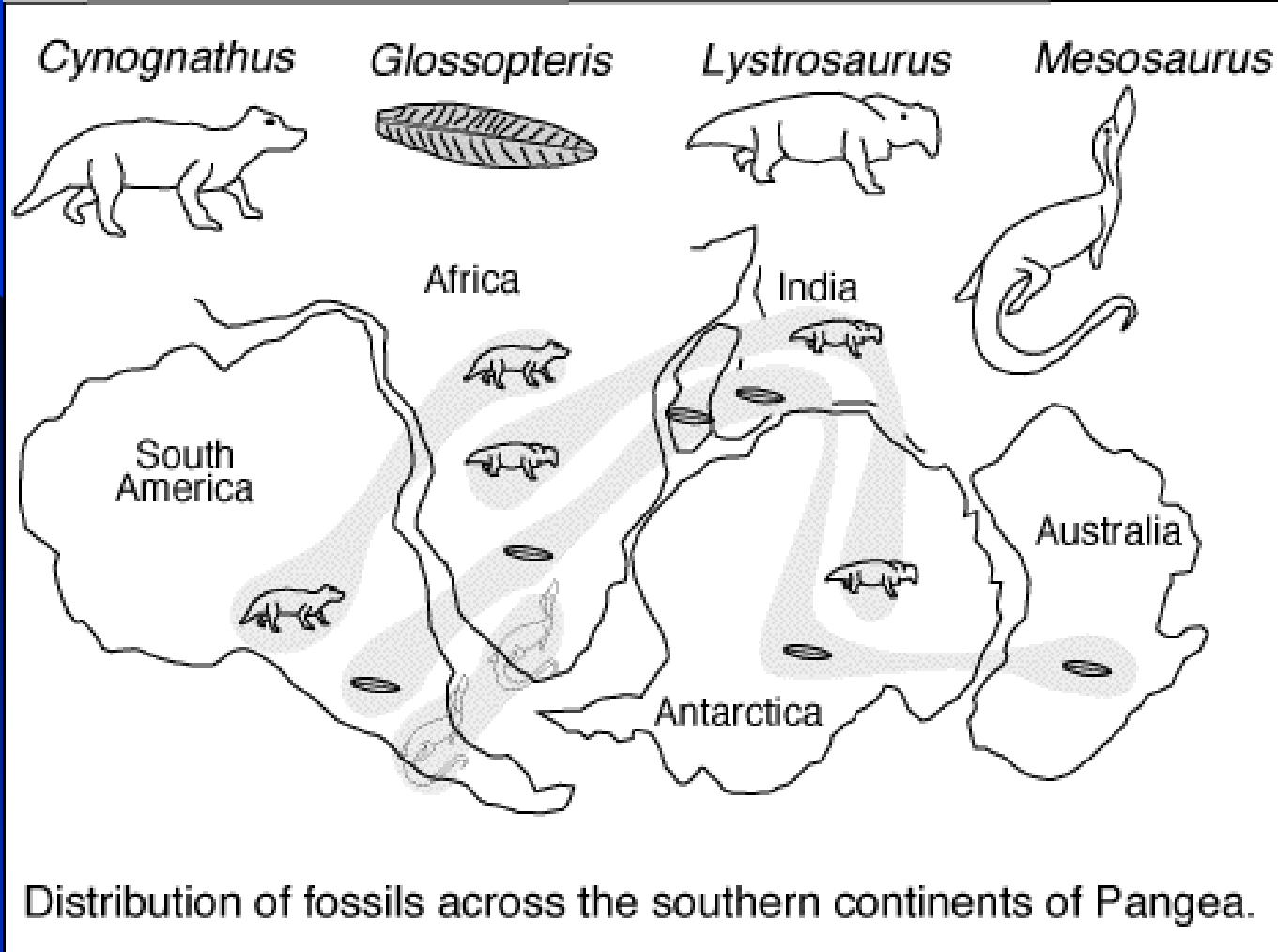


Alfred Wegener

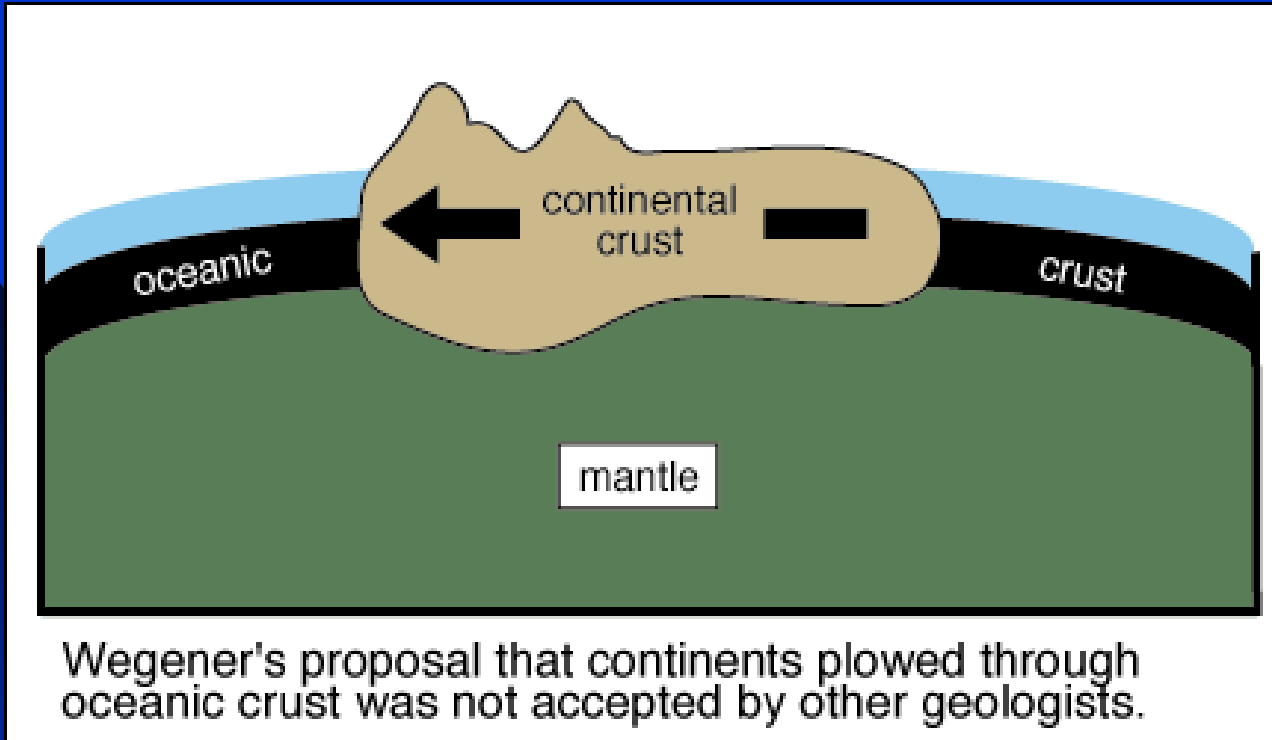


08.10.2012

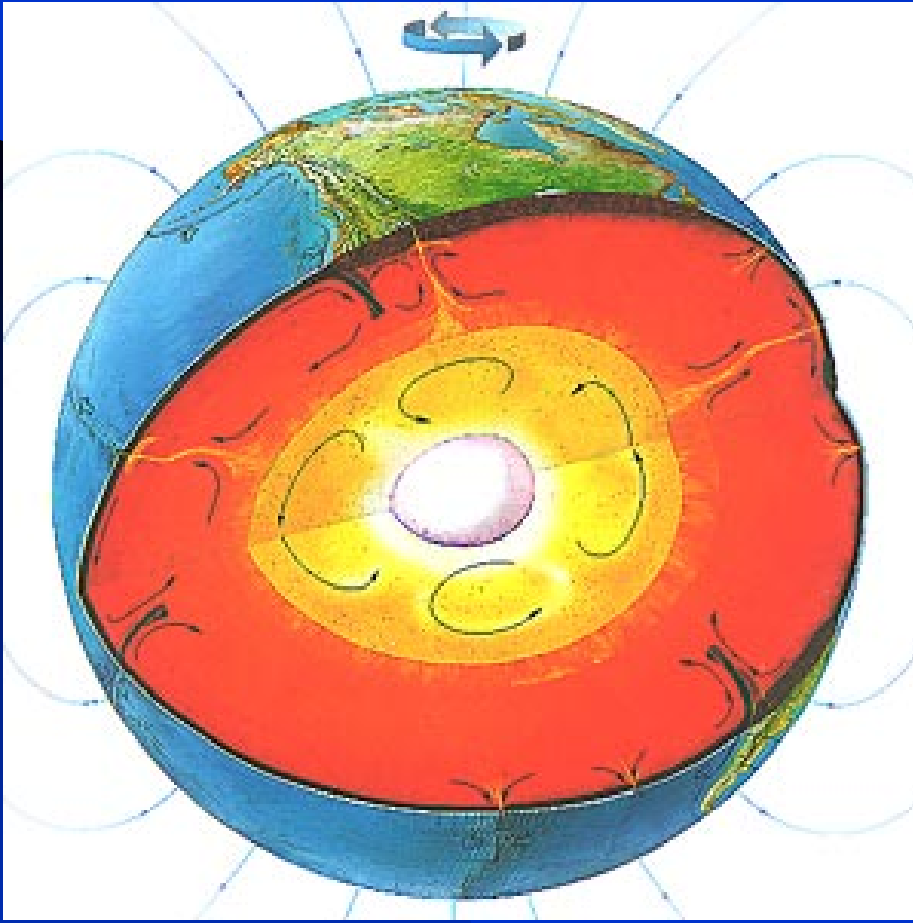
Murat UTK



- Aynı türlerin fosilleri birkaç farklı kıtada bulunmuştur. Wegener kıtalar bir aradayken türlerin dağıldığını ve kıtalar sürüklenmesi sonucunda da bu günkü konumlarına taşındıklarını önermiştir.



- ✓ Wegener, yerküre'nin kendi eksenini etrafında dönmesinin kıtaları hareket ettirdiğini ve hareket eden bu kıtaların okyanusal kabuk (oceanic crust) içinde çift sabanının toprak içinde ilerlediği gibi hareket ettiğini önermiştir. Kayaçların mukavemetini bilen zamanın jeologları için bu oldukça zor bir şeydi.
- ✓ Peki yer kabuğunun parçaları neden hareket etmektedir?

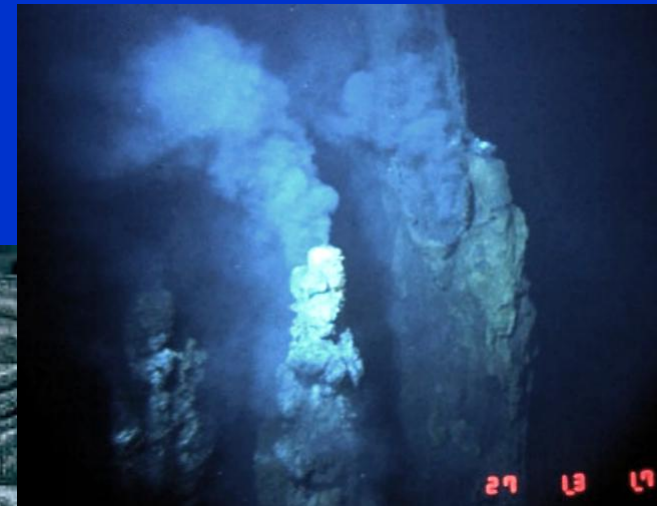


- ✓ Yer oluşumundan bu yana soğumaktadır.
- ✓ Yer içindeki ısıнын kaynağı ısıнын kaynağı mantonun derinliklerindeki radyoaktivitedir.
- ✓ Yer'in en üst kısmını oluşturan levhaların hareketleri ve bağlantılı olaylar (volkanizma ve depremler gibi) bu iç ısıнын uzaya aktarılması sürecidir.

- ✓ Yani düdüklü tencerede sipop vazifesi gibi. Nasıl ki sipop yardımıyla buhar basıncı dışarı verilmezse düdüklü tencere patlar, Yer'de iç ısını vermezse patlardı.



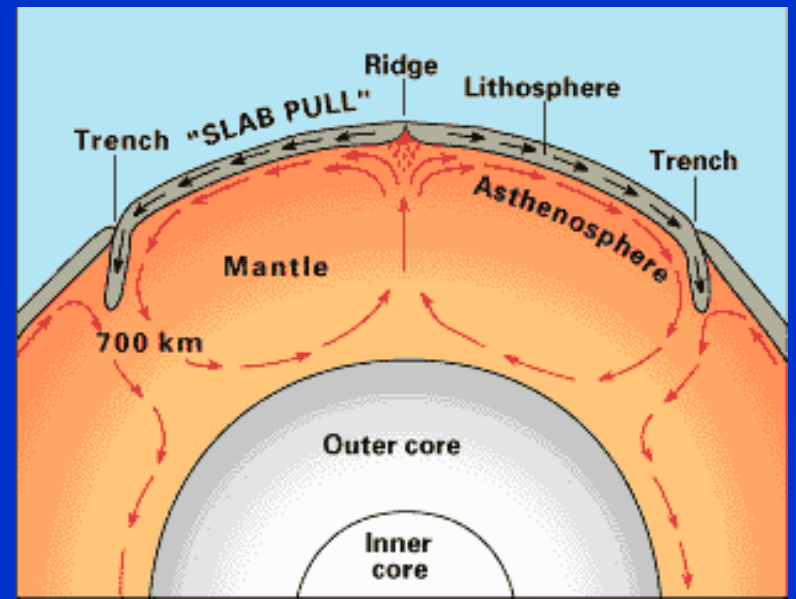
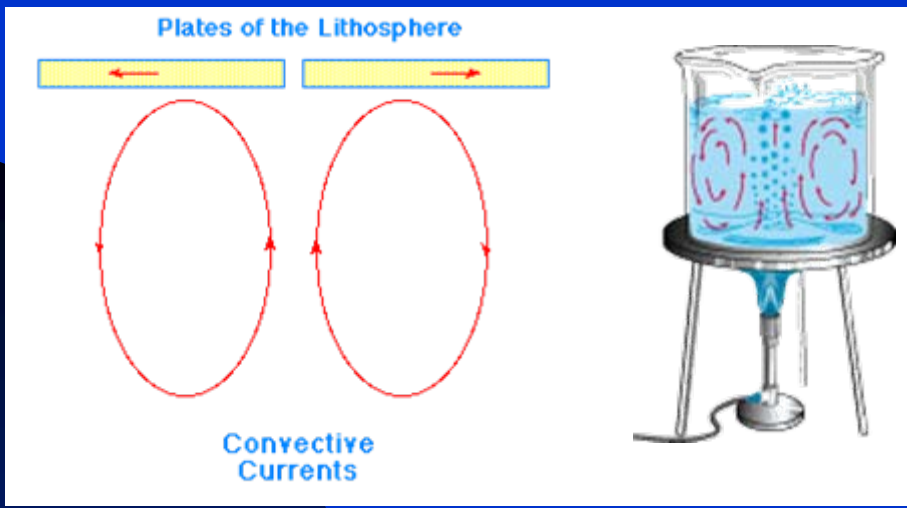
Mt. St. Helens
May 18, 1980



Yellowstone?

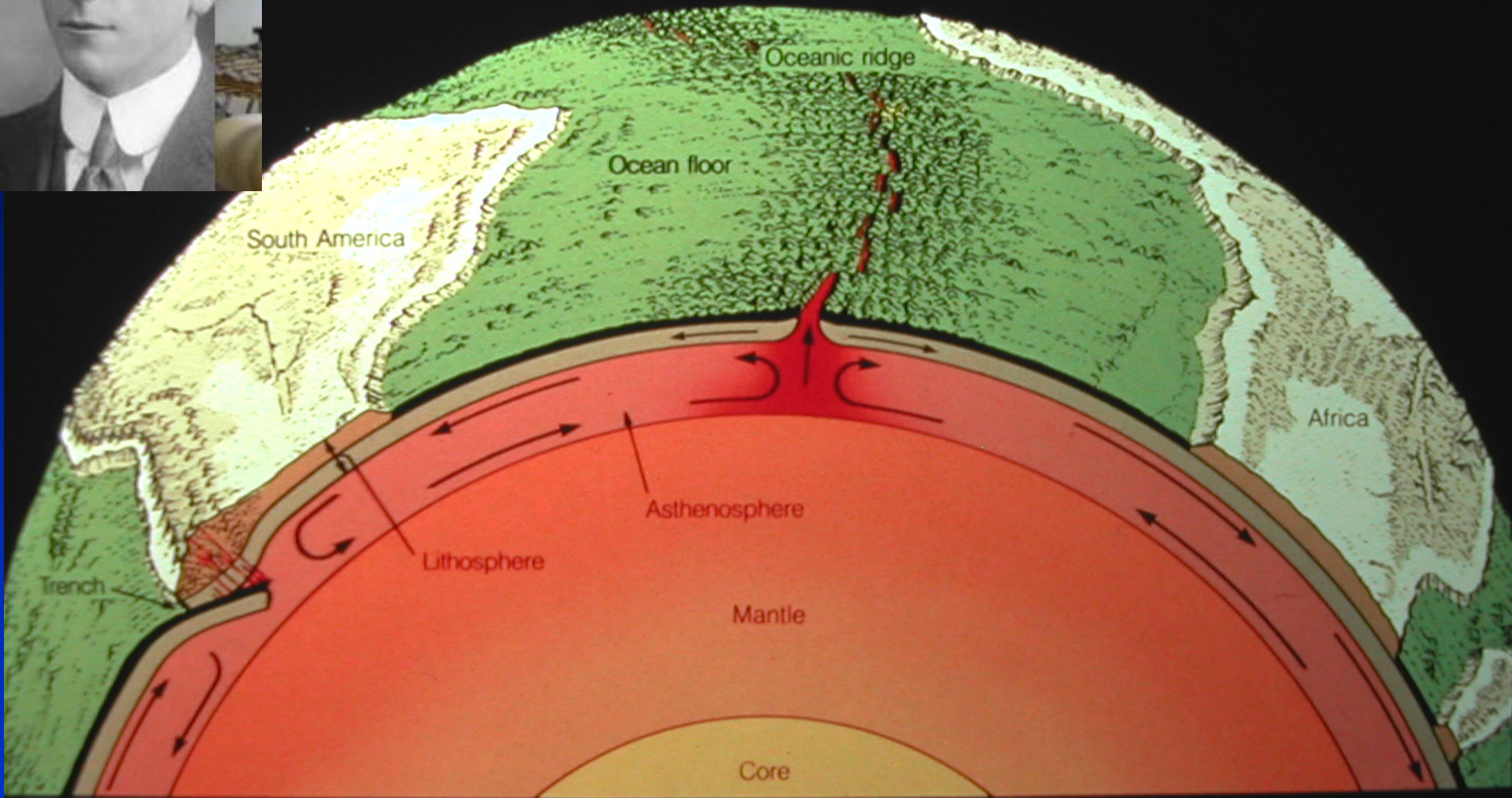
08.10.2012





Konveksiyon akımları

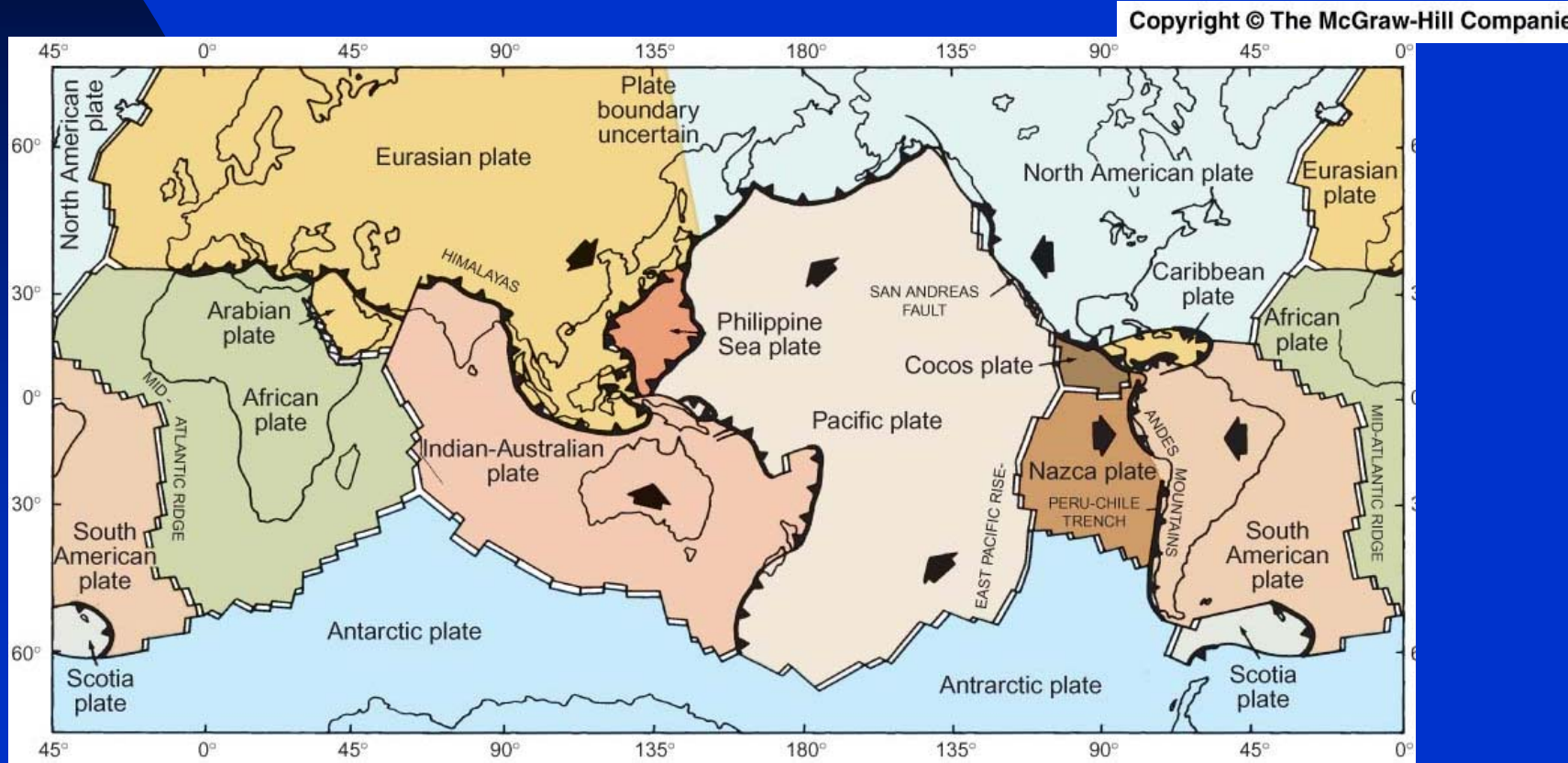
- ◆ Arthur Holmes adlı İskoçya'lı yer bilimci kıtaları hareket ettirecek kuvvetin kaynağı olabilecek mantodaki termal konveksiyon akımlarını (convection currents) ayrıntılı incelemiştir.
- ◆ Bir madde ısıtıldığında yoğunluğu düşer ve yüzeye doğru tekrar soğuyup batıncaya kadar yükselir. Bu tekrarlayan ısınma ve soğuma konveksiyon akımı adı verilen ve bir kıtayı hareket ettirebilecek akımları doğurur.



1.2.2. Yerbilimlerinde bir devrim: Levha tektoniđi

■ Levha tektoniđi kuramına göre;

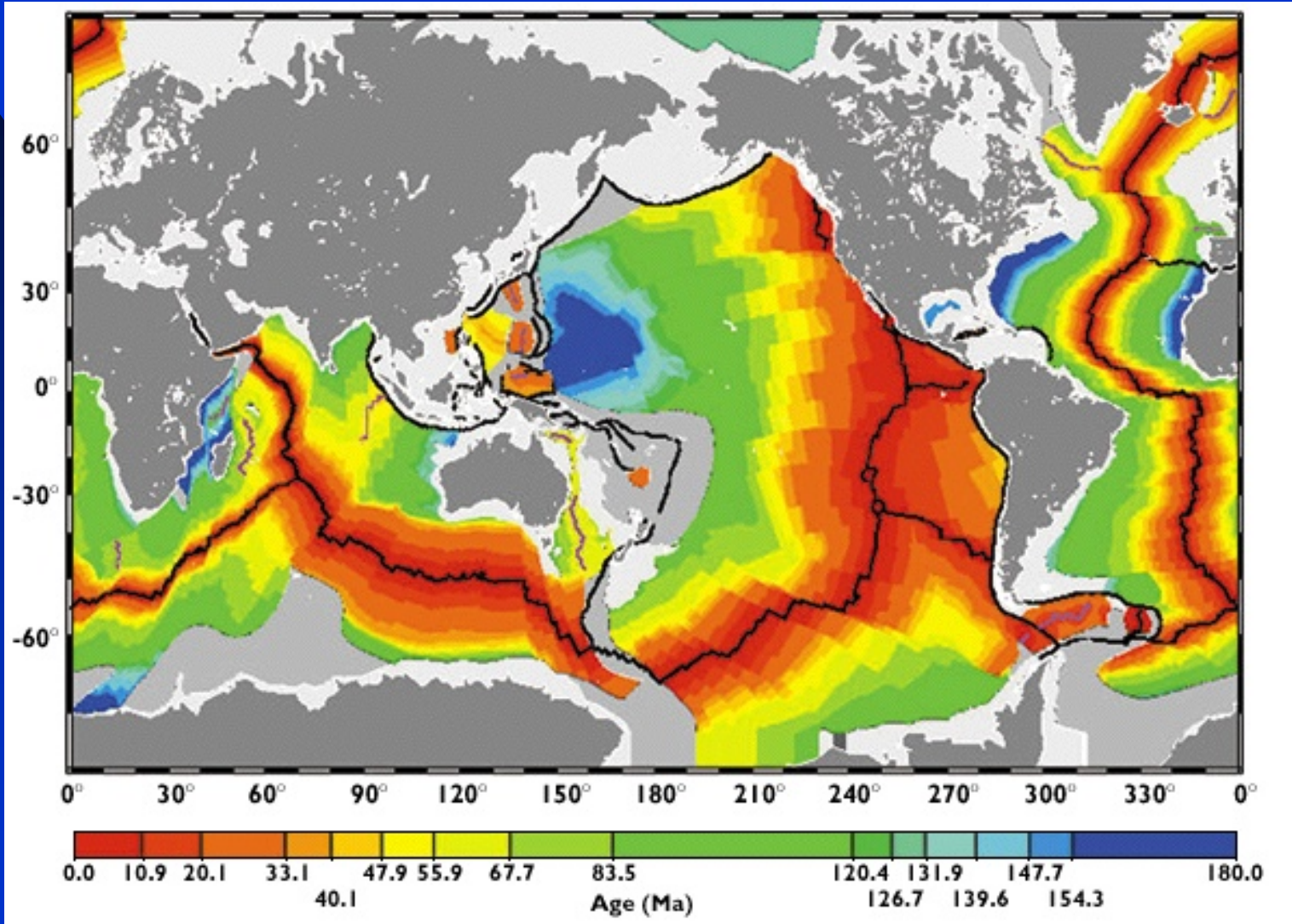
1. Yerküre'nin kabuğu birbirine göre hareket eden çok sayıda litosferik levhadan oluđu muđu tur.



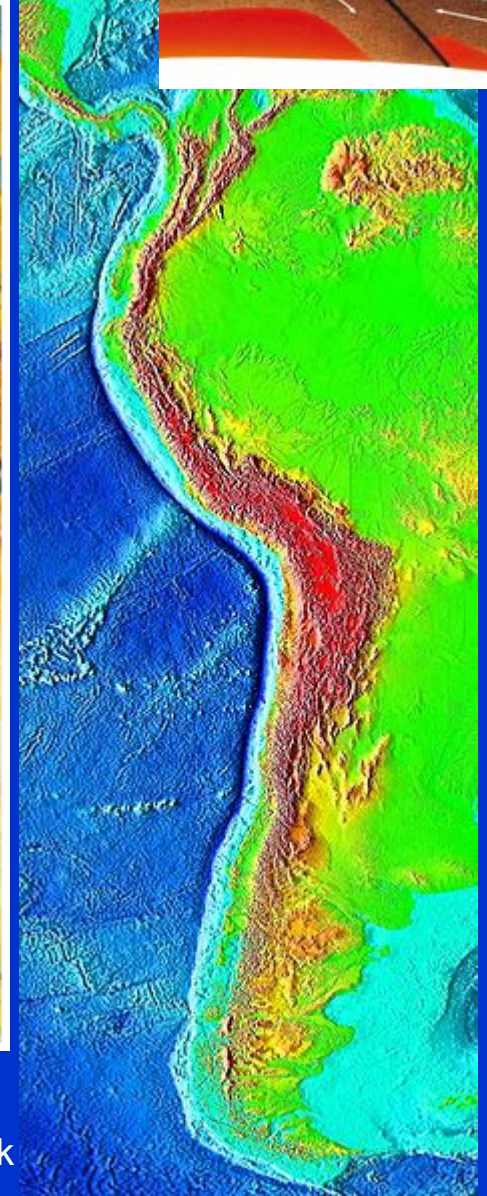
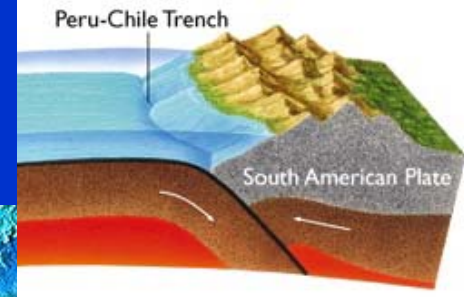


2. Okyanus tabanı okyanus ortası sırtlarda deniz tabanına çıkan magmanın soğumasıyla oluşmakta ve sırtların merkezlerinden uzaklaşacak yönde hareket etmektedir. Bu hareket okyanus çukurlarında okyanusal kabuğun mantoya dalmasıyla son bulmaktadır.
3. Kabuksal levhaların hareketini mantodaki konveksiyon akımları sağlamaktadır.
4. Konveksiyon akımlarına neden olan ısıнын kaynağı mantonun derinliklerindeki radyoaktivitedir.

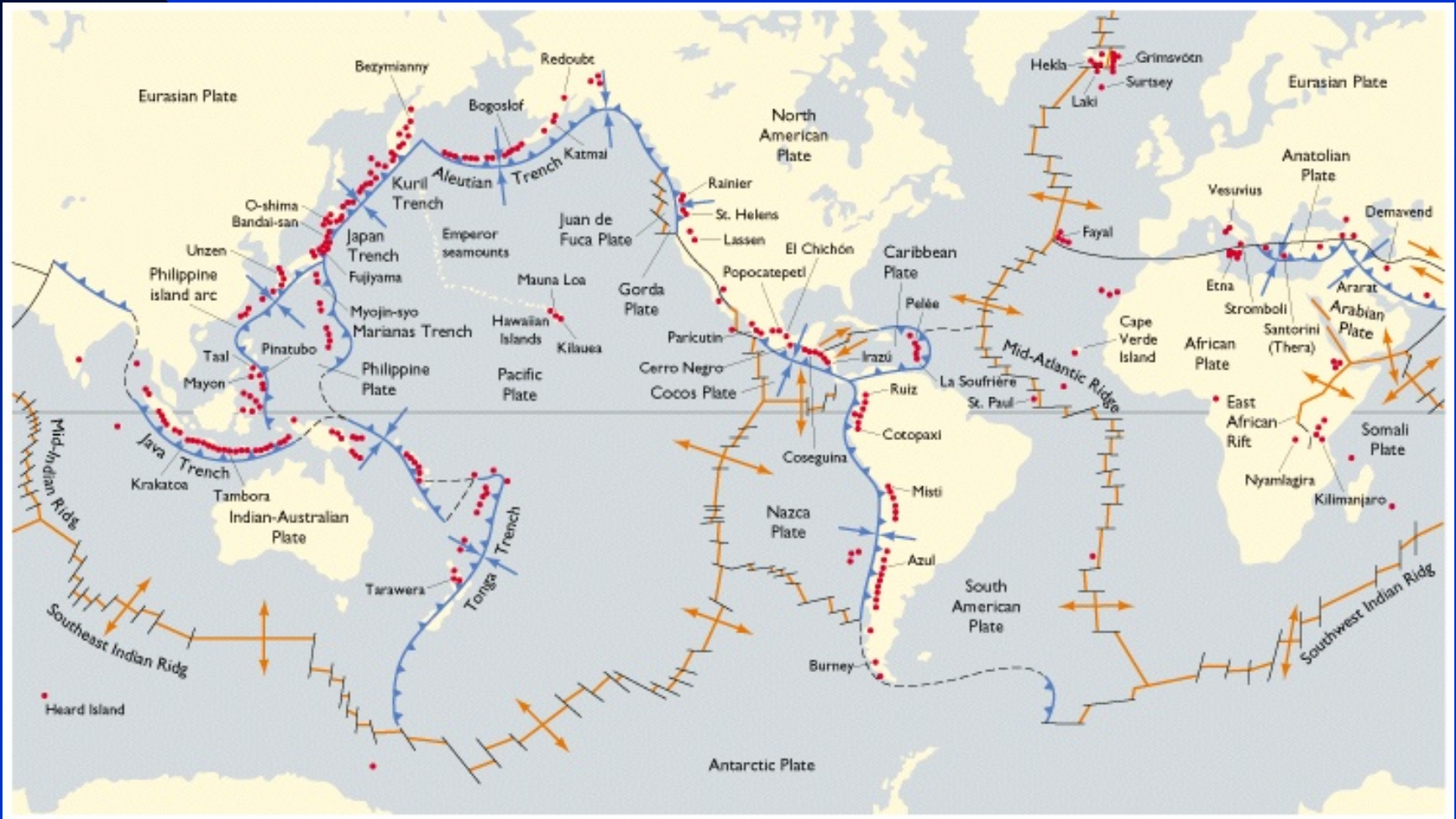
- Deniz tabanının sediman kalınlığı ve biyostratigrafiden belirlenen jeolojik yaş dağılımı: Deniz tabanı yaşı sırtlardan uzaklaştıkça sistematik olarak artmaktadır.



Orta okyanus dağ sıralarının ve derin okyanus çukurlarının varlığı.

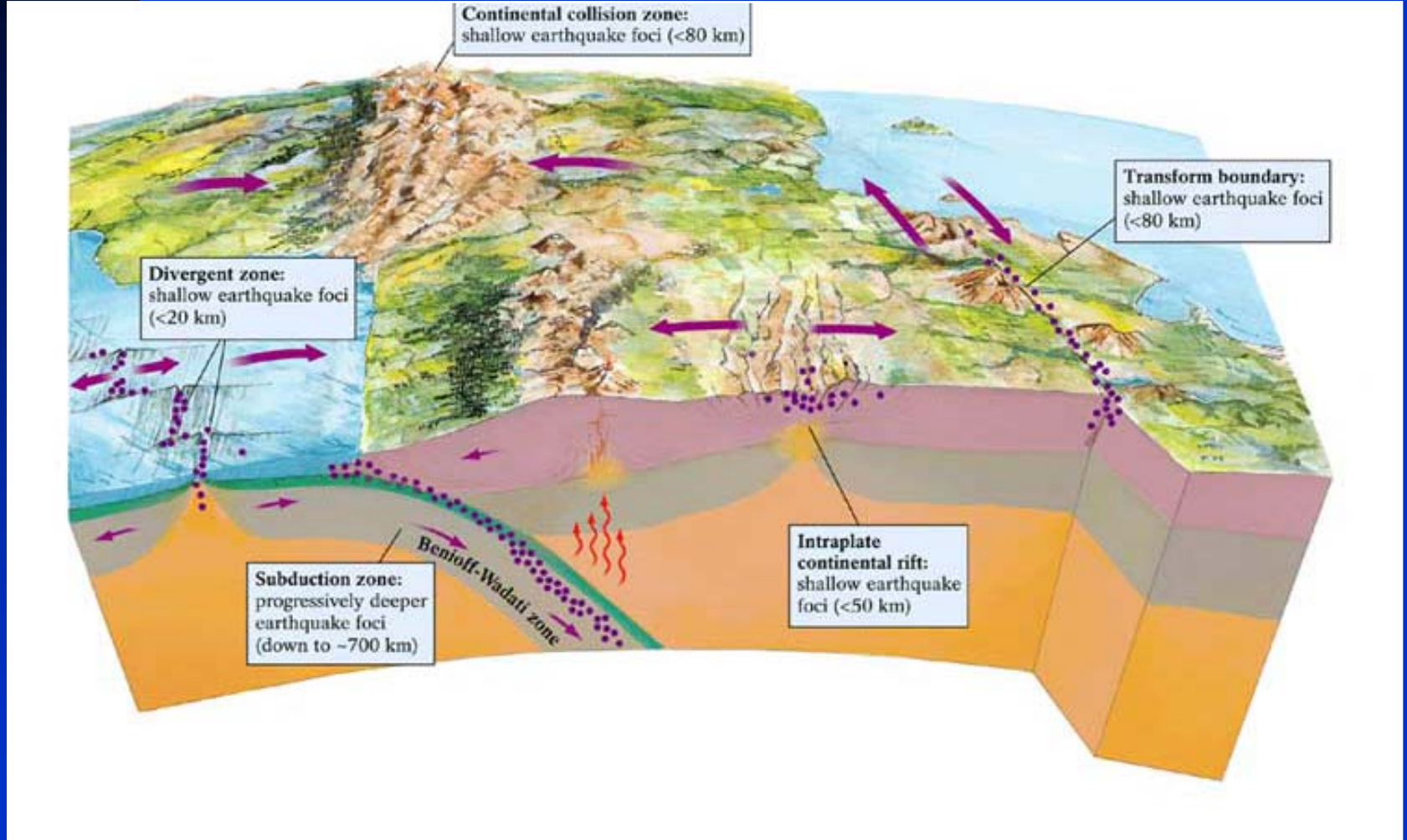


■ Volkanların (kırmızı noktalar) Yer üzerinde dağılımları. Volkanların dar kuşaklar halinde levha sınırları boyunca oluştuklarına dikkat ediniz.

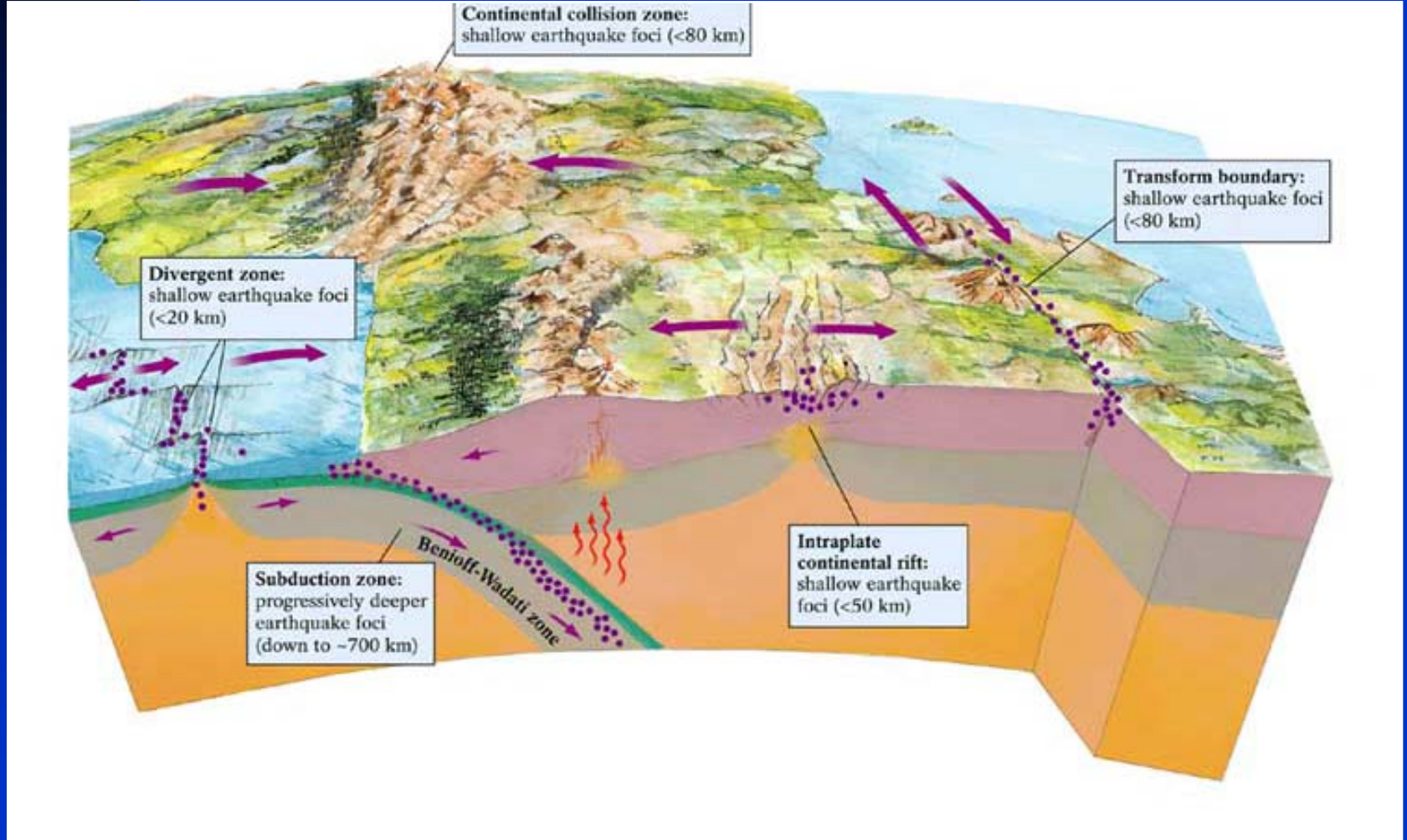


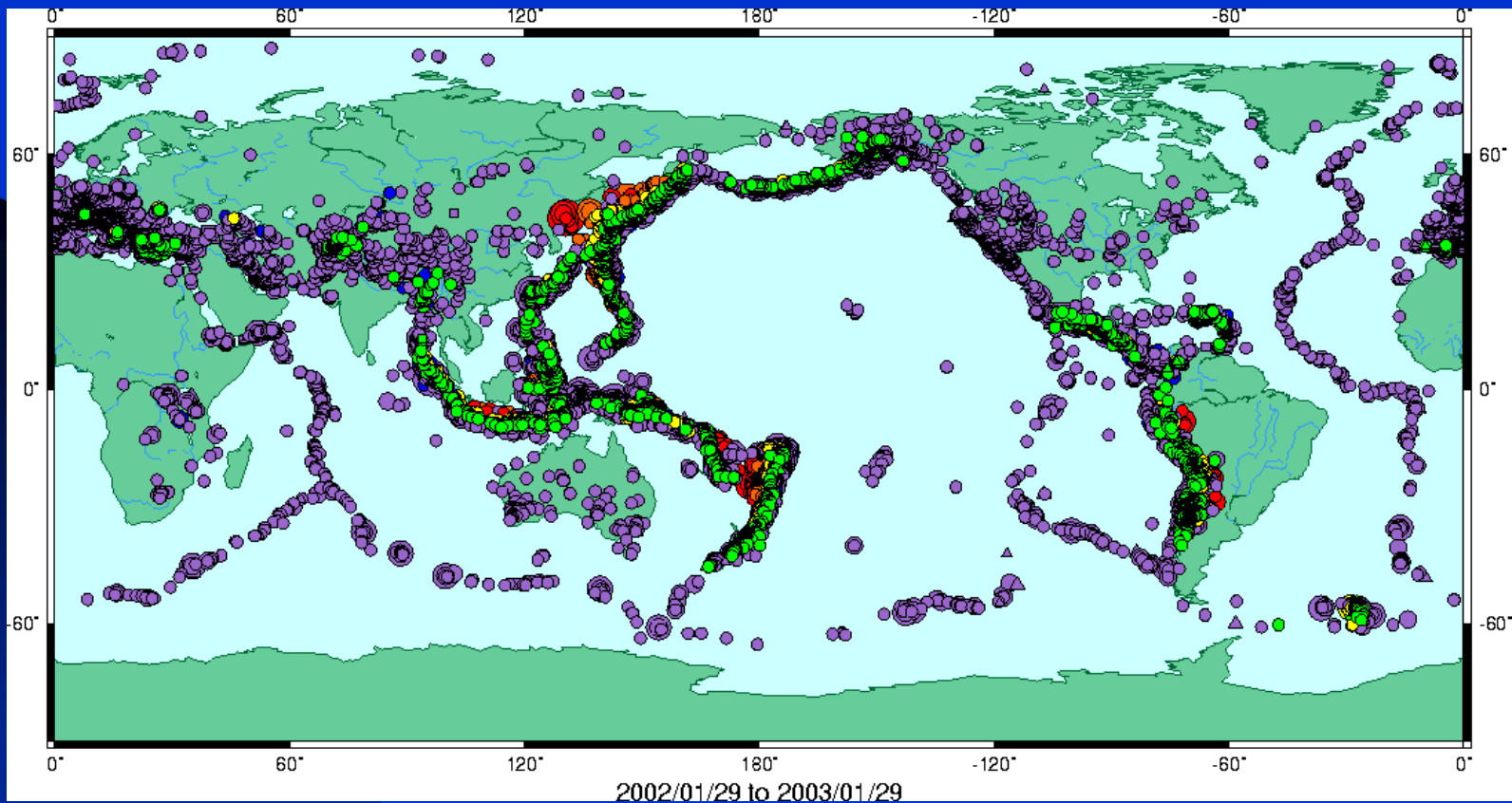
Levha tektoniği kuramına göre 3 tür levha sınırı vardır:

1. Iraksayan levha sınırı (divergent plate boundary)
2. Yakınsayan levha sınırları (convergent plate boundaries)
3. Transform levha sınırları (yanal hareketler)

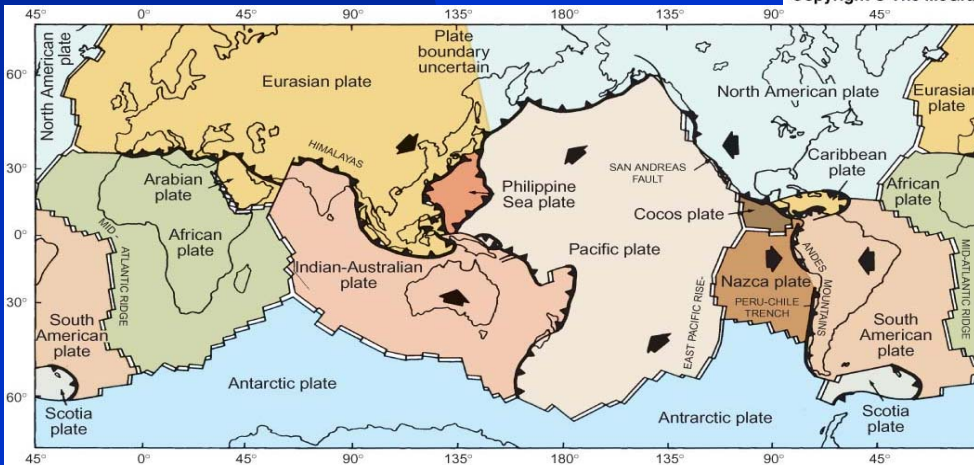


- ✓ Bu sınırlar büyük ölçekli faylar olarak düşünülebilir. Bu sınırlar ve bunlarla bağlantılı ikincil faylar boyunca hareketler depremleri oluşturur.
- ✓ Bu sınırlar birer deprem kuşağıdır.



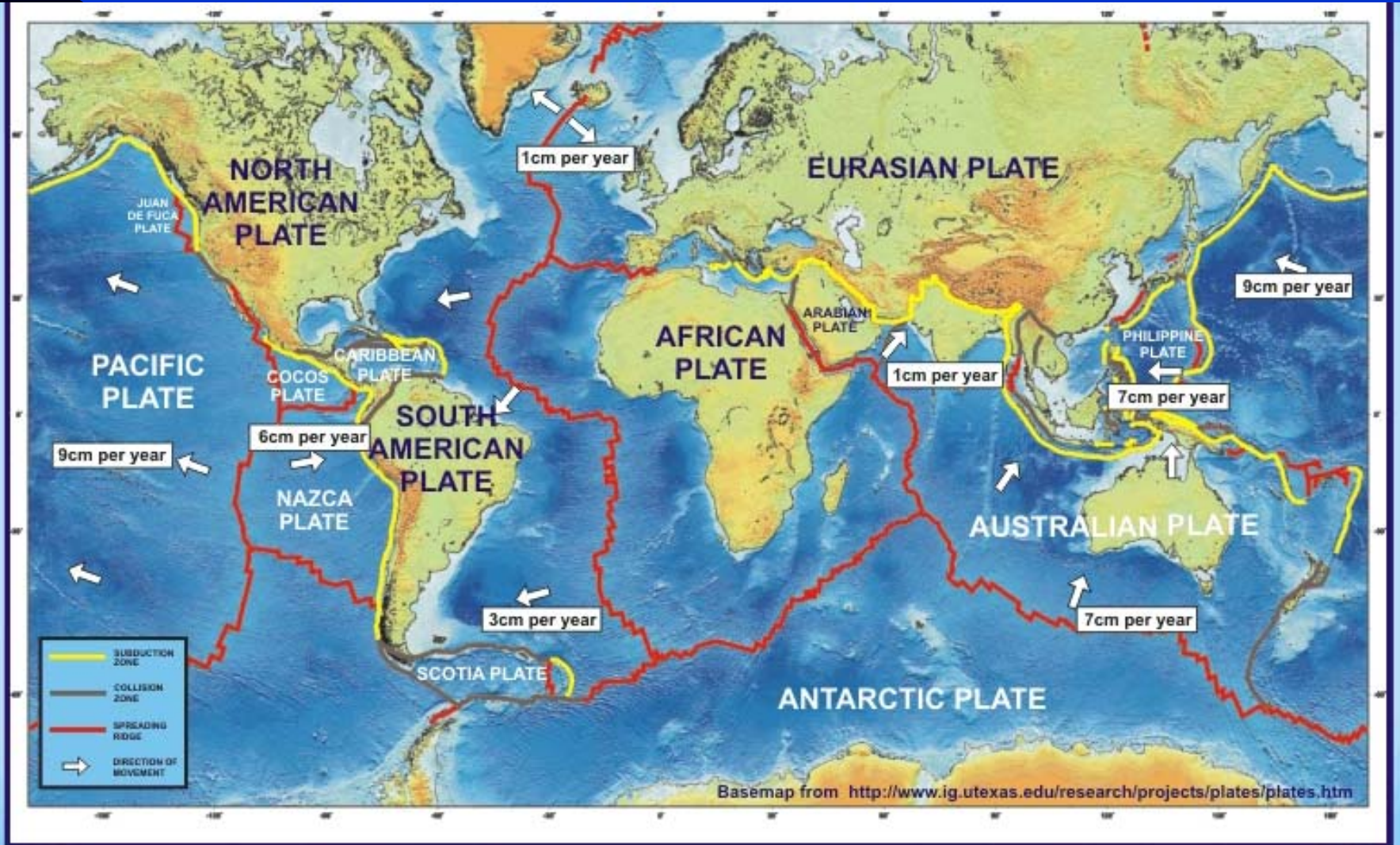


Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc.



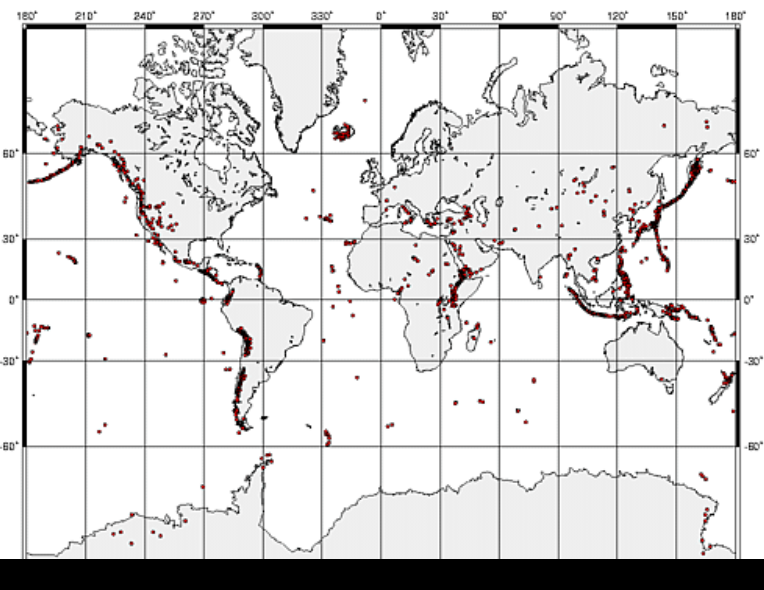
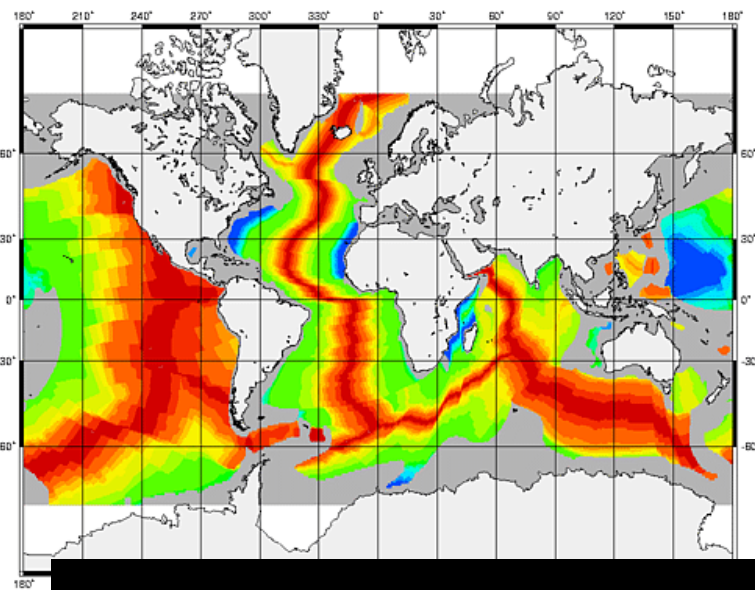
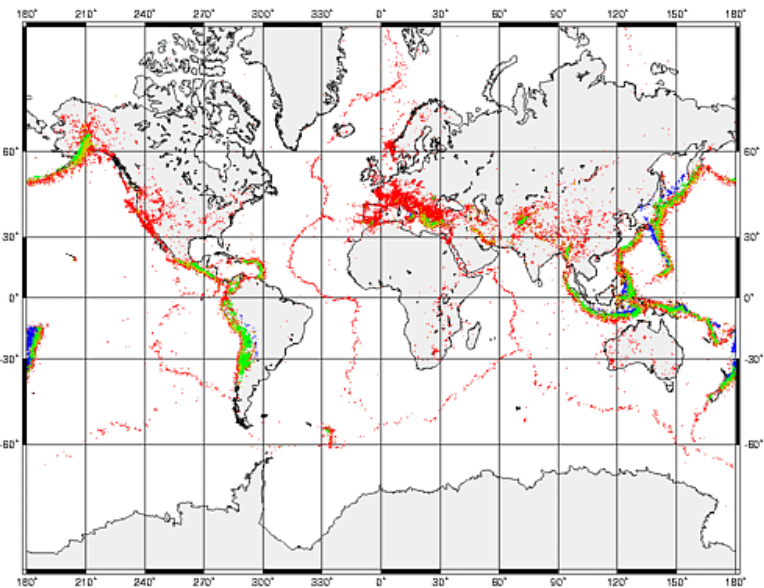
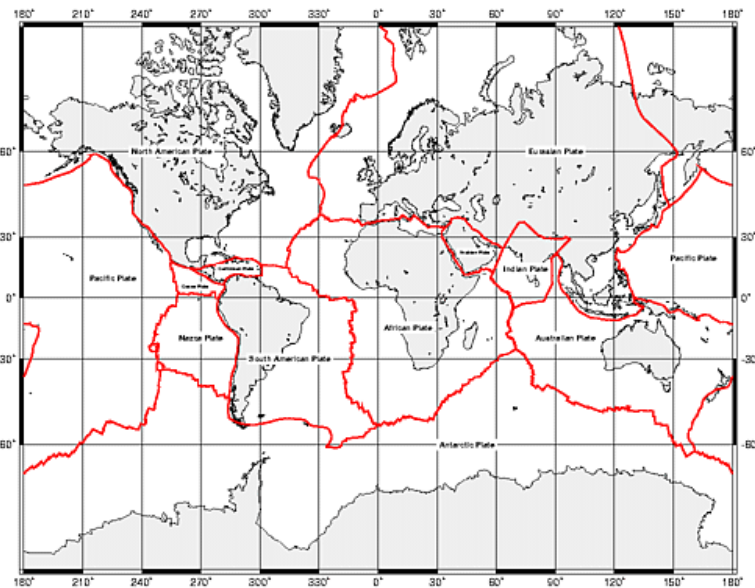
- 2002 ile 2003 yılları arasında küresel deprem istasyon ağları tarafından dış merkezleri belirlenen depremlerin dağılımı.

- ✓ Yer levhalarının belirtilen yön ve hızlarla hareket ettikleri saptanmıştır.



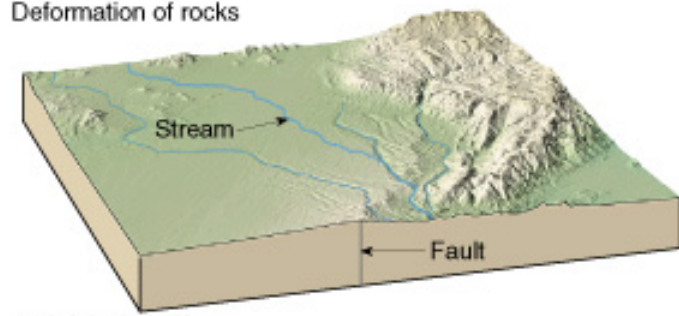
MAJOR TECTONIC PLATES

EARTHQUAKE EPICENTRES

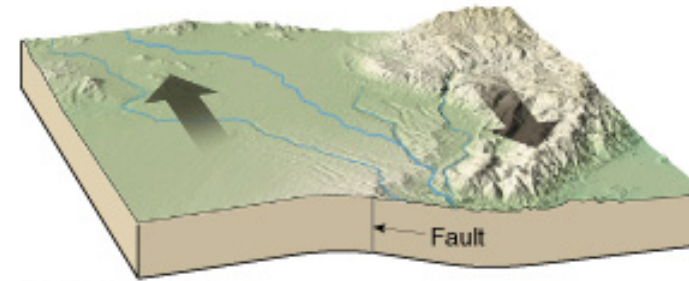


- ✓ Levhalar hareket ederken levha sınırlarındaki sürtünme sınır (fay) boyunca hareketi engeller ve deformasyon birikimine (strain build-up) neden olur.
- ✓ Biriken elastik deformasyonun fay boyunca uzanan kayaların dayanımını yenmesi sonucu ani kayma (slippage) yani deprem oluşur ve deformasyon serbestlenir (strain release) ve elastik dalgalar oluşturur.
- ✓ Ardından deformasyon birikim süreci yeniden başlar. Bu “elastik yenilenme (elastik rebound)” teorisi olarak bilinir.

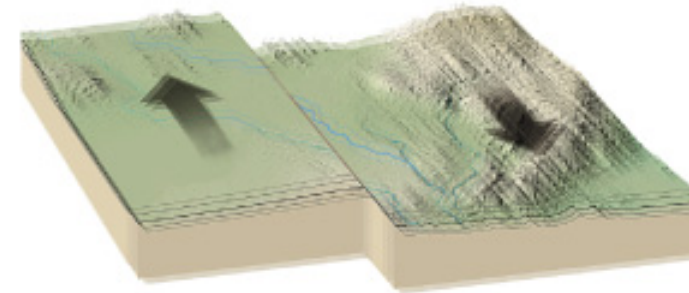
Deformation of rocks



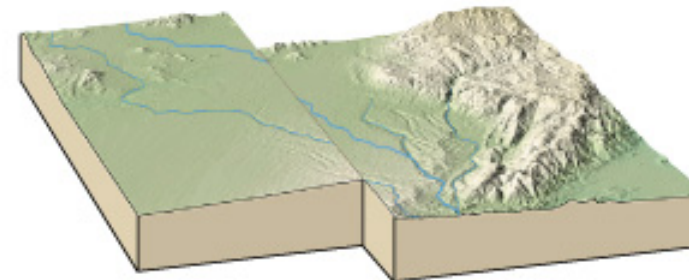
A. Original position



B. Buildup of strain

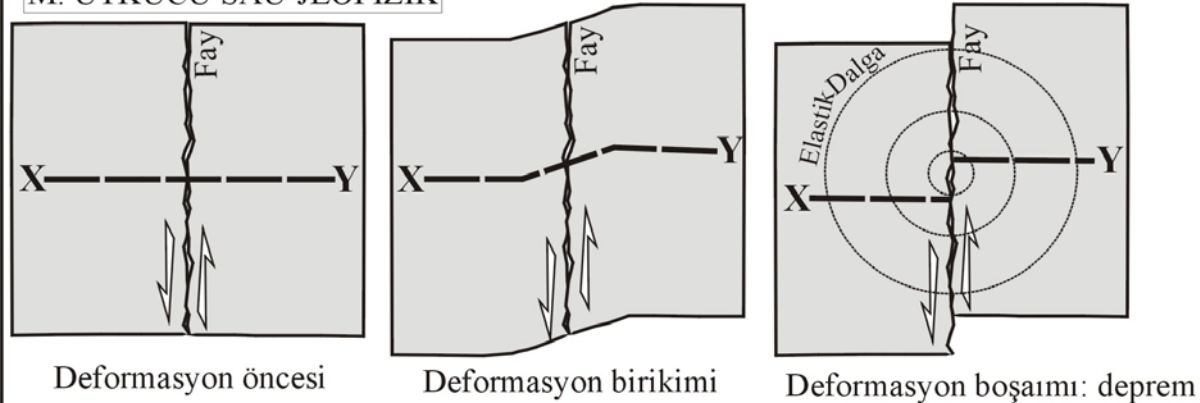


C. Slippage



D. Strain released

M. UTKUCU SAÜ-JEOFİZİK



Deformasyon öncesi

Deformasyon birikimi

Deformasyon boşalması: deprem

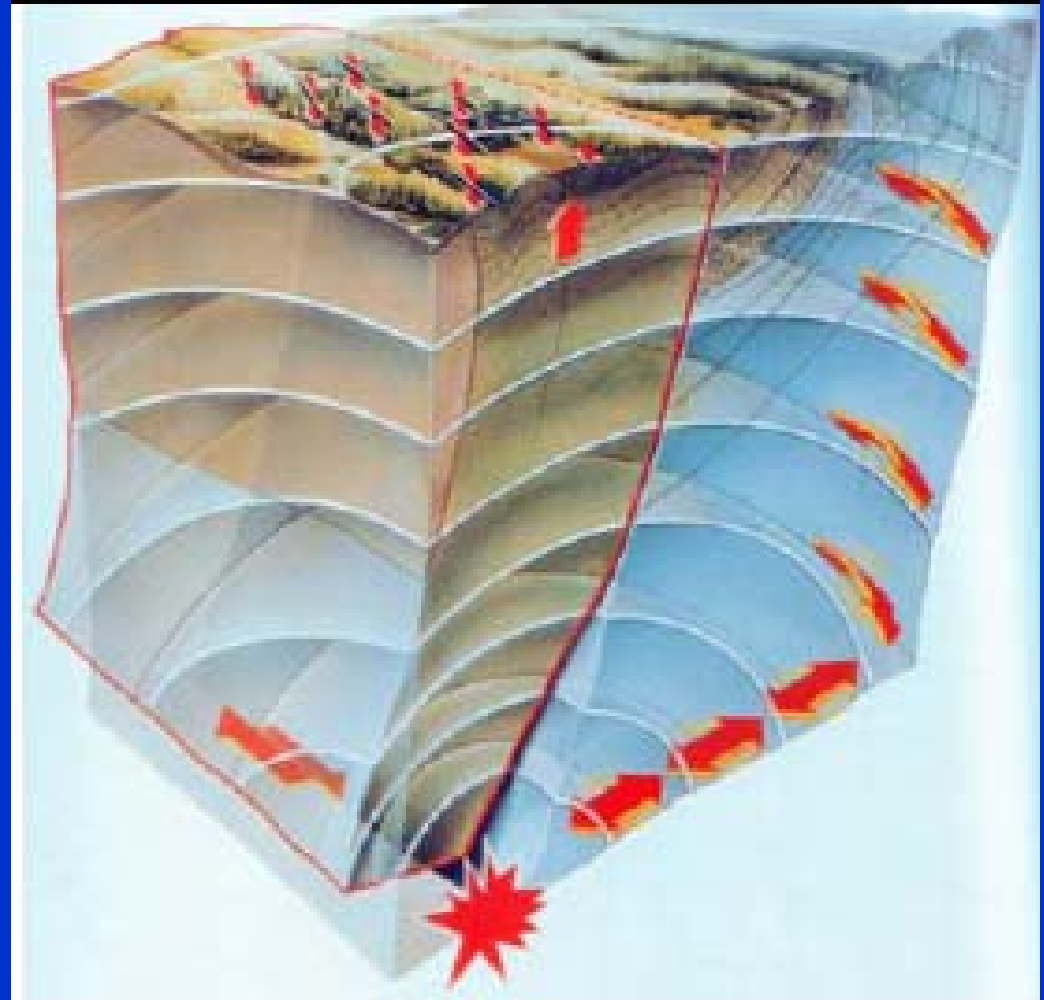
08.10.2012

Dr.Murat UTKUCU, SAÜ-J



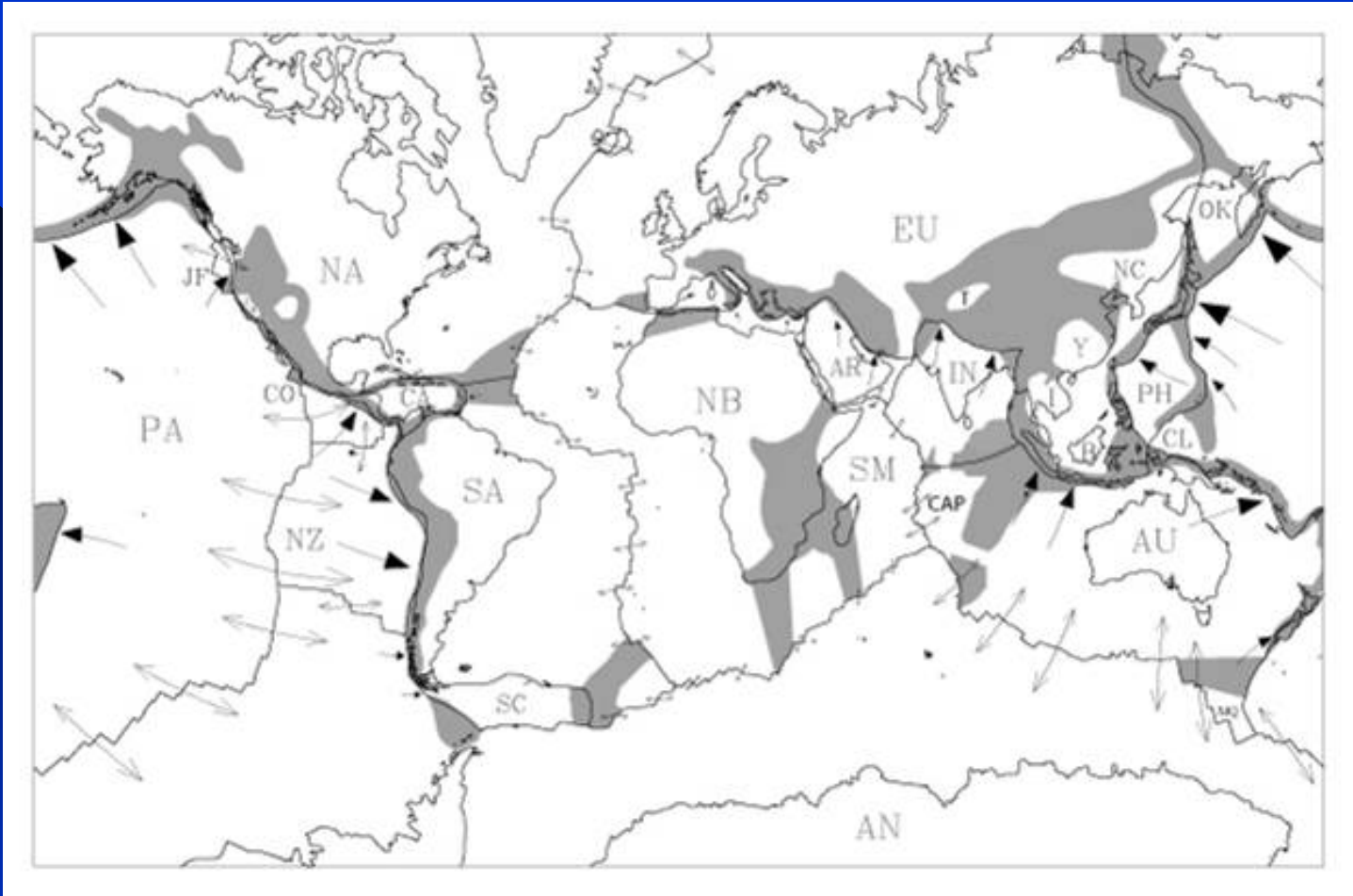
- 1999 Düzce depremi sonrası Düzce fayı üzerinde Kaynaşlı'da gözlenen yer değiştirme.

- ✓ Levha sınırlarının aynı zamanda birer deprem kuşağı olması bu nedenledir. Ancak levha sınırları çoğu yerde bir çizgiden çok bir deformasyon zonu halinde uzanır. Bu da diffuse (yaygın) bir depremselliğe neden olur.



- ✓ Ani kayma ile biriken deformasyon serbestlenir ve serbestlenen enerji elastik dalgalar oluşturur. Yani deprem oluşur.

- ✓ Levha sınırlarının aynı zamanda birer deprem kuşağı olması bu nedenledir. Ancak levha sınırları çoğu yerde bir çizgiden çok bir deformasyon zonu halinde uzanır. Bu da diffuse (yaygın) bir depremselliğe neden olur.



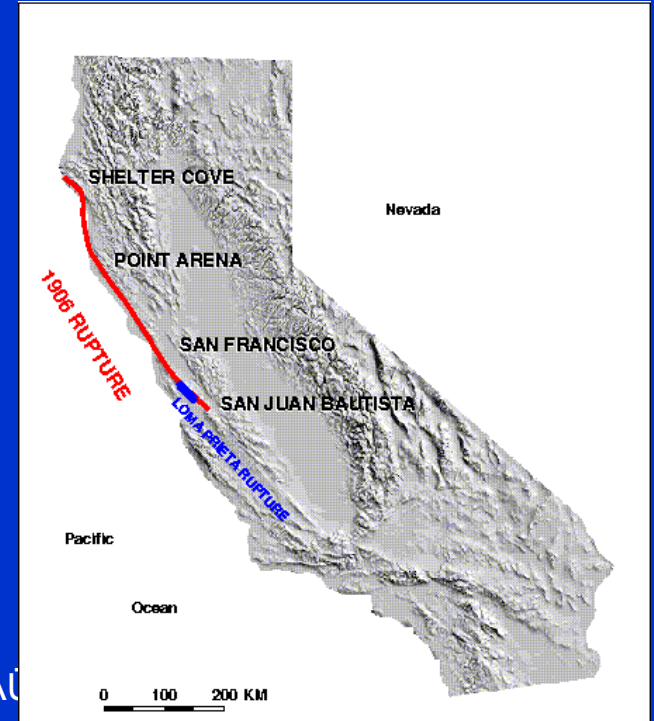
- ✓ Levha sınırının etrafındaki gri bölgelerde deformasyonun paylaşıldığı bir çok ikincil fay gelişmiştir. Çin'in büyük kısmının diffuse bir levha sınırı olduğuna dikkat ediniz.

Pasifik ve Kuzey Amerika levhaları arasındaki yanıl hareket San Andreas fayı tarafından karşılanmaktadır.



San Francisco Depremi

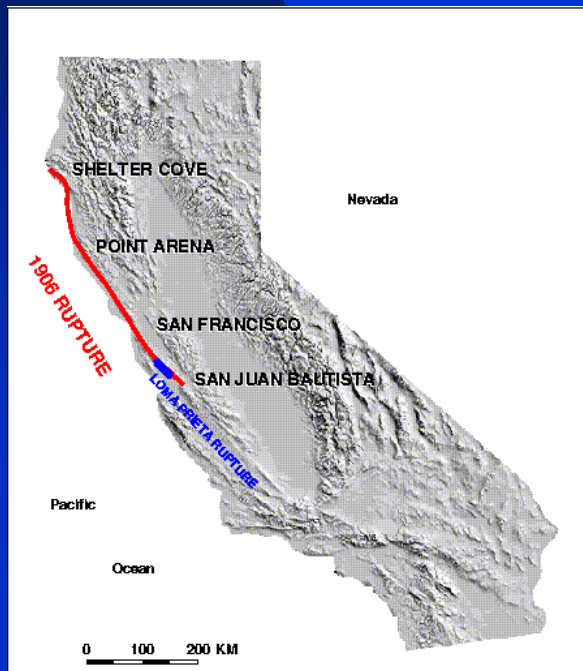
18 Nisan 1906, Mw 7.7-7.9
San Andreas fayı üzerinde 470 km kırılma



San Francisco Depremi

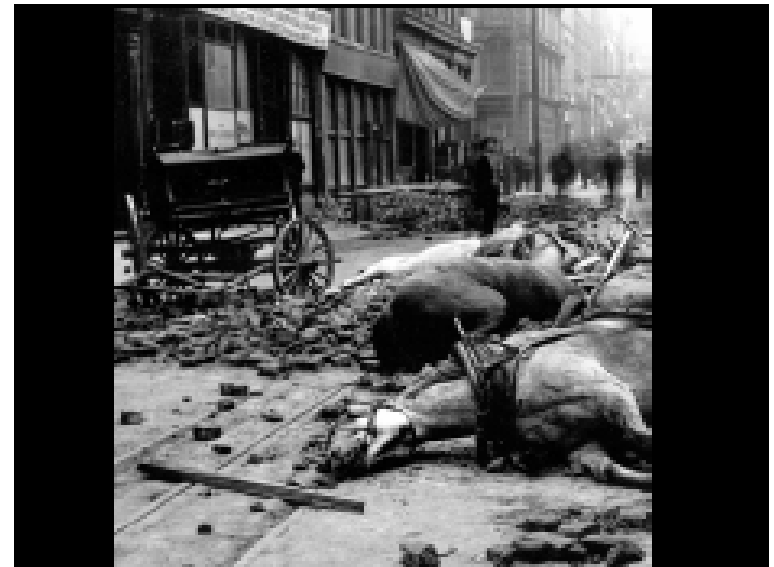
18 Nisan 1906

Mw 7.7-7.9
470 km faylanma





- ✓ 1906 San Fransisco depremi sonrasında San Andreas Fayı'nı kesen bir çitte gözlemlenen 3.5 m'lik sağ-yanal yerdeğiştirme (C. Rubin, Central Washington University).



- *Bu dağları yükselten kuvvete hayranlıktan kim kendini alıkoyabilir.*

CHARLES DARWIN, *Voyage of the Beagle*.





Gelecek ders görüşmek üzere...



TEŞEKKÜRLER

Dr. Murat UTKUCU