



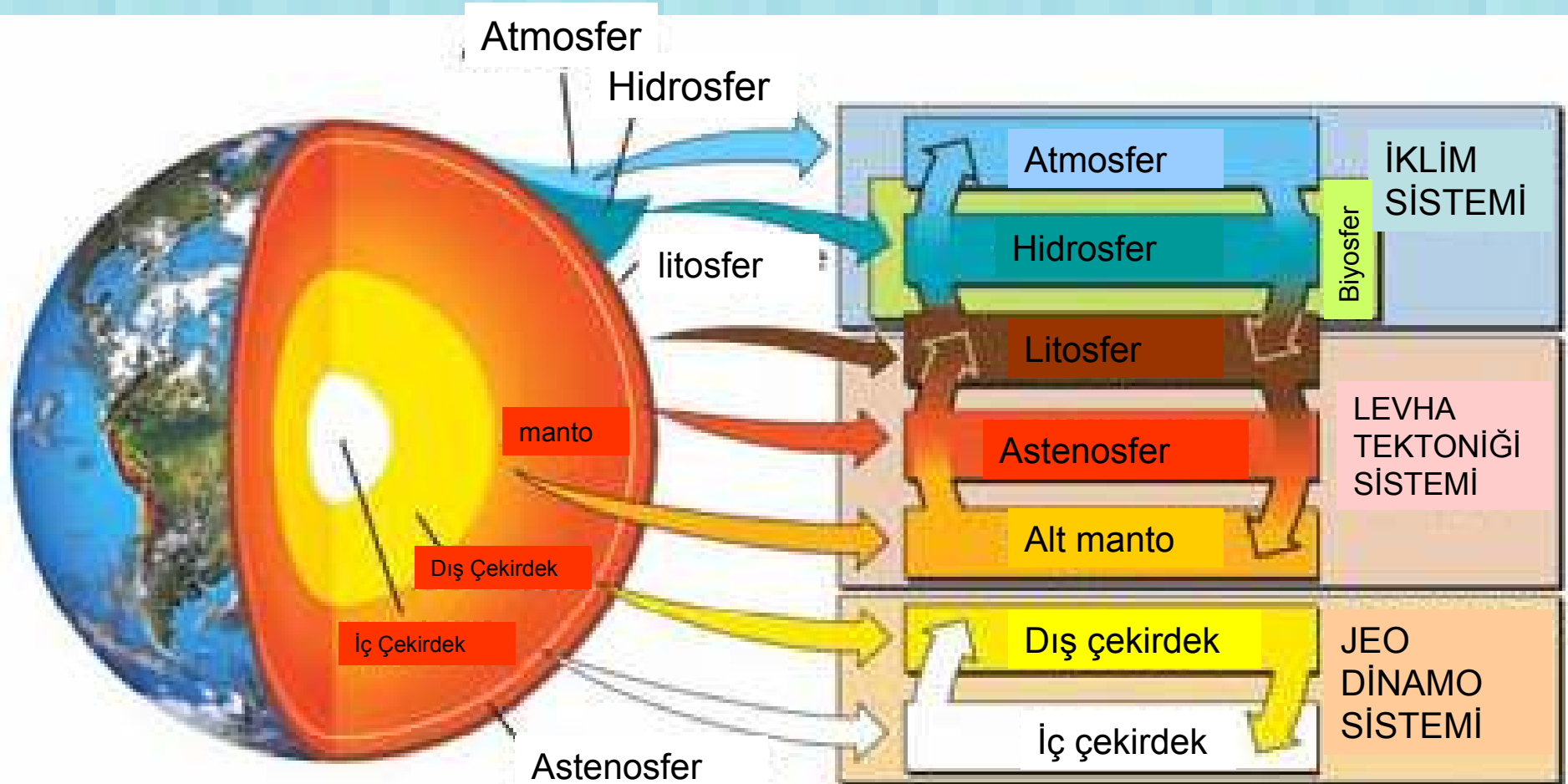
YER YUVARININ YAPISI VE YERİÇİ

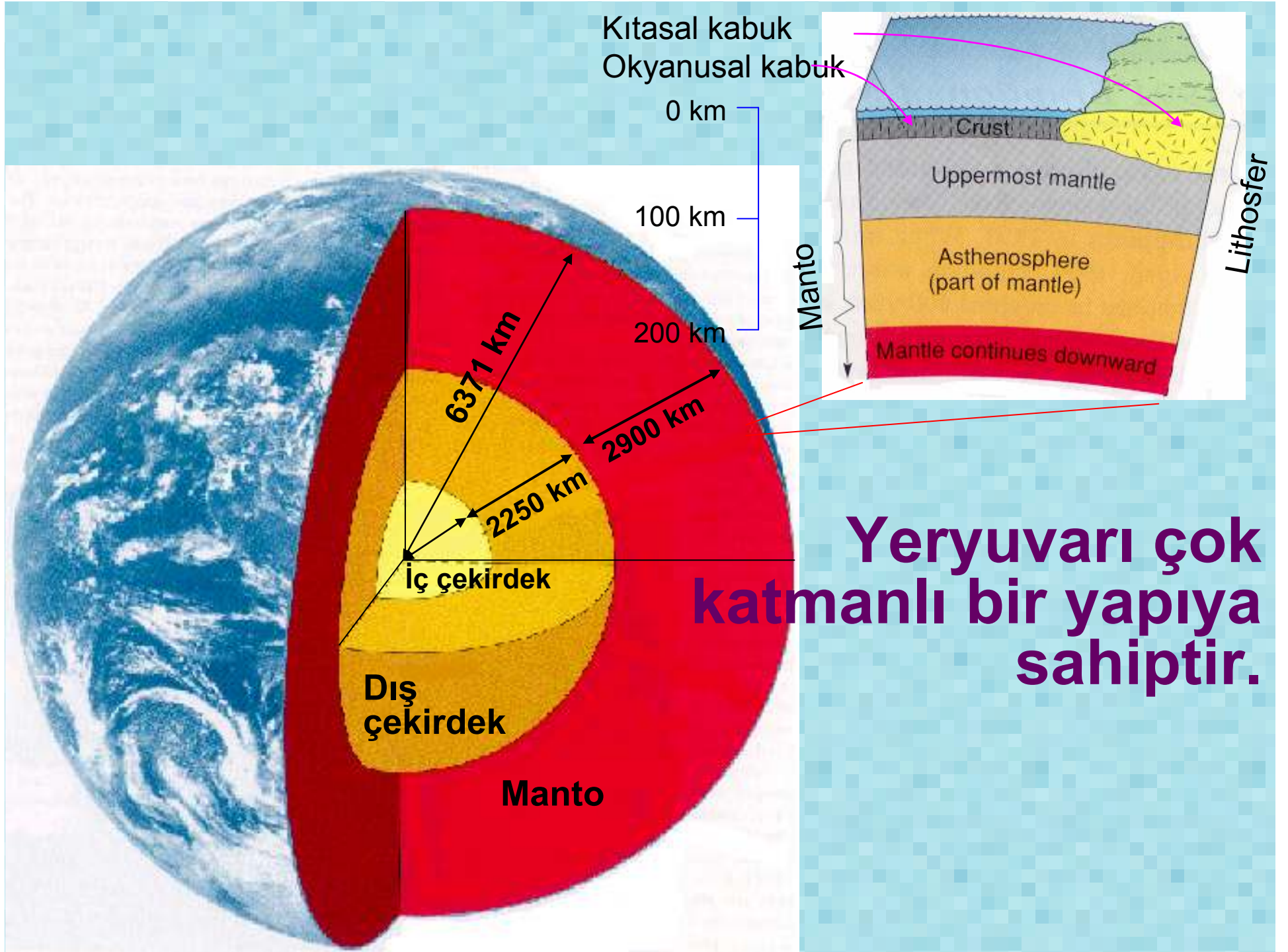


JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

Dünya Sisteminin ana bileşenleri



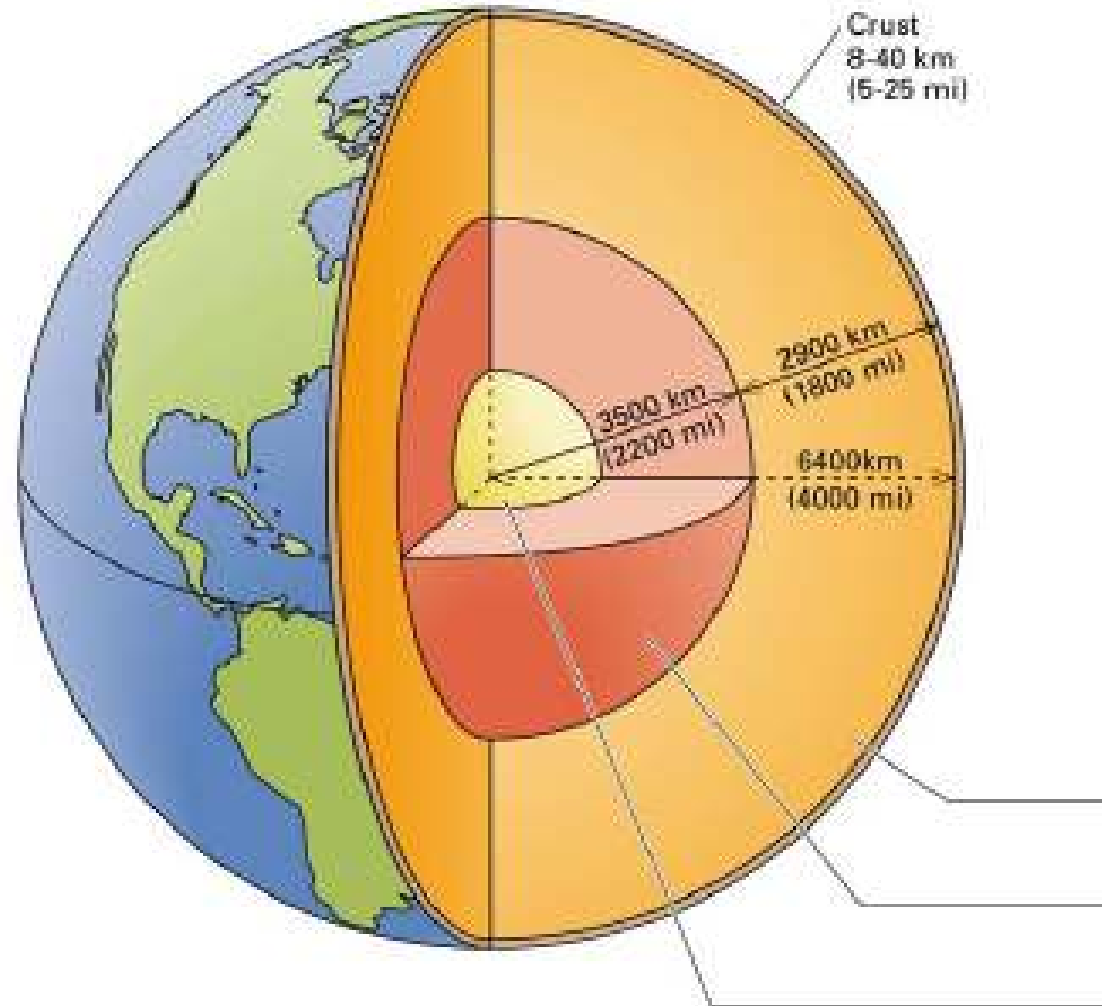


JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

Yeryuvarının yapısı

- Yeryuvarı
 - Çekirdek
 - Manto ve
 - Kabuktan
- oluşmaktadır



JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

Yeriçi

Temel yapı:



Merkeze inildikçe sıcaklık artmaktadır.

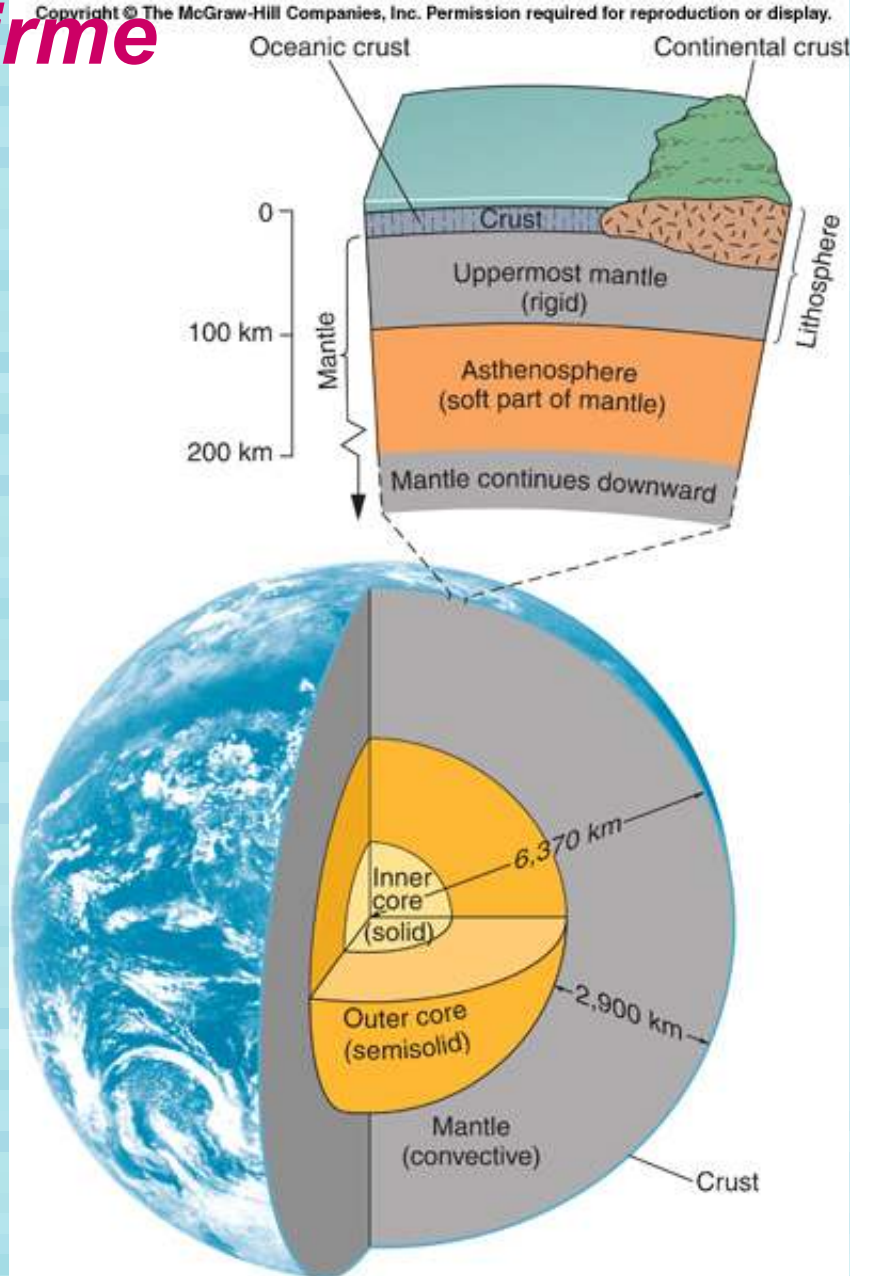
Dünyanın çekirdeği güneşin dış yüzeyi kadar sıcaktır;

Çekirdek kenarındaki metaller eriyik halindedir

Yeriçi

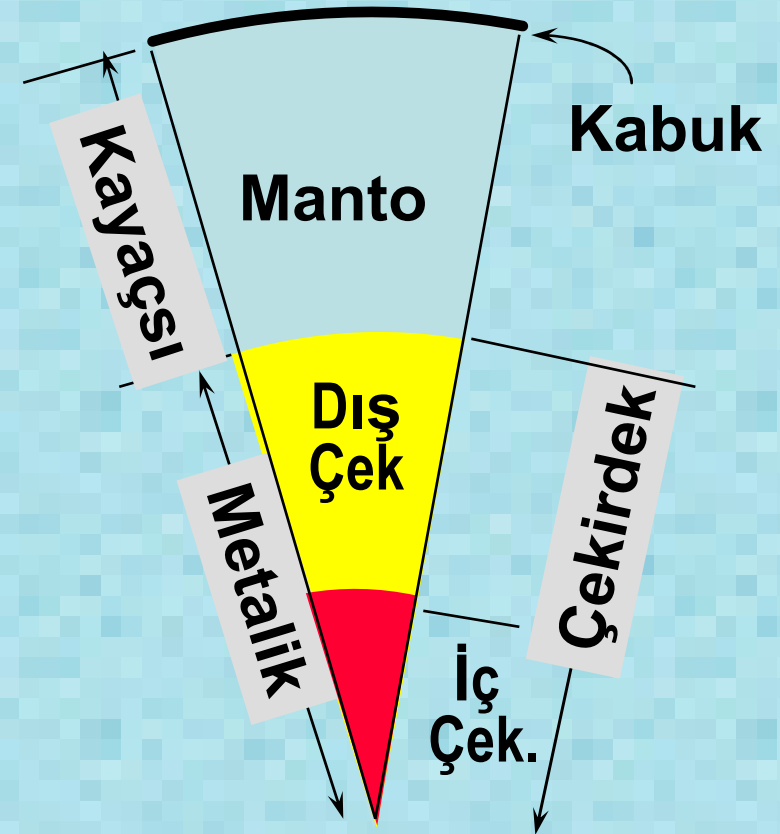
Bileşime bağlı bölümlendirme

- Kabuk: Silikatça zengin kayalar. İnce dış katman
 - **Manto**: Genellikle katı, 3000 km kalınlığında Fe ve Mg'ca zengin silikatlar
- Mohoroviçić süreksizliği: Daha az yoğun kabuk ile daha yoğun mantoyu ayıran yüzey*
- **Dış Çekirdek**: Sıvı, hareketli, 2000km kalınlığında Fe-Ni karışımı
 - **İç Çekirdek**: Katı, Fe-Ni bileşimli, 1300 km kalınlığında



Evren			Dünya	Yer kabuğu
Hidrojen	H	74.500		
Helyum	He	23.840		
Oksijen	O	0.8200	29.8	46.6
Karbon	C	0.3750		
Nitrojen	N	0.0910		
Silis	Si	0.0830	15.6	27.7
Neon	Ne	0.0550		
Magnezyum	Mg	0.0570	13.9	2.1
Demir	Fe	0.1040	33.3	5.0
Kükürt	S	0.0380		
Alüminyum	Al	0.0066	1.5	8.1
Kalsiyum	Ca	0.0074	1.8	3.6
Nikel	Ni	0.0092	2.0	
Sodyum	Na	0.0033	0.2	2.8
Argon	Ar	0.0030		
krom	Cr	0.0032		
Fosfor	P	0.0009		
Manganez	Mn	0.0011		
Klor	Cl	0.0006		
Potasyum	K	0.0003		2.6
Diğer element.			1.9	1.5

Dünya yerkabuğundan Fe, Mg ve Ni, açısından daha zengin, Si, K ve Al, açısından daha fakirdir.



Dünyanın ortalama yoğ. = 5.5 gm/cm³
Kabukun yoğunluğu = 2.7 gm/cm³

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- Dünyanın kütlesi yaklaşık olarak 5.98×10^{24} kg dır.

- Dünyanın bileşimi

- Demir (%32.1),
- Oksijen (%30.1),
- Silis (%15.1),
- Magnezyum (%13.9),
- Kükürt (%2.9),
- Nikel (%1.8),
- Kalsiyum(%1.5)
- Alüminyum (%1.4)
- Diğerleri ; % 1.2

- Kütle ayrılımı nedeniyle Dünyanın çekirdeği

- Demir (88.8%)
- Nikel (5.8%)
- Kükürt (4.5%),
- % 1'den daha az iz elementler

F. W. Clarke göre Yerkabuğundaki oksitler

Bileşik	Formül	Oran
Silisyum oksit	SiO ₂	59.71%
Alüminyum oksit	Al ₂ O ₃	15.41%
Kalsiyum Oksit	CaO	4.90%
Magnezyum oksit	MgO	4.36%
Sodyum oksit	Na ₂ O	3.55%
Demir oksit	FeO	3.52%
Potasyum oksit	K ₂ O	2.80%
Demir oksit	Fe ₂ O ₃	2.63%
Su	H ₂ O	1.52%
Titanyum oksit	TiO ₂	0.60%
Fosfor pentoksit	P ₂ O ₅	0.22%
Toplam		99.22%

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

Yerkabuğundaki elementlerin ağırlık olarak yüzdesi

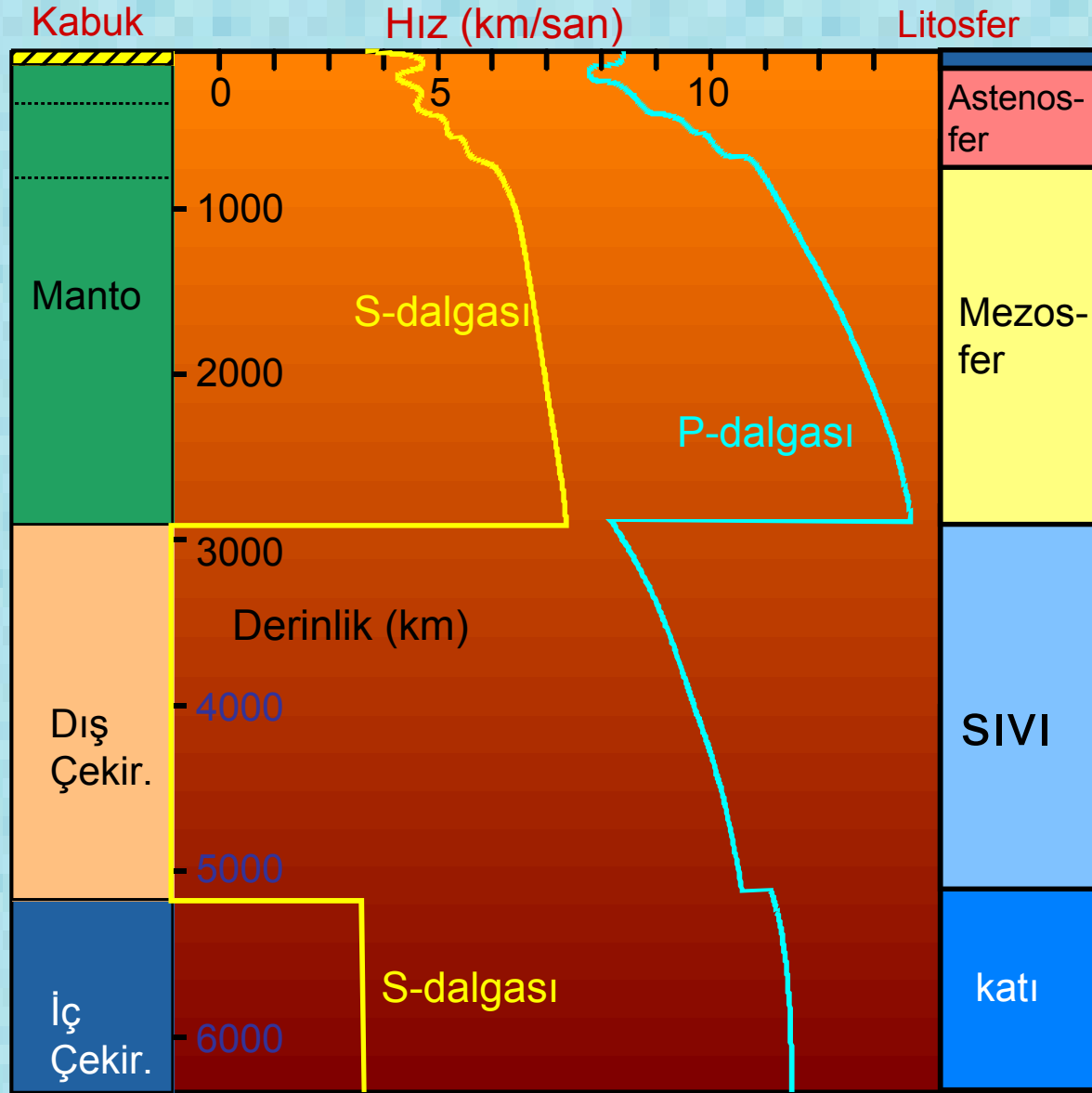
- O % 46.6
- Si % 27.7
- Al % 8.1
- Fe % 5.0
- Ca % 3.6
- Na % 2.8
- K % 2.6
- Mg % 2.1

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

Yer bileşenlerinin özellikleri

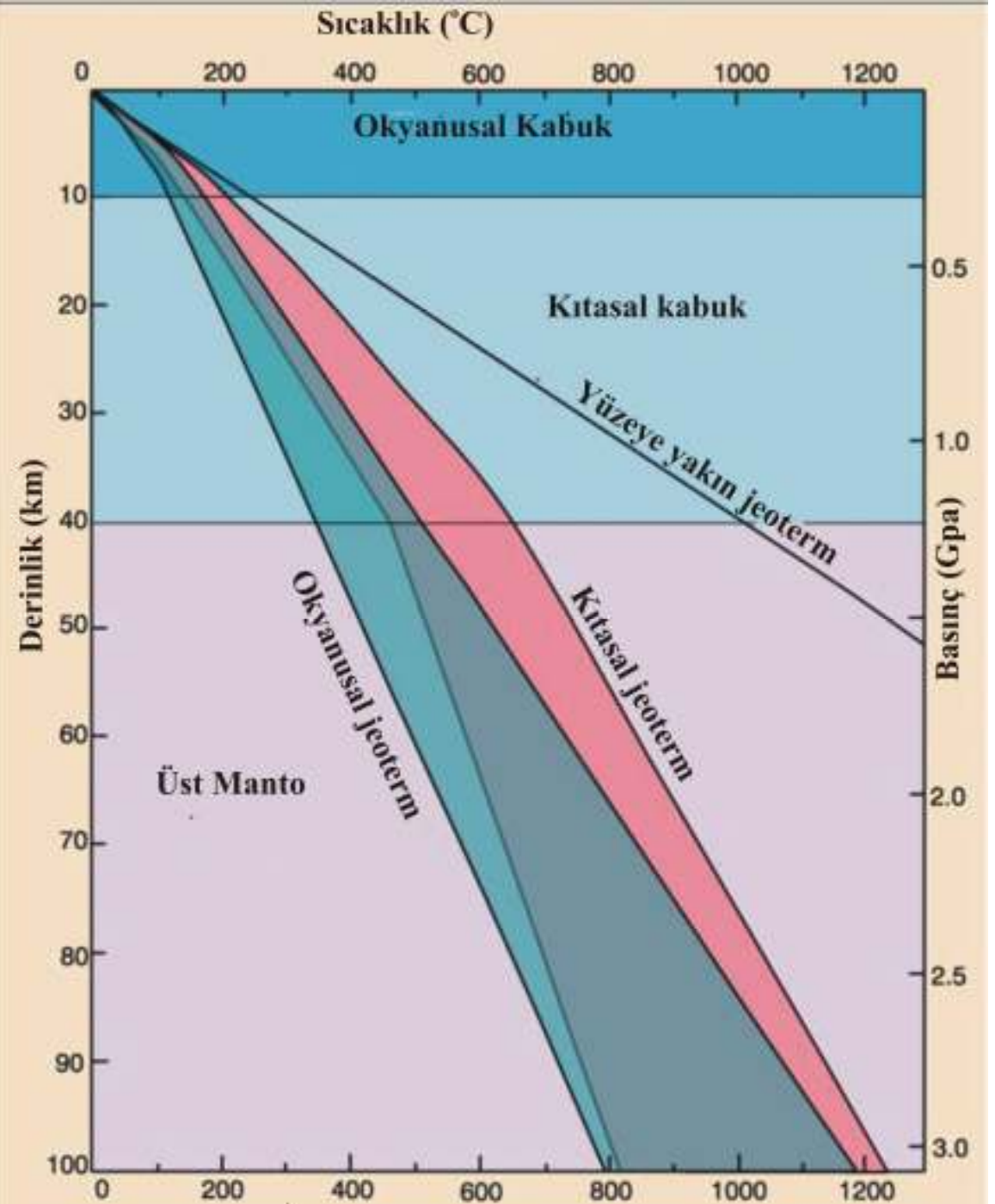
Bileşen	Ortalama kalınlık (km)	Ortalama yoğunluk ($\times 10^3$ kg/m ³)	(%)	Ana bileşenleri
Atmosfer	-	-	0.00009	N ₂ , O ₂
Okyanuslar	4	1.03	0.024	H ₂ O
kabuk	45	2.8	0.5	Silikat ve diğer oksitler
Manto	2900	4.5	67	Mg silikatlar
Çekirdek	3400	11.0	30 2	Fe, +/-S (sıvı) Fe-Ni (katı)



**P ve S dalgalarının derinlikle değişimi Bileşimsel bölümlendirme solda
dinamik-mekanik bölümlendirme sağda**

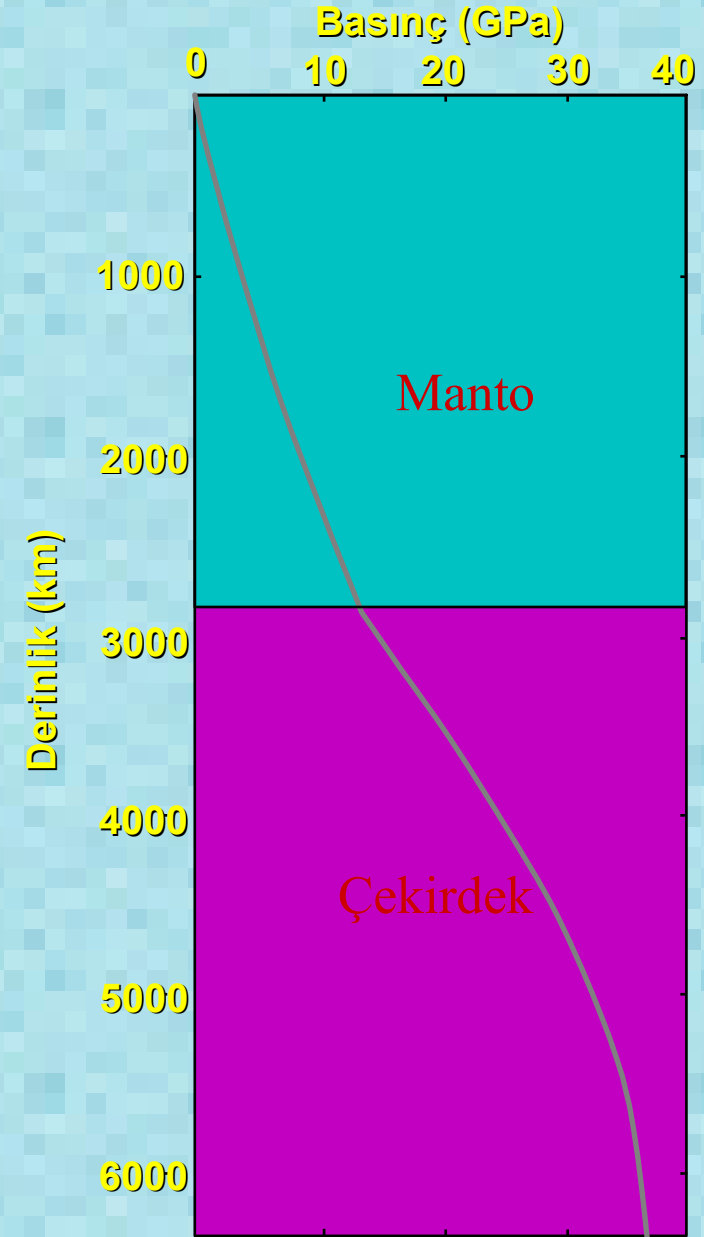
Jeotermal gradyan

- Yer sıcaklığının derinlikle artış hızı jeotermik gradyanı oluşturur



Basınç gradyanı

- Basınç artışı = ρgh
- Manto boyunca doğrusal bir artış
 - $\sim 0.03 \text{ GPa/km}$
- $\sim 1 \text{ GPa}$ (10 kbar) kabuğun altında ortalama basınç
- Çekirdekde basınç artışı metal bileşikler daha yoğun olduğundan daha fazladır



Yeriçi

- **Kabuk**

- 8-40 km kalınlığındadır
- Çoğunlukla magmatik kayalardan, önemli oranda metamorfik kayalardan ve ince bir sedimanter kayaç örtüsünden oluşmuştur
- Manto ile kabuk arasındaki keskin sınır
 - Mohorovičić veya Moho olarak adlandırılmıştır
- P-dalgalarının hızının 8 km/sn'ye ulaşmasıyla



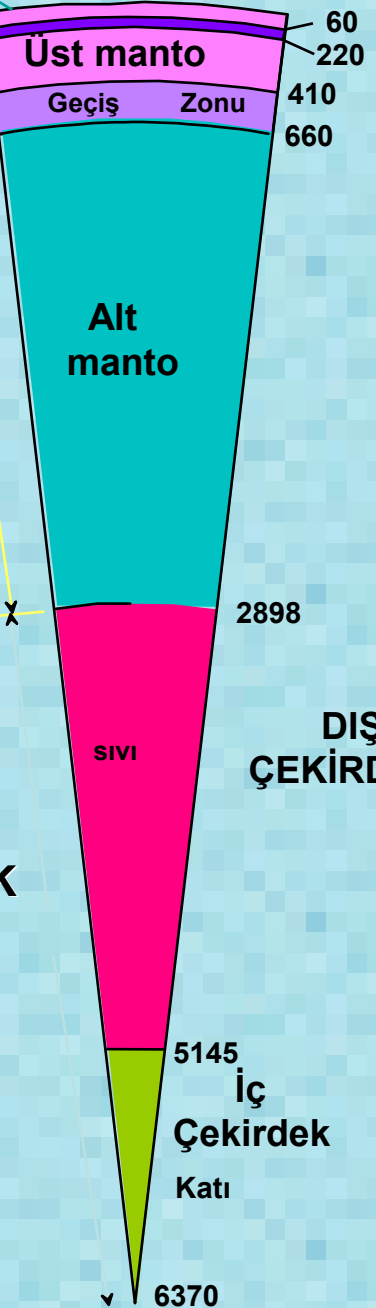
Kabuk

Kabuk

derinlik (km)

Manto

ÇEKİRDEK



JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- Kabuk
- Okyanusal kabuk ve
- Kıtasal kabuk olarak iki bölüme ayrılır.
 - Kıtaların altındaki kabuk kalınlığı(35 km), okyanuslardaki kabuk kalınlığından (7 km) daha fazladır

Yer içi

Kabuk:

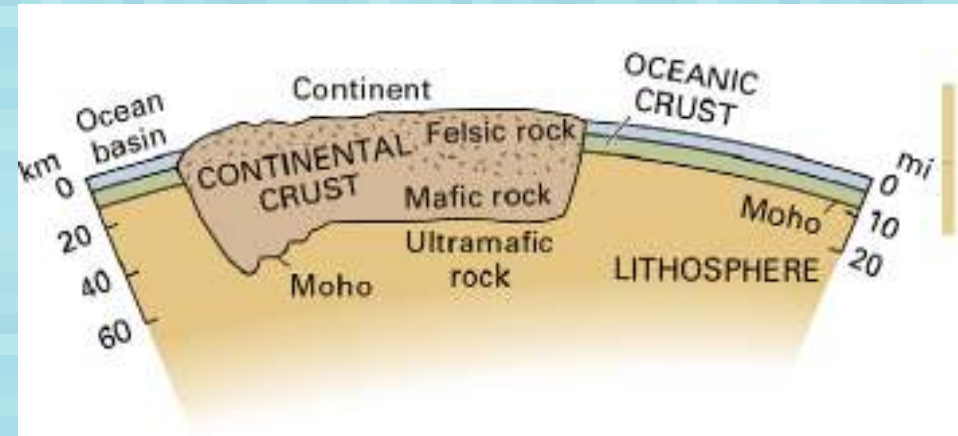
Okyanusal Kabuk

İnce: 5-10 km kalınlığında

Bazaltik (lav) bileşimli

Görel olarak uniform bölümlü = ofiyolit dizisi:

- Sedimentler
- Yastıksı bazalt
- Levha dayklar
- Masif gabru
- ultramafik (manto)
- Koyu renkli
- Daha yoğun

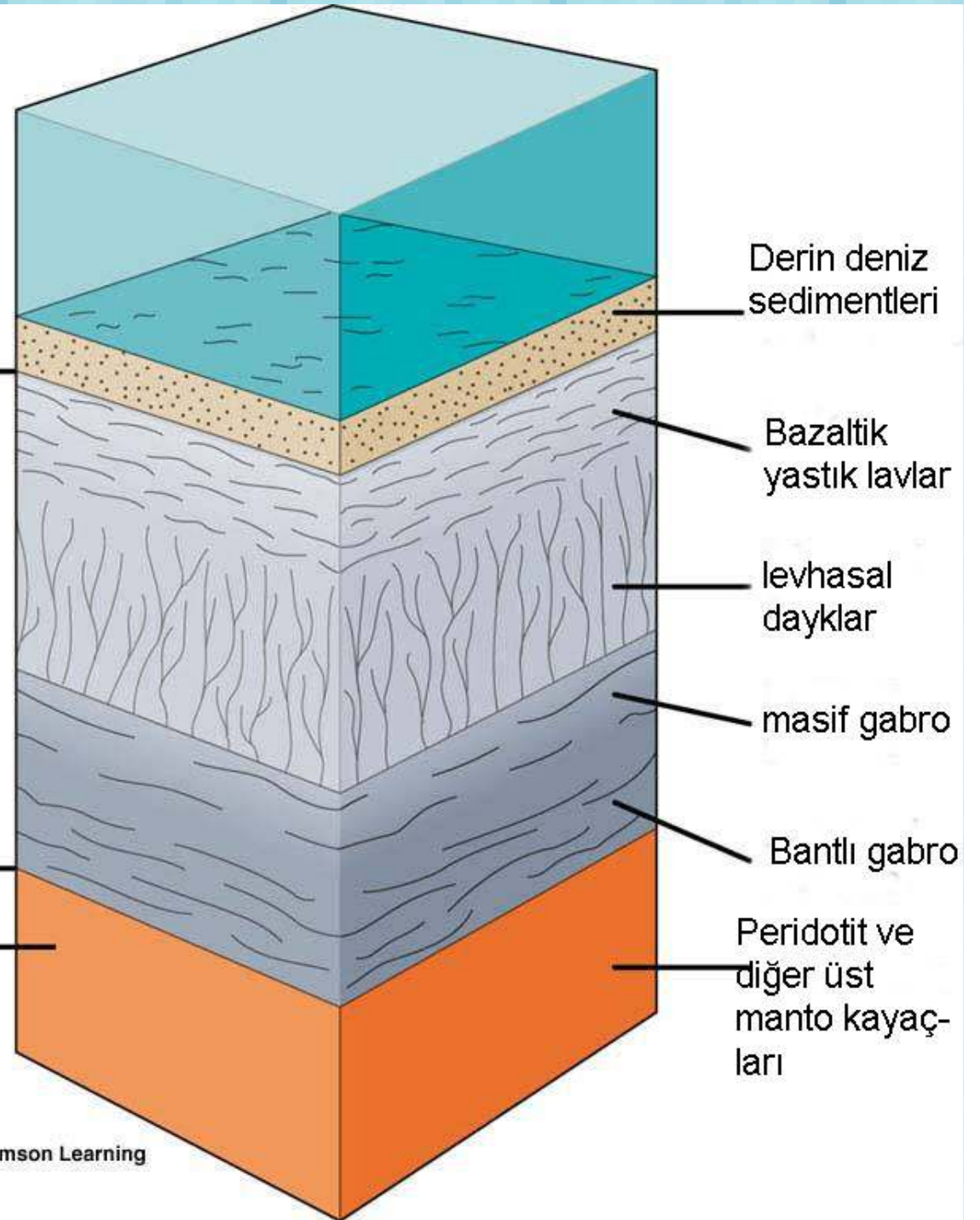




Okyanusal
kabuk

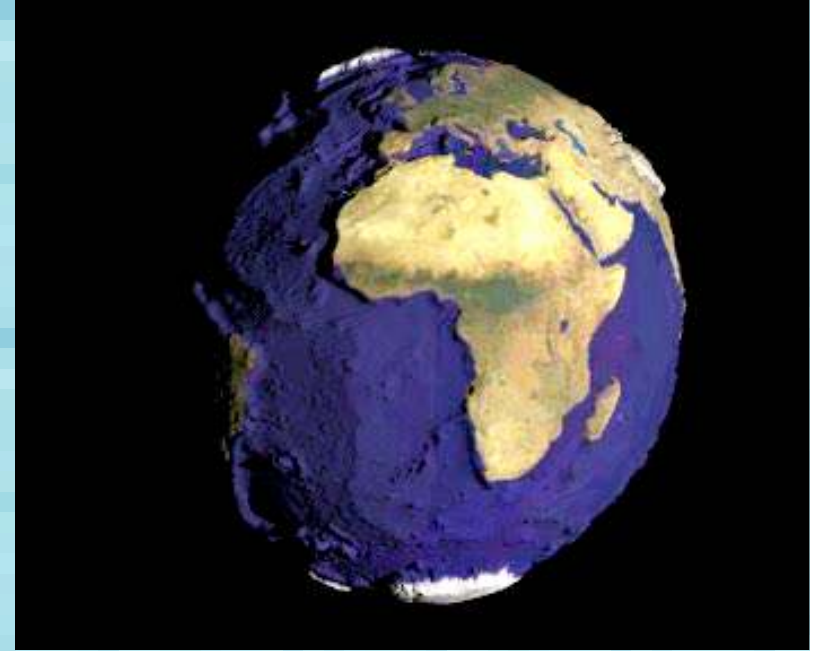
üst
manto

©2001 Brooks/Cole - Thomson Learning



Yer kabuğu

- Kıtasal Kabuk
- Oldukça değişken bileşimli
 - Ortalama olarak granodiyorit bileşimli
- Daha kalın
- Daha açık renkli
- Yoğunluğu daha düşüktür



Okyanusal ve kıtasal kabuğun karşılaştırılması

Okyanusal Kabuk (oceanic crust)

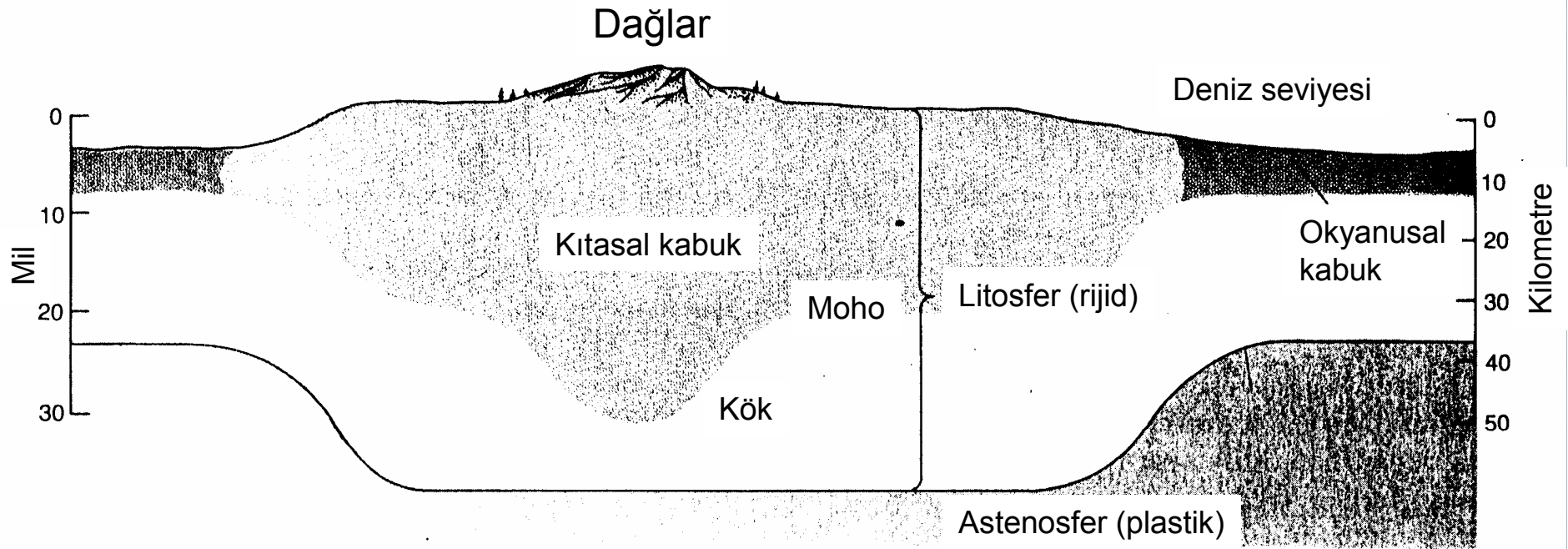
- Çoğunlukla bazalt bileşimlidir (Mg, Fe, O)
- Homojen bileşimlidir
- Yer kabuğunun %29'unu oluşturur
- Düşük kotludur
- Daha incedir (6-8 Km),
- Daha yoğundur (2,9-3 g/cm), and
- Kıtasal levhalardan daha gençtir (Maksimum yaş 200 my)

Kıtasal kabuk (Continental crust)

- Genellikle granitik bileşimlidir (Si, Al, O)
- Heterojen bileşimlidir
- Yer kabuğunun %71'ini oluşturur
- Yüksek kotludur
- Daha kalındır (30-60 Km),
- Daha az yoğundur (2.7 g/cm), and
- Okyanusal levhalardan çok daha yaşlıdır (Maksimum 4 milyar yıl)

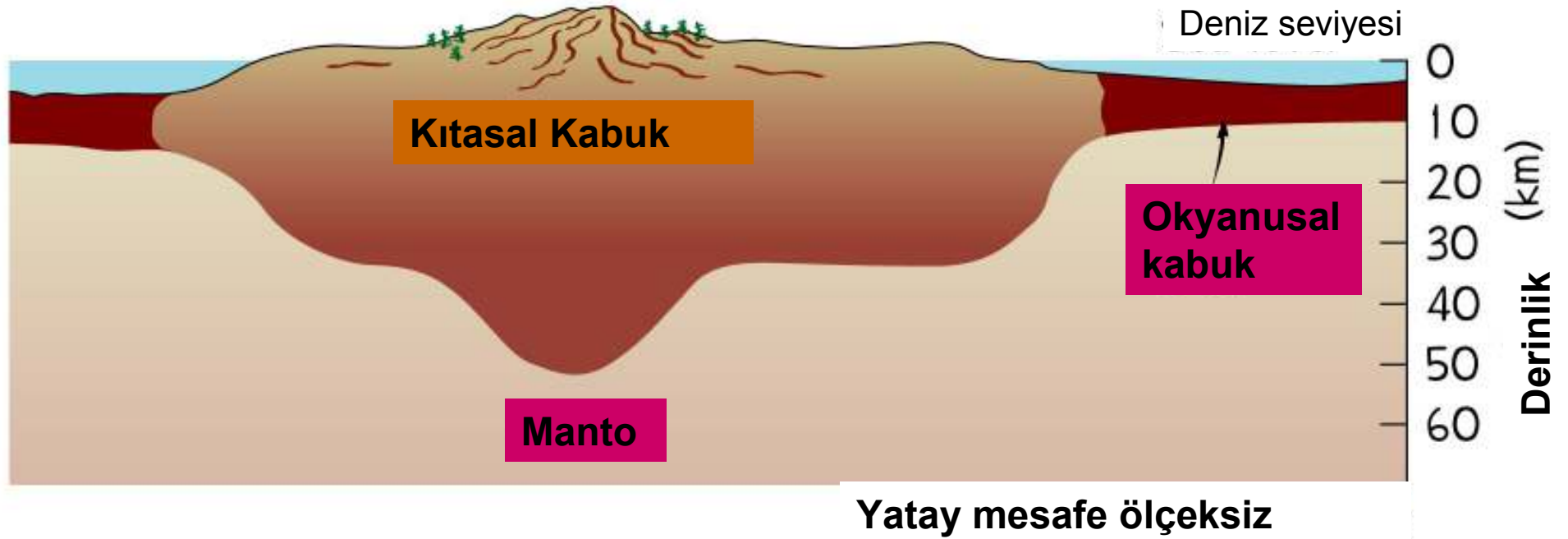
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

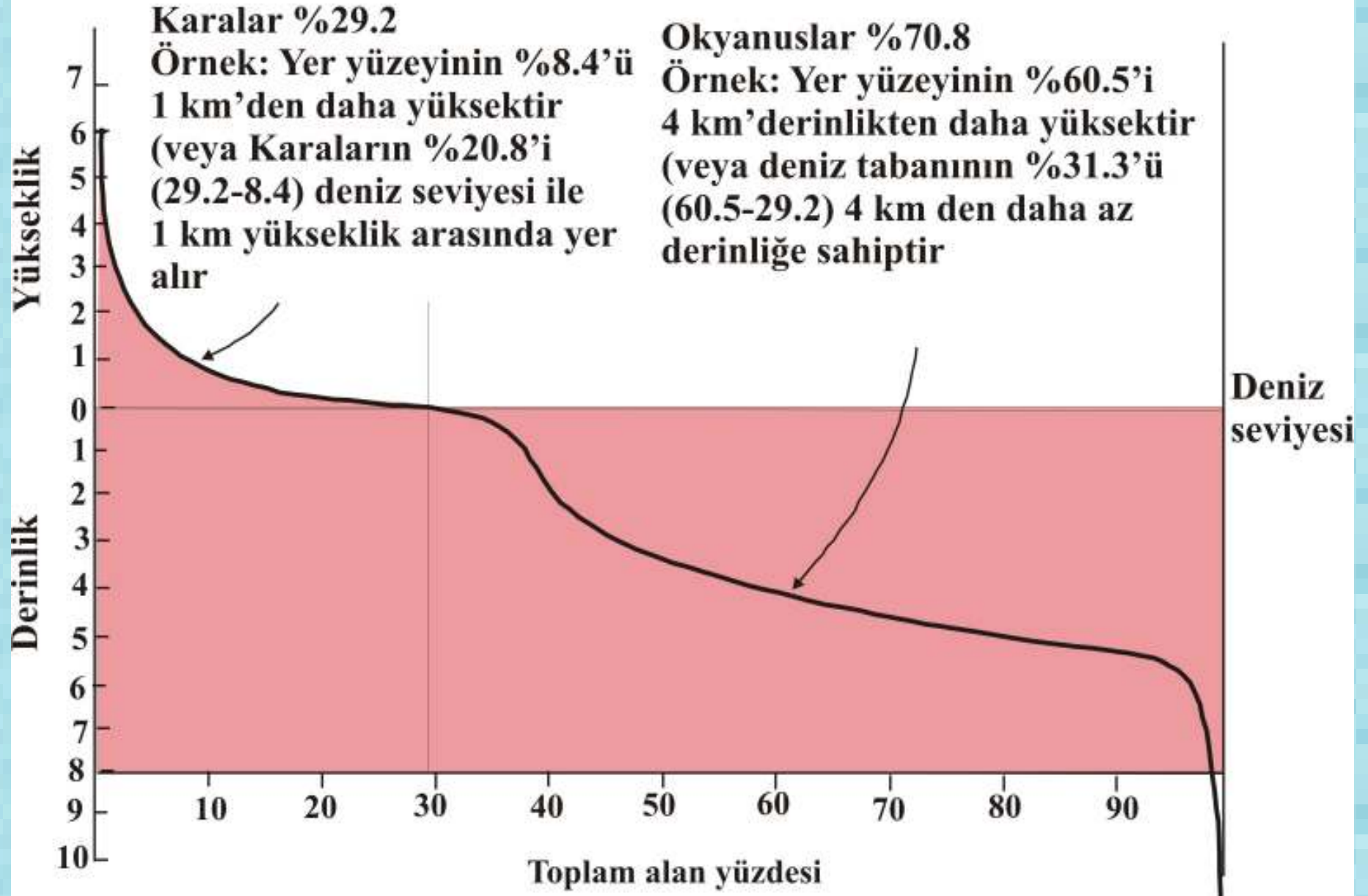


YERYUVARININ ÜST BÖLÜMÜNÜN YAPISI

Kıtasal kabuk okyanusal kabuktan daha az yoğundur

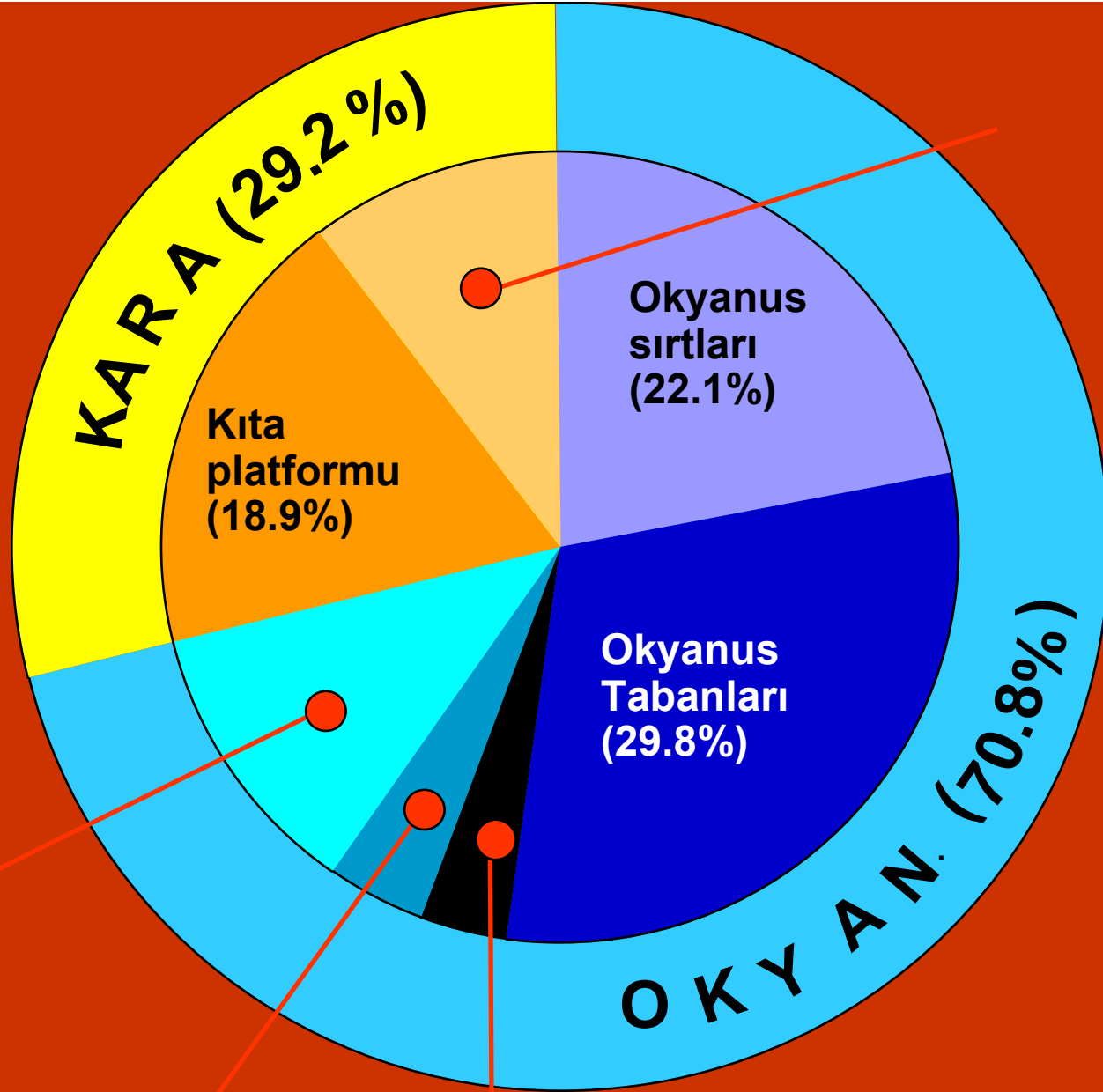


Kilometre



Yer yüzeyinin hipsometrik diyagramı. Eğri deniz seviyesine göre değişik yüksekliklerde bulunan karaların ve deniz tabanının görelî değerini vermektedir Press & Siever, 1982, s. 117

**Kıtasal
Dağlar
(10.3%)**



**Kıta yokuşu
(3.8%)**

**Ada yayları, hendekler
Guyotlar ve diğ. (3.7%)**

Yer içi

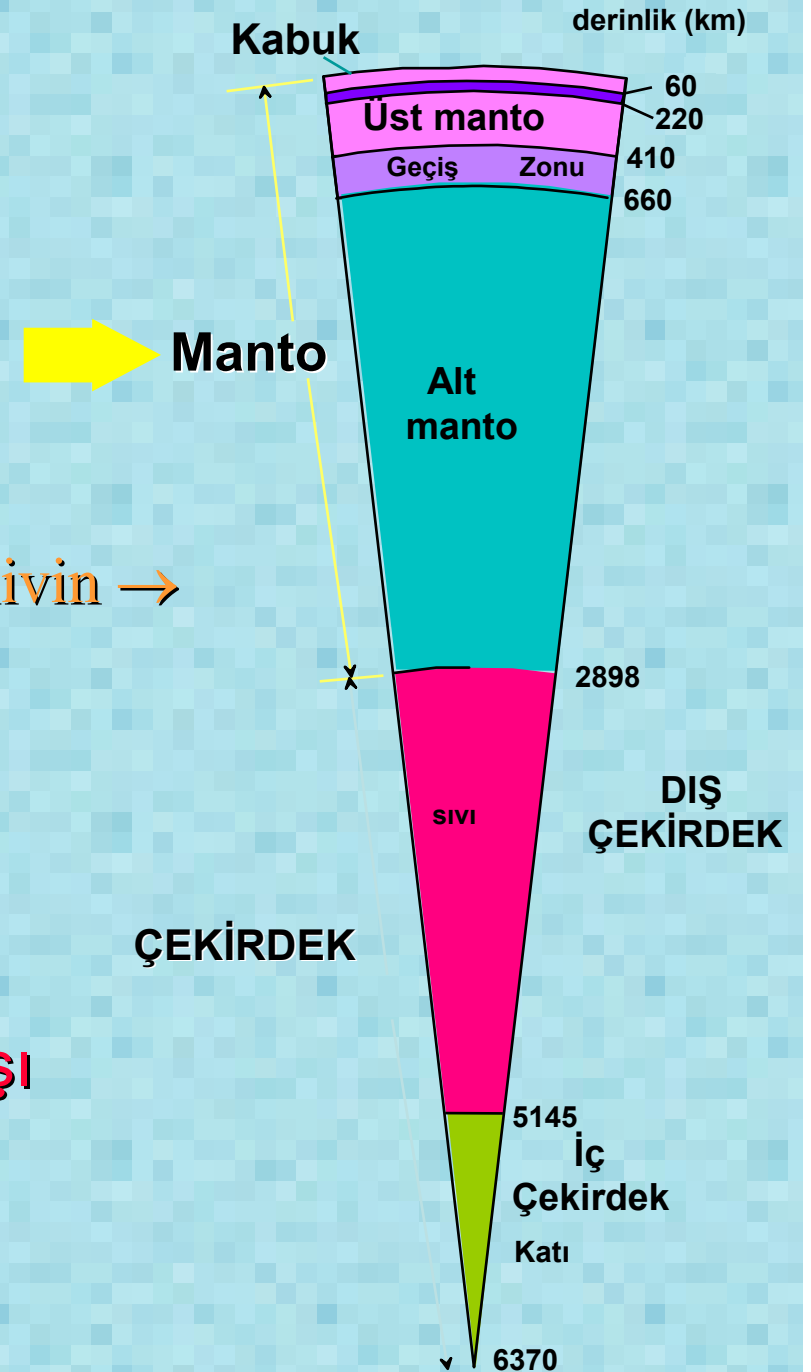
Manto:

Peridotit (ultramafik)

Üst Manto (0-410) Upper to 410 km (olivine → spinel) bileşimli

Geçiş zonu hız hızlı bir şekilde artar
Düşük hız bölümü 60-220 km

Alt Manto Dereceli bir şekilde hız artışı



JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

Manto (the mantle)

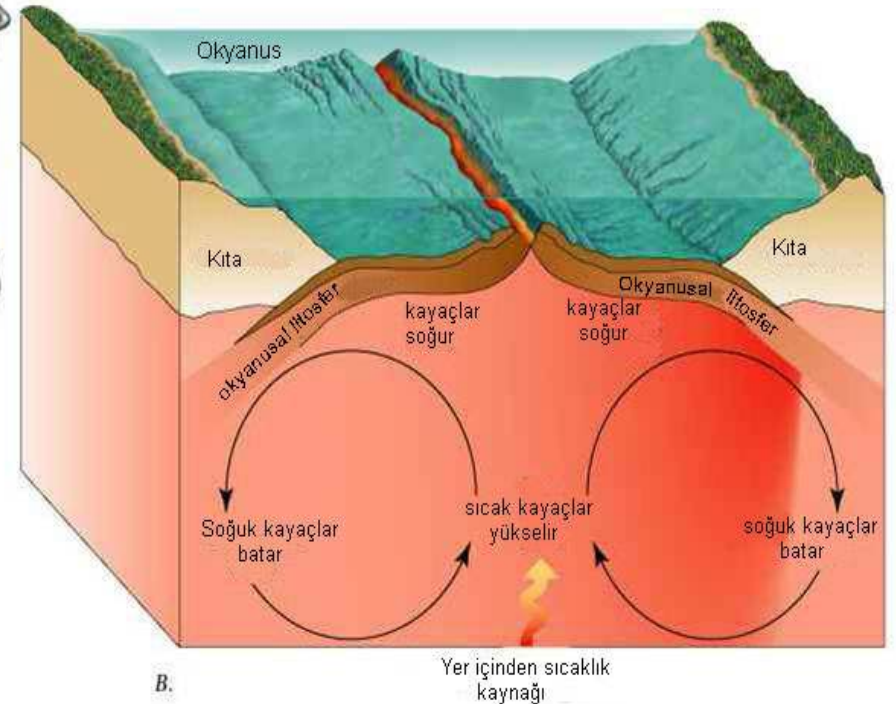
Sıcak demirce zengin silikatik
kayaçlardan yapılıdır

Manto kayaçlarının akıcılık
özellığı vardır

Manto kayaçlarının özelliğı
konveksiyona uygundur

Konveksiyonla sıcaklık
dolaşımı sağlanır

Levha tektoniğı manto
konveksiyonunun
yüzeydeki temsilcisidir



Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

Manto

2900 km kalınlığındadır

Sıcaklık 1800-2800 derece arasında değişir

Üst manto ve

Alt Manto

şeklinde iki bölüme ayrılır

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- **Üst Manto**
- Litosferin alt bölümü ile Astenosferi kapsar
- Düşük hız zonudur
- Levhaların kaymasını sağlayan akıcı bir özellik gösterir

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- **Alt Manto**
- Sınırı 400-670 km derinliğindedir
- Derinlikle basınç artar
- Daha yoğun mineralli bir yapıya sahiptir

Yer içi

Çekirdek (Core)

Fe-Ni metalik bileşimli

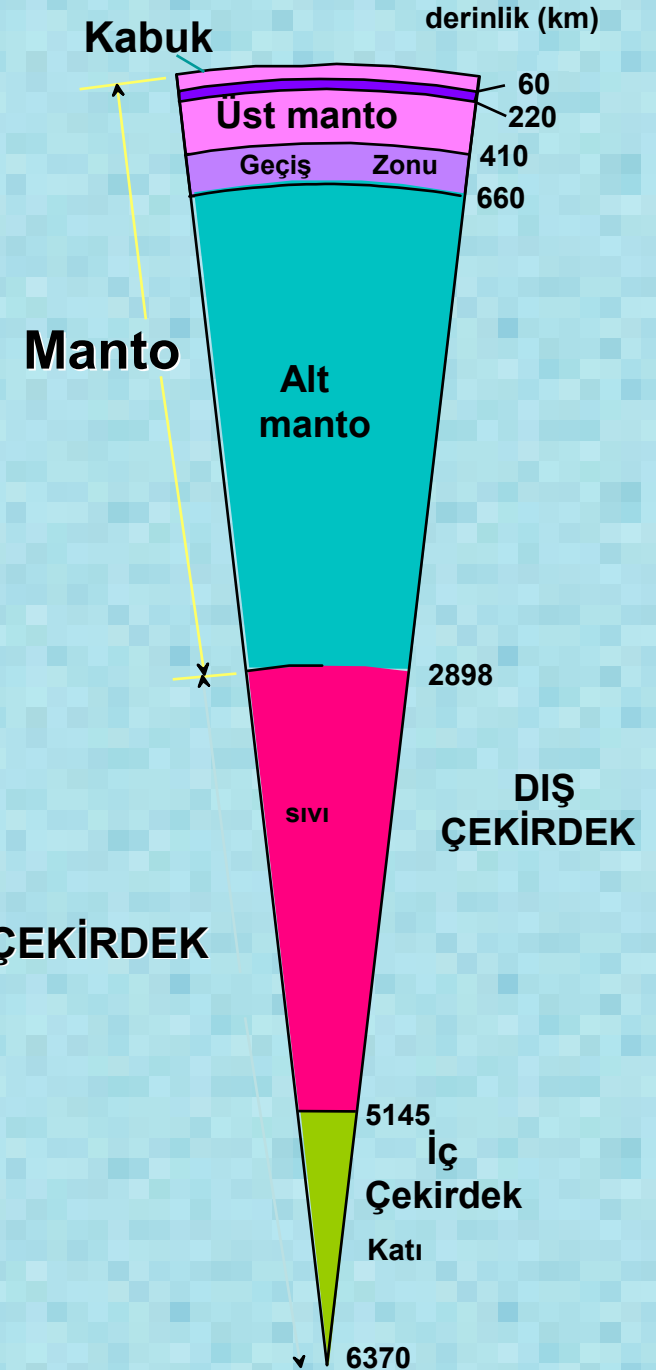
Dış ekirdek sıvıdır

• S-dalgalarını geçirmez

İ ekirdek katıdır

3500 km yarıçapına sahiptir

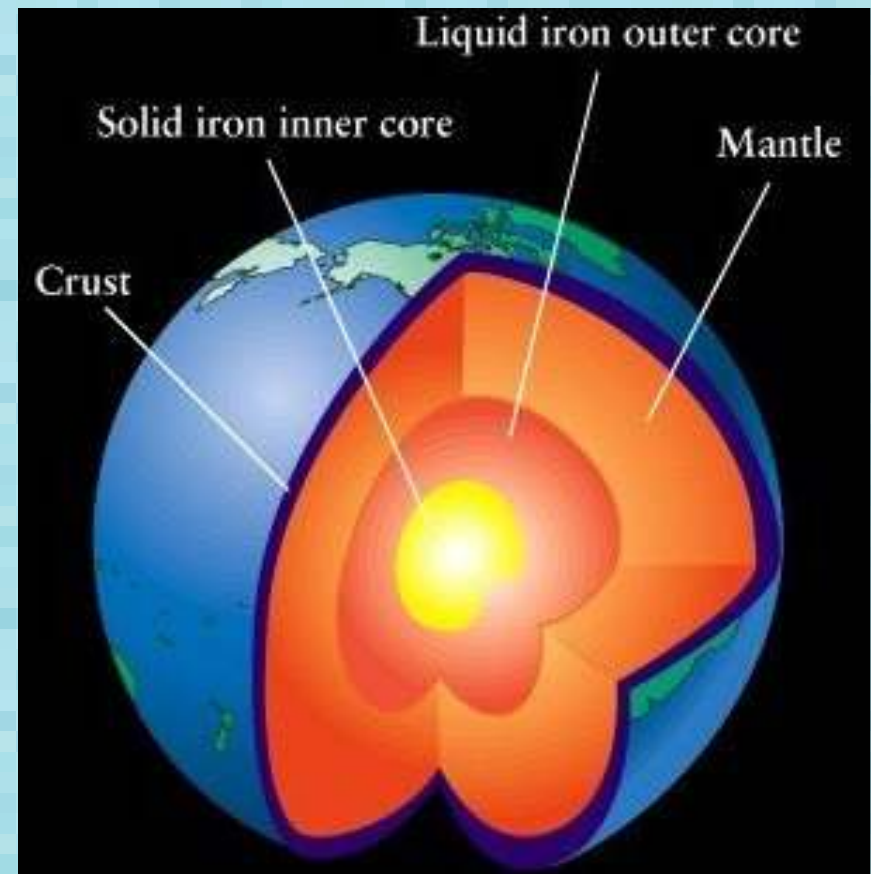
Sıcaklık 3000-5000 derece arasındadır



JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- İç çekirdek (Inner core) –
 - Katı haldedir ve
 - Demir-nikel kapsar



JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

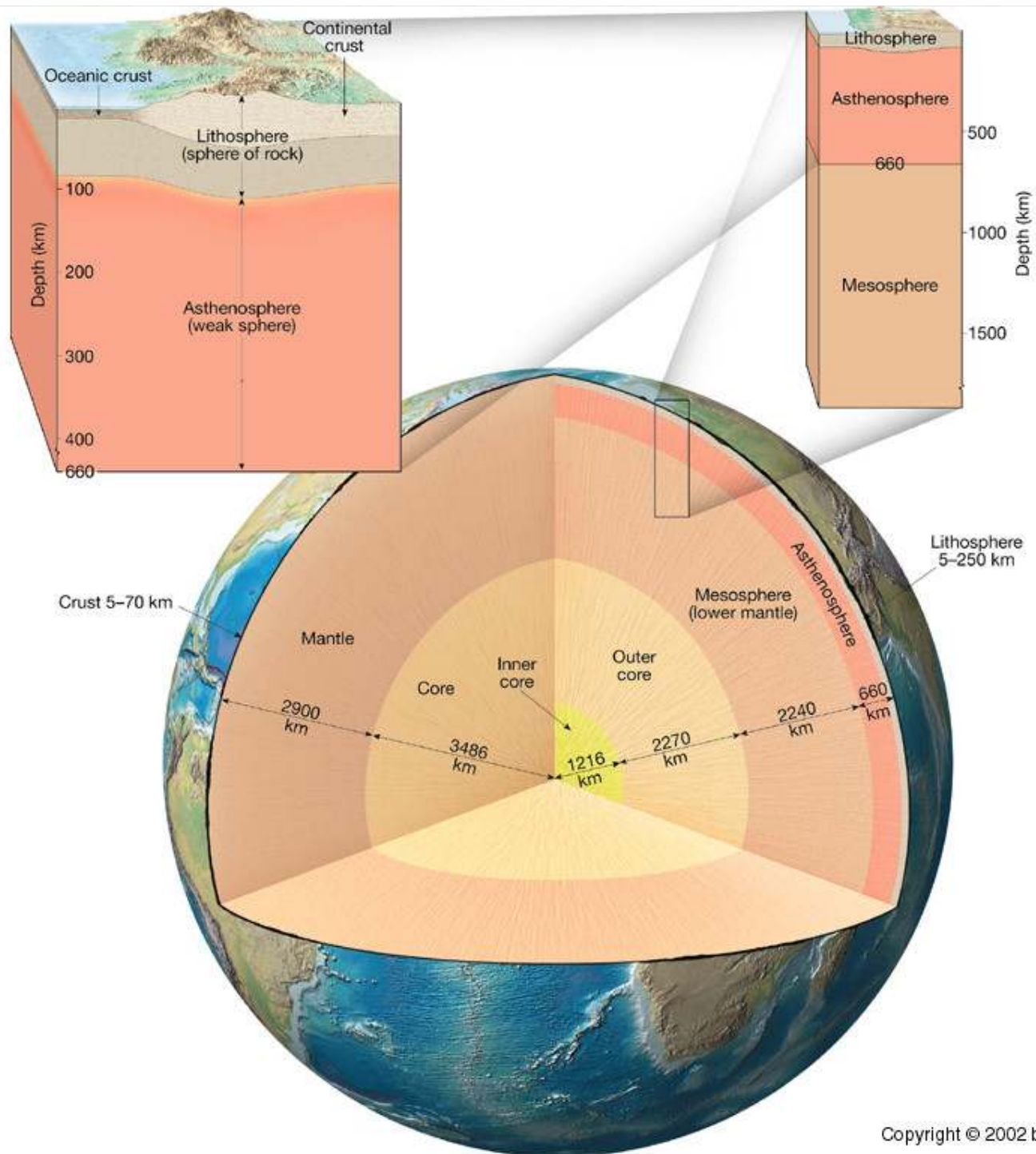
Doç.Dr. Yaşar EREN

Dış Çekirdek (The outer core)

- (Ergimiş haldeki Demir ve Nikel kapsar.
- Bu metallerin akışı yerin manyetik alanını oluşturur.
- Manyetik alan oluşturmak için
 - Elektriksel olarak geçirgen bir ortam
 - Daha hızlı dönme
- Aurora (kuzey kutup ışıkları).

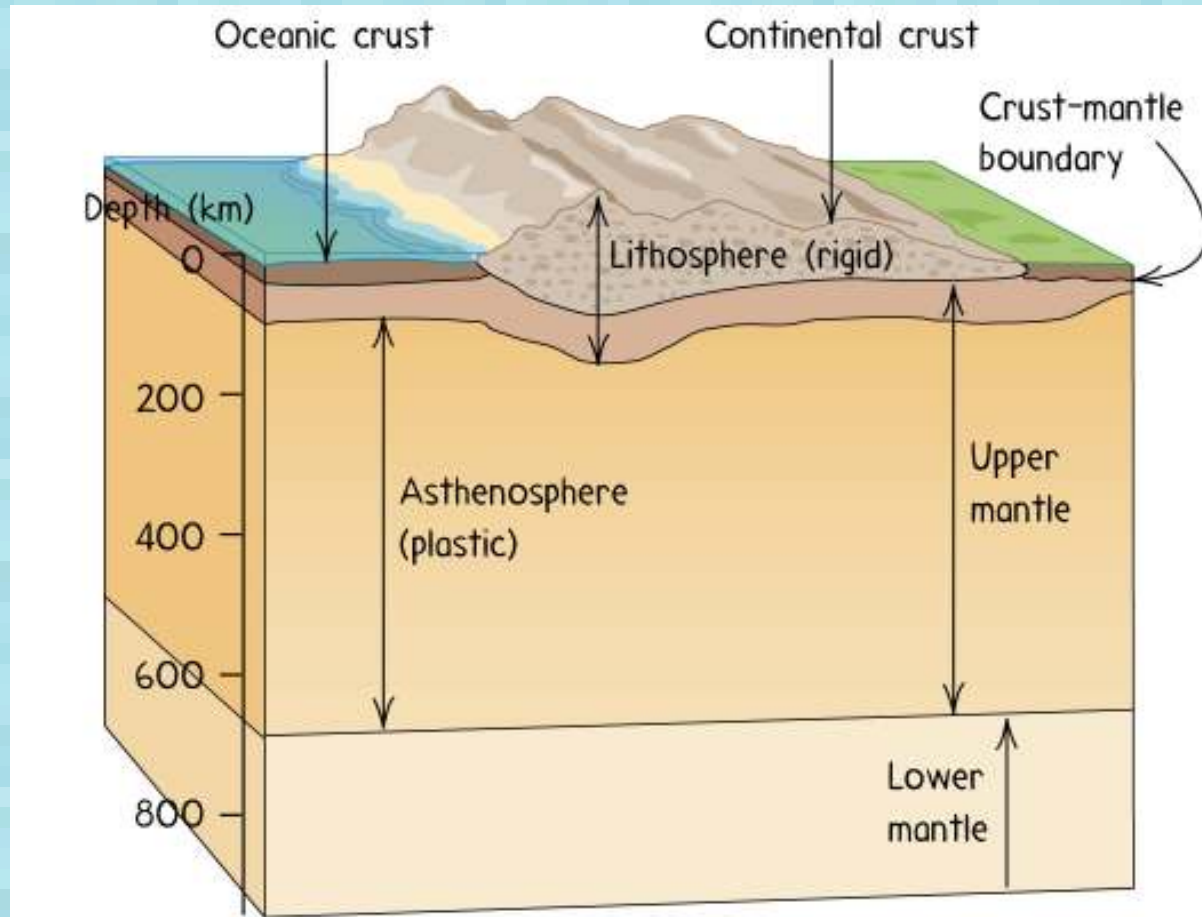
Yer iinin dinamik-mekanik bölümlendirmesi

- **Litosfer (taşküre):** Astenosferden daha dayanımlı, rijit özellikli katı kaylardan yapılı, gerilme etkisiyle kırılır, yüzme özelliğı
- **Astenosfer (ateşküre):** Sıcak, akıcı-plastik özellikli katman
- **Mezosfer:** Sıcak, yüksek basınçlı iç kesim
- **Çekirdek:** iç ve dış



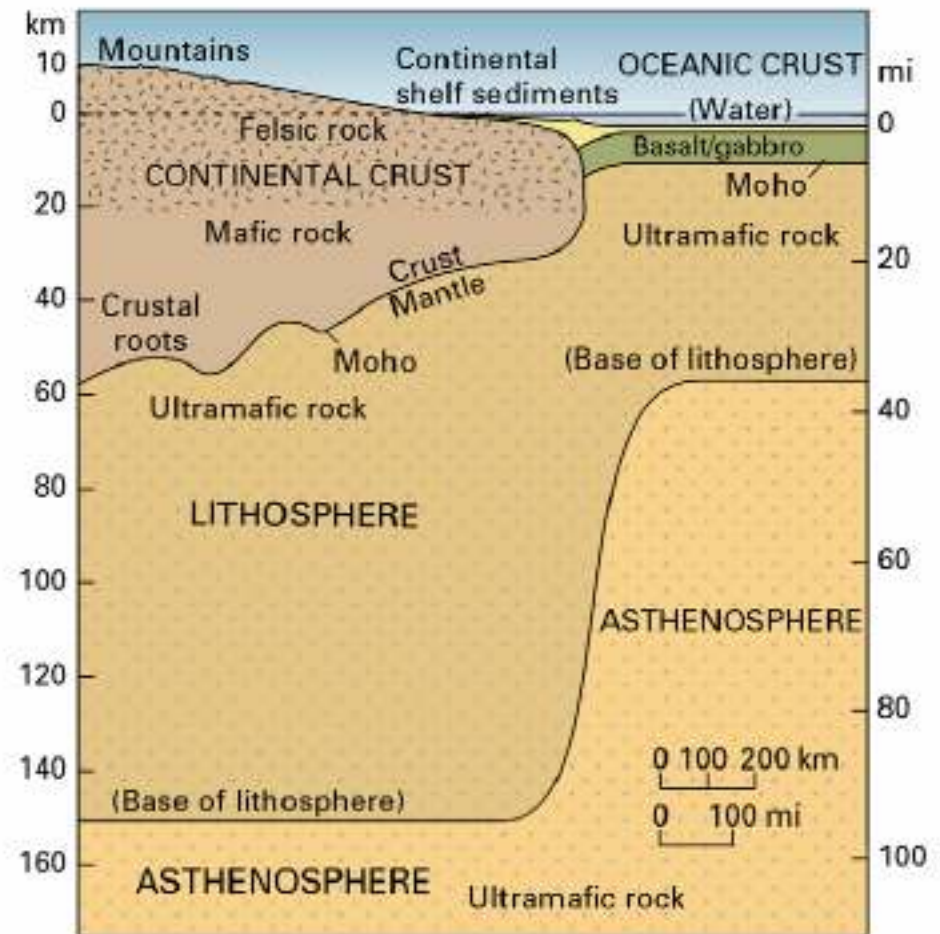
- yerin en dış katı kayalarından yapıları olan katmanıdır
- Yer kabuğunu ve mantonun en üst bölümünü kapsar
- görelî olarak daha soğuk ve rijit özellikli kayalardan yapılarıdır.

- Litosfer (taşküre-Lithosphere)

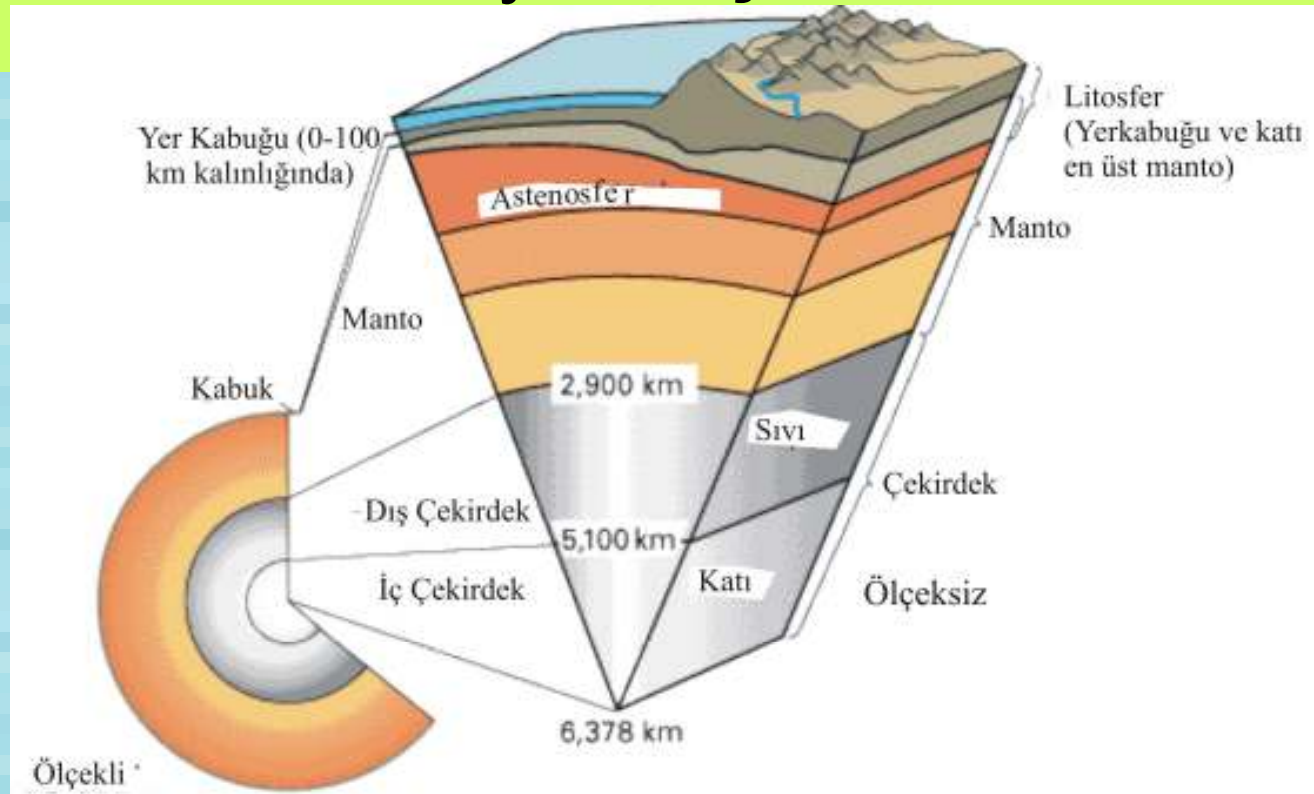


- 60-150 km kalınlıdır
- Kıtalar altında çok kalın, okyanuslar altında ise incedir
- Litosfer bir bütün değil 8 büyük ve birkaç daha küçük levha adı verilen bölünmüş parçalardan oluşur
- Litosferi oluşturan levhalar astenosfer üzerinde hareket eder

• Litosfer (taşküre-Lithosphere)



- **Astenosfer (ateşküre-asthenosphere)**
- Litosfer altında bulunur ve üst mantonun alt bölümünü oluşturur
- Düşük yoğunlukludur
- Plastik-akıcı özelliktedir (sıvı gibi değil-ağdalı)
- Sıcaklık 1400 dereceye ulaşır



JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

Yer katmanlanmasının kökeni

- Yeryuvarının katmanlı yapısı (derinlikle yoğunluğun artışı) farklılaşma adı verilen mekanizmayla gelişmiştir.
- Farklılaşma, başlangıçta homojen olarak dağılmış maddelerin yerçekimi etkisiyle yoğunluklarına göre ayrılmasıdır.
- Yeryuvarındaki manto ile çekirdek arasındaki başlangıçtaki farklılaşma gezegen oluşumunun birikme evresinde oluşmuştur. Çekirdek gezegen oluşumunun ilk evrelerinde (başlangıçtaki birikmeden 50 milyon yıl sonra) oluşmuştur.

Yer katmanlanmasının kökeni

- Litosferin oluşumu ise yeriçi boyunca sıcaklık değişimi ile açıklanmaktadır.
- Diğer bir yer katmanı ise yer kabuğudur. Yer kabuğu da granitik kabuk ile bazaltik kabuk olarak ikiye ayrılır.
- Yer kabuğu manto üzerinde bulunmaktadır. Dolayısıyla kabuğun kökeni mantodan (üst Mantodan) kaynaklanmış olmalıdır.
- Kıtasal kabuğun oluşumu da levha tektoniği kapsamındaki dalma-batma olayları ile açıklanabilir.
- Buna göre başlangıçta kıtasal kabuğun olmadığı, dalma batma olaylarıyla oluşan adayaylarının jeolojik zaman içinde çarpışmalarla birbirlerine eklenerek kıtasal kabuğu oluşturduğu kabul edilmektedir.

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

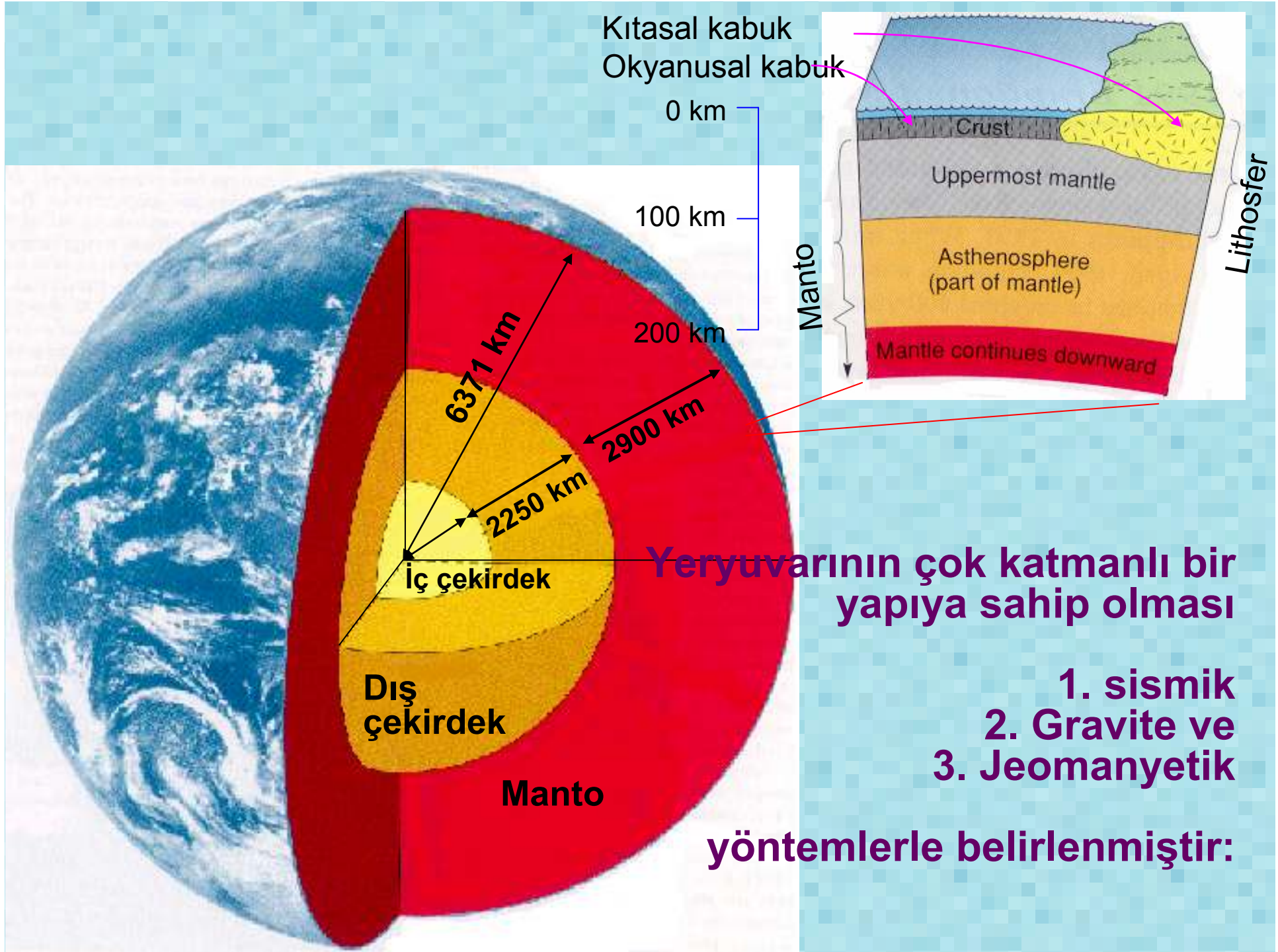
Yeryuvarının iç yapısı nasıl belirlenir?

- Sondaj
Kıtasal kabuk üzerinde en derin sondaj 12.2 km Kola bölgesi-Rusya
Sondaj çalışmaları 15 yıl
- Okyanusal kabuk üzerinde 2.2 km Doğu Pasifik
 - Sondaj çalışmaları 10 yıl
- Bulguların çoğu Jeofizik çalışmalarıyla belirlenmiştir
 - Jeofizik temel olarak yerinin uzaktan algılanmasıdır
 - Bu uzaktan algılama çalışmaları
- Sismik (deprem dalgaları) – Depremler tarafından oluşturulan dalgalar
- Manyetik alan çalışmaları
- Gravite ve
- Sıcaklık çalışmalarıdır

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- 1906'da Robert Oldham sismik dalgaları yerin iç yapısını ortaya koymak için ilk olarak kullanmıştır
- Andrija Mohorovicic 1909'da kabuk ve manto arasındaki kendi adıyla anılan "Moho süreksizliğini" belirlemiştir
- 1912 yılında Beno Gutenberg çekirdeğe kadar olan derinliği belirlemiştir
- 1926 yılında Sir Harold Jeffreys Dış çekirdeğin sıvı halinde olduğunu ortaya koymuştur
- 1936 yılında Inge Lehman katı iç çekirdeği bulmuştur



JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

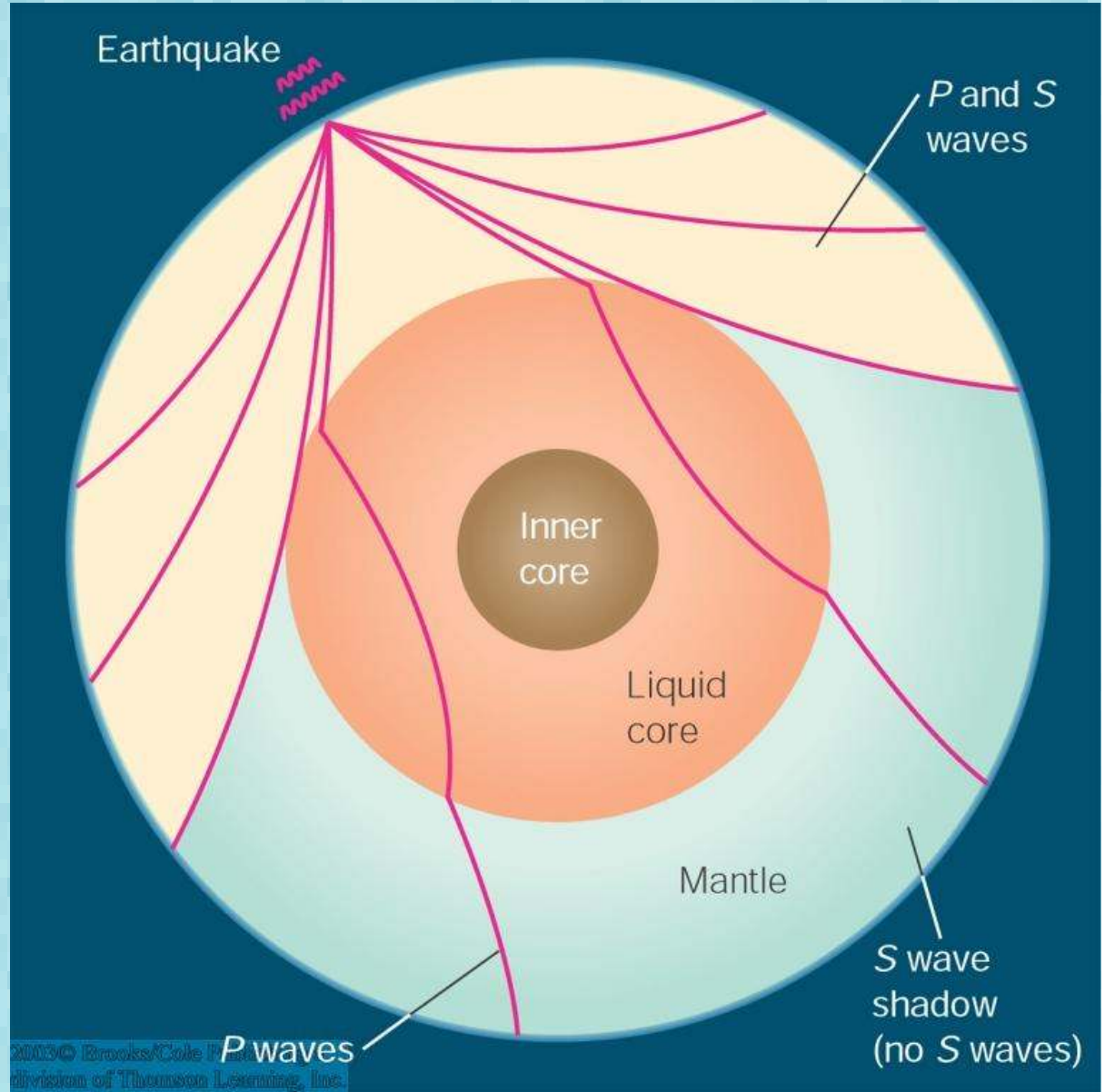
Doç.Dr. Yaşar EREN

Yer içinin doğrudan incelenmesi (sondajla) mümkün değildir.

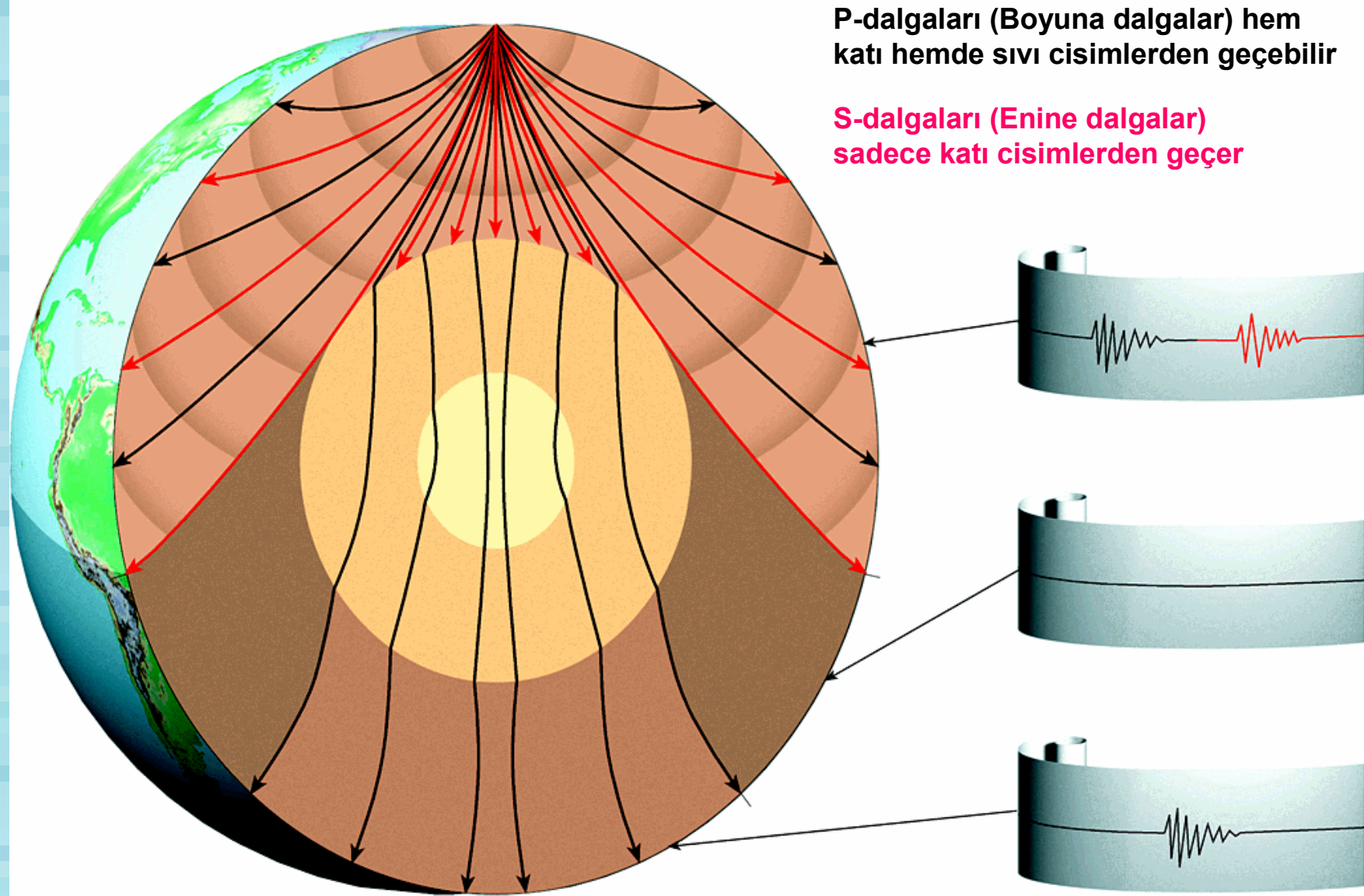
Depremler sismik dalgalar oluşturur

Yeriçi bu sismik dalgalarla incelenebilir

Sismik dalgalar farklı maddelerden veya farklı sıcaklığa veya yoğunluğa sahip ortamların geçişinde bükülür veya sıçrama yapar



Sismik dalgaların yeriçi boyunca yayılımı

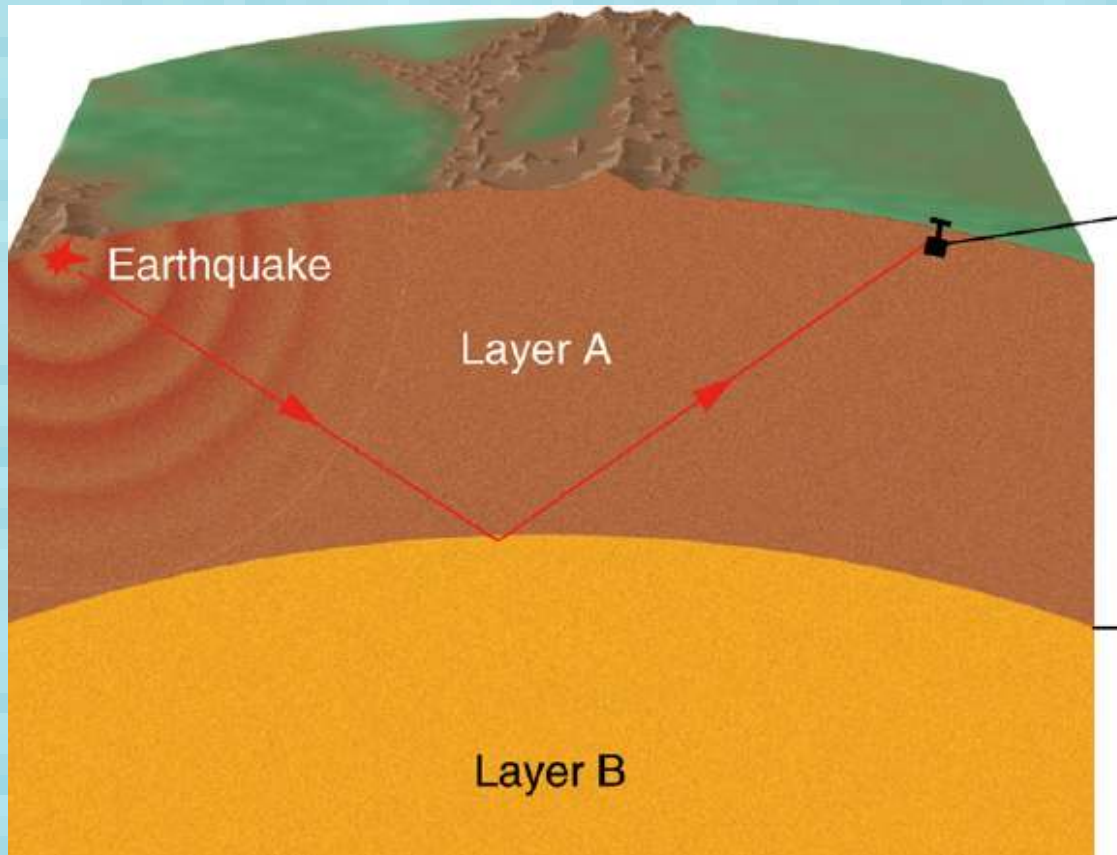


JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- Sismik yansımada

- Değişik yoğunluğa sahip kayaç sınırlarında sismik enerjinin yüzeye dönmesidir
- Depremden sonra geçen zaman kullanılarak sınırın derinliği bulunur

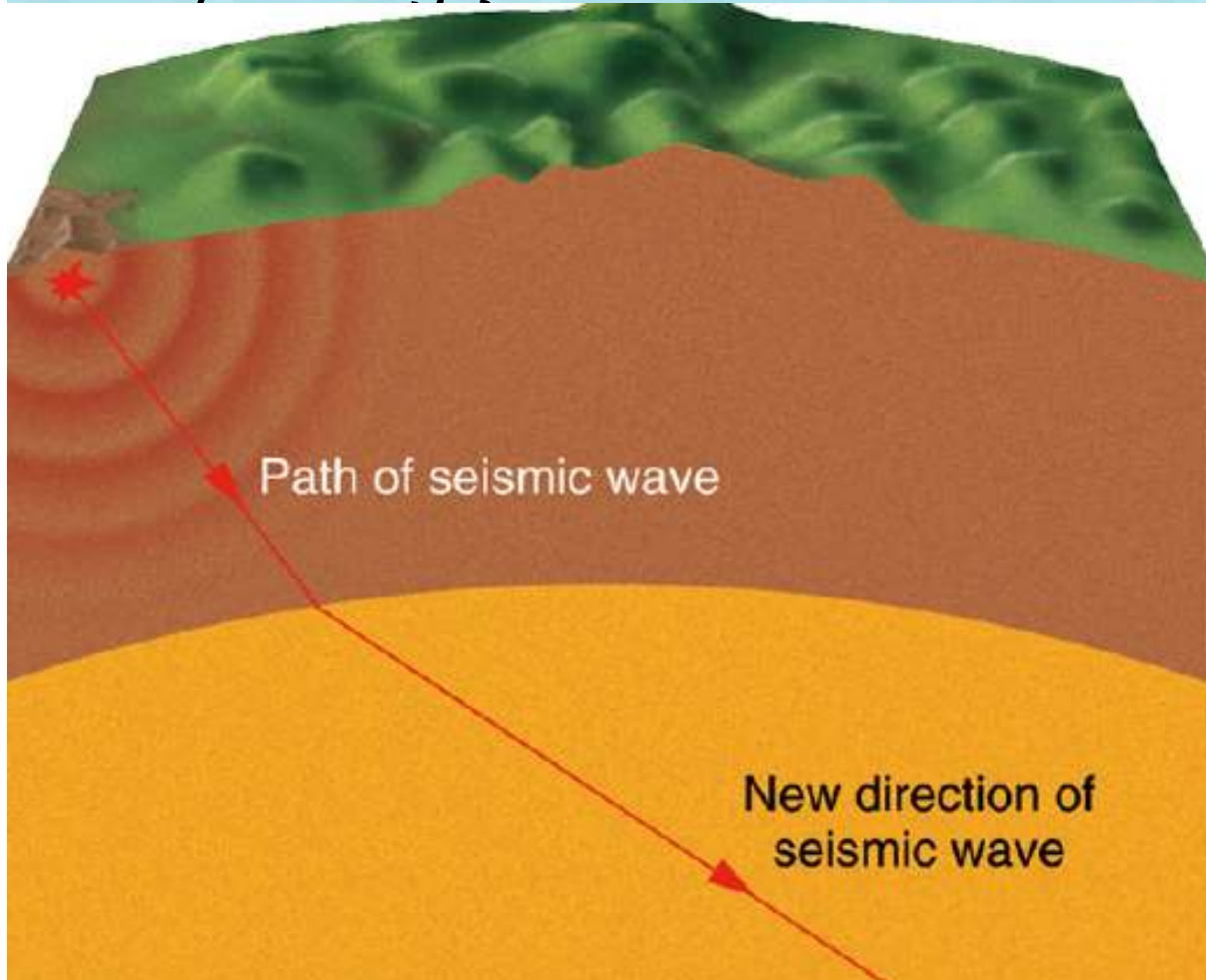


JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

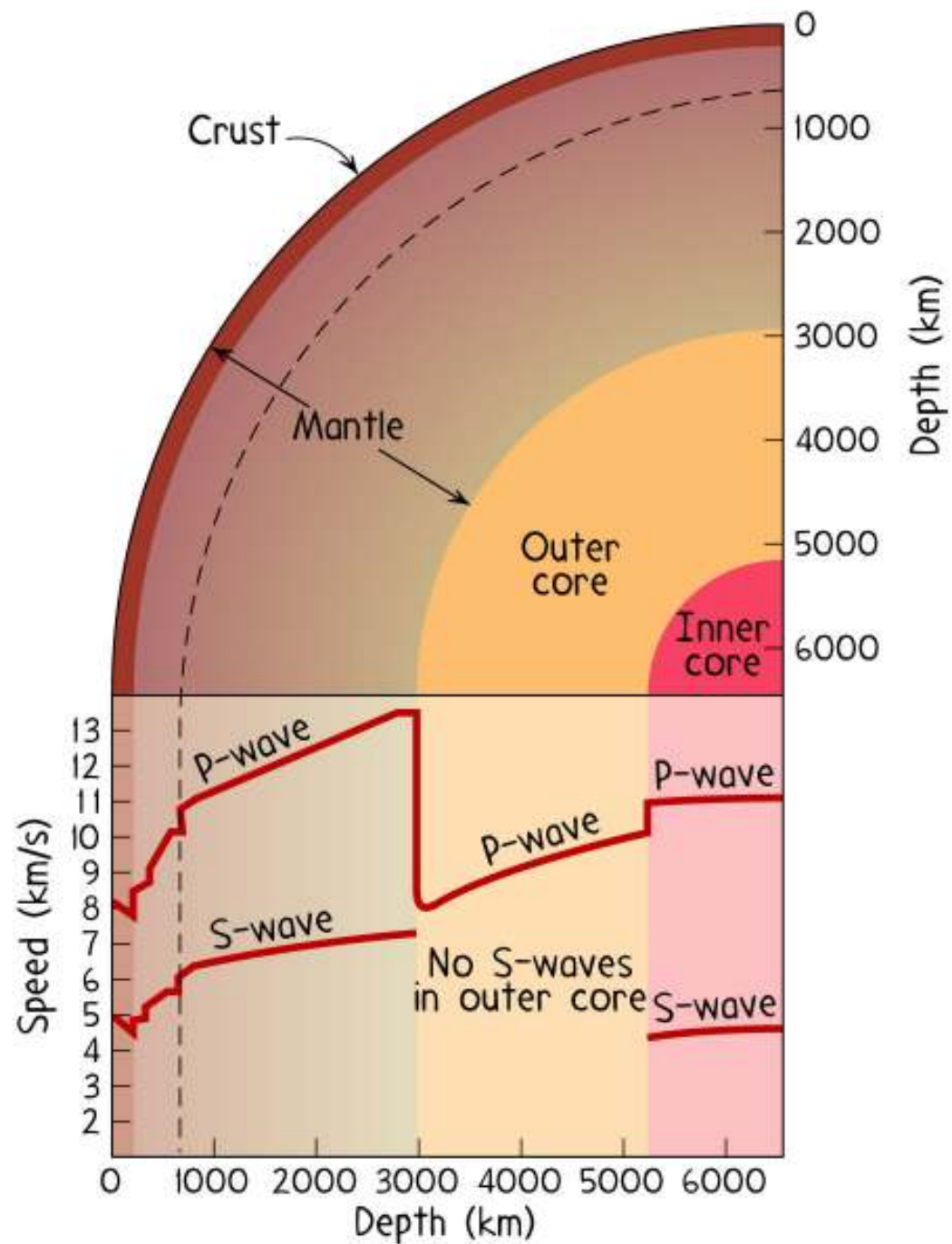
- Sismik Kırılma

- Sismik dalgaların bir kayacıdan diğetine geçerken yön değıştirmesidir



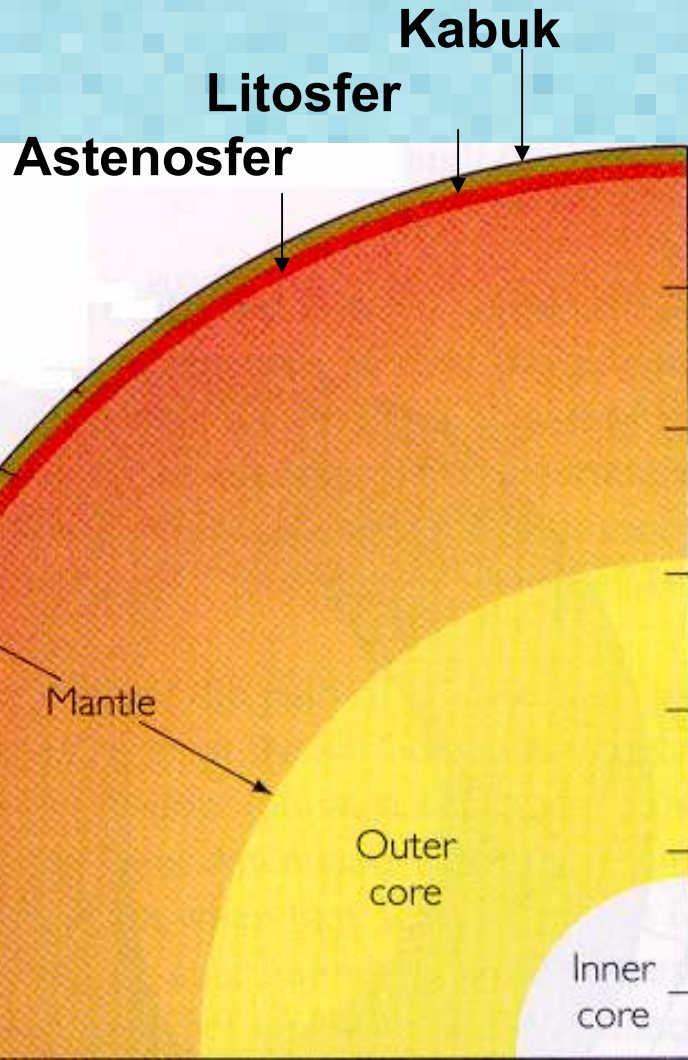
Sismik dalgaların yavaş hareket ettiğı Katman (düşük- hız katmanı)

Sismik dalgaların hızlı hareket ettiğı Katman (yüksek- hız katmanı)

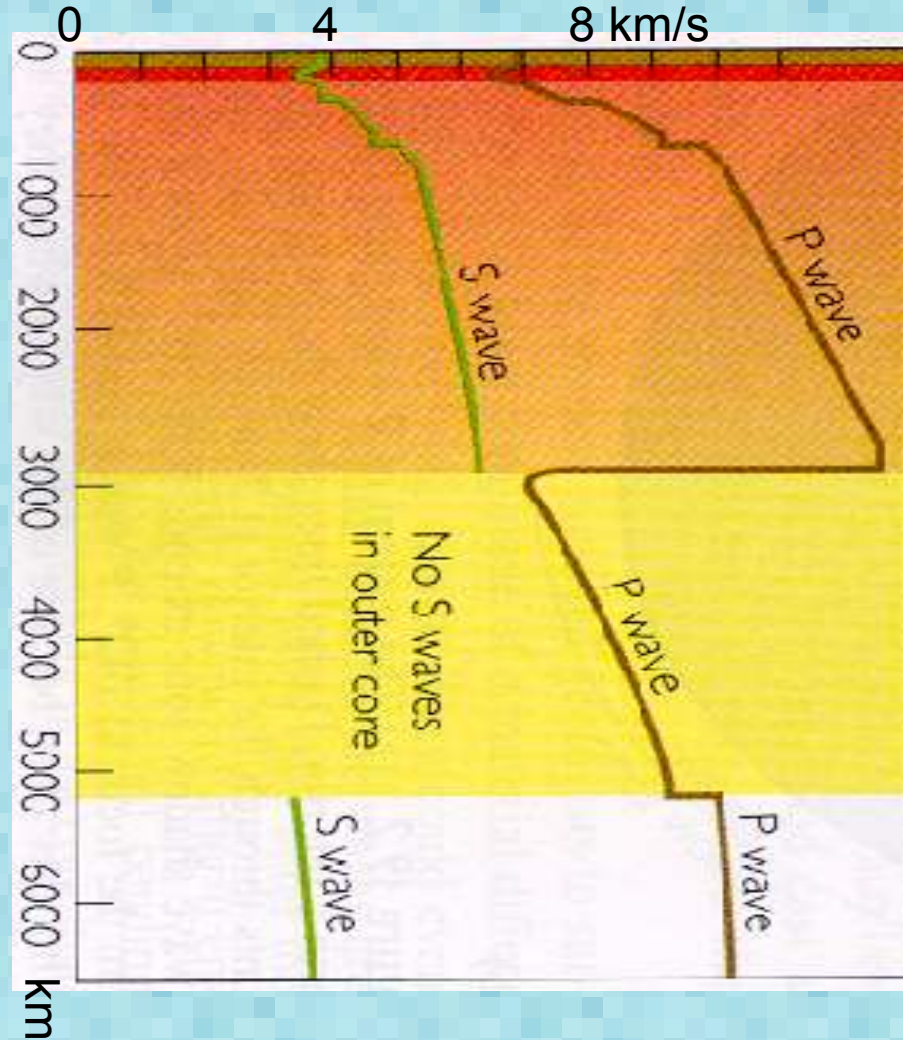


JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

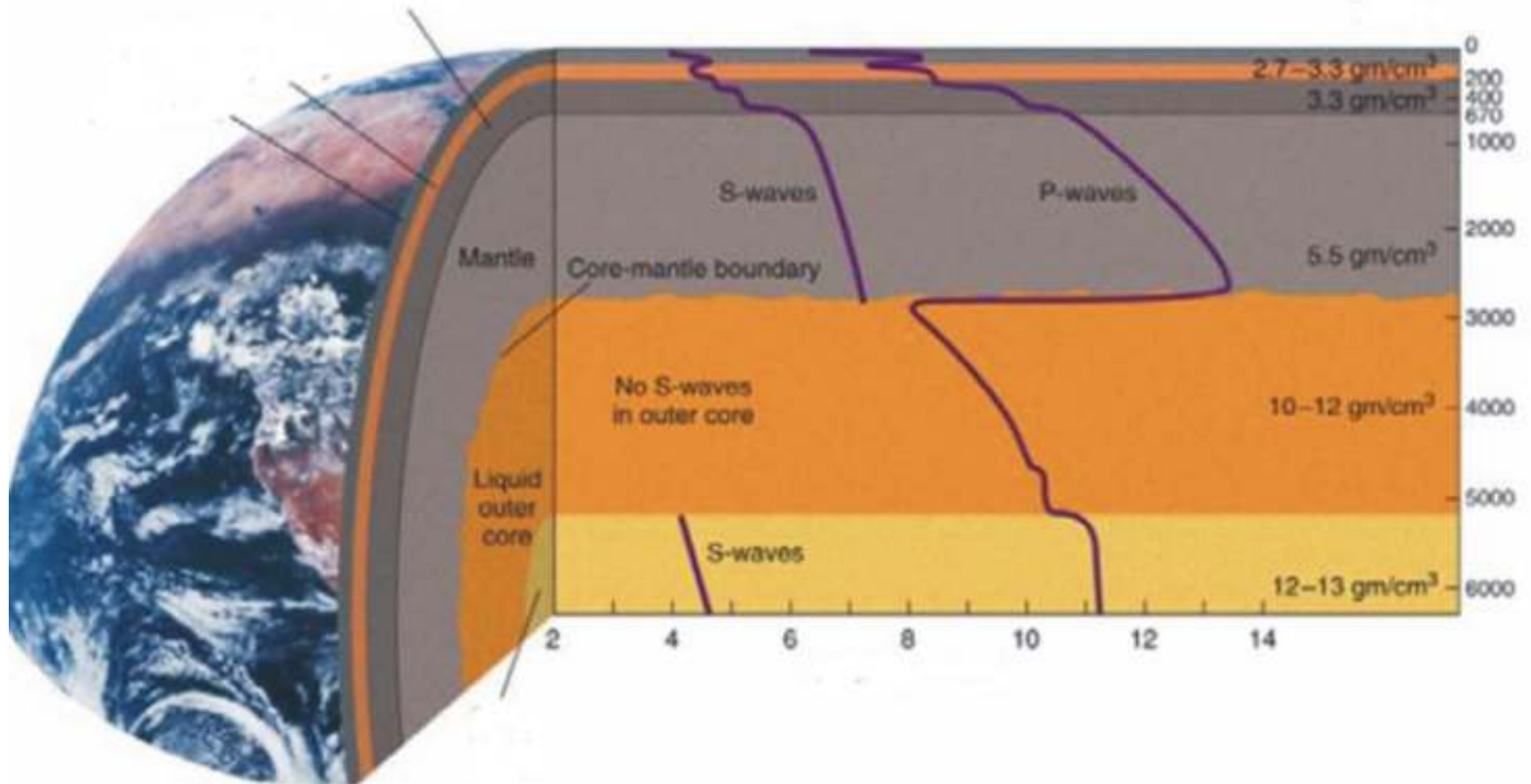


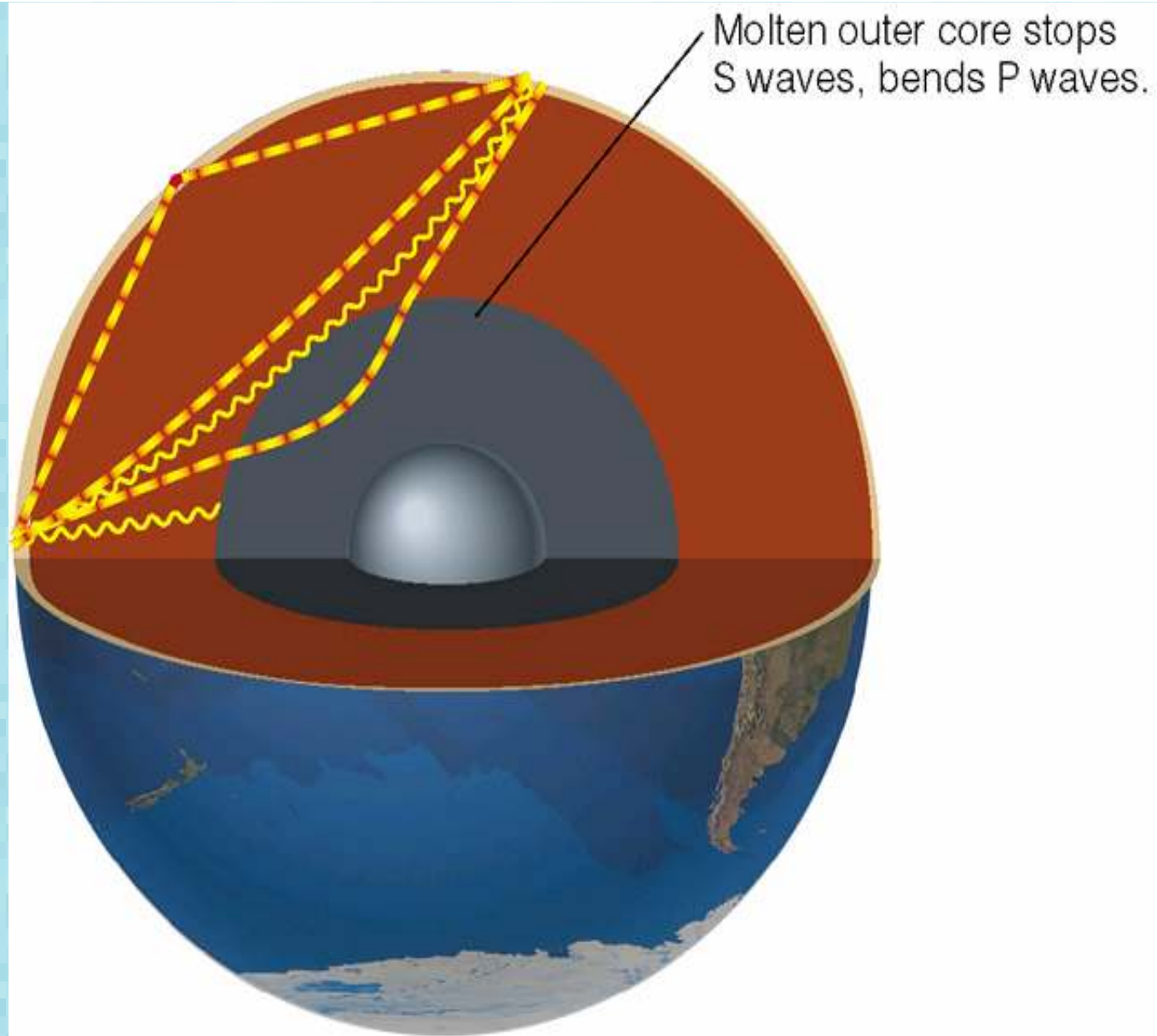
Sismik dalga hızı

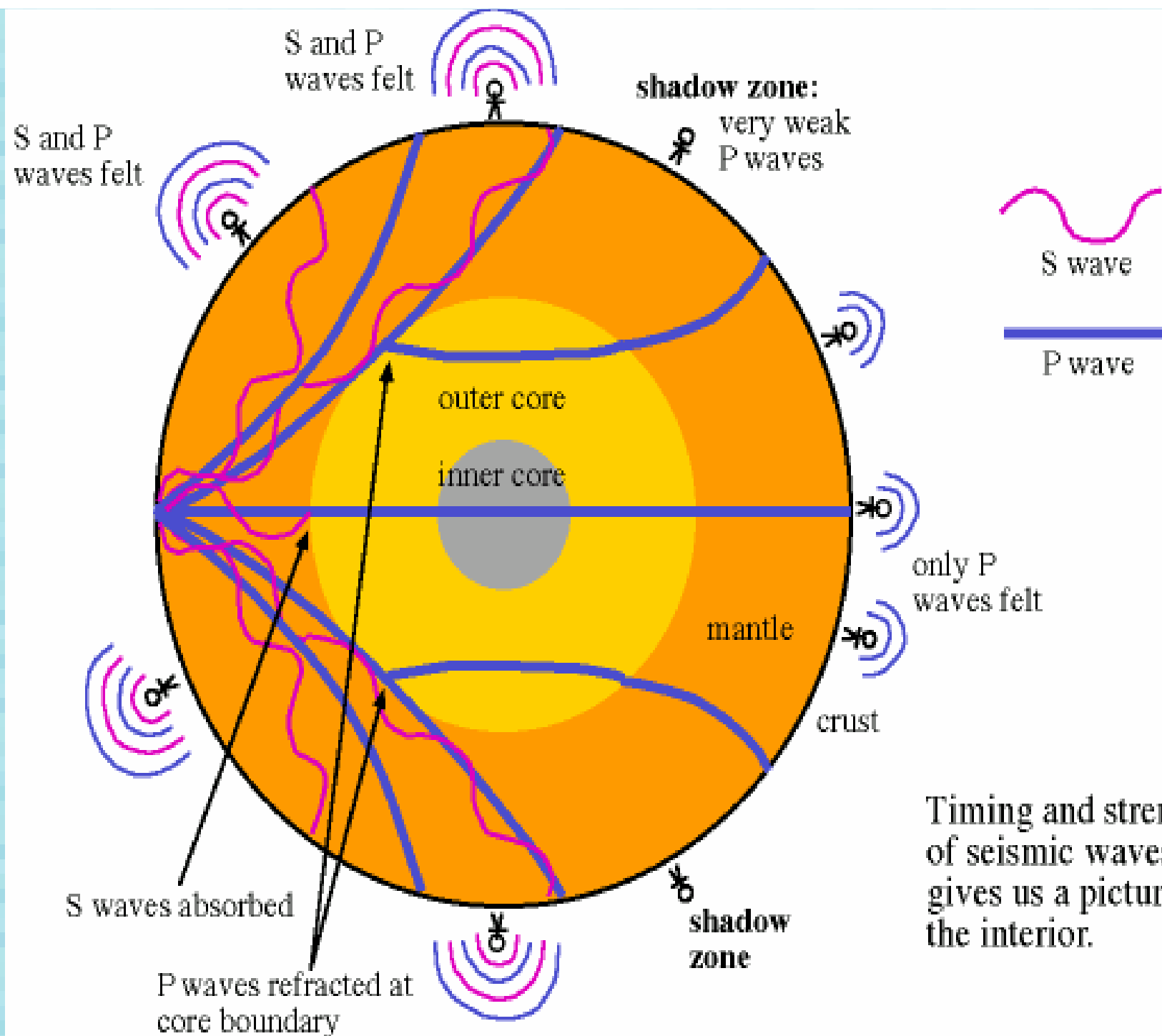


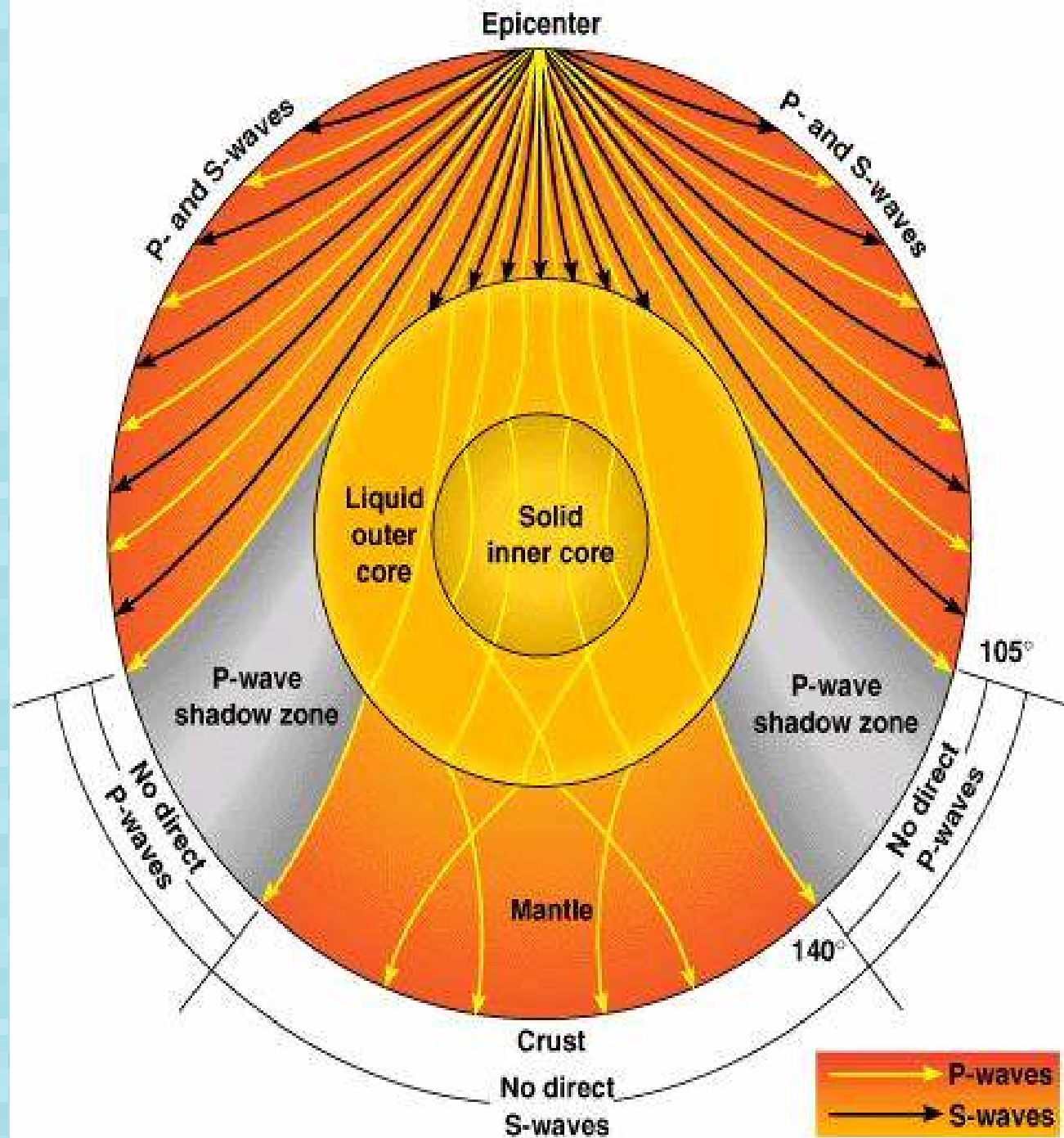
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN









Yer içindeki ısı kaynakları

1. Dünyanın ilk evrelerindeki birikme ve farklılaşmasından kalan ısı
 - Başlangıçtaki birikme, Çekirdek oluşumu, çekirdek katılaşması
 - Halen yavaş yavaş yüzeye ulaşmaktadır

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

2. Stabil olmayan elementlerin radyoaktif bozunmasıyla ortaya çıkan ısı

^{238}U

^{235}U

^{232}Th

^{40}K

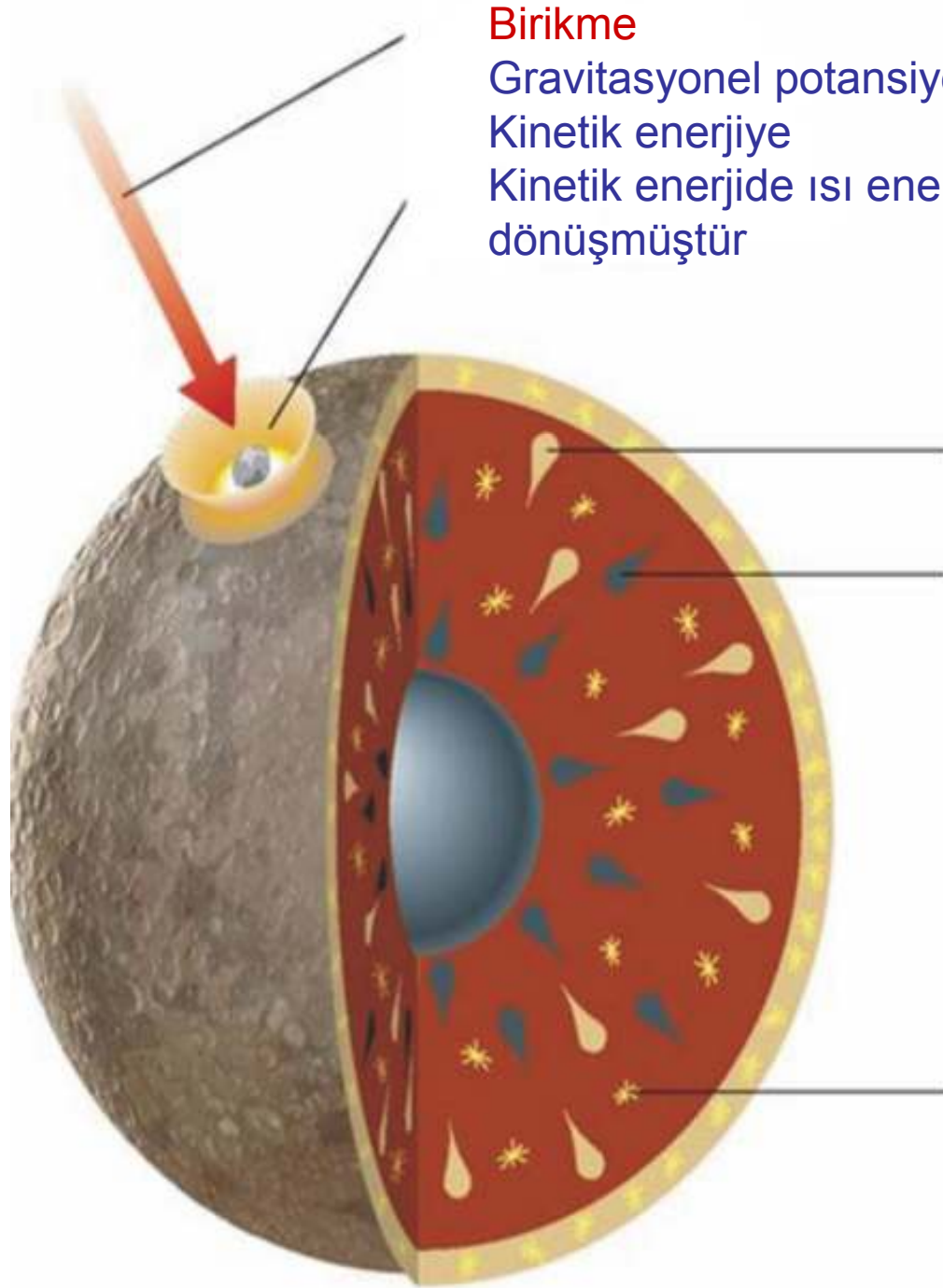
^{87}Rb

Dünyanın ısı üretiminin % 50'sini oluşturur

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

3. Gel-git olaylarının oluşturduğu deformasyondan kaynaklanan ısı (küçük)



Birikme

Gravitasyonel potansiyel enerji
Kinetik enerjiye
Kinetik enerjide ısı enerjisine
dönüşmüştür

Farklılaşma

Az yoğun maddeler yukarıya
Daha yoğun maddeler çekirdeğe
Doğru hareket eder
Gravitasyonel potansiyel enerji
Isı enerjisine dönüşür

Radyoaktif bozunma

Çekirdekte bulunan
Kütle enerjisi ısı
Enerjisine dönüşür

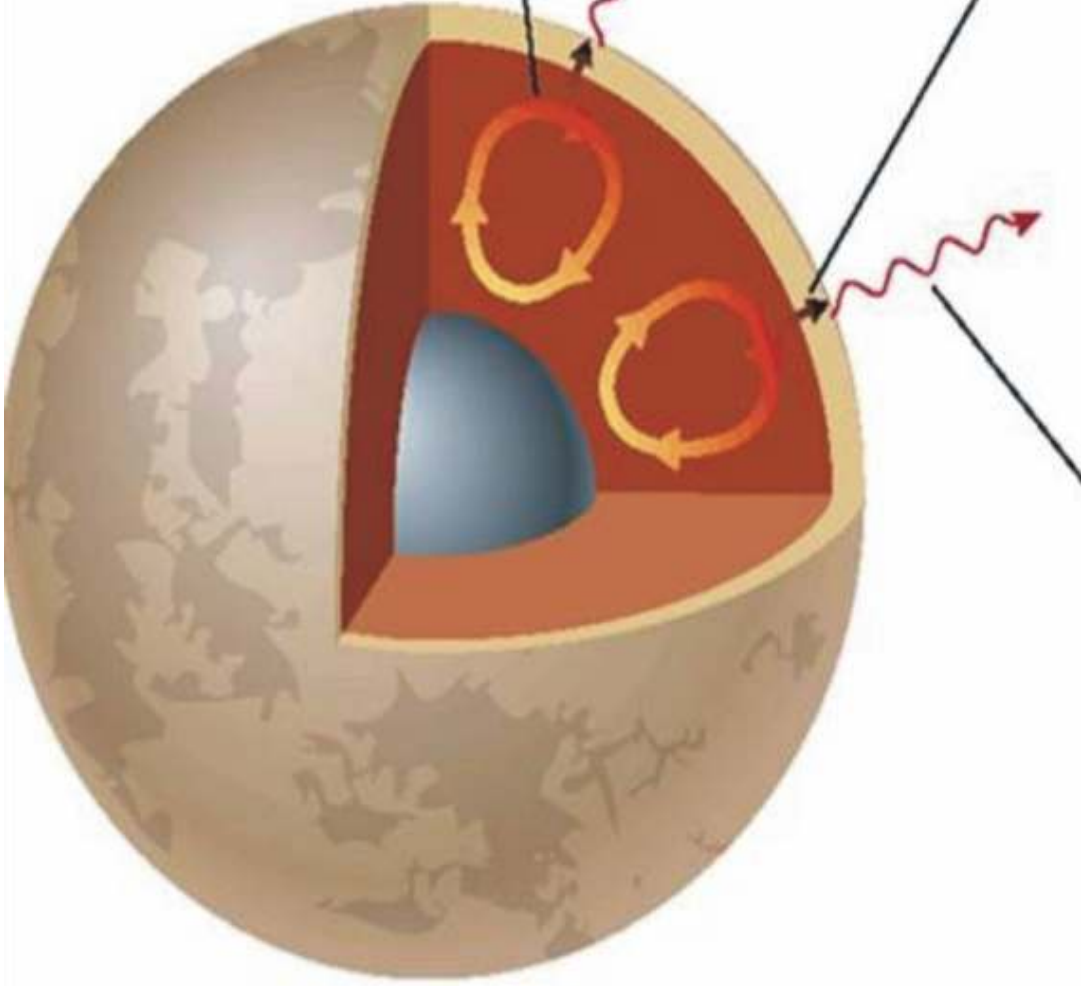
Yer içinden Isı transferi

Sıcaklık yer içinden dışa doğru aşağıdaki mekanizmalarla taşınır

1. Radyasyon
2. Adveksiyon
3. İletme
4. Konveksiyon

1-Konveksiyon

Bir manto konveksiyon
Hücrelerinde sıcak kayalar yükselir
Soğuyan kayalar alçalır



2-İletme (kondüksiyon)

Konveksiyon ısıyı litosfer
Tabanına getirdiğinde, iletkenlikle
Isı rijid litosfer boyunca yüzeye taşınır

3-Radyasyon

Yüzeyde enerji uzaya yayılır

4-Adveksiyon

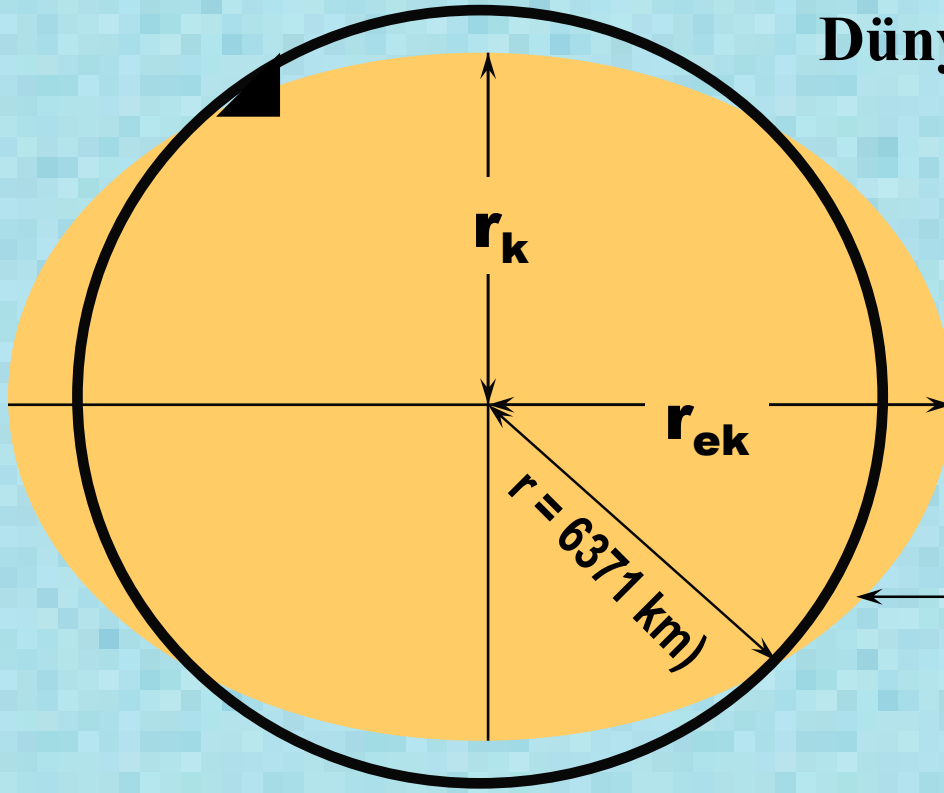
Yer altı suyunun oluşturduğu
soğuma

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

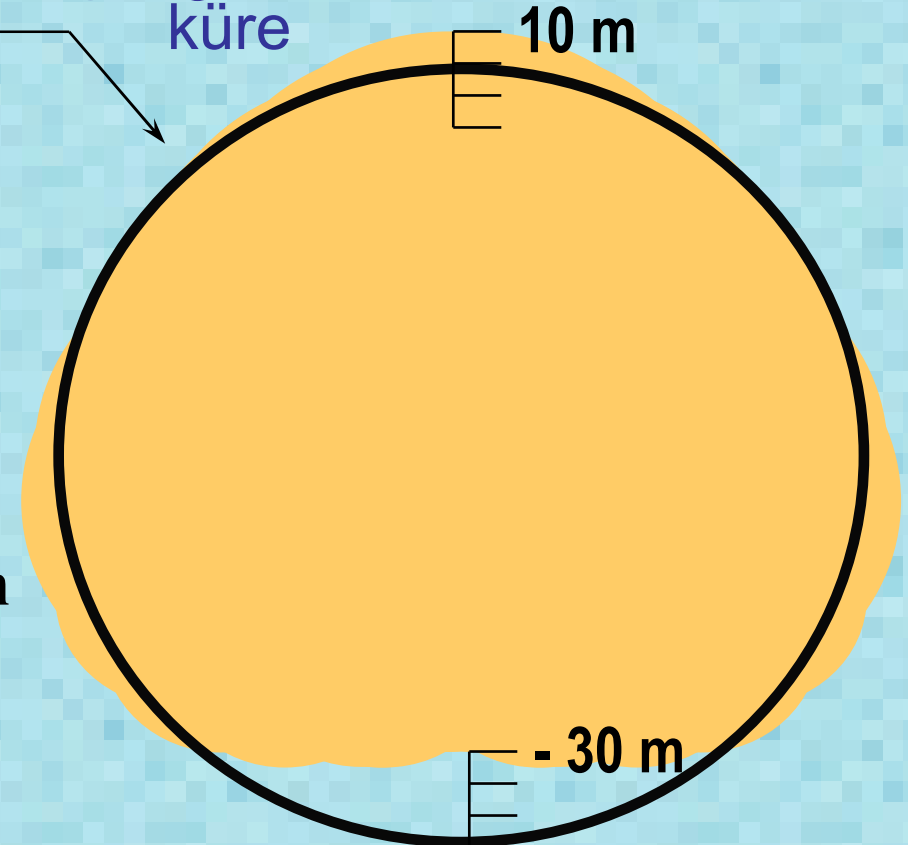
Doç.Dr. Yaşar EREN

- **DÜNYANIN ŞEKLİ**
- Dünya'nın şekli yassı bir sferoide (Ekvatorunda çıkıntılı yuvarlak bir şekil) benzer.
- Ekvatordaki şişkinlik Dünyanın kendi ekseninde etrafında dönmesi sonucu oluşmuştur.
- Bu şişkinliğe bağlı olarak Dünyanın ekvator çapı, kutuplardan geçen çaptan 43 km daha fazladır.
- Dünyadaki yerel sapmalar
 - Everest Dağı (Deniz seviyesinden 8848 m yukarıda)
 - Mariana Çukuru (Deniz seviyesinden 10,911m aşağıda)

Dünya ekvatorunda çıkıntılı, kutuplarda ise basık bir şekle sahiptir. ekvatordaki yarıçap (r_{ek}) kutuplardaki yarıçaptan (r_k) yaklaşık~21 km daha fazladır. Dünyaya eşit bir kürenin yarıçapı (r) 6,371 km dir



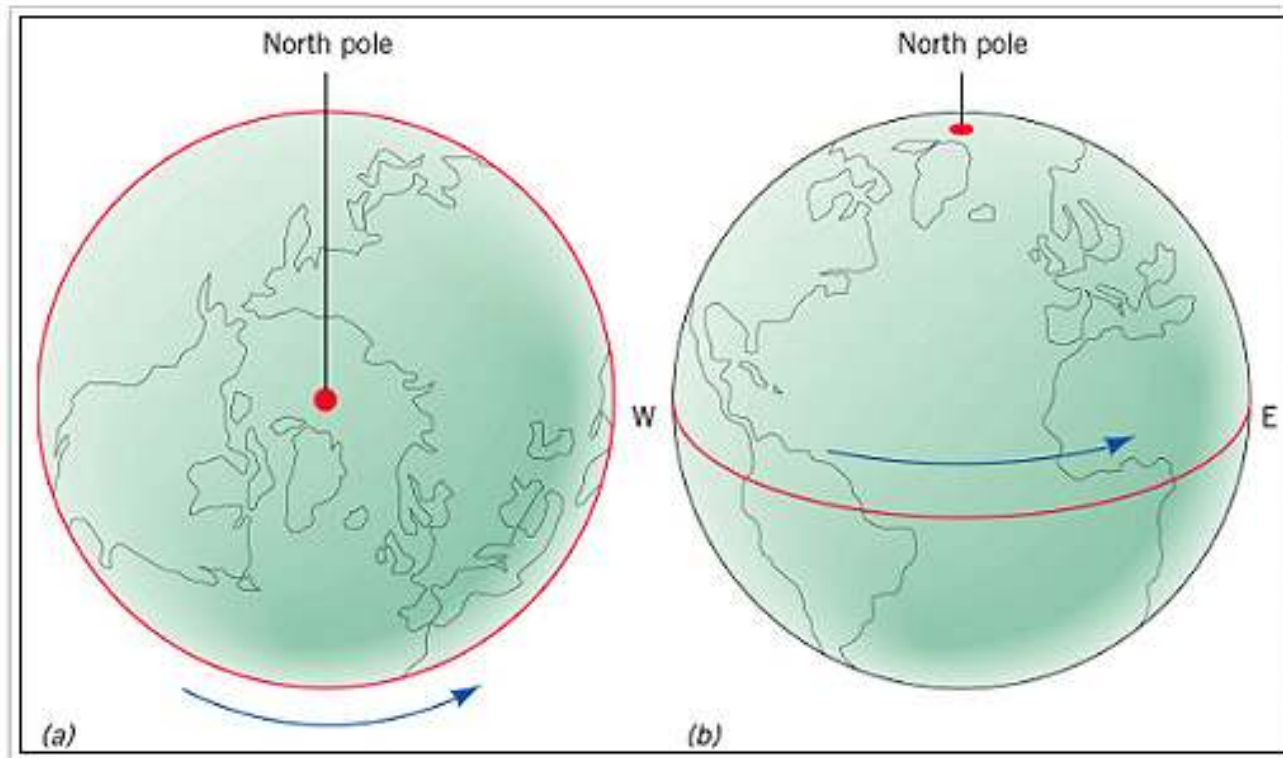
Eşdeğer
küre



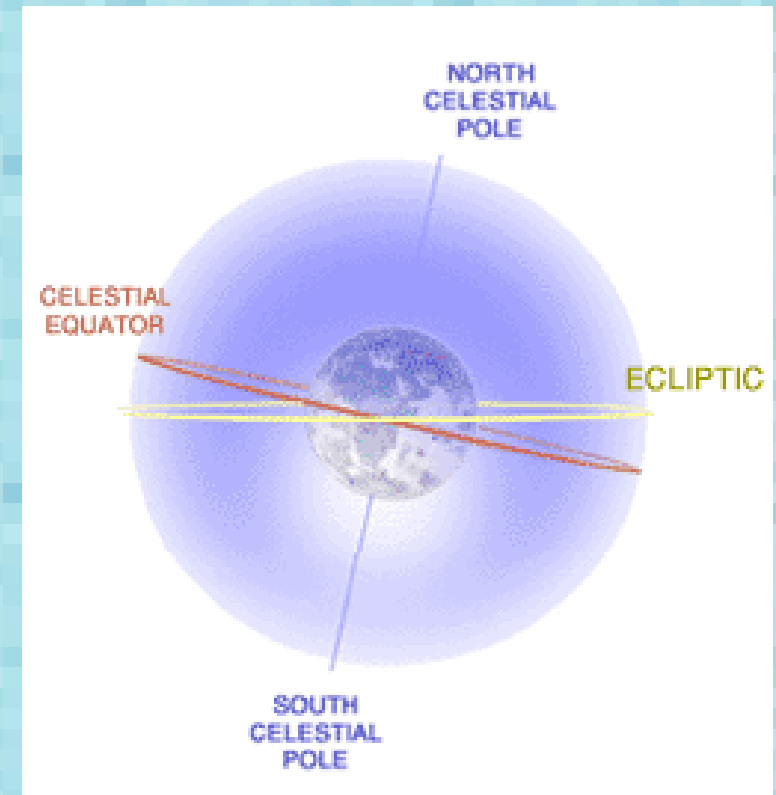
Uydu haritalamasına dayalı olarak dünyanın şekli armut şekilli olarak belirlenmiştir. Güney kutup yer merkezine kuzey kutuba göre 40 km daha yakındır

DÜNYANIN HAREKETLERİ

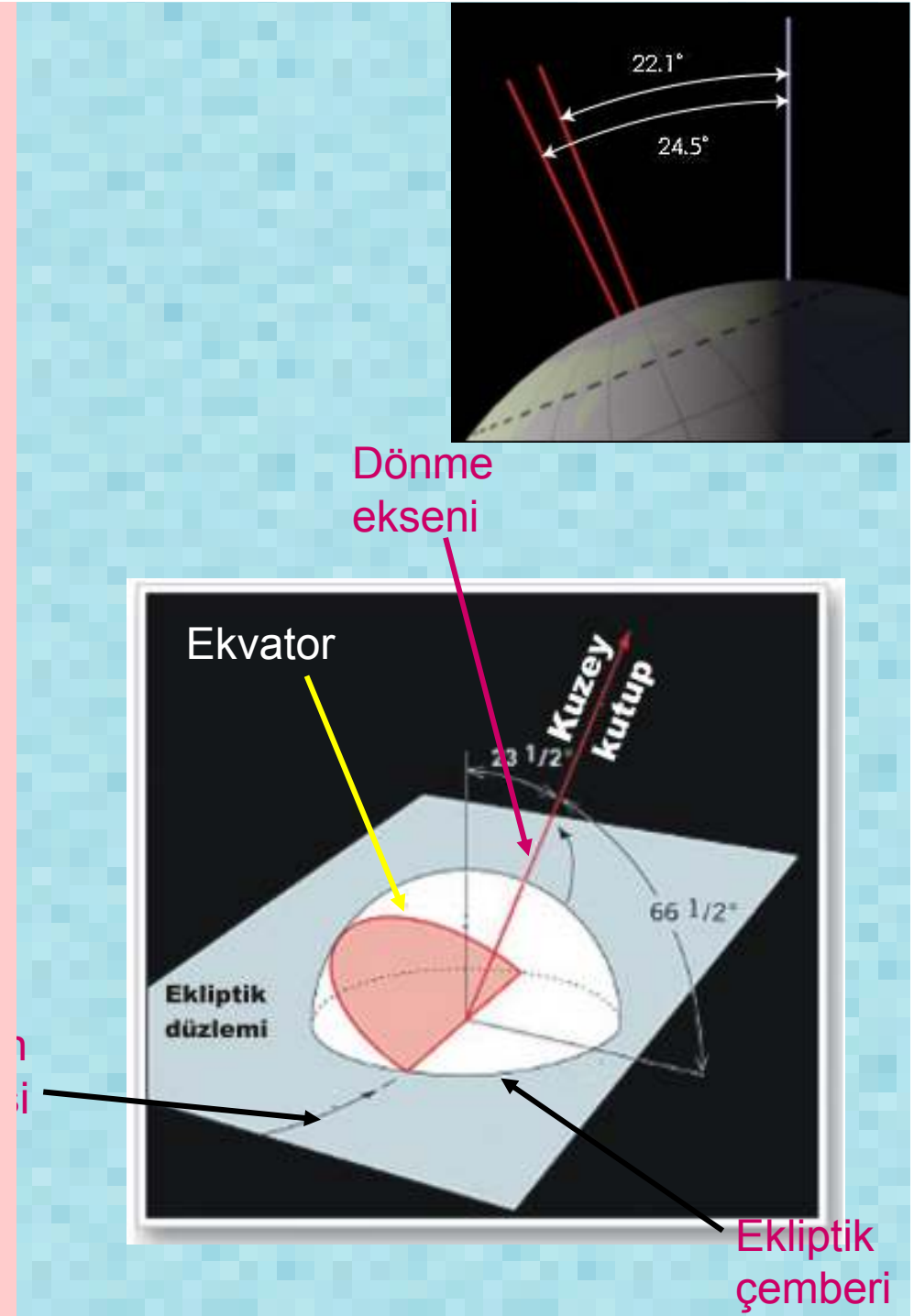
Dünya kendi eksenini etrafında dönmektedir. Dünya kendi eksenini etrafında kuzey kutupta saat ibresinin tersi yönünde (a) veya ekvatorunda soldan sağa doğru (b) bir dönme hareketi sunar



- Eksensel eğiklik (The axial tilt)
- Yerin yörünge düzlemi (ekliptik) yerin ekvator düzlemine paralel değildir.
- Dünyanın eksensel eğikliği $23^{\circ} 1/2^{\circ}$ ($23^{\circ} 26'$) dir
- Diğer bir deyişle Dünyanın dönme eksenini ile yörünge düzlemi arasındaki açı $66^{\circ} 1/2^{\circ}$ dir

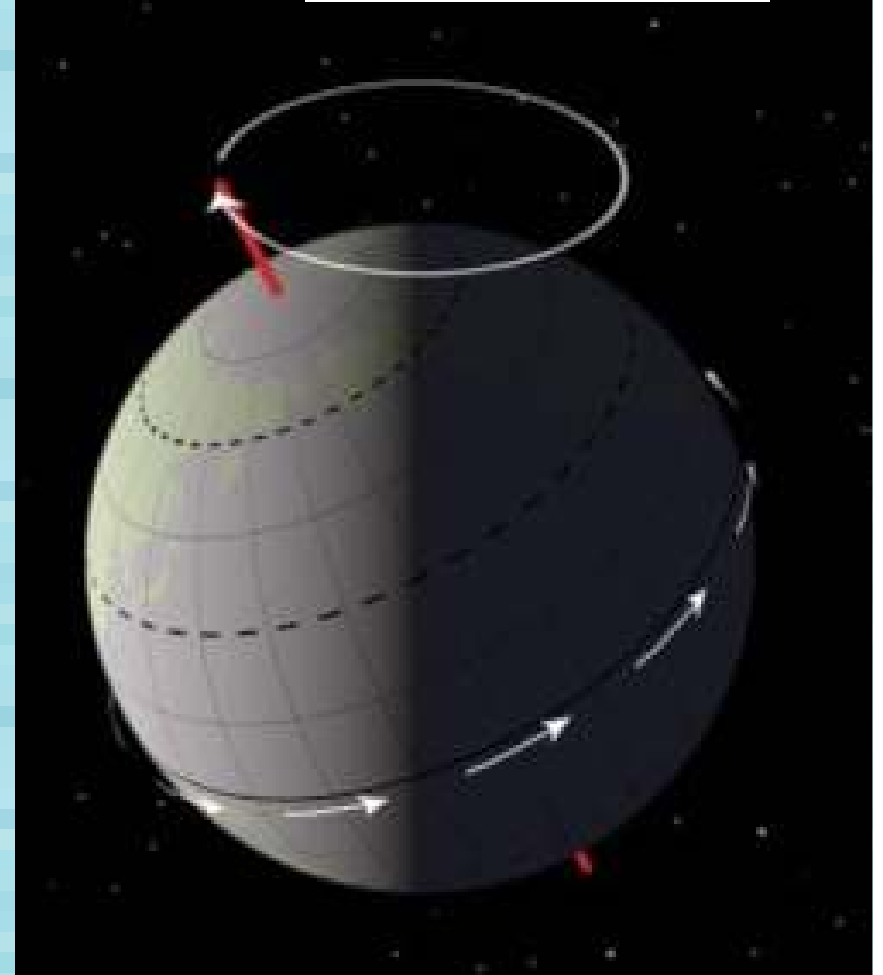
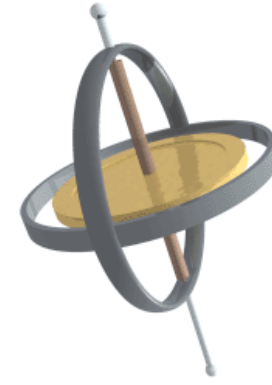


- Dünyanın dönme eksenini ile yörüngesine dik düzlem arasındaki açı sabit değildir ve 21.5 ile 24.5 derece arasında değişmektedir
- Bu değişim 41 000 yılda olmaktadır
- Günümüzde bu açı 23.44 derecedir ve bu açı azalmaktadır.
- 10.000 yılı civarında minimum değerini alacaktır

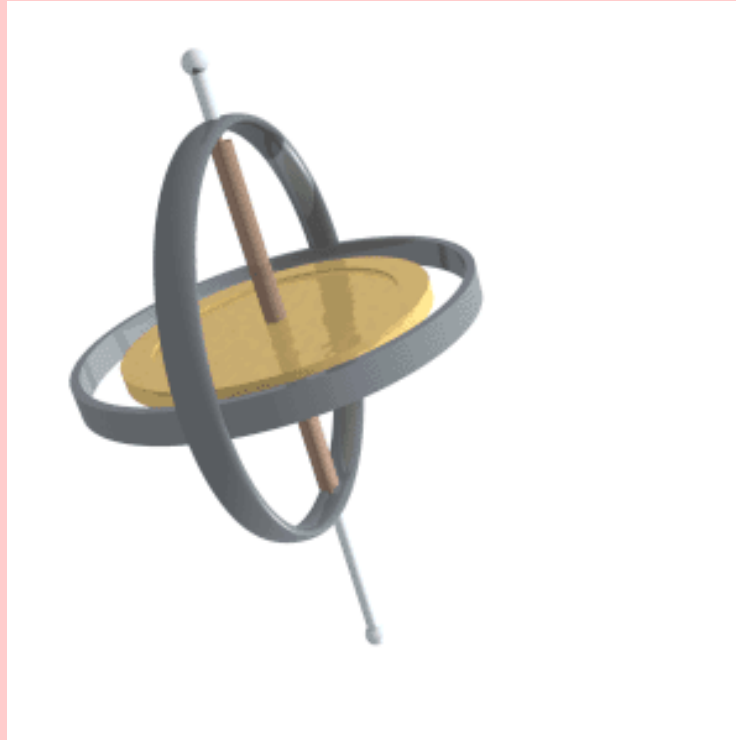


- **Presesyon (topaç hareketi)**

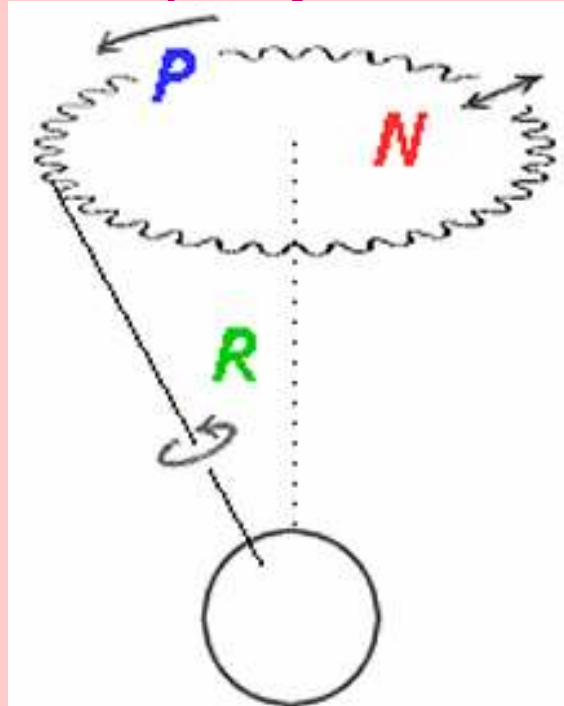
- Dünyanın dönme ekseninin yöneliminin sabit bir yıldıza göre değişimidir
- Dünyanın dönme eksenini de uzayda bir koni oluşturacak şekilde yönelimini değiştirmektedir.
- Dünya bu hareketi 26000 yıllık bir periyotla yapmaktadır
- Bu hareket Ay ve güneşin dünyaya uyguladığı çekim gücü nedeniyle oluşmaktadır.
- Bunların yanısıra bu harekette dünyanın gerçek bir küre şekilli olmaması ekvatorunda şişkin olmasında etkilidir.



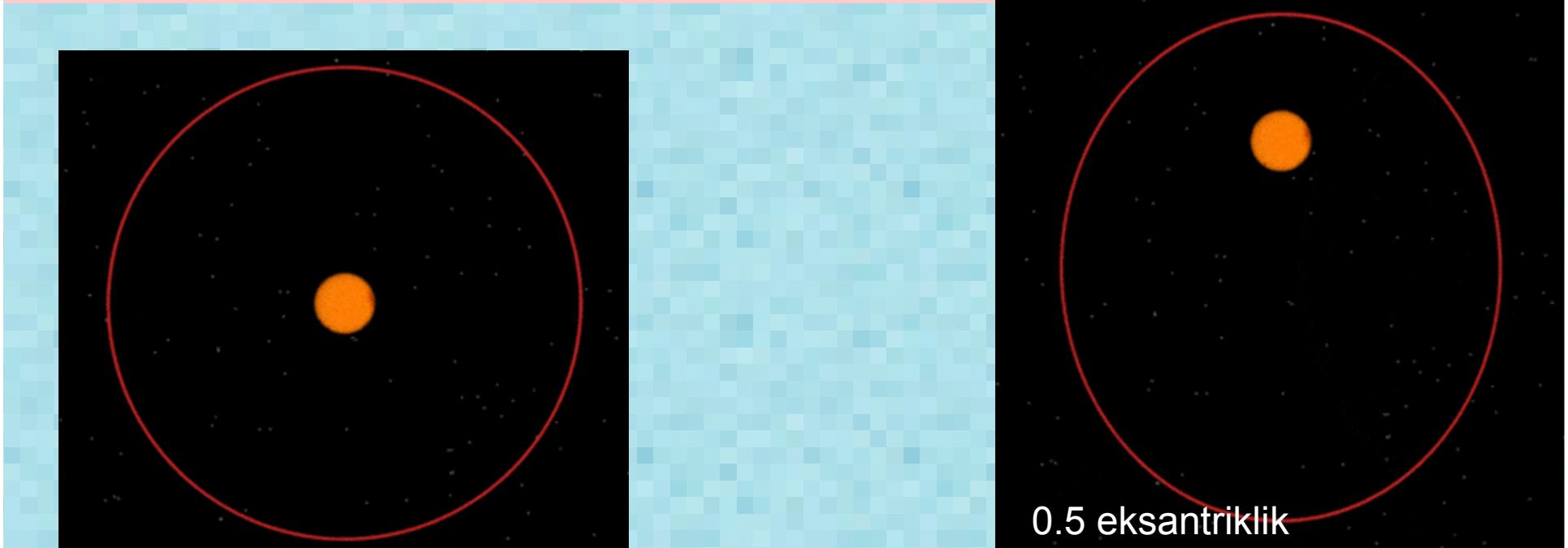
- Bu hareket yerin dönme doğrultusuna zıt yönde saat ibresi yönünde olmaktadır
- Presesyon konisini tepe açısı 47 derecedir.
- Bu açı dünya ekseninin dikeyle yaptığı açının ($23 \frac{1}{2}$) iki katıdır.



- Nutasyon (baş sallanması)
 - Presesyon hareketinin hızı sabit olmayıp küçük değişimler sunmaktadır
 - Buda presesyon yörüngesinde küçük çaplı sapmalar oluşturur. Buna nutasyon denir
 - Nutasyon hareketinin periyodu 18.6 yıldır

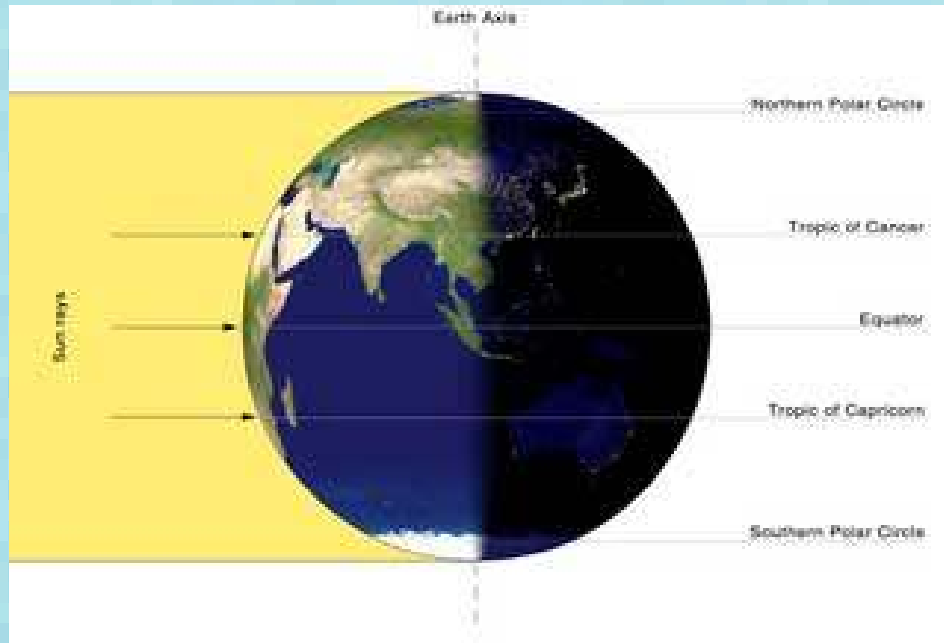


- Eksantriklik (eccentricity)
- Dünyanın yörüngesi elips şekillidir.
- Ekzantriklik bir elipsin dairesel şekilden ayrılma ölçüsüdür.
- Dünya yörüngesinin şekli hemen hemen dairesel şekilden (ekzantriklik=0.005) yüksek eksantrikli (0.058) bir şekle kadar değişmektedir
- Bu değişim 413 000 yılda olmaktadır
- Ortalama eksantriklik 0.028 civarındadır
- Günümüzde bu değer 0.017 civarındadır.

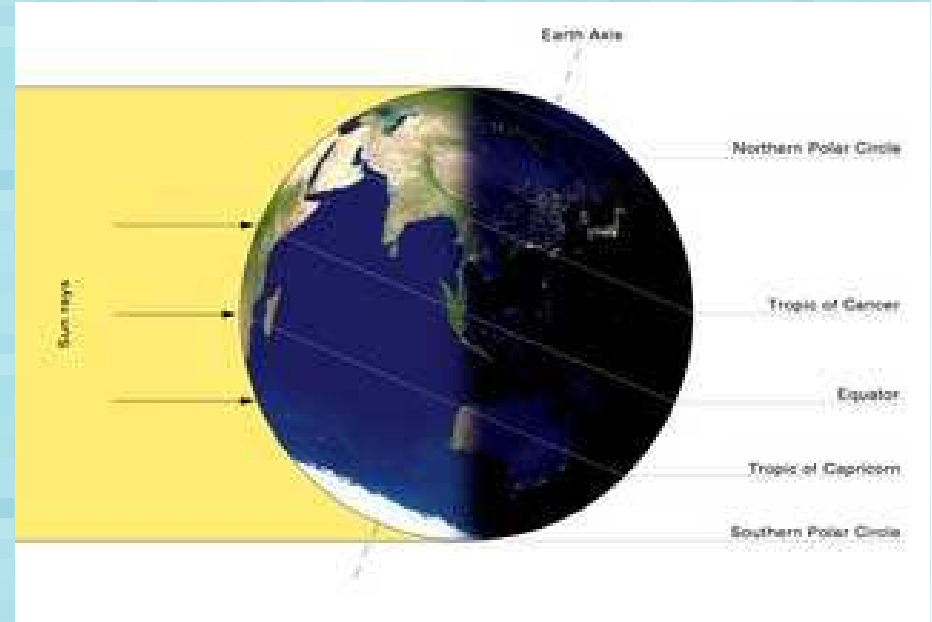


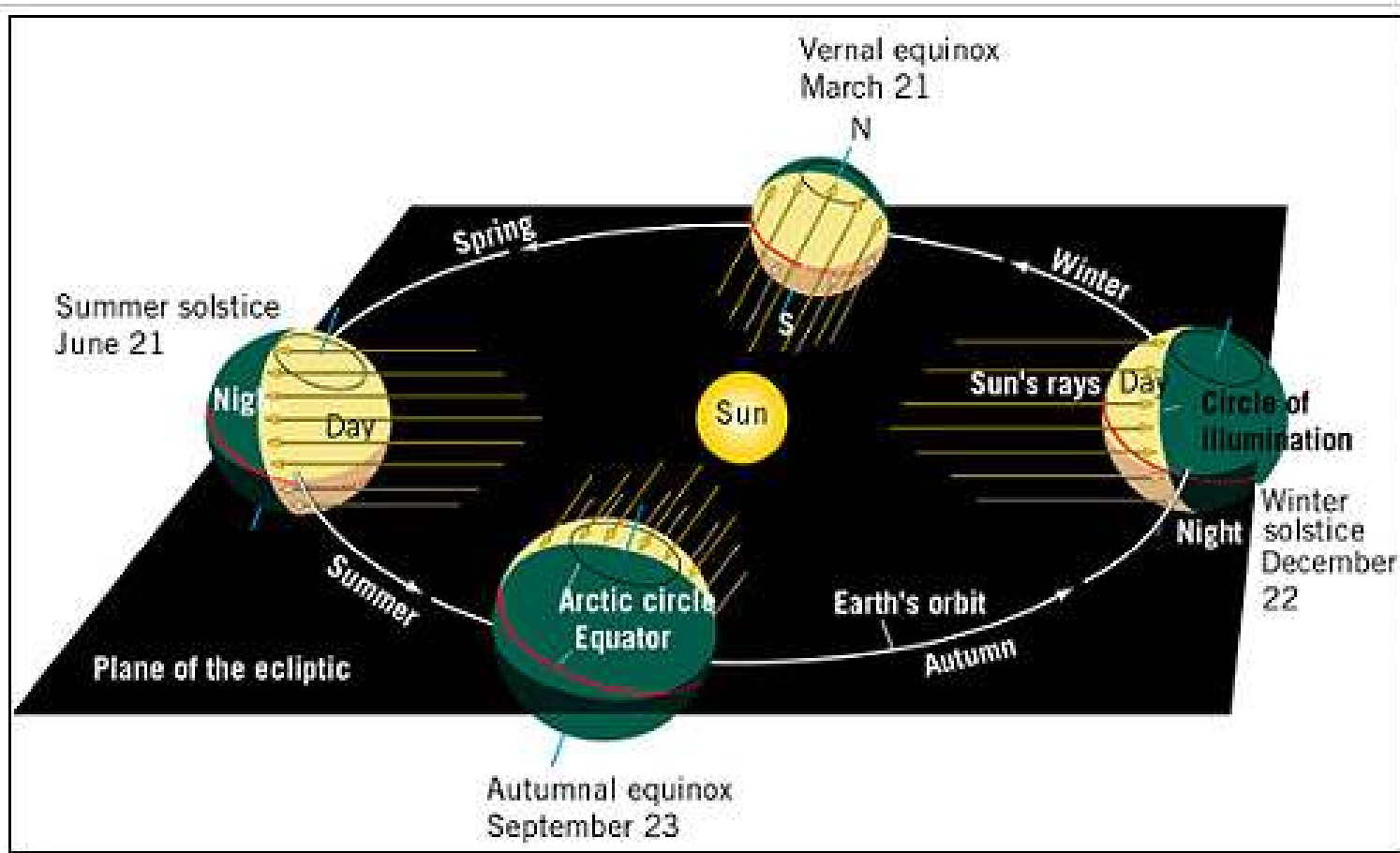
- Ekinokslar (Equinoxes)

- Dünya yörüngesinde dolaşırken yılda iki noktada eksensel eğiklik dünyayı güneşe göre dik duruma getirir Bu günlere ekinoks adı verilir.
- Bu günlerde güneş ışıkları ekvatora dik olarak ulaşır
- Güneş ışınlarının ekvatora dik vurması sonucunda aydınlanma çemberi kutuplardan geçer. Gündüz ile gecenin eşit olması durumudur.
- Bu günler yaklaşık olarak 20 Mart ile 22 Eylül günleridir.



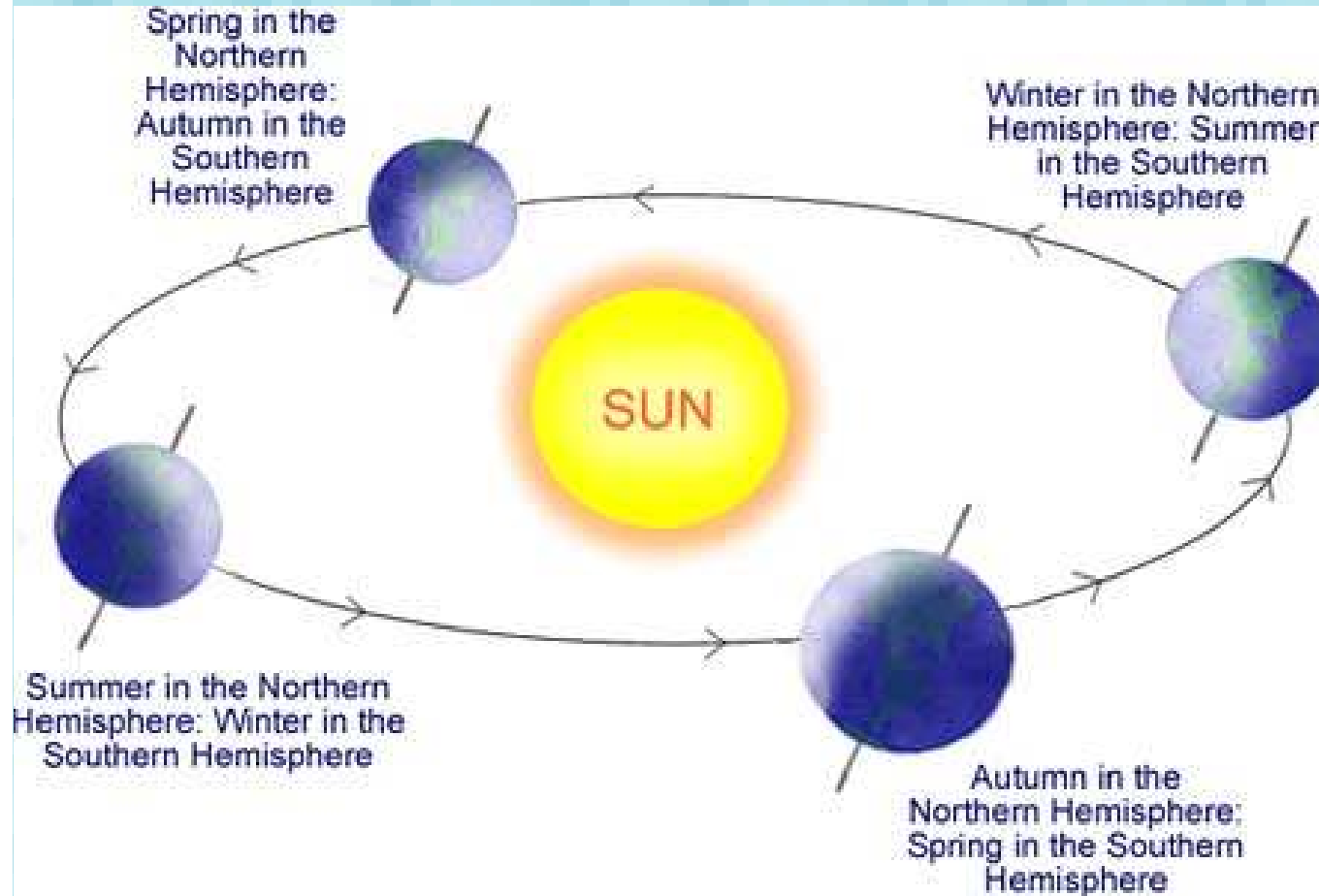
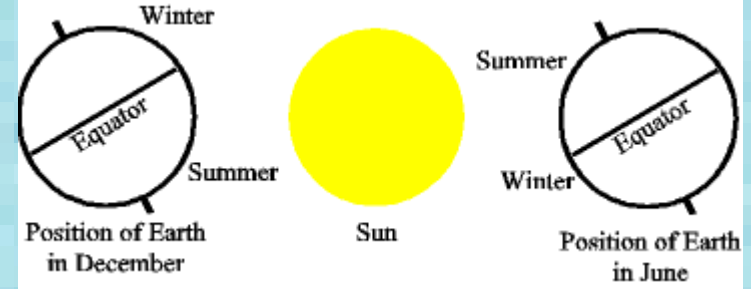
- Gündönümü (Solstices)
- Yılda iki noktada dünyanın eksensel eğikliği güneşe göre maksimum açığa ulaşır.
- Güneşin dünyaya (ekvator çizgisine) en uzak mesafede olduğu ana verilen addır. Günlerin ve gecelerin kısalmaya veya uzamaya başladığı andır.
- Bu günlere gündönümü denir
- **Yaz Gündönümü**`nde (yaklaşık 21 Haziran), güneş ışıkları *Yengeç Dönencesi* ne dik gelir
- **Kış Gündönümü**`nde (yaklaşık 21 Aralık), güneş ışıkları *Oğlak Dönencesi* ne dik gelir.



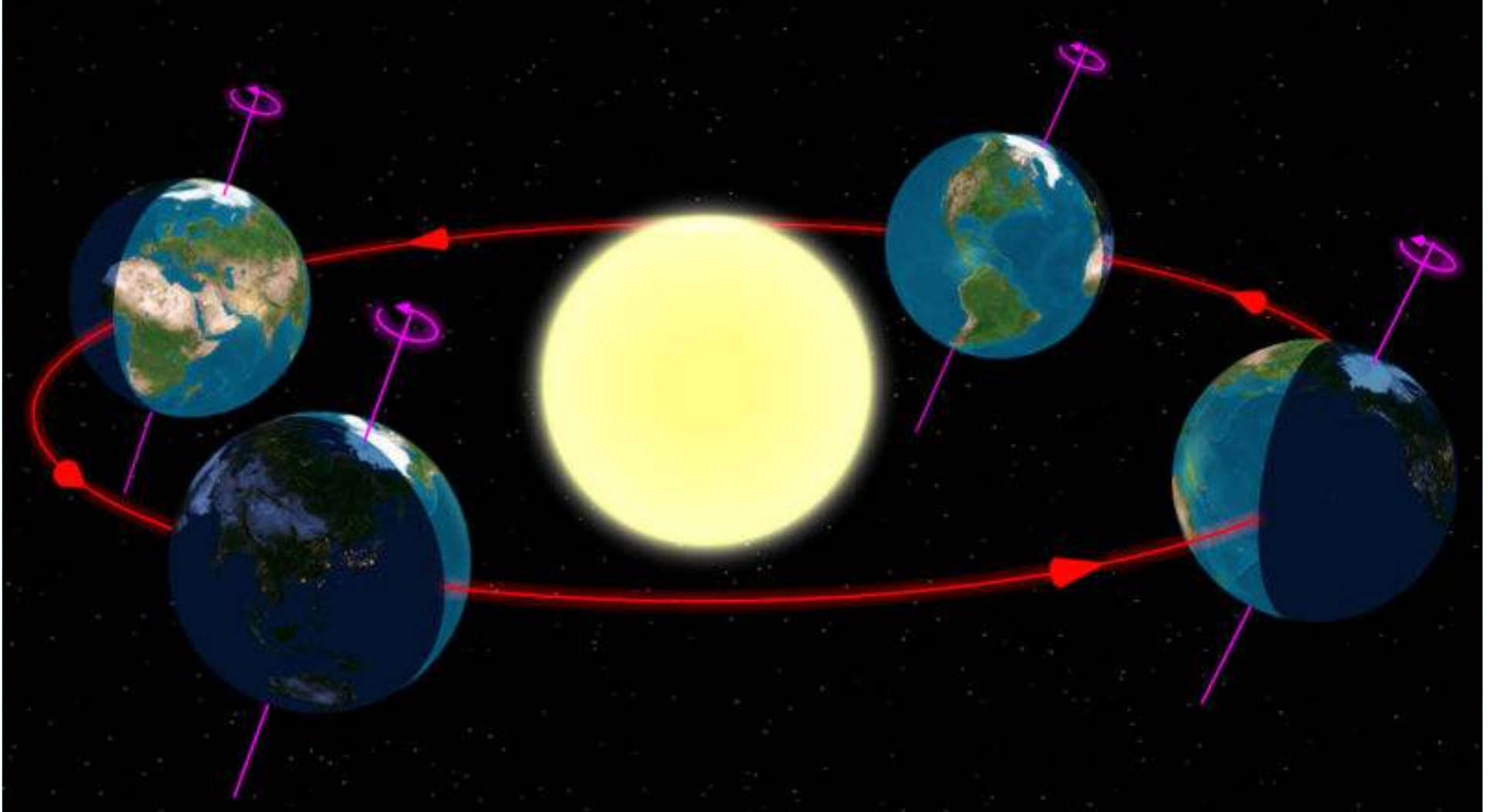


Dünya Güneş etrafında dönerken eksensel eğiklik uzayda sabit bir yönelim sunduğu için mevsimler oluşur.

- Dünya güneş etrafında dönerken kuzey ve güney yarım küredeki mevsimler birbirinin tersidir



Kuzeyden bakıldığında görülen mevsimlerin diyagramı



Kuzeyden bakıldığında görülen mevsimlerin diyagramı

