



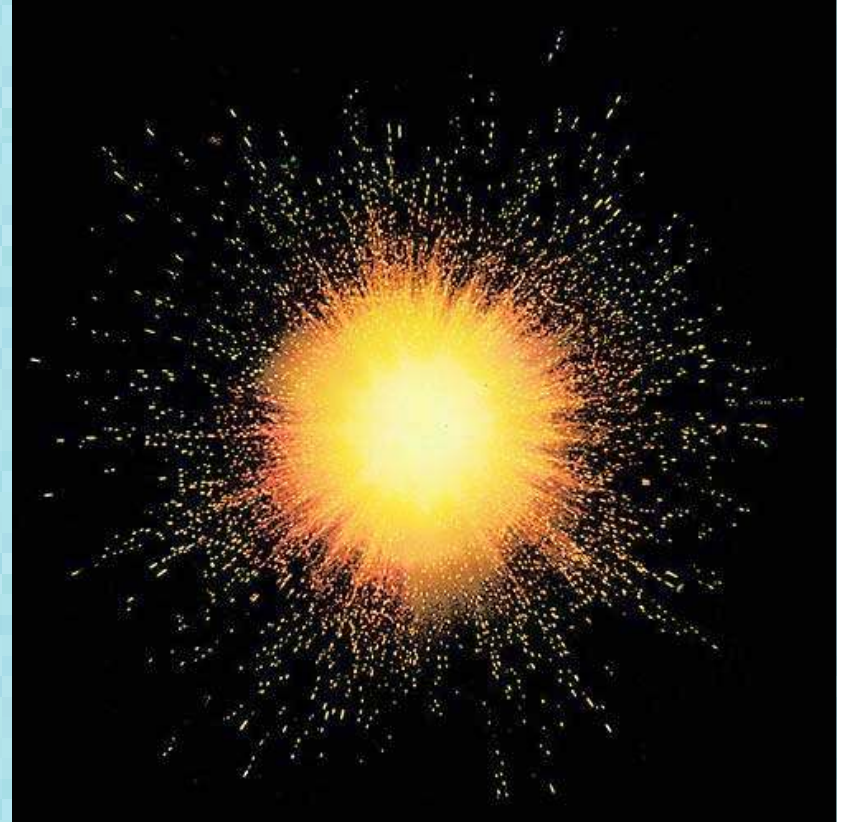
# Evrenin, Güneş sisteminin ve Dünyanın oluşumu



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- **Evrenin oluşumu**
  - Büyük Patlama teorisi (Big Bang Theory) ile
- **açıklanmaktadır**



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

**Bu teori ilk olarak 1927'de George Lemaître tarafından önerilmiştir**

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- **Büyük Patlama teorisi (Big Bang Theory)**
- **Büyük patlama teorisi evrenin oluşum başlangıcındaki bir kütlenin patlayarak genişlemesine dayanır. Bu ateş topu dışa doğru genişleyerek soğumuş, spiral gaz şeklindeki dev bulutlar gök cisimlerini oluşturmuştur.**

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- **Büyük Patlama teorisi**
- **Teoriye göre evren bölünemeyecek kadar küçük, sonsuz olarak sıcak ve sonsuz yoğun olarak oluşmaya başladı**
- **Daha sonra patlayarak, günümüzdeki evren büyüklüğüne erişecek şekilde genişledi ve günümüzdeki sıcaklık durumunu alacak şekilde soğudu**
- **Büyük patlama teorisi, patlamanın niçin oluştuğunu açıklamaz fakat bu patlamanın sonuçlarının ne olacağını doğru olarak öngörür.**

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Büyük patlamadan sonra gelişen olaylar

Patlamadan sonra geçen zaman	T (K)	
$< 10^{-43}\text{s}$		Kuantum çağı
$\sim 10^{-35}\text{s} - 10^{-33}\text{s}$		Genişleme devri
$\sim 10^{-6}\text{s}$	$10^{13}\text{K}$	Quark --> Hadron geçişi

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Patlamadan sonra geçen zaman	T (K)	
0.01s	$10^{11}K$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evren hızla genişliyor, her 0.02 saniyede boyut iki katına çıkıyor</li></ul>
15s	$3 \times 10^9K$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sıcaklık elektron/pozitron çiftini oluşturacak eşikten daha düşük.</li><li>• <math>e^+ / e^-</math> sonsuz</li></ul>
3 dakika	$10^9K$	Nükleer reaksiyon çağı

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

<b>Patlamadan sonra geçen zaman</b>	<b>T (K)</b>	
<b>3 ve 1/2 dakika</b>	<b>10<sup>8</sup>K</b>	<b>Nükleer reaksiyonların sonu</b> <b>Nötronlar tüketilerek <sup>4</sup>He oluşturuldu</b> <b>Evren bu dönemde % 90 H nuclei( p<sup>+</sup>) ve % 10 He nuclei oluşmaktadır</b>
<b>10<sup>6</sup>yıl</b>	<b>4000K</b>	<b>Yeniden birleşme çağı</b> <b>nuclei ve elektronların rekombinasyonu ile atomlar oluşur</b>
<b>10<sup>9</sup>yıl</b>		<b>Galaksi oluşum zamanı</b>

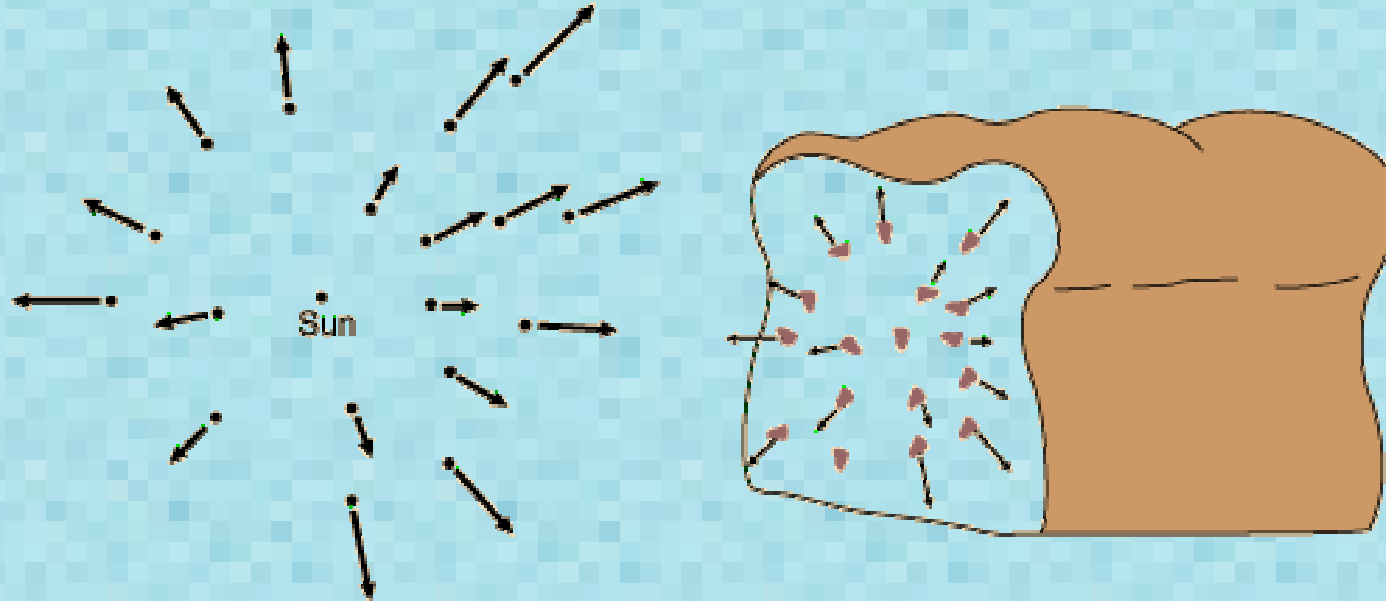


# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

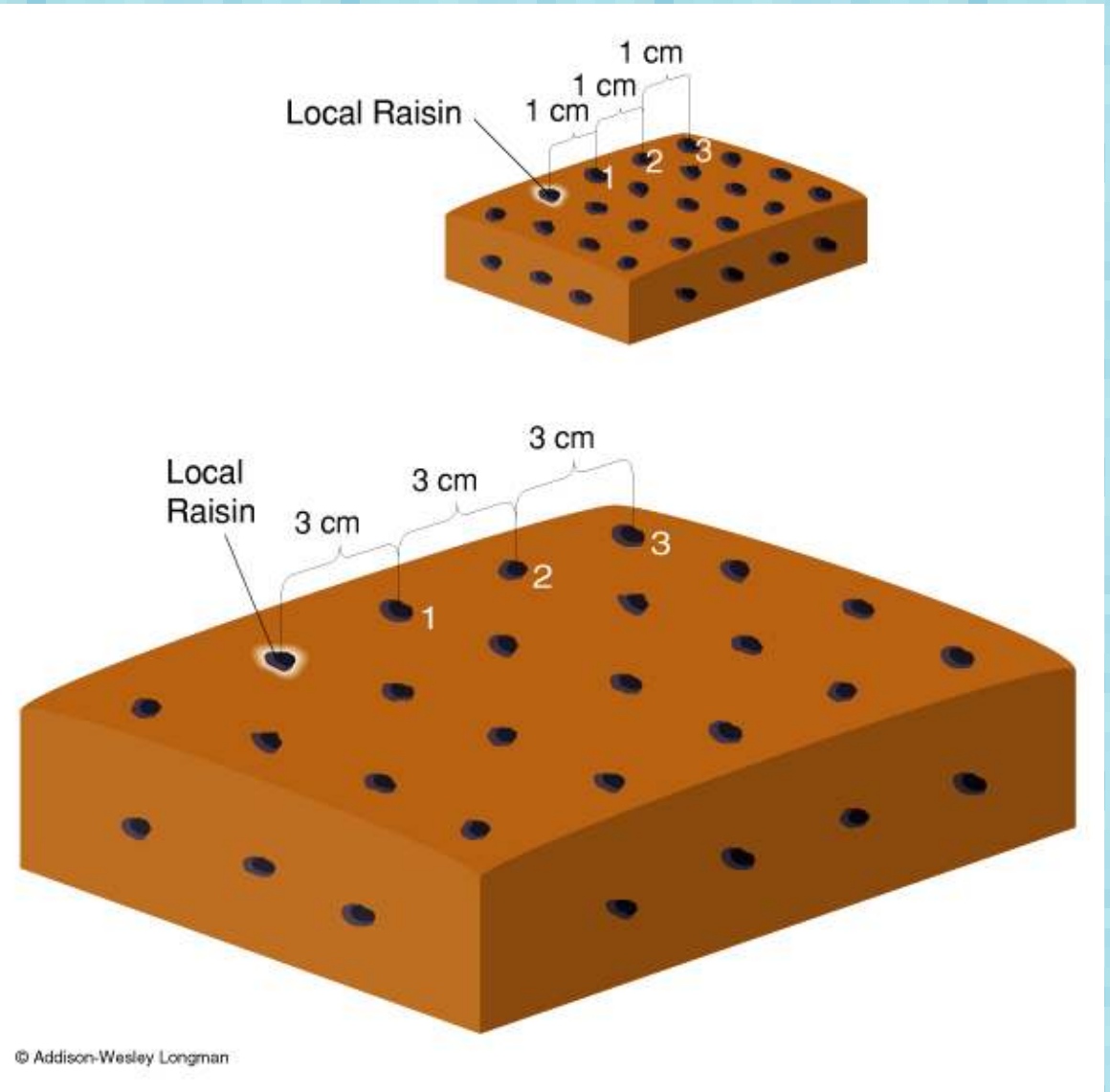
## Büyük patlamanın kanıtları

### 1: Genişleyen evren

- Dünyanın her yönünden görünen bütün galaksiler dünyadan uzaklaşmaktadır

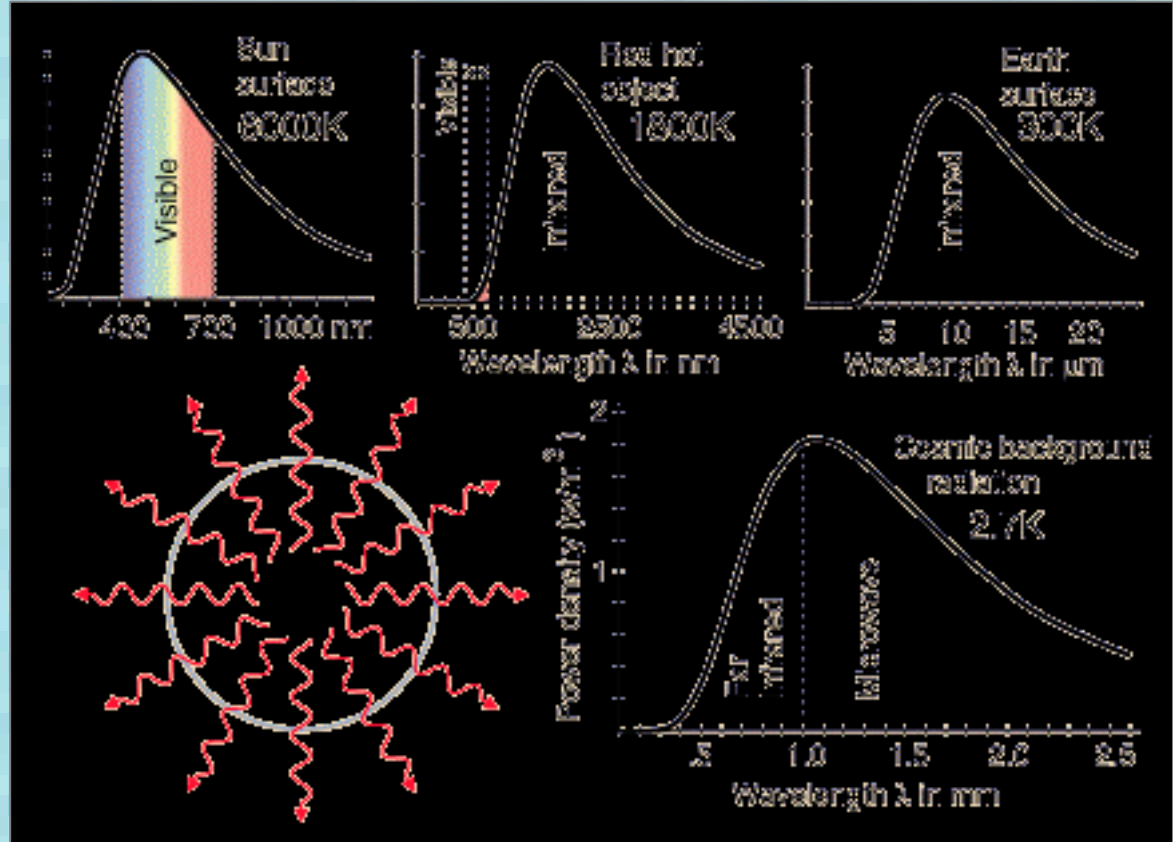


# Evrenin genişlemesi



**Boşluktaki galaksiler hareket etmez, uzayda durgundurlar  
Galaksiler arasındaki uzayın kendisi genişlemektedir. Bu genişleme ile galaksiler birbirinden uzaklaşmaktadır.**

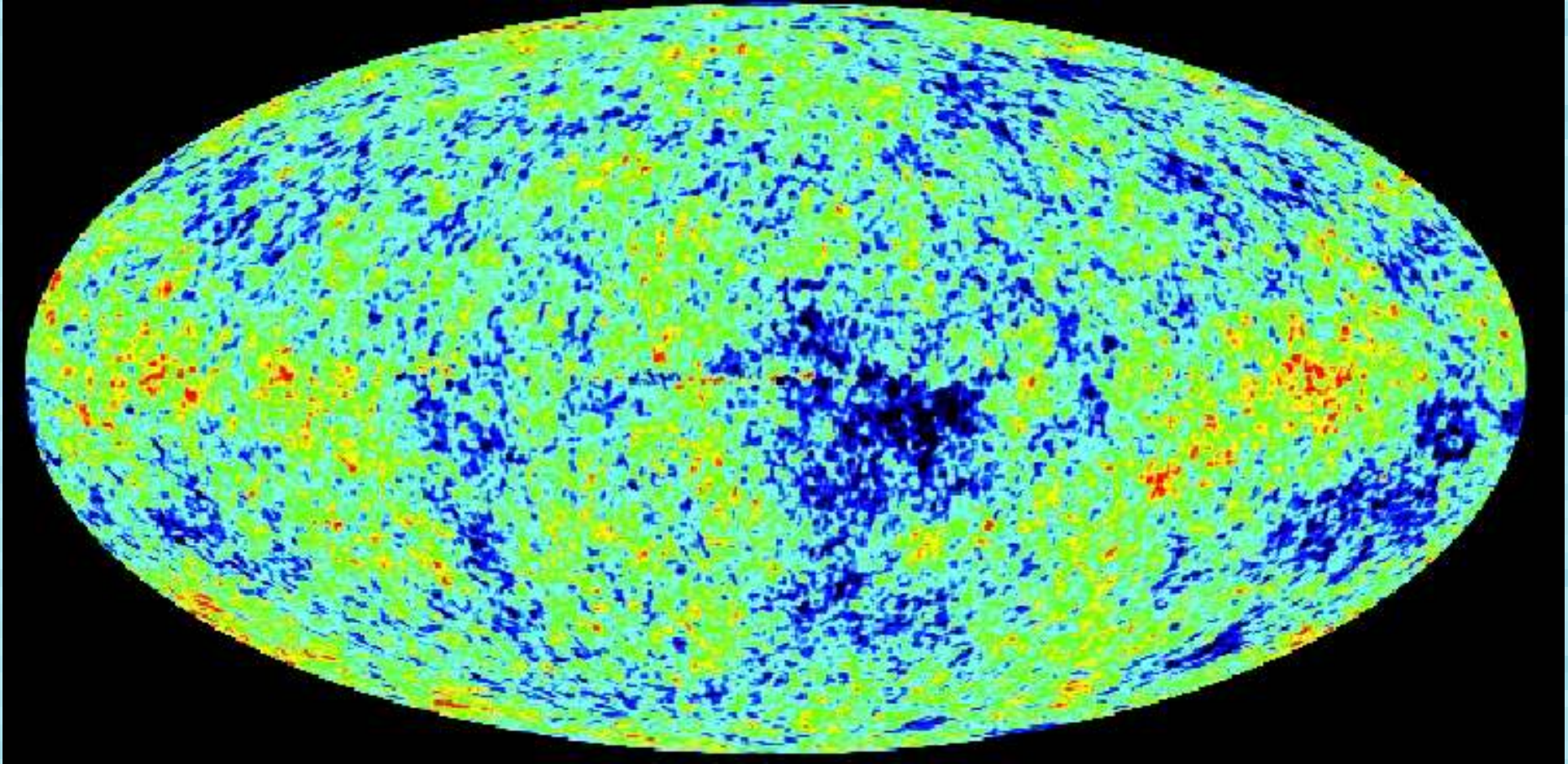
**Büyük patlamanın kanıtları**  
**2: 3K kozmik mikrodalgalar**



- Gökyüzünün her yönünde spektrumun mikrodalga bölgesinde üniform zemin radyasyonu gözlenmektedir
- Bu radyasyon genişleyen evrenin soğumasıyla artı kalan radyasyon olduğu düşünülmektedir
- Bu olay başlangıçtaki patlamadan yaklaşık 0.5 Milyon yıl sonra gelişmiştir.

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

## Kozmik Mikrodalga arkaplanı



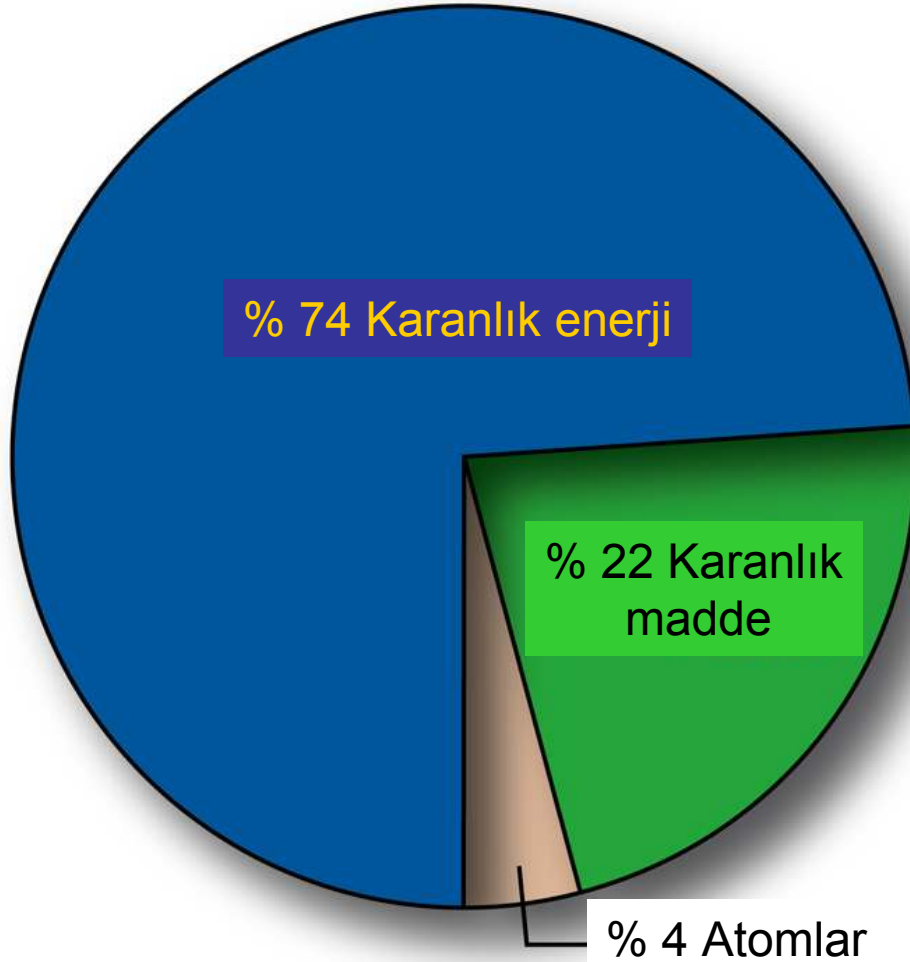
**Mikrodalgalar Büyük patlamadan 380 000 yıl sonra ışımaya başlamıştır**

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

## Büyük patlamanın kanıtları 3- H-He bolluğu

- **Bütün evrendeki nükleer maddelerde Hidrojen 73% ve Helyum 25% oranında bulunurken diğer bütün elementler %2 oranında bulunmaktadır.**
- **Bu yüksek oranlar büyük patlama ile uyum içindedir**

## Evrenin bileşimi



- **% 4 Atomlar** Yıldız ve gezegenlerin yapıtaşları
- **% 22 Karanlık madde** Bu madde atomdan farklı olarak ışığı absorbe etmez veya yaymaz. Dolaylı olarak gravitesi ile belirlenmiştir.
- **% 74 Karanlık enerji**
  - Anti gravitenin bir çeşididir. Karanlık maddeden farklı olarak evrenin genişlemesinin hızlanmasının nedenidir

**Evrenin % 96'sının bileşimi bilinmemektedir**

# Dünyanın Kökeni

- Evren (13.7 Milyar yıl)
- Elementler (13.7 - 4.6 Milyar yıl)
- Güneş Sistemi ve Dünya (4.6 Milyar yıl)
- Ay (4.5-4.6 Milyar yıl)

Büyük patlamadan  
Geçen zaman

Büyük Patlamadan  
Önemli olaylar

Günümüz

İnsanlar  
Evreni  
gözlüyor

Galaksiler  
çağı

Yıldızlar  
Galaksiler ve  
Topluluklar  
(atom ve plazmadan  
Yapılı)

1 milyar  
yıl

İlk  
Galaksilerin  
oluşumu

Atomlar  
çağı

Atomlar ve  
Plazma  
(yıldızların  
Oluşum  
başlangıcı)

300,000  
Yıl

Atomların Oluşumu  
Fotonlar Serbest  
hareketli ve zemin  
Radyasyonu oluşturuyor

Çekirdek  
çağı

Hidrojen ve  
Helyum plazması  
+ elektronlar

3 dakika

Füzyon bitimi  
Normal madde  
%75 H

Nükleosentez  
çağı

Protonlar Nötronlar  
Elektronlar Nötrinolar  
(antimadde az)

0.001 saniye

Madde  
Anti-maddeyi  
bitiriyor

Parçacık  
çağı

Başlangıç parçacıkları  
(antimadde yaygın)

10<sup>-10</sup> saniye

Elektromanyetik  
Ve zayıf bağlar  
egemen

Elektroweak  
çağı

Başlangıç  
parçacıkları

10<sup>-35</sup> saniye

Evrenin genişlemesi

GUT çağı

Başlangıç parçacıkları

10<sup>-43</sup> saniye

Planck çağı

????

EVRENİN TARİHÇESİ

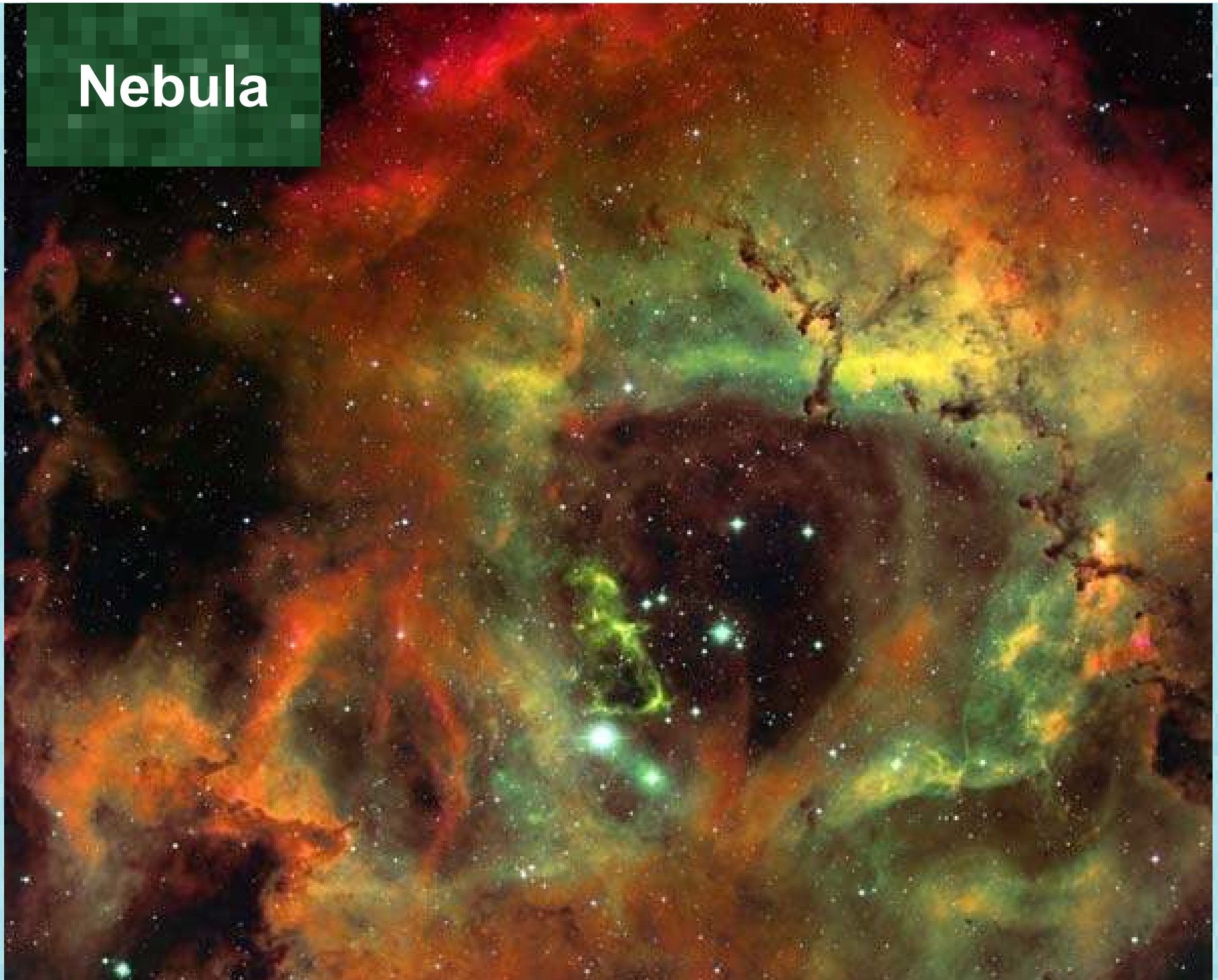


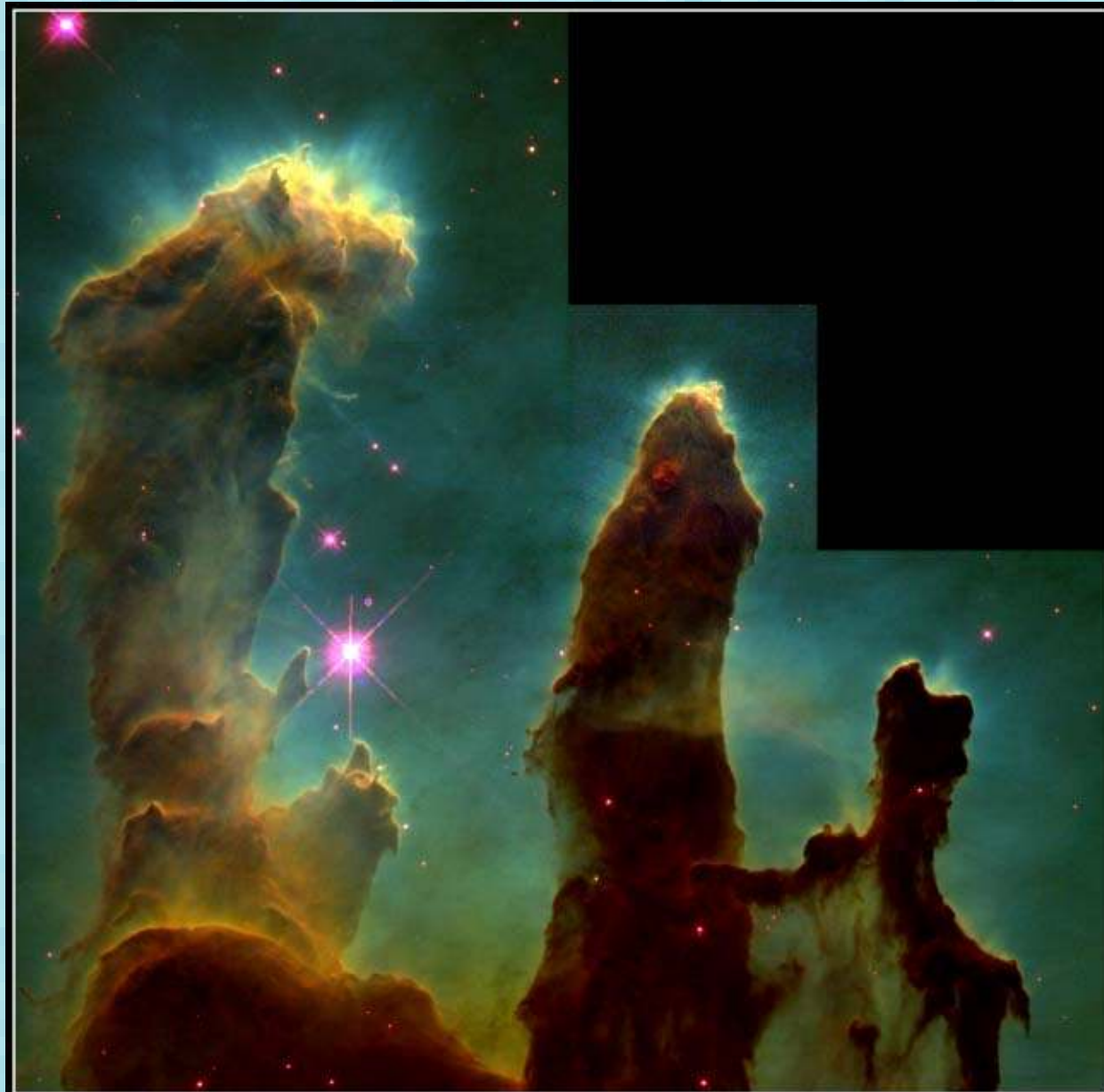
**Yıldızlar Büyük patlamadan 300 000 yıl  
sonra oluşmaya başlamıştır**

O anda evrende:

- 75% Hidrojen
- 25% Helyum

# Nebula





**Gaseous Pillars · M16**

**HST · WFPC2**

PRC95-44a · ST ScI OPO · November 2, 1995  
J. Hester and P. Scowen (AZ State Univ.), NASA

# Güneş sistemi

## Bir güneş sistemi

- Bir yıldız (güneş)
- Gezegenler
- Aylar (uydular)
- Asteroidler ve
- Kuyruklu yıldızlardan oluşur

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

- **Galaksi**
- Graviteyle birbirine bağlı milyarlarca yıldızdan oluşmuş sistem. Güneş sisteminin de içinde yer aldığı galaksi Samanyolu galaksisi (Milky-Way Galaxy) olarak adlandırılır.

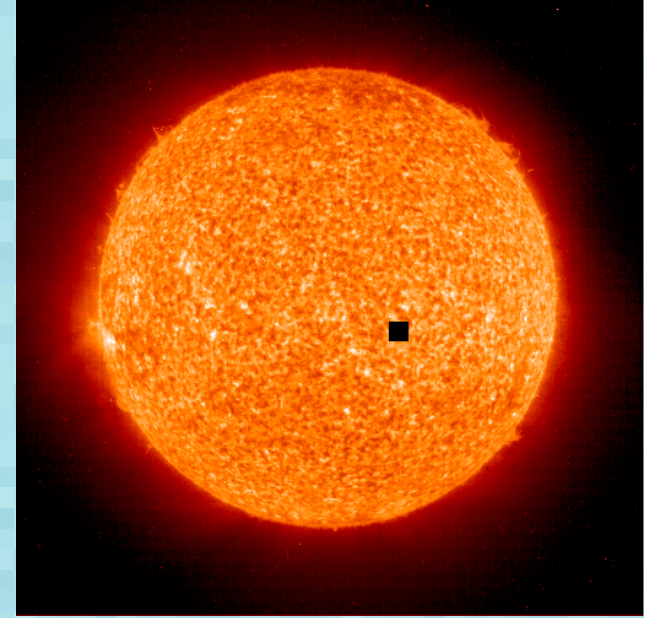
Cartwheel Galaksisi



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

- **Güneş**

- Orta boyutlu
- Orta derecede parlak ve
- Orta derecede yaşlı bir yıldız
  - Yaklaşık 5 milyaryıl önce bir gaz nebulasından oluşmuştur
  - Olasılıkla 4-5 milyar yıl sonra bir “kırmızı deve” dönüşecek
  - Sonuçta soğuyarak “beyaz cüce” ye dönüşecektir



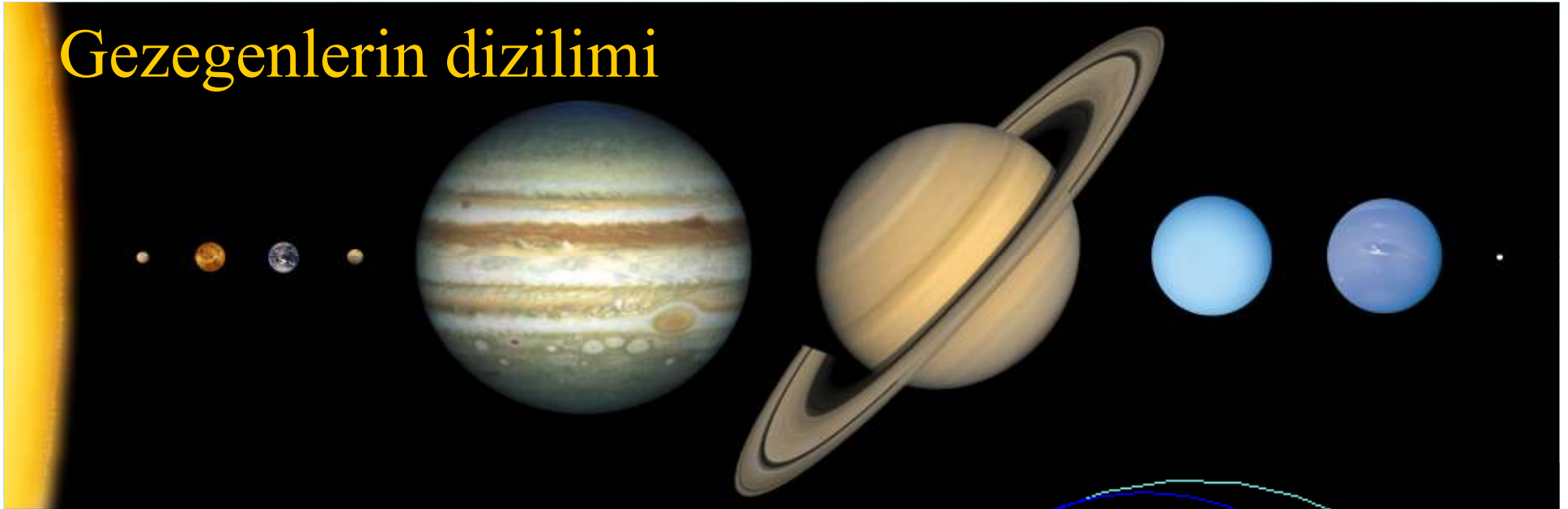
# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

- **Dünya**

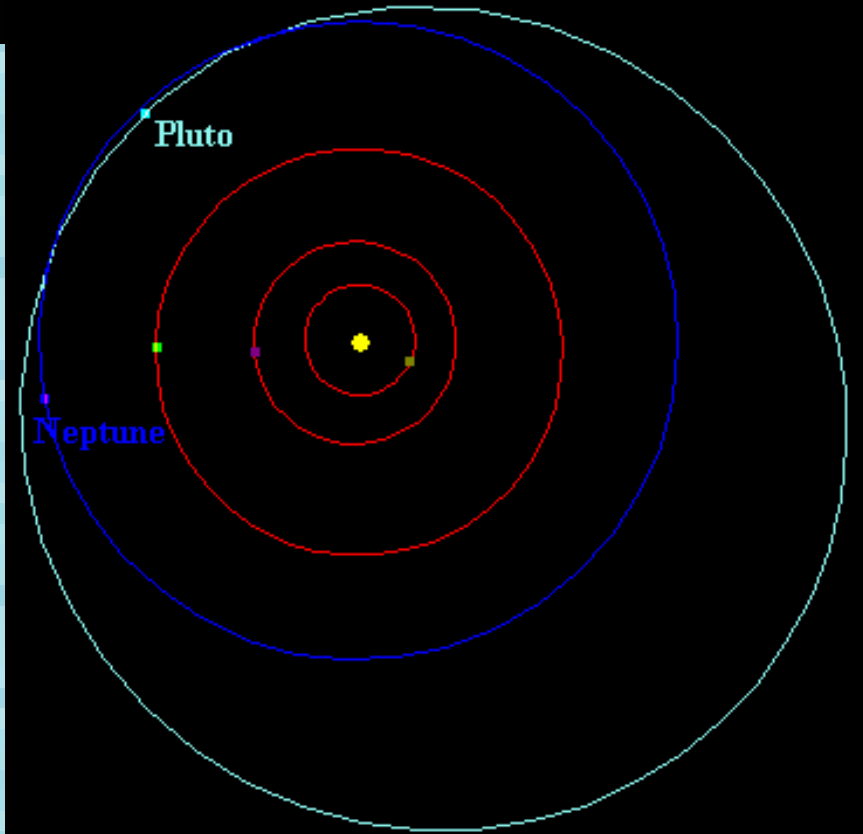


- **Kayaçsı bileşime ve ılıman bir iklime sahip**
- **Güneşten orta dercede uzaklıkta bir gezegen**
- **Dünya bir çok açıdan özel bir konuma sahiptir**
  - **Örneğin evrende bilinen gezegenler arasında suyun katı, sıvı ve buhar halinde bulunduğu tek gezegendir**

# Gezegelerin dizilimi



- Merkür
- Venüs
- Dünya
- Mars
- Jüpiter
- Satürn
- Uranus
- Neptun
- Pluto





# Gezegeler iki gruba ayrılır: Dünya benzeri gezegeler

Merkür, Venüs, Dünya, Mars

- Küçük kütle, küçük yarıçap
- Sıcak katı yüzey

- Yoğun kayası bileşim
- Güneşe yakın
- Atmosfer- büyük moleküller  
- CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>

**Merkür**



**Venüs**



**Dünya**



**Mars**



# Jüpiter benzeri gezegenler

## Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün

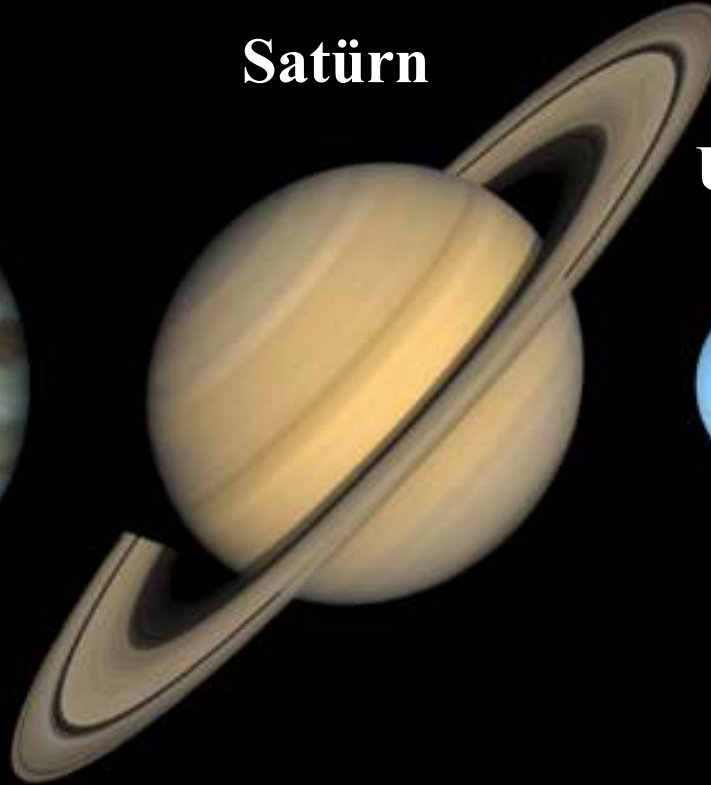
- Büyük kütle, büyük yarıçap
- Katı yüzey yok
- Düşük yoğunluk, gaz bileşimli

- Güneş sisteminin dış kısmında
- Atmosfer - H, He, + moleküller ( $H_2O$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ )

**Jüpiter**



**Satürn**



**Uranus**



**Neptün**



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

## Güneş sisteminin gezegenleri

### *İç Gezegenler*

Büyüklikler ölçekli



Merkür

Venüs

Dünya ve Ay

Mars

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

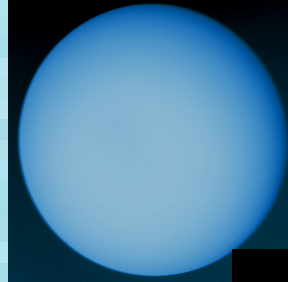
## Dış Gezegenler



Jüpiter



Satürn

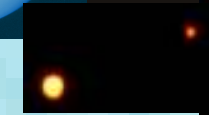


Uranüs



Ölçek. Dünya

Neptün



Pluto

## Meteoritlerin ve güneş sisteminin yaşı

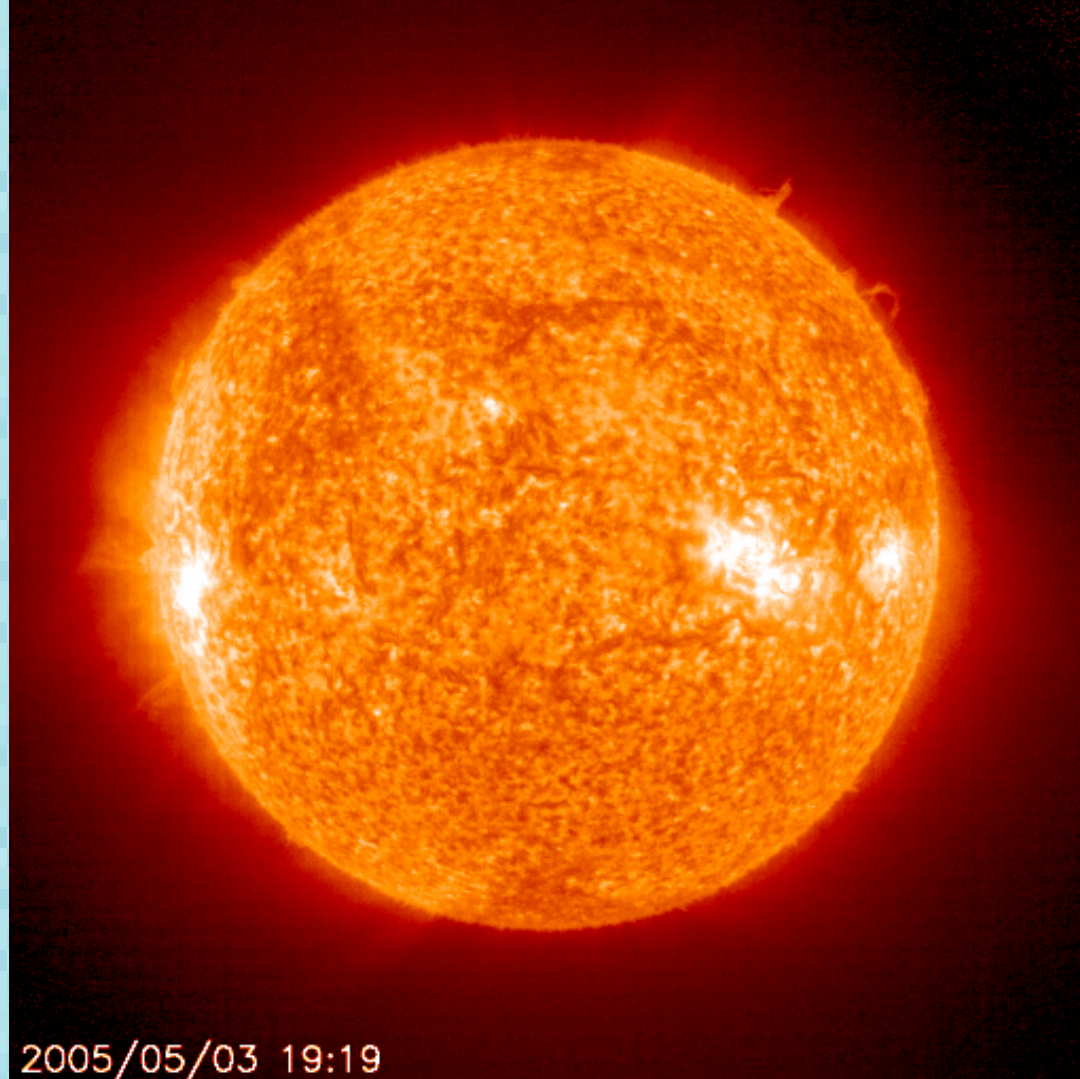
- Oluşum: 4.56 milyar yıl  
Meteoritlerin tümü 20 milyon yıl içinde  
(Supernovanın ilk birkaç milyon yılında)
- Süpernovadan güneş ve gezegencikler-
- birkaç milyon yıl içinde
- Katmanlı dünya meteoritlerden  $96 \pm 12$  milyon yıl sonra
- Nebuladan katmanlı dünya ve ay-yaklaşık 100 milyon yıl

# Güneş sisteminin oluşumu

## Temel bilgiler

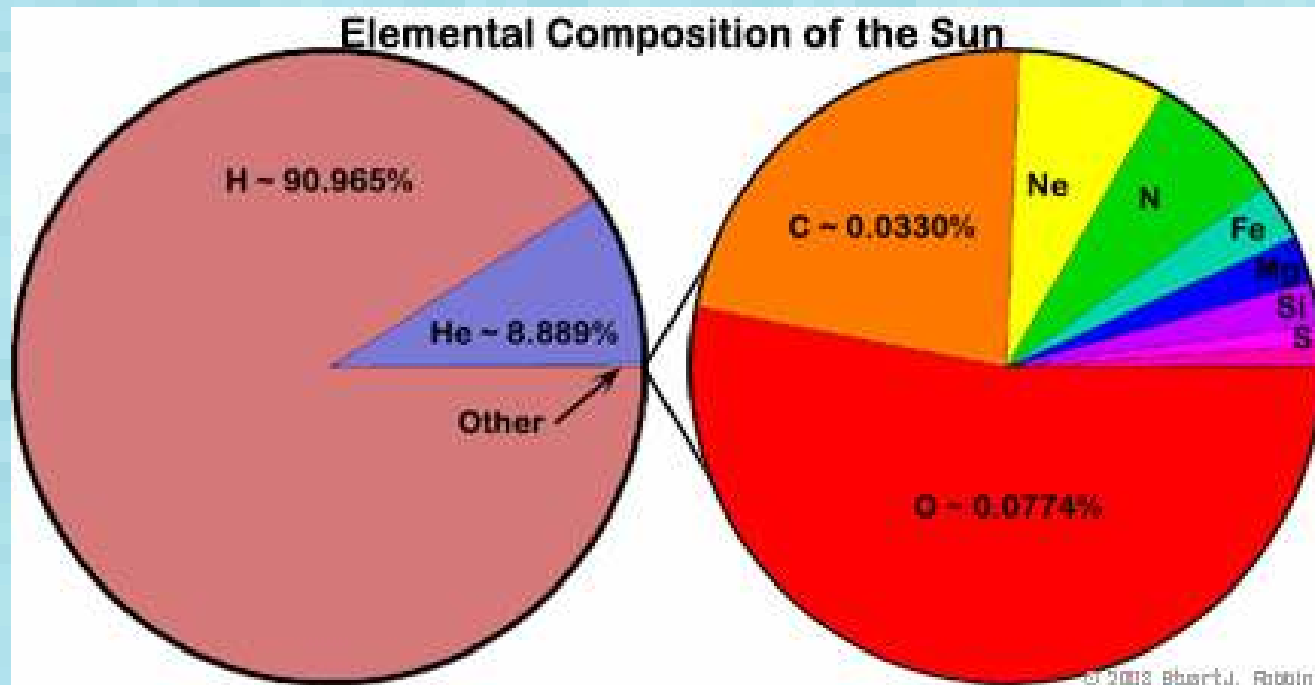
- Kütlenin çoğu merkezde (Güneş - 99.9%)
- Bütün yörüngeler ekliptike yakın
- Bütün yörüngeler oldukça dairesel
- Tümü aynı yörüngeye sahip (saat yönünün tersi)
- Çoğu aynı yönde döner (saat yönünün tersi)
- Bir çok uydu aynı yörüngede/aynı yönde dönme sunar
- Yoğunluk güneşten uzaklaştıkça azalır
- Daha masif gezegenler güneşten uzakta
- Gezegen, uydu ve diğer cisimler üzerinde bir çok krater bulunur

**Güneş sistemi kütlelerinin % 99'u güneş içindedir**



2005/05/03 19:19

# Güneşin bileşimi



© 2003 Burt J. Robbins



# Temel bileşenler

## Güneş sisteminin bileşimi

- % 70 Hidrojen
- % 27 Helyum
- % 3 tüm diğerleri

H, He – büyük patlamadan

diğerleri- Yıldızların ilk oluşum evresinden

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

Gezegener güneşin ekvator düzlemi içinde bir yörüngededirler

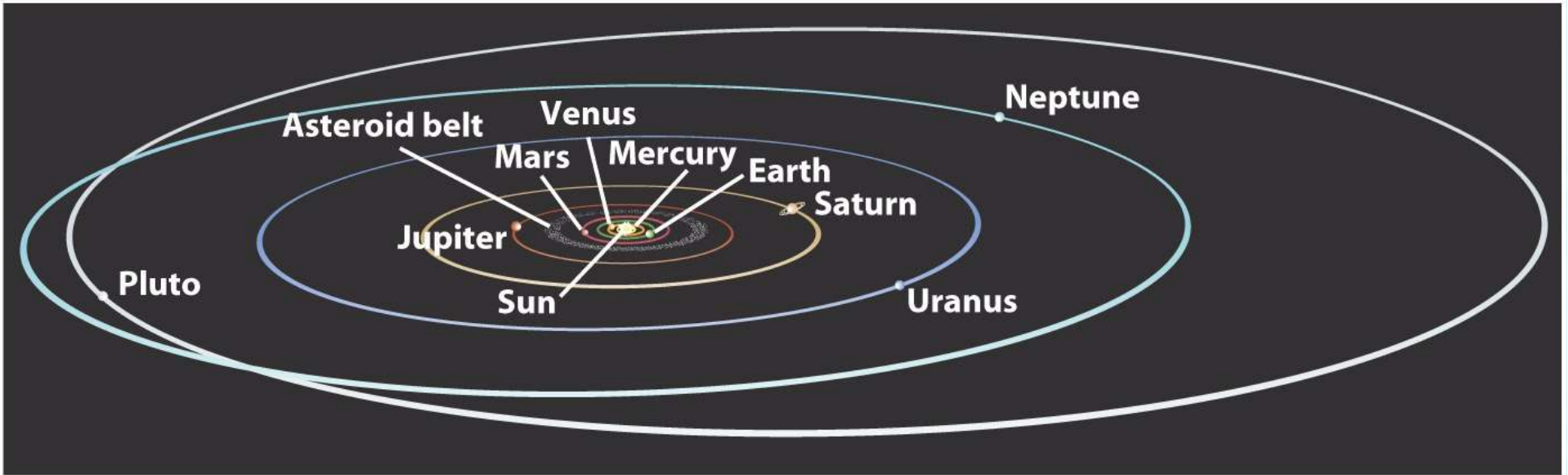


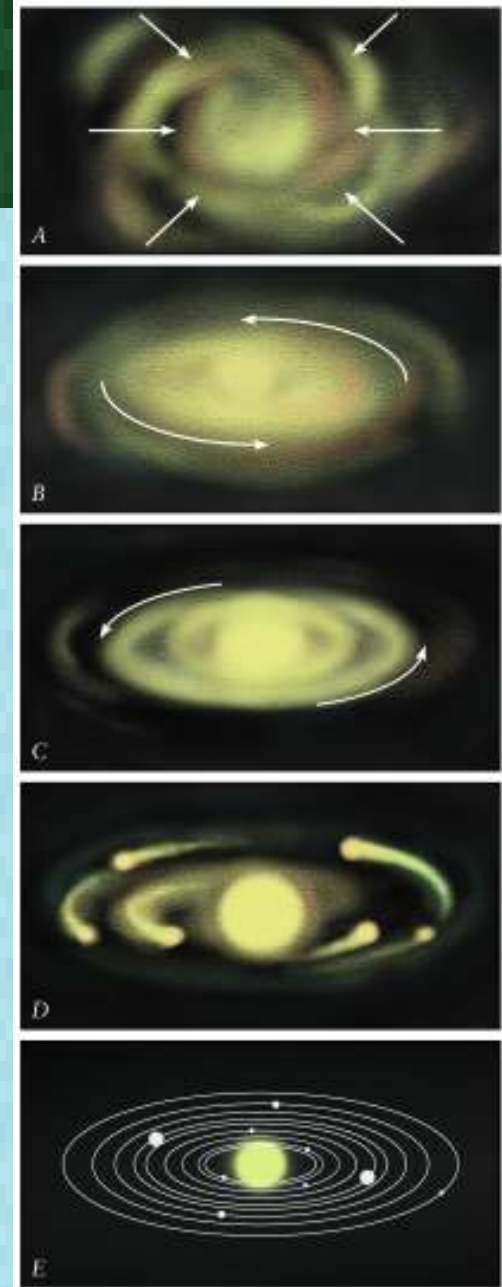
Figure 11-9a  
Earth System History, Second Edition  
© 2005 W. H. Freeman and Company

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

Gezegen (planet)	Yarıçap (Diameter) km	Güneşten uzaklık (Distance from Sun) x10 <sup>6</sup> km	Yüzey sıcaklığı (Surface temperature) °C	Yoğunluk (Density) g/cm <sup>3</sup>	Ana atmosfer bileşenleri (Main atmospheric constituents)
Güneş	1,392,000	-	5,800		-
Merkür	4,880	58	260	5.4 (kayaçsı)	-
Venüs	12,100	108	480	5.3 (kayaçsı)	CO <sub>2</sub>
Dünya	12,750	150	15	5.5 (kayaçsı)	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
Marss	6,800	228	-60	3.9 (kayaçsı)	CO <sub>2</sub>
Jüpiter	143,000	778	-150	1.3 (buz)	H <sub>2</sub> , He
Satürn	121,000	1,427	-170	0.7 (buz)	H <sub>2</sub> , He
Uranüs	52,800	2,869	-200	1.3 (buz)	H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
Neptüne	49,500	4,498	-210	1.7 (buz)	H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
Pluto	2,300	5,900	-220	2.0	CH <sub>4</sub>

# Güneş sisteminin kökeni: Güneş Nebula hipotezi



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- **Nebula**
- Yıldızların doğduğu yer. Güneş sistemi de böyle bir nebuladan doğmuştur

Orion Nebula



© Royal Observatory , Edinburgh / Anglo-Australian Observatory

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- **Nebula**
- **Nebula** uzayda bulunan gaz bulutsularına verilen isimdir. Yıldızlar arasında bulunan boşluklarda yer alan ve yıldızların yaydıkları ışık enerjisi ile görünür hale gelen yoğun gaz ve toz bulutları, gökadalarn temel bileşenlerdendir

**Orion Nebula**



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- **Nebula Oluşumu**
- **Nebula(bulutsu) oluşmadan önce bir yıldızdır. Bu yıldız büyür büyür sonunda ya kahverengi cüce ya nötron yıldızı ya da bir karadelik olur. Fakat bütün yıldızlar bunlardan biri olmadan önce kırmızı süperdev haline gelir. Bu yıldızlar çok büyük oldukları için içten gelen basınç ve yüksek (100.000.000 °C) sıcaklığın etkisiyle uzay boşluğuna gaz salarlar. Bu gaz püskürmeleri oldukça büyük ve hızlıdır. Daha sonraları bu gazlar yaklaşarak bir gaz bulutu oluştururlar. Bu gaz bulutunun sıcaklığı 15.000 °C den fazladır.**



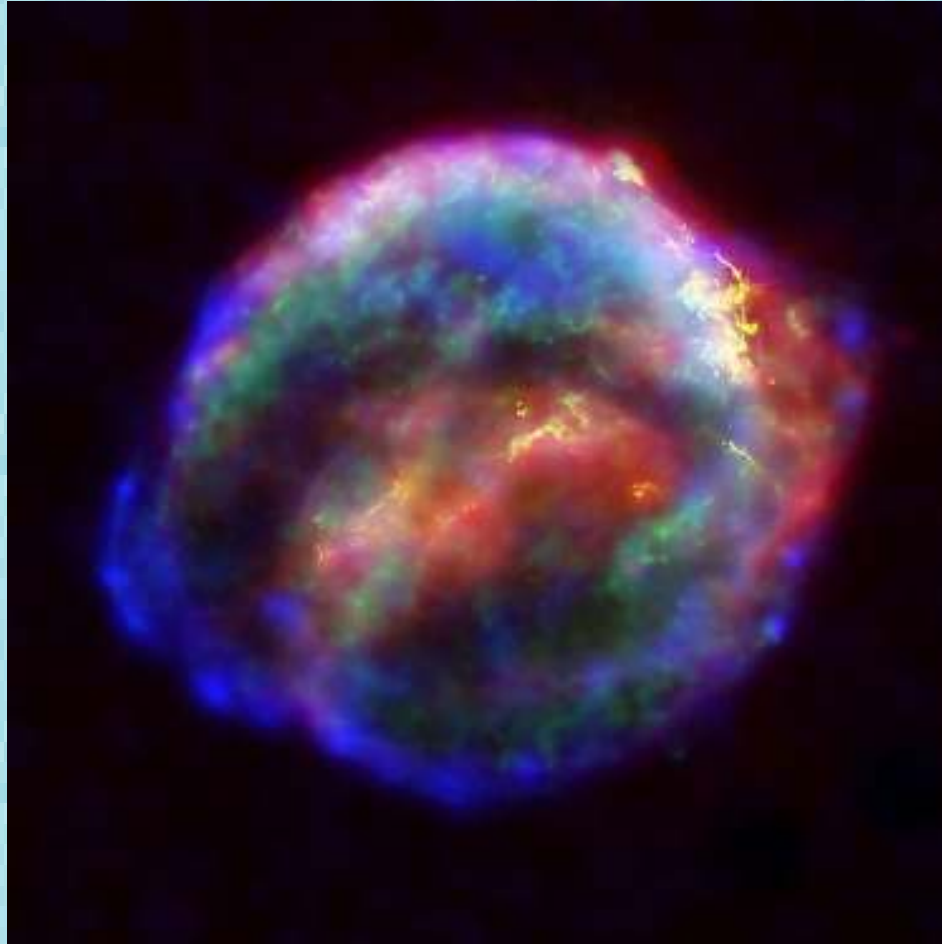
Orion Nebula

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- **SÜPERNOVA**
- **Süpernova**, enerjisi biten Büyük Yıldızların şiddetle patlaması durumuna verilen addır.
- Bir süpernovanın parlaklığı Güneş'in parlaklığının yüz milyon katına varabilir.

- Kepler süpernovası





# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

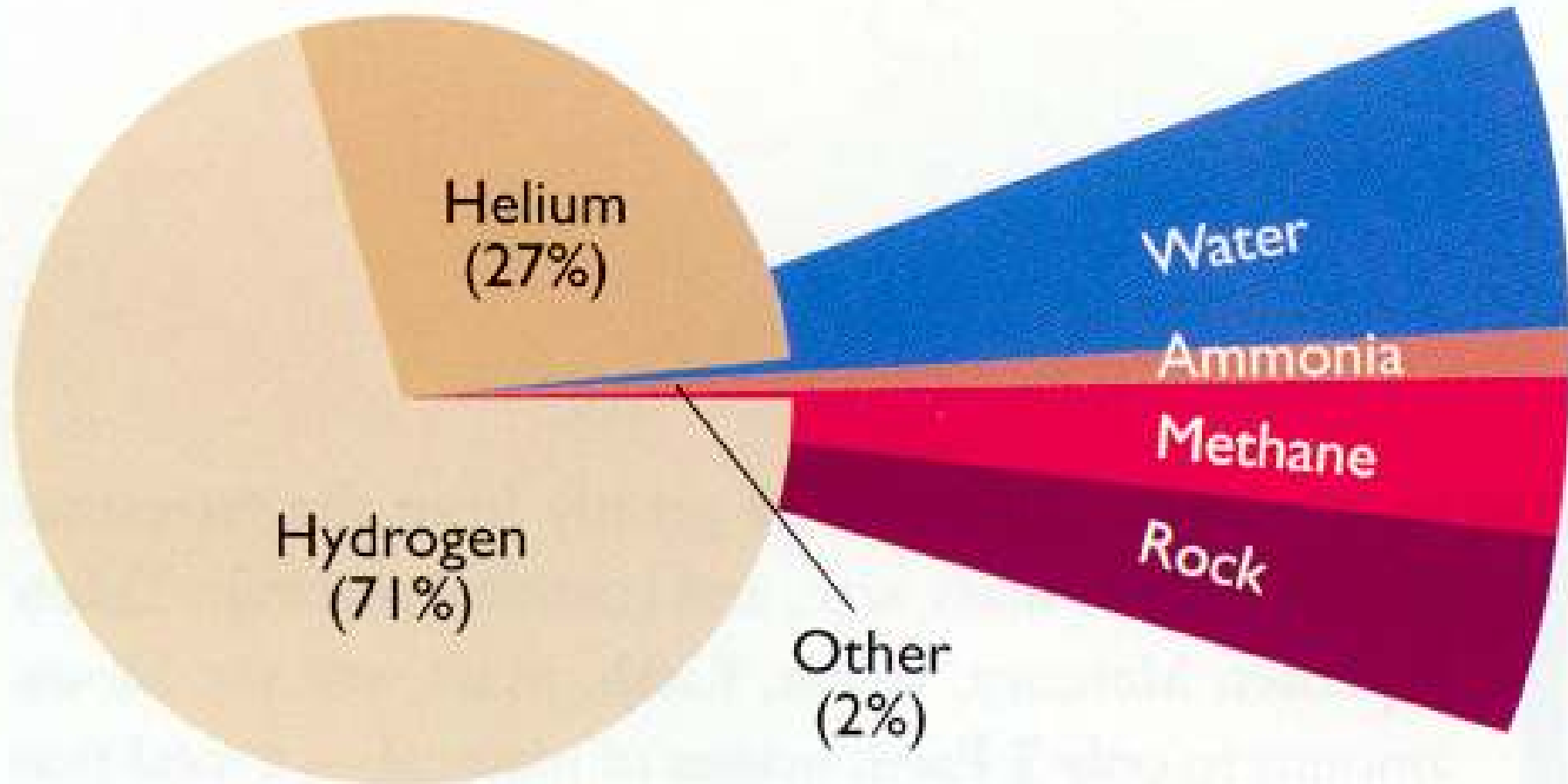
## • SÜPERNOVA

- Başlangıçta yapısı, iyonize madde olan plazma şeklindeki bir süpernovanın parlaklığını yitirmesi haftalar ya da aylar sürebilir. Bu süre zarfında yaydığı enerji, güneşin 10 milyar yılda yayacağı enerjiden daha fazladır. Bu patlamalar, maddenin evrende bir noktadan başka noktalara taşınması işine yarar.
- Patlama sonucunda dağılan yıldız artıklarının, evrenin başka köşelerinde birikerek yeniden yıldızlar ya da yıldız sistemleri oluşturduğu varsayılmaktadır.
- Bu varsayıma göre, Güneş, Güneş Sistemi içindeki gezegenler ve bu arada elbette bizim Dünyamız da, çok eski zamanlarda gerçekleşmiş bir süpernova patlamasının sonucunda ortaya çıkmıştır.

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

## Nebula bileşimi



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- *Nebula hipotezi.*
- *Güneş sisteminin oluşum evreleri*
  - (a) *Dönen gaz kütesinin çekim etkisiyle kışalması daha yoğun bir merkezi bölge oluşturur*
  - (b) *Merkezi bölge sonunda güneşe dönüşür*
  - (c) *Nebula yassı bir şekil alır*
  - (d) *Nebuladaki toz parçacıkları bir disk üzerine yerleşir*
  - (e) *Toz parçacıkları birleşerek/birikerek bir kaç km çapındaki gezegencikler oluşturur*
  - (f) *Gezegenciklerin çarpışması, bunların birleşmesini, parçalanmasını ve yörüngelerinden sapmasını sağlar*
  - (g) *Daha sonra daha büyük olanlar, daha küçükleri yakalar*
  - (h) *Kondense olmamış gazlar güneş rüzgarları ile uzaklaşır*

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

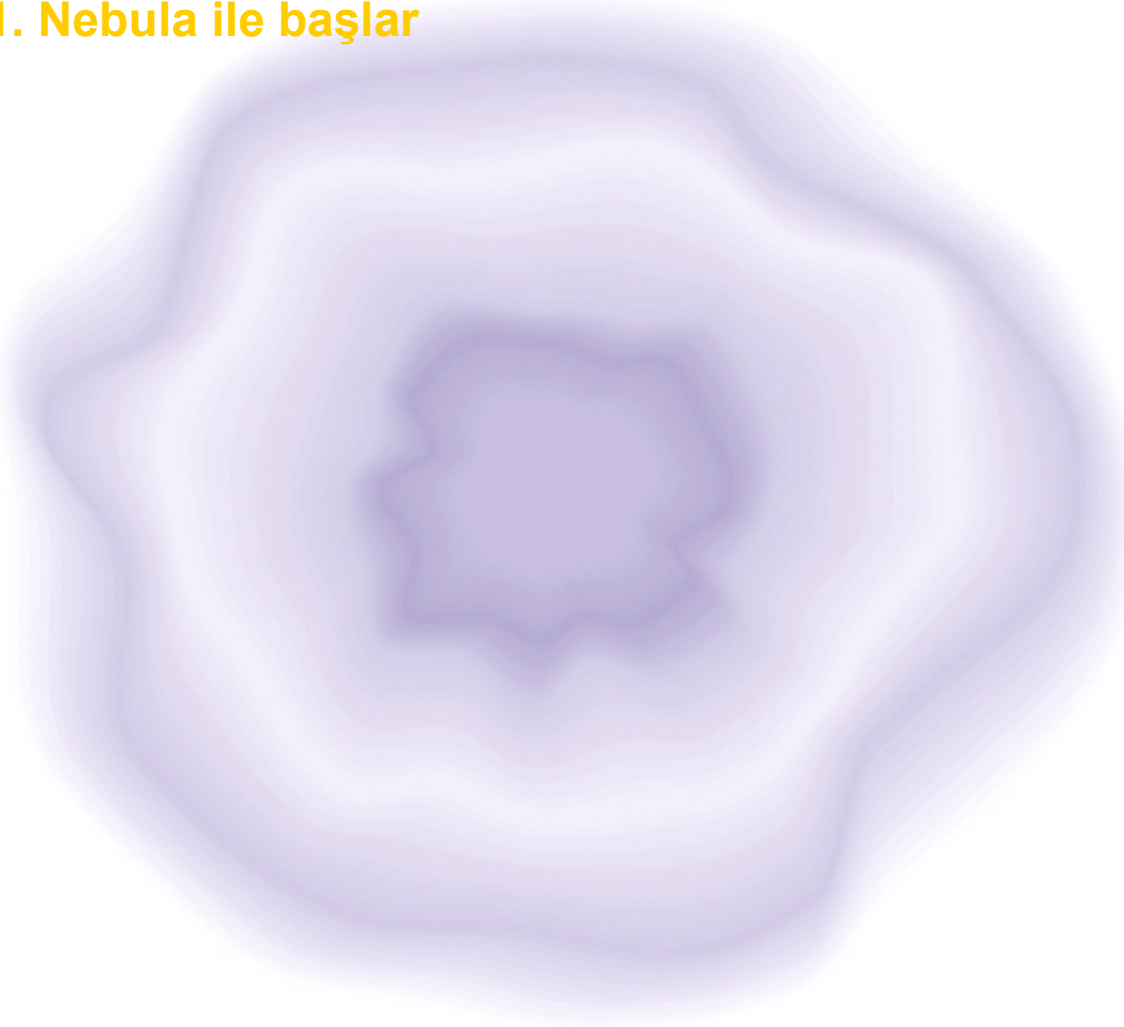
Doç.Dr. Yaşar EREN

- **Toz parçacıklarının rolü**
- **Dünya ve benzeri gezegenler sadece gazdan oluşamaz. Bunların oluşumu için toz parçacıkları gibi katı fazdaki cisimler gerekir.**
- **Bu sürece yığışım/birikim olayı denir**
- **Nebuladaki elementler üzerindeki kimyasal olaylar birkaç mm çapındaki toz tanecikleri oluşturur**
  - **Toz tanecikleri yavaşça birikerek sonuçta protogezen veya gezegencik adı verilen asteroid benzeri birkaç km çapındaki cisimleri oluşturur.**
  - **Gezegenciklerin çarpışması daha büyük ve küçükleri kendisine katan gezegenler oluşturur.**
  - **Bu süreç oldukça karmaşık bir süreç olup, çarpışmalar bazen gezegenciklerin parçalanmasını, yörüngelerdeki değişimlere ve büyük cisimler üzerinde krater oluşumuna da yol açar**

•

# Güneş sisteminin oluşumu

## 1. Nebula ile başlar



Bir şey  
(Supernova?)  
Nebulanın  
çökmesini  
başlatır

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

## Güneş sisteminin oluşumu

2. Nebula içe çökerek Protoyıldız (İlk güneş) oluşturur.

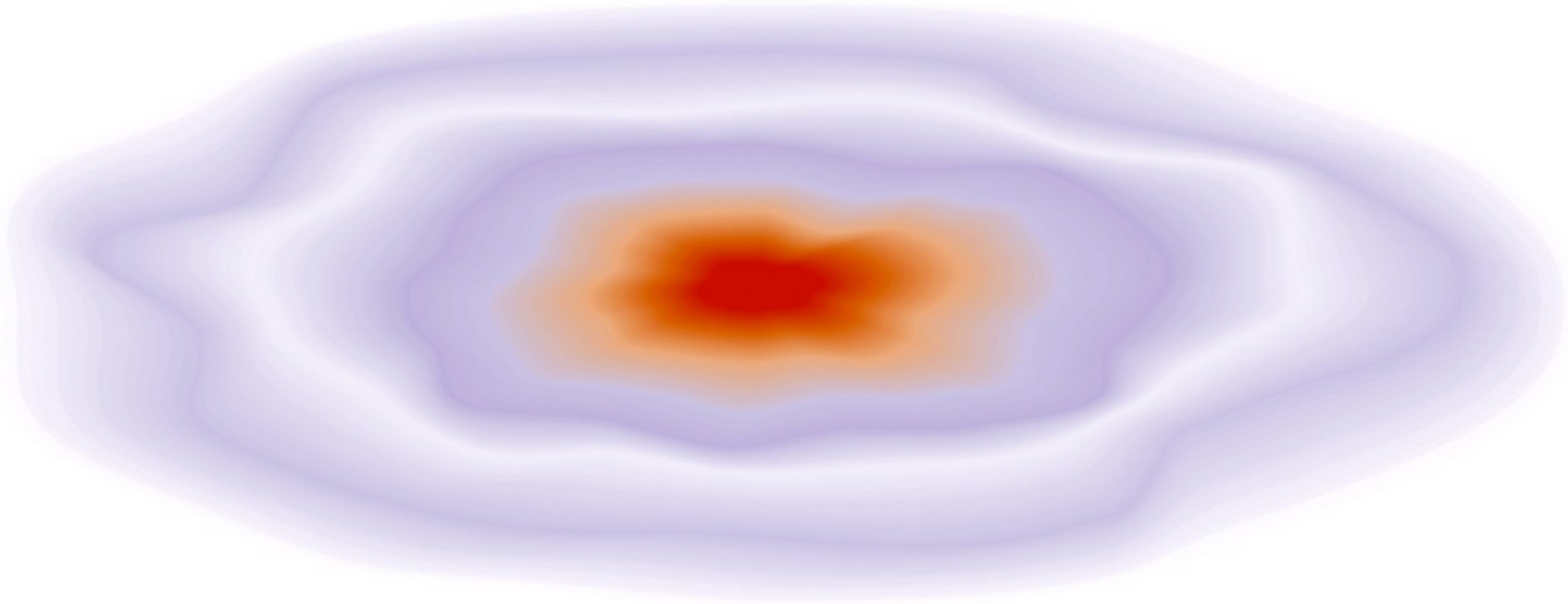


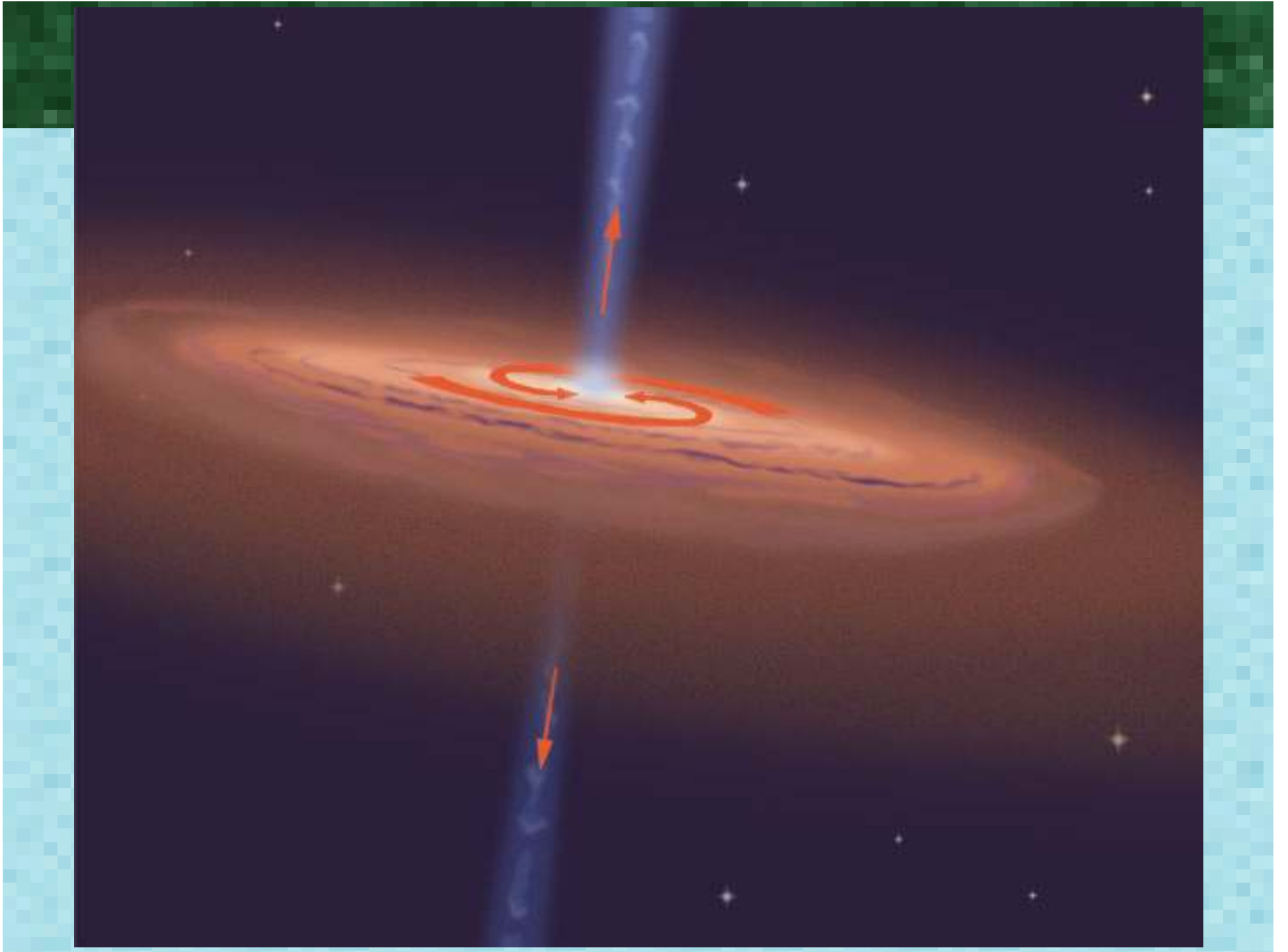
Figure 11-8b  
*Earth System History, Second Edition*  
© 2005 W.H. Freeman and Company

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN





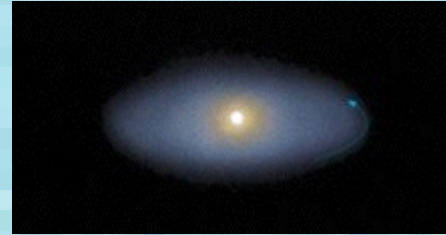
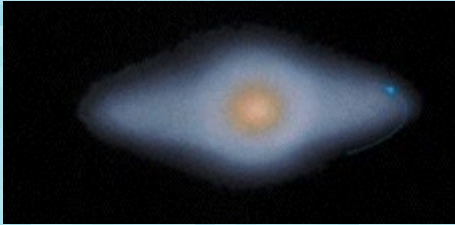


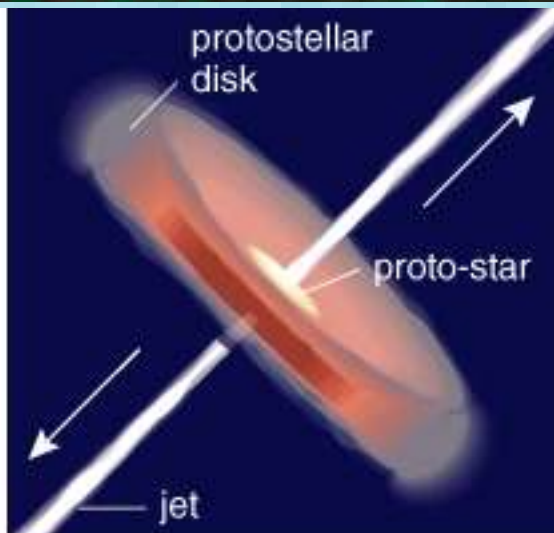
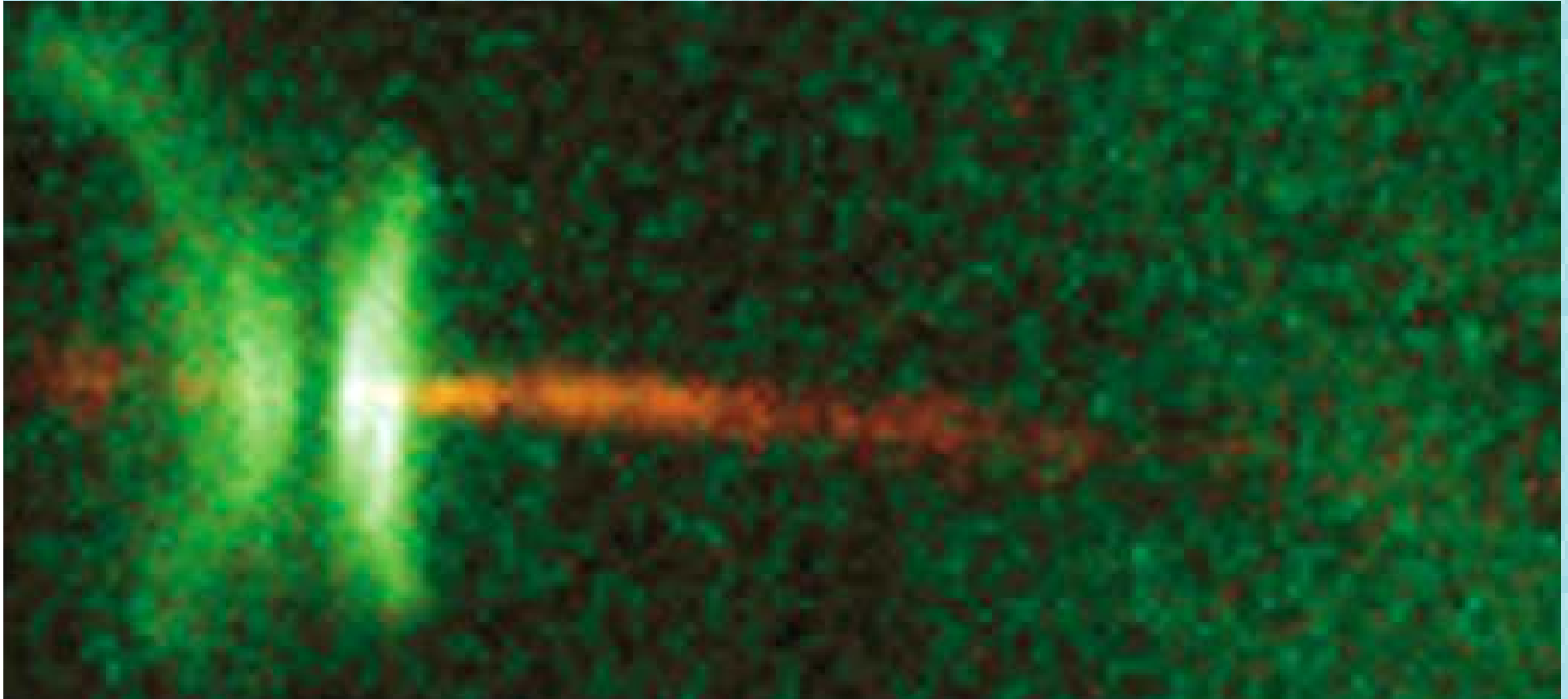
## Nebula



Nebulanın spin hareketi

**Açısal Momentum** - Nebulayı yassılaştırarak disk şeklini verir





**Protoyıldız  
oluşumu**

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

## Güneş sisteminin oluşumu

### 3. Kalan malzeme soğur ve birikmeye başlar

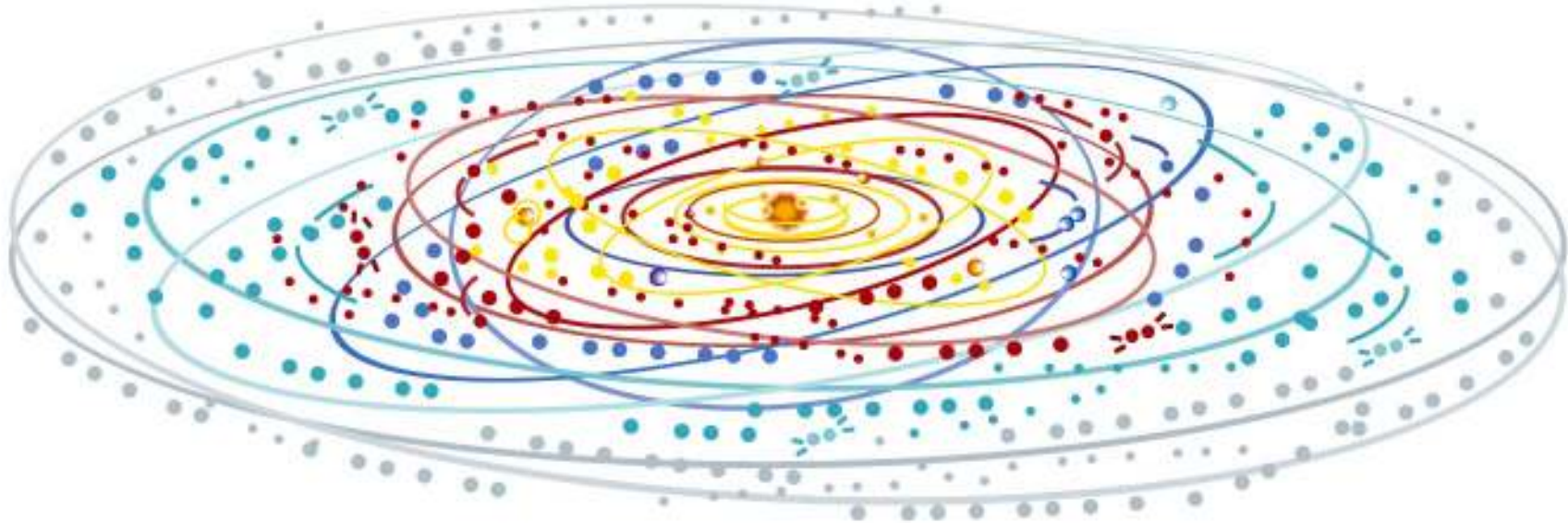
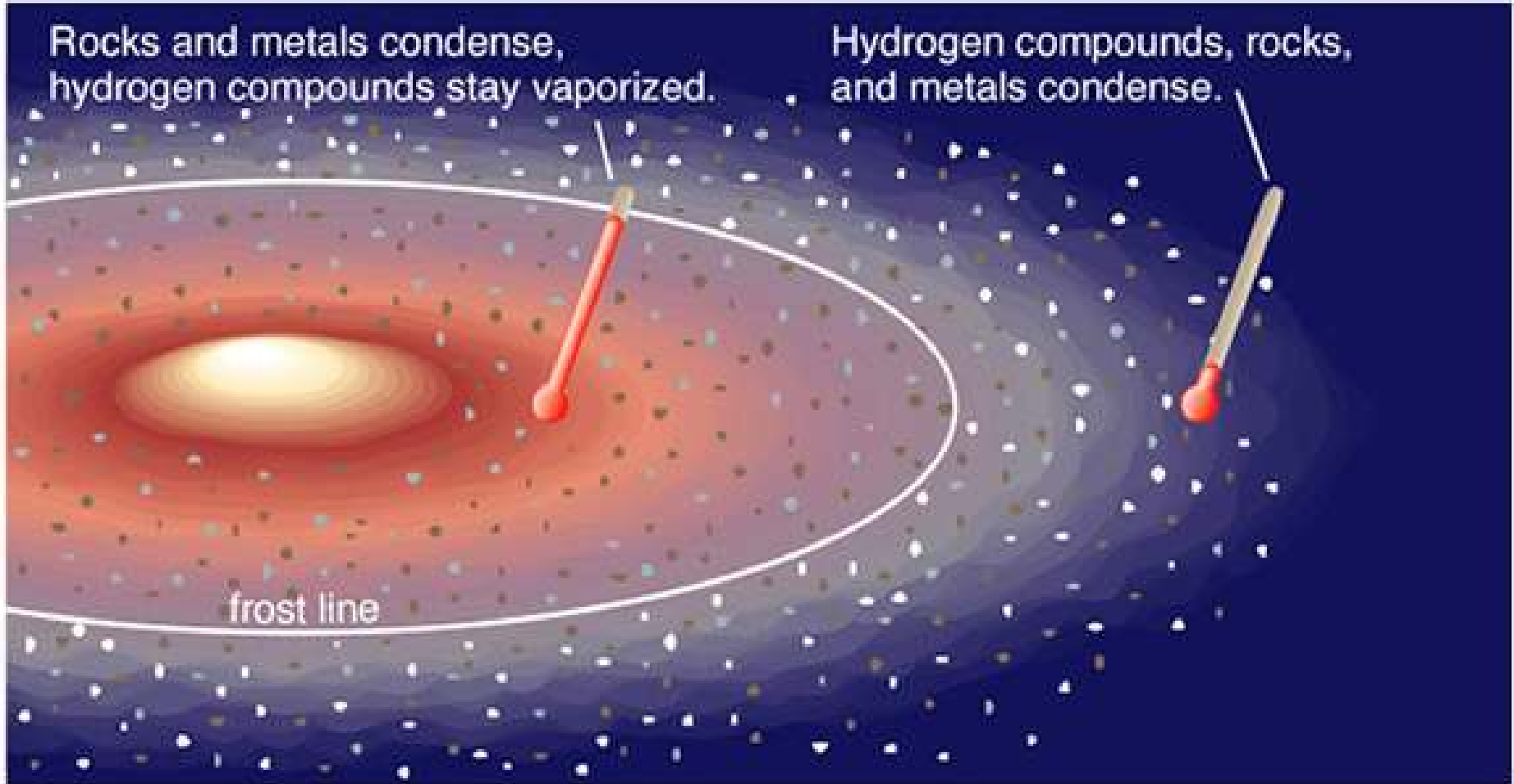


Figure 11-8c  
Earth System History, Second Edition  
© 2005 W. H. Freeman and Company

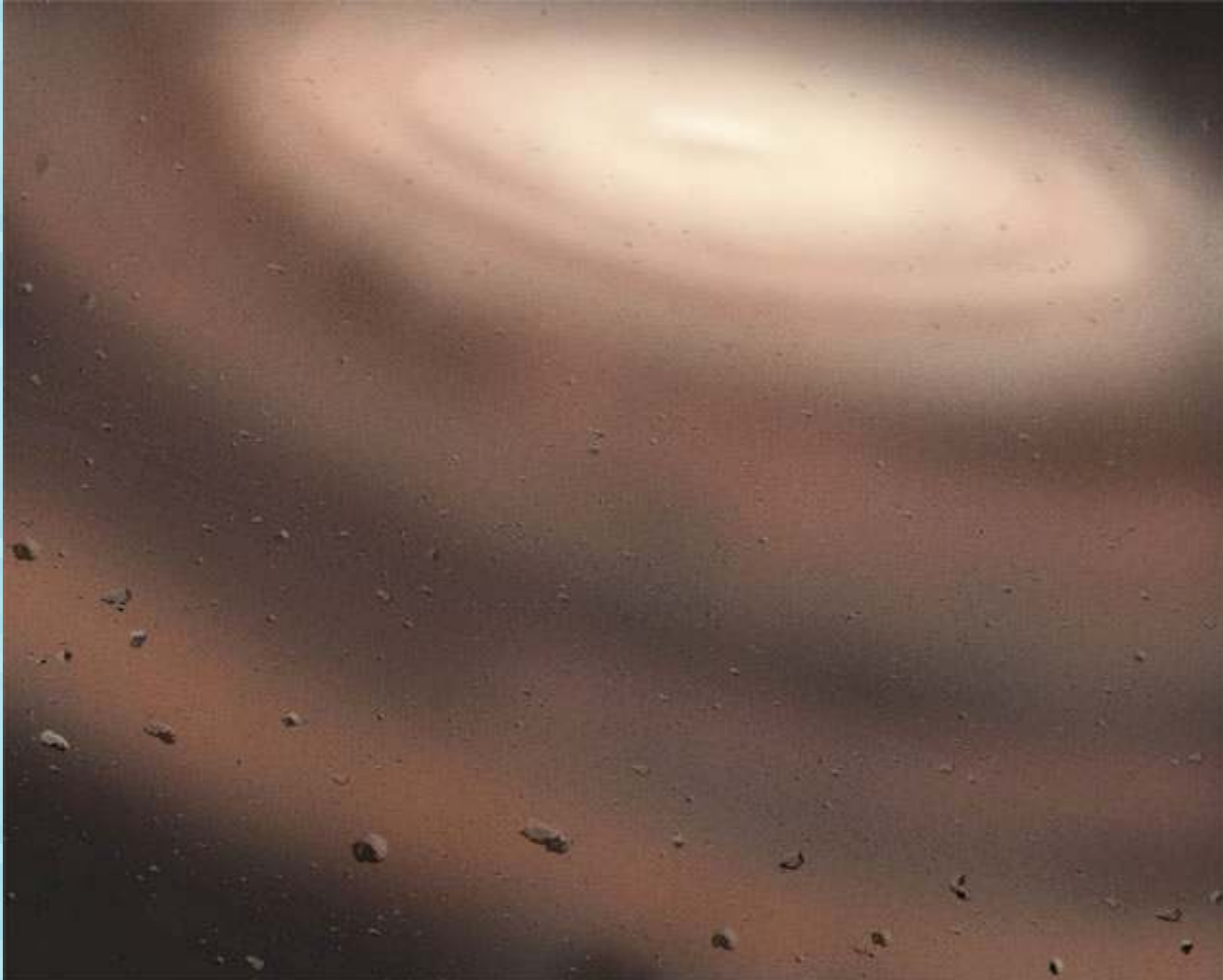
# Güneş sisteminin oluşumu

## 3a. "Gaz" Ergime sıcaklığı ile ayrılır ve yoğunlaşır



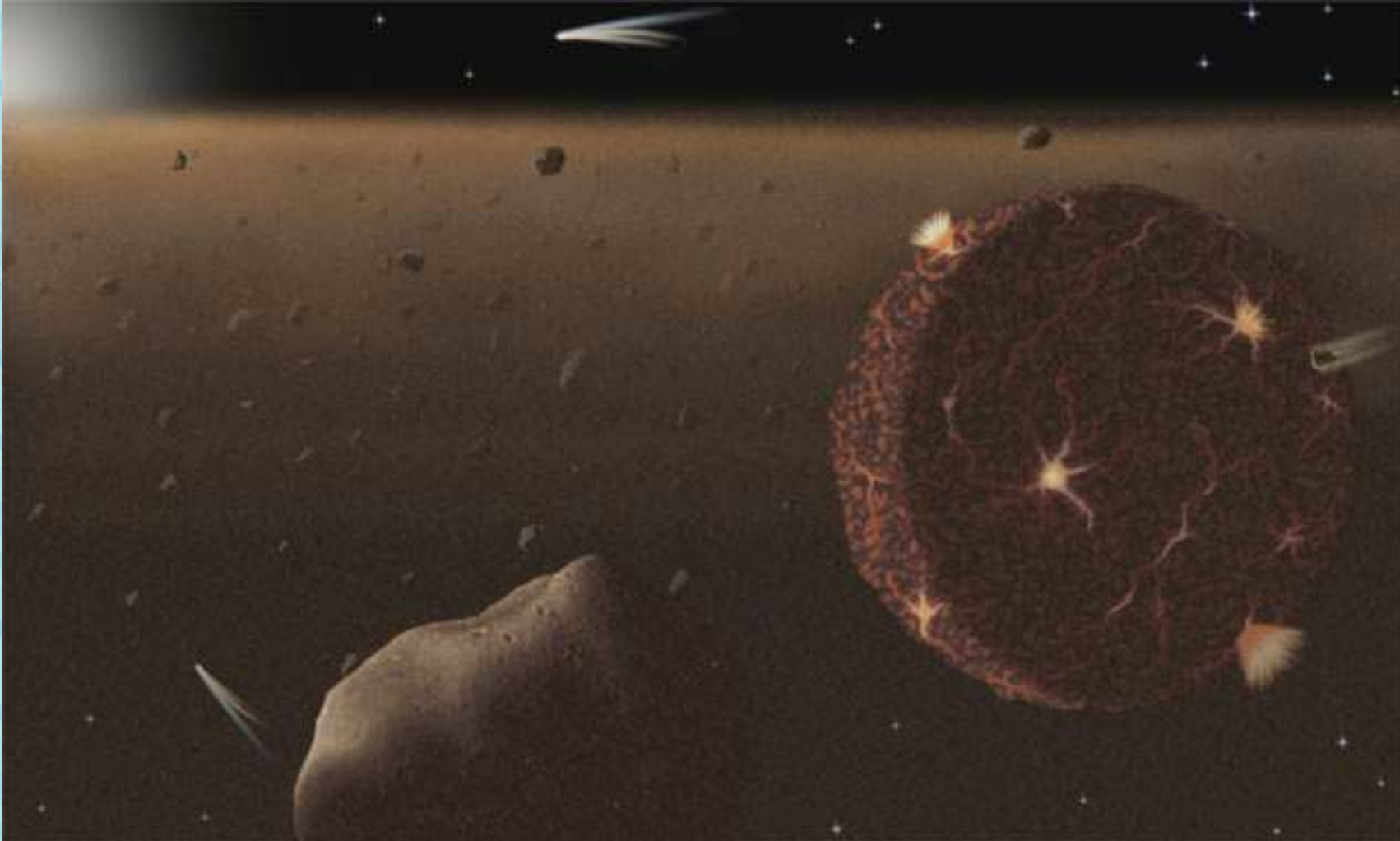
# Güneş sisteminin oluşumu

3b. Toz parçacıkları birikerek gezegencikler oluşturur



# Güneş sisteminin oluşumu

3b. Gezegencikler birleşerek gezegenleri oluşturur



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

## Gravite etkisiyle

Maddeler yanyana gelerek kütleleri oluşturur

Kütlelerin özelliği güneş sistemi içindeki yerlerine bağlıdır

**Güneşe Yakın** – Düşük yoğunluklu gaz ve buz büyük kütleler oluşturamaz. Sadece yüksek yoğunluklu kayaç ve metaller büyük kütleler oluşturabilir.

**Güneşten uzakta** – Düşük yoğunluklu gaz ve buz gibi maddeler daha büyük kütleler oluşturur.



Yüksek  
yoğunluklu  
kayaç ve  
metaller



Düşük  
yoğunluklu  
gazlar

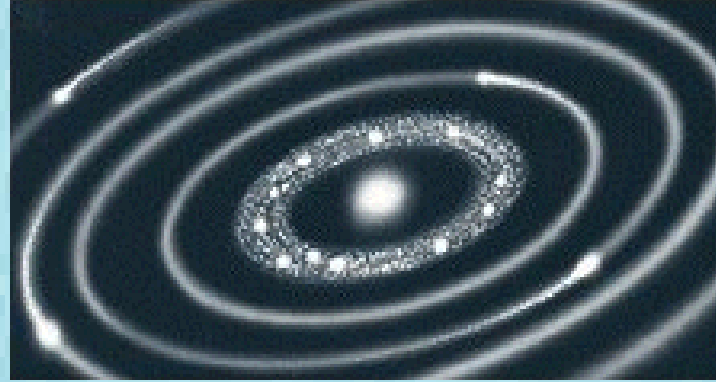
Gravite (çekim)

Çarpışma

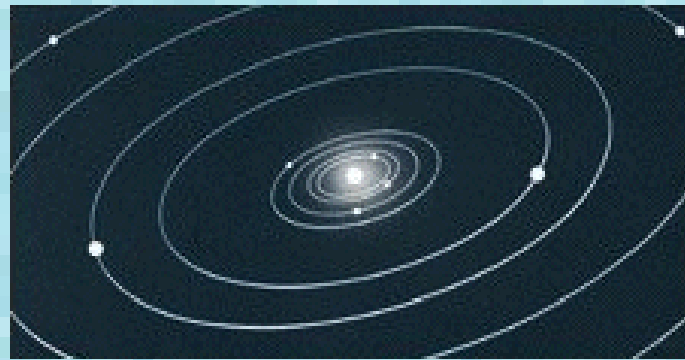
Yığılma

Sıkışma

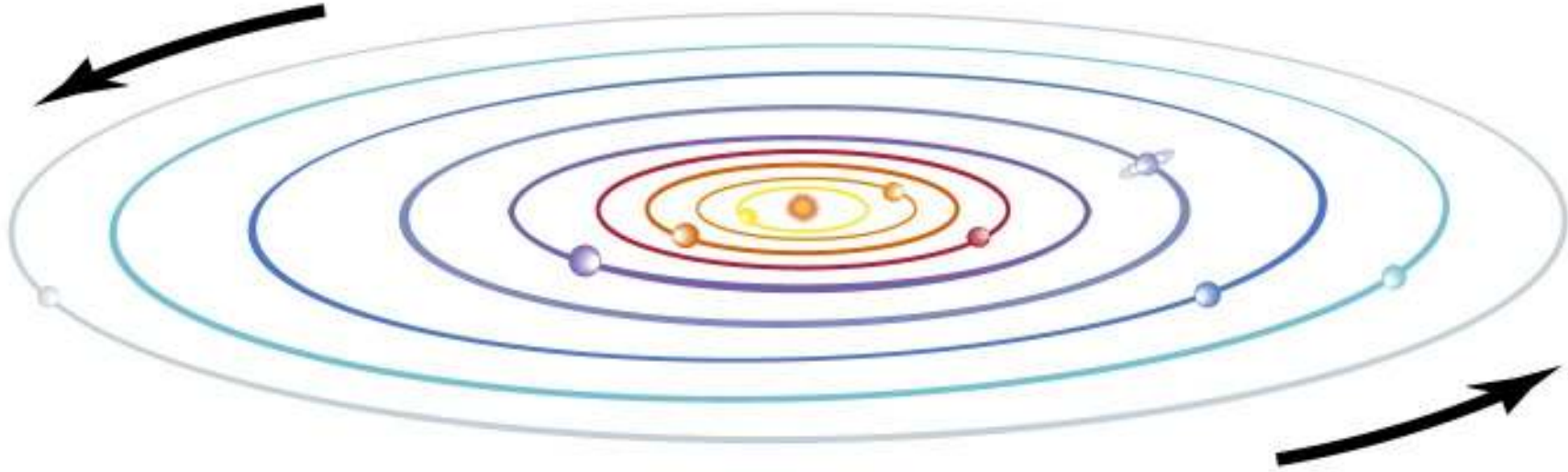
Güneş rüzgarları



Sonuçta  
gezegenlere  
dönüşecek  
gezegencikler  
oluşturur



# Güneş sistemi oluşur



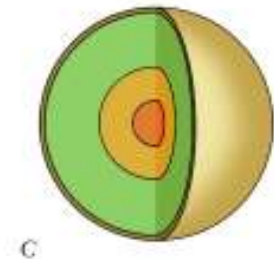
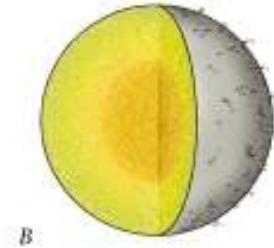
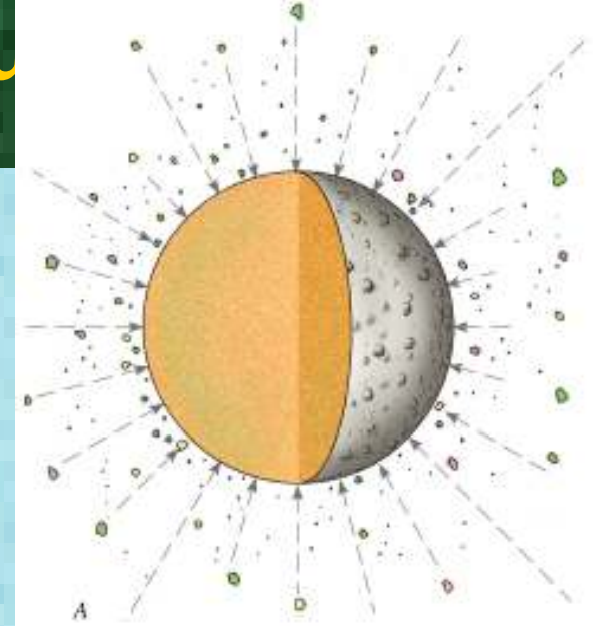
**Figure 11-8d**  
*Earth System History, Second Edition*  
© 2005 W.H. Freeman and Company

# Güneş sisteminin oluşumu

## 4. Yer benzeri gezegenler ısınır ve farklılaşmaya başlar: *Demir Katastrofu*

### Sıcaklık kaynağı:

1. Birikmenin kinetik enerjisi
2. Gravitasyonel enerji
3. Radyoaktif bozunma
4. Farklılaşma



## Radyoaktif bozunma

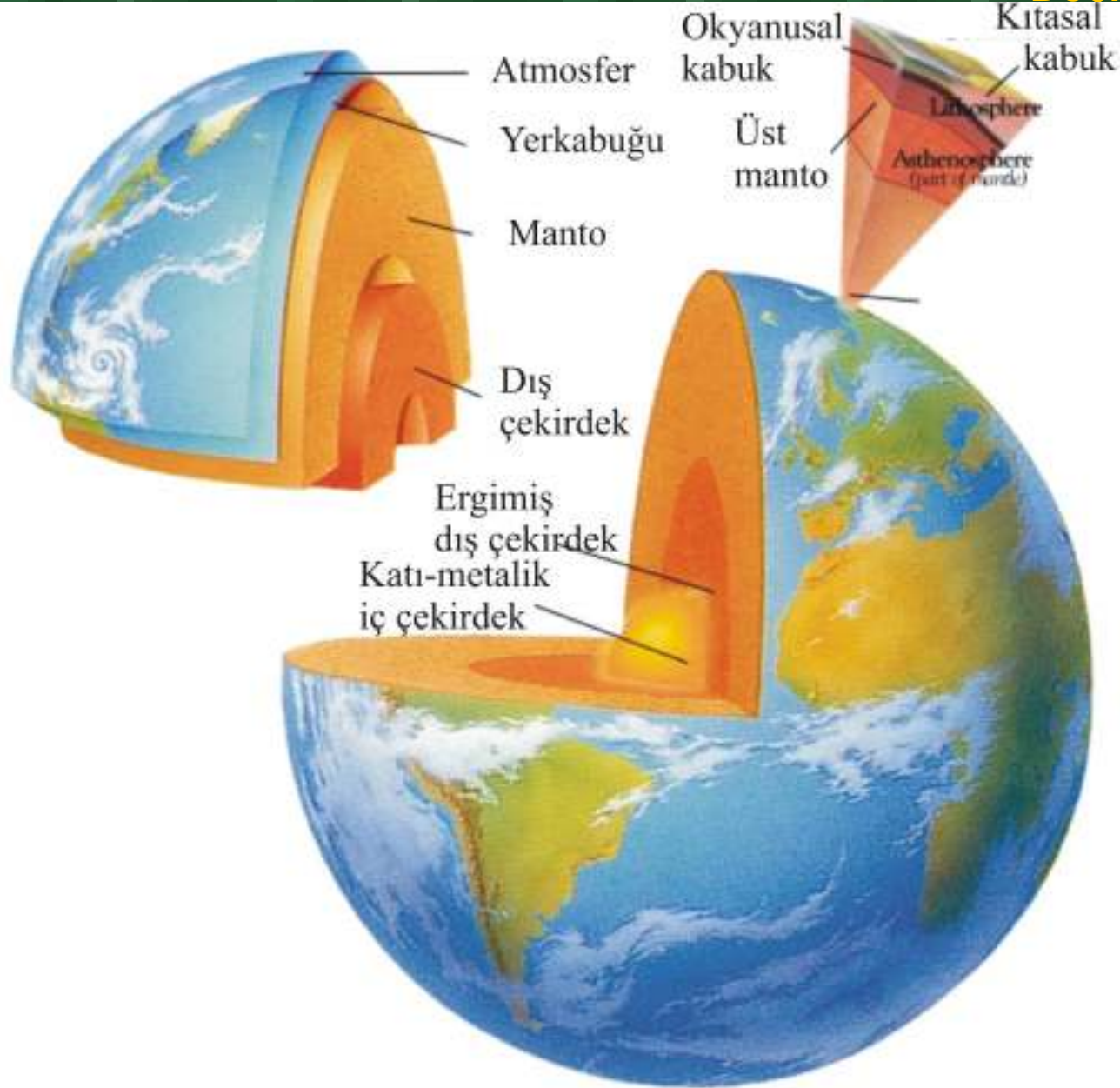
Meteoritlerin incelenmesi ilk güneş sisteminde oldukça fazla radyoaktif maddenin olduğunu göstermektedir

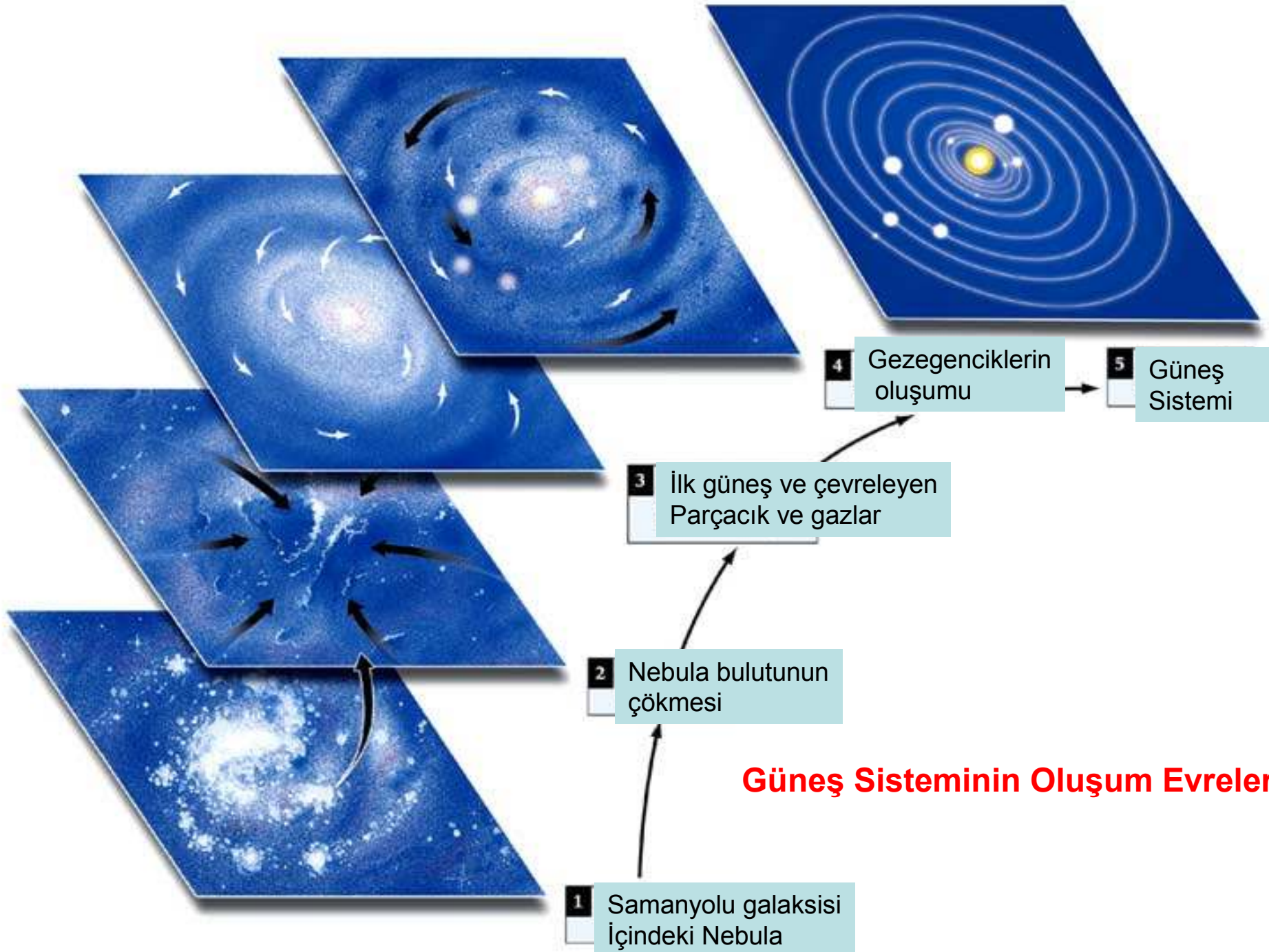
Radyoaktif bozunmanın oluşturduğu sıcaklık ergimeye veya hareketli kayaç-metal oluşumuna yol açmaktadır.

Buda gezegenlerin farklılaşmasına yol açarak gezegenlerin merkezinde yüksek yoğunluklu, yüzeye yakın kesimlerde ise daha düşük yoğunluklu maddelerin birikmesine yol açmaktadır.

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN





## Güneş Sisteminin Oluşum Evreleri

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

## DÜNYANIN OLUŞUMU

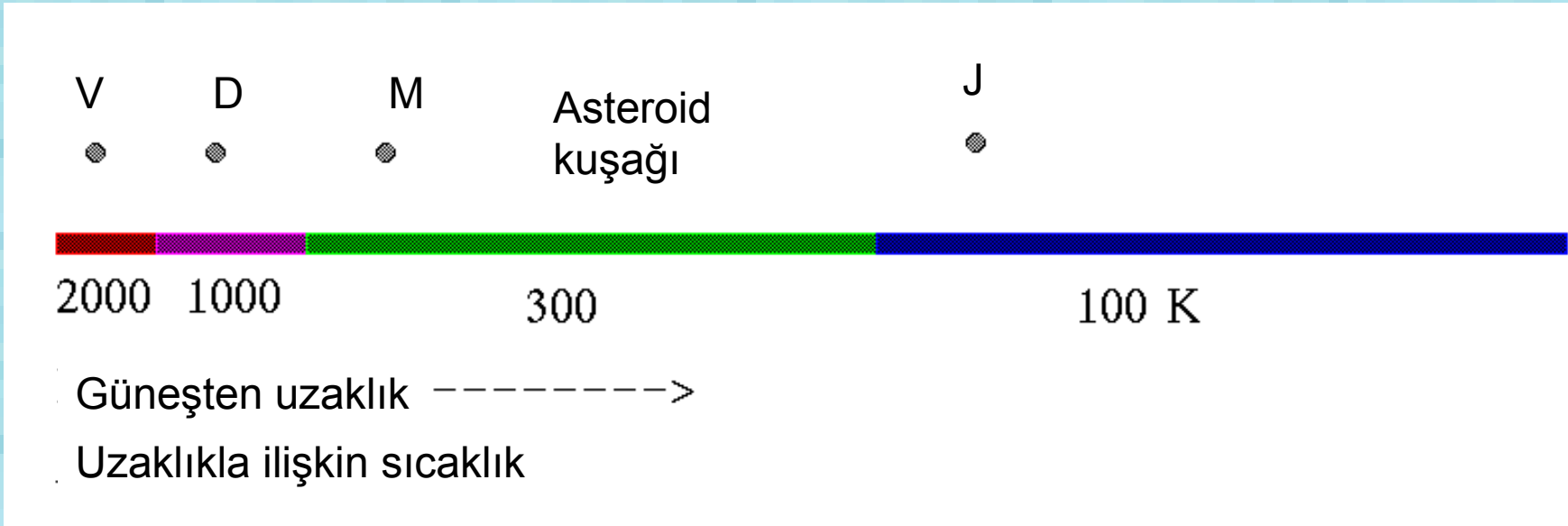
**Nebula hipotezi  
ile güneş  
sistemi  
oluşmuştur**



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

- Başlangıçtaki güneşi oluşturan nebula kozmik toz ve buzdan oluşmaktaydı
- En az uçucu maddeler güneşe en yakın, çok uçucu maddeler ise sistemin dışında yoğunlaşmaya başlamıştır





# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

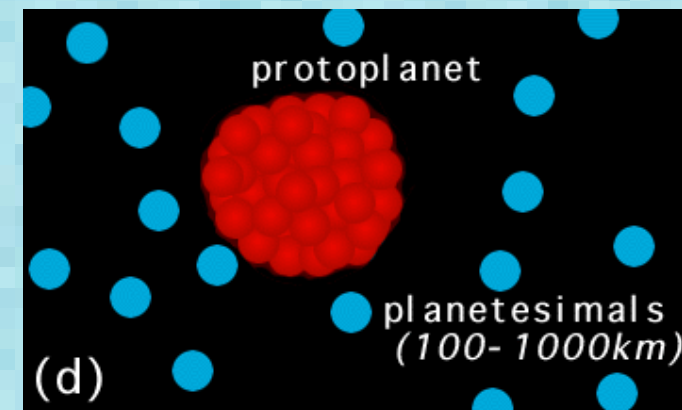
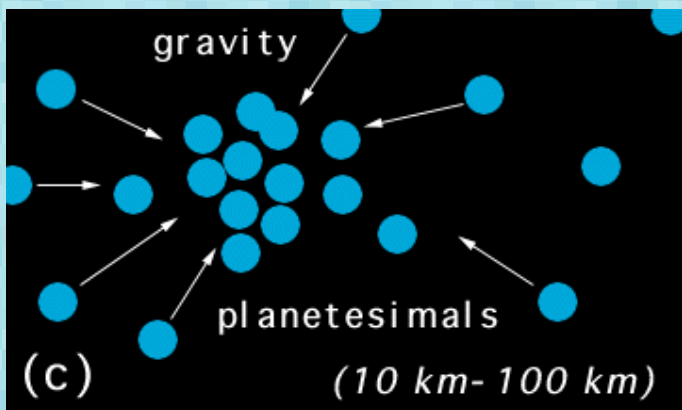
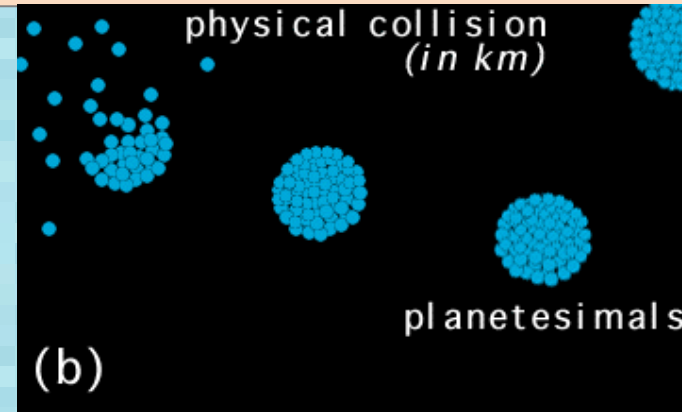
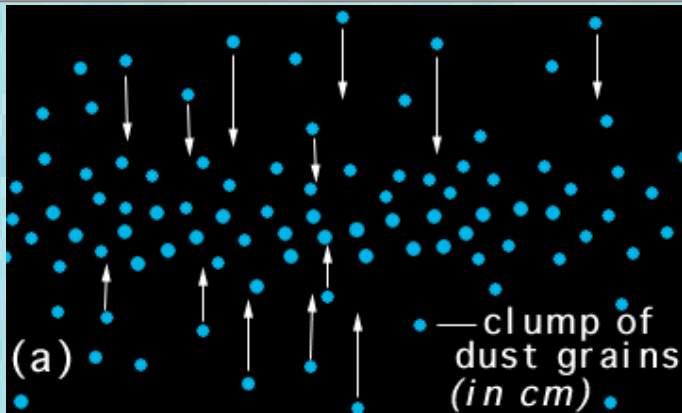
Doç.Dr. Yaşar EREN

## Dünya

**yaklaşık 4.6 milyar yıl  
önce elektromanyetik ve  
gravitasyonel çekim  
nedeniyle birikme/yığışım  
mekanizmasıyla  
oluşmuştur**

## Birikme/yığışım ile dünyanın oluşumu

- a: cm boyutlu parçacıkların birikmesi
- b: Km ölçeğinde fiziksel çarpışma
- c: 10-100 km ölçeğinde gravitasyonel birikme
- d: Yığışım ısı nedeniyle ergimiş protogezen



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

## DÜNYANIN OLUŞUMU

**Yaklaşık ~ 4.6 milyaryıl önce dünya oluşur oluşmaz ısınmaya başlamıştır**

### **Isınma nedenleri**

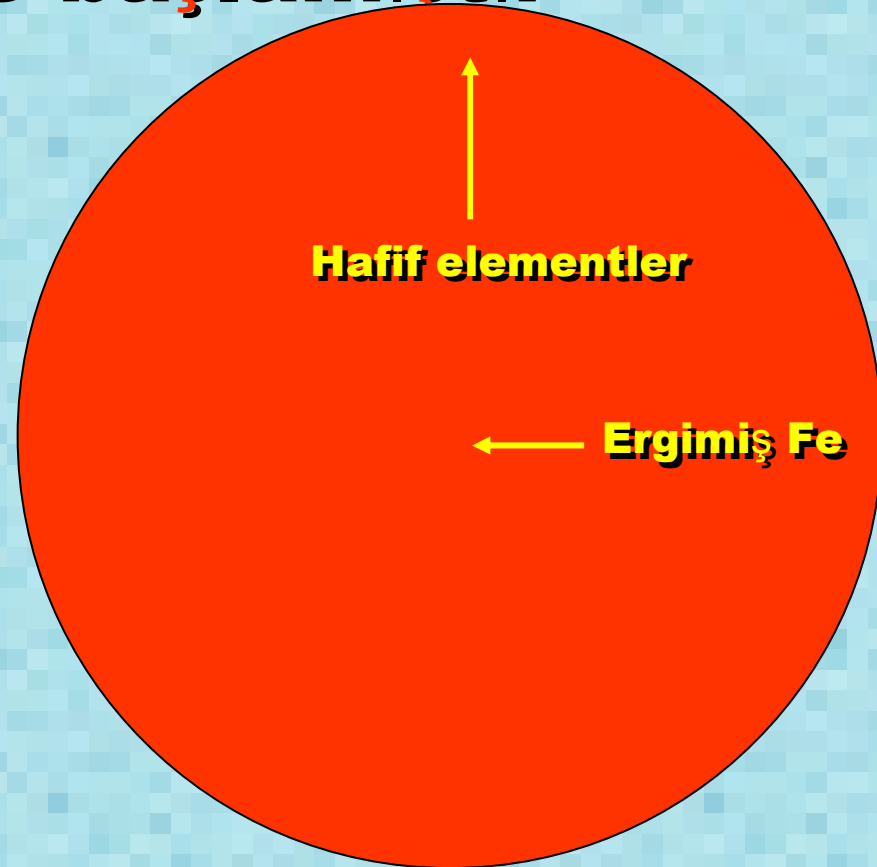
- **meteor çarpmaları**
- **gravitasyonel sıkışma**
- **Radyoaktif elementlerin bozunması**

Isınmaya  
bağlı olarak  
Yaklaşık 4  
milyarıll önce  
Dünya  
ergimiş  
haldeydi ve  
meteoritler  
yer yüzeyine  
çarpıyordu



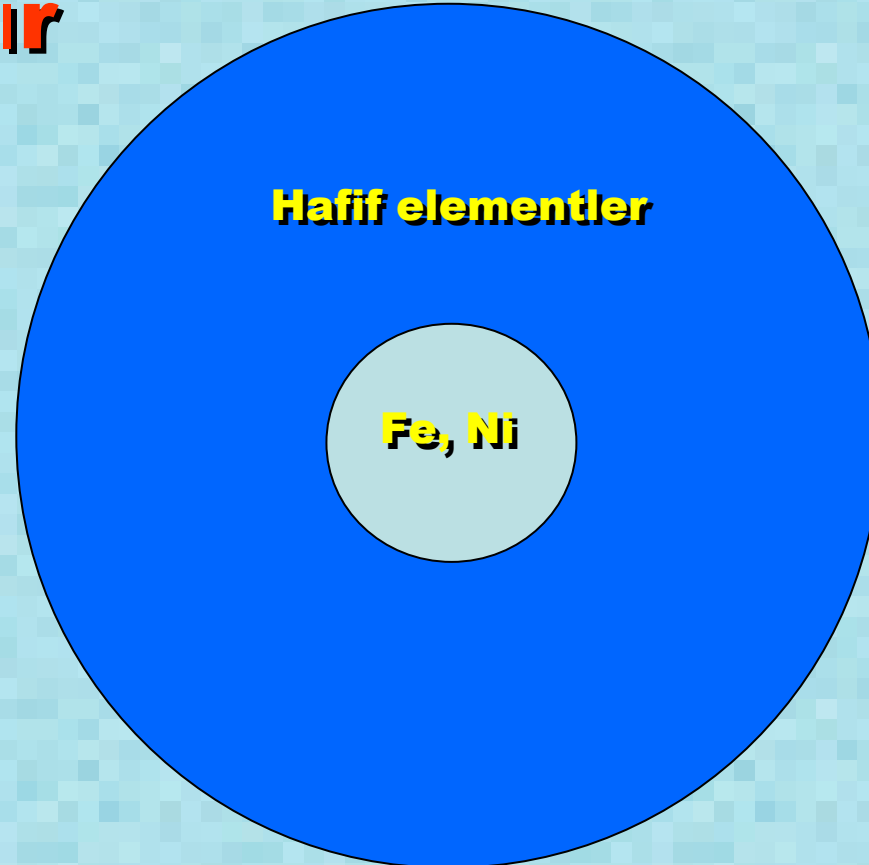
# DÜNYANIN OLUŞUMU

**Isınmayla az yoğun elementler yukarıya, daha yoğun olanlar ise merkeze doğru hareket etmeye başlamıştır**

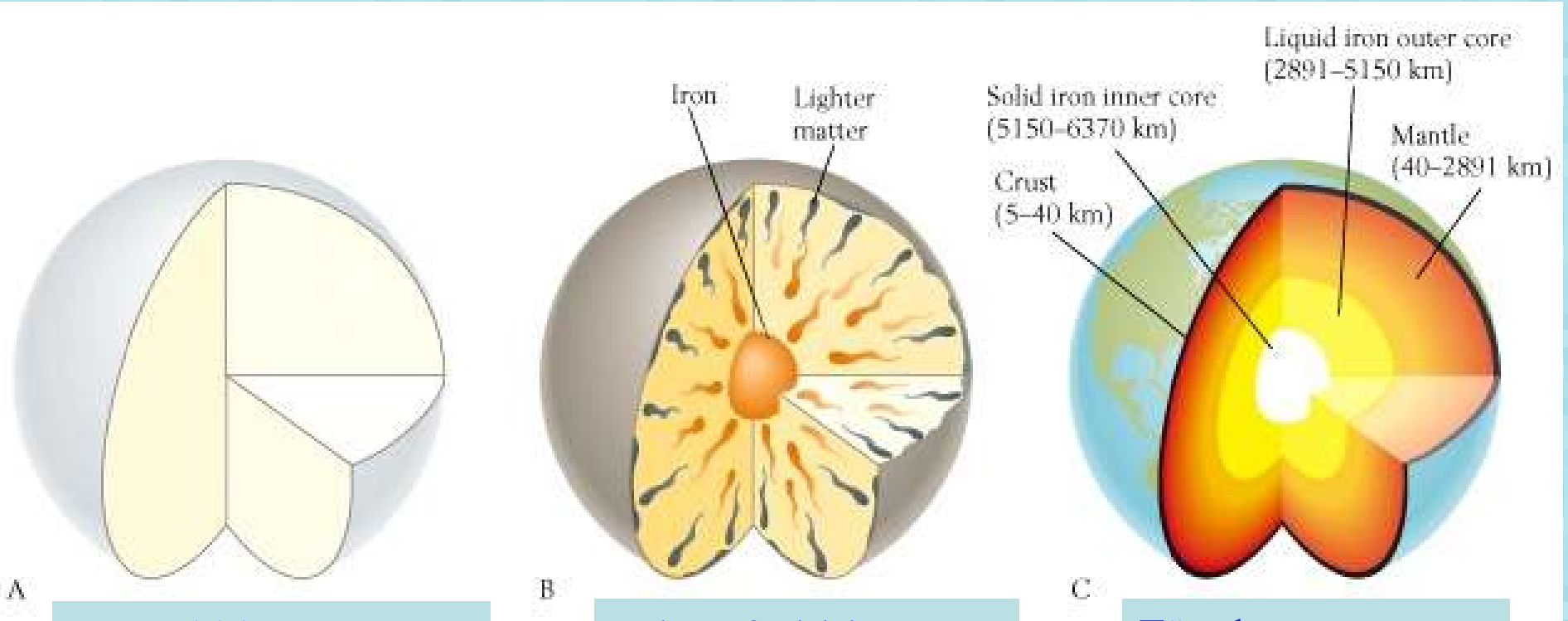


# DÜNYANIN OLUŞUMU

**Bu farklılaşmaya bağlı olarak merkezde Fe, Ni gibi metaller, yüzeye yakın kesimlerde ise daha hafif elementler yer almıştır**



# Yerin farklılaşması:



Farklılaşmamış  
protogezen  
(kondritik bileşen)

Erken farklılaşma;  
magma okyanusu

Tümden  
farklılaşmış dünya

- Yoğunluk farklılığı nedeniyle
- Yaklaşık 100 Milyon yıl içinde oluşmuş

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

## •Dünyanın farklılaşması

Homojen gezegen

Dünya ısınması

Yığılım ve kompresyon ( $T \sim 1000^{\circ}\text{C}$ )

*Radyoaktif bozunma* ( $T \sim 2000^{\circ}\text{C}$ )

Demir ergir- merkeze doğru göçer ve **çekirdeği** oluşturur

Demirin göçü sürtünme ısını oluşturur

Az yoğun maddeler yüzerek ilkel **kabuğu** oluşturur

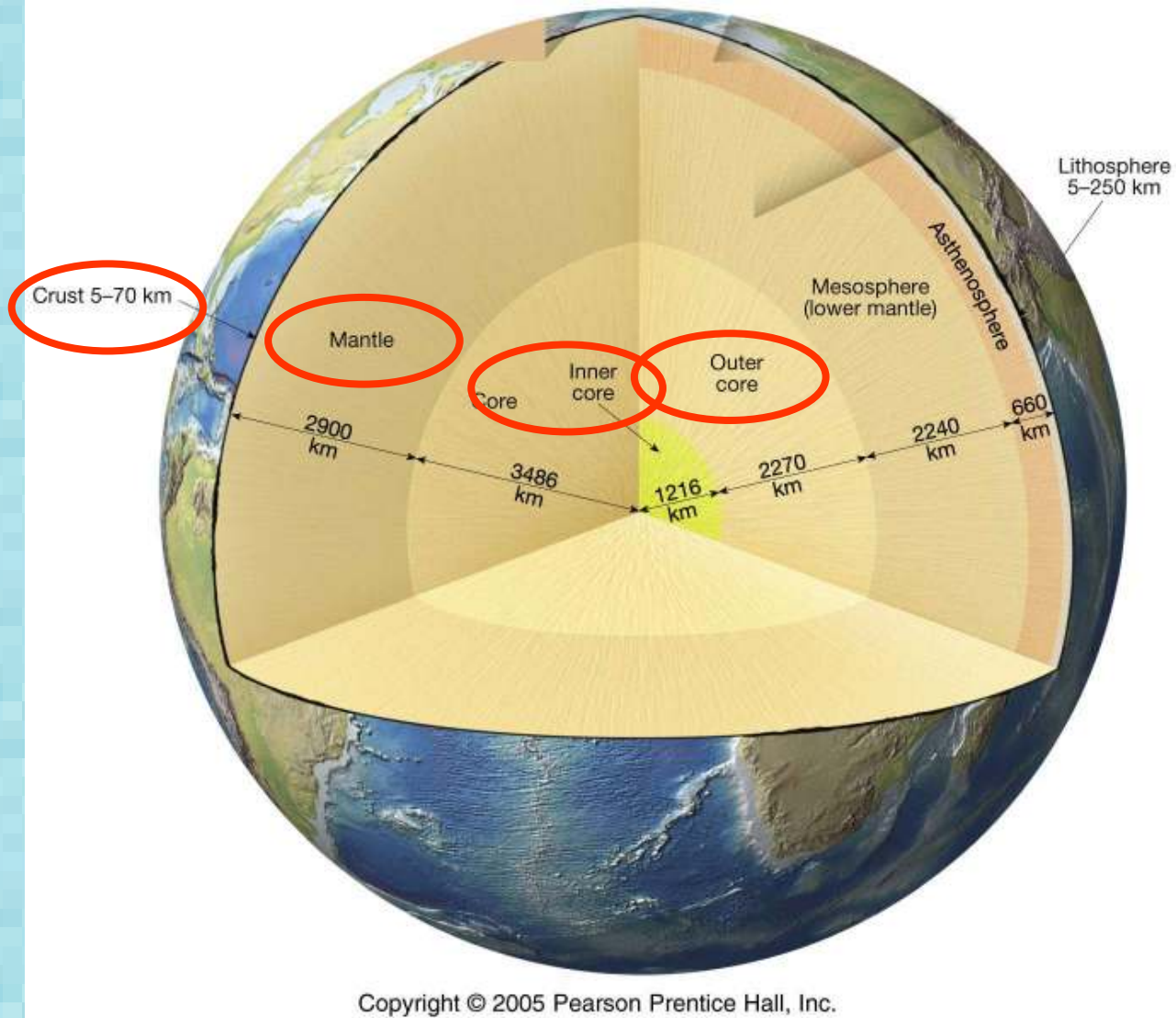
Orta yoğunluktaki maddeler ise **mantoyu** oluşturur

İlkel kabuğun farklılaşması ise kıtasal kabuğu oluşturur



# DÜNYANIN OLUŞUMU

## Yer içi



**0-3.5 milyar yıl  
arasında Daha  
az yoğun  
sıvılar  
volkanlarla gaz  
şeklinde dışarı  
atılmış ve ilk  
atmosfer  
oluşmuştur**



**Bu esnada stabil kabuk oluşmuştur**

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN

**Volkanlardan dışarı çıkan ilk atmosferik gazlar Karbon dioksit, karbon monoksit, su buharı ve metandır. Oksijen yoktur.**

Okyanus ve atmosfer

*İki hipotez*

***içsel***: Yer içindeki gaz boşalmaları (volkanik gazlar)

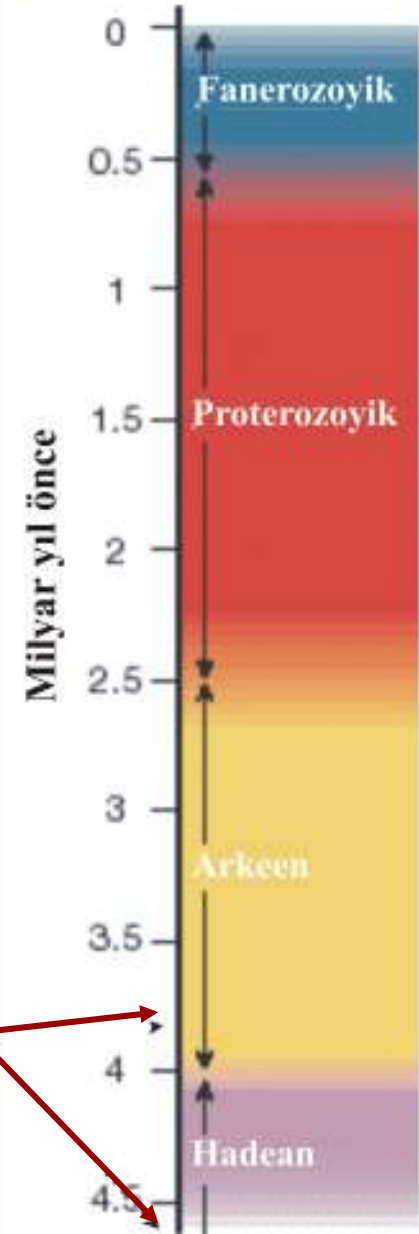
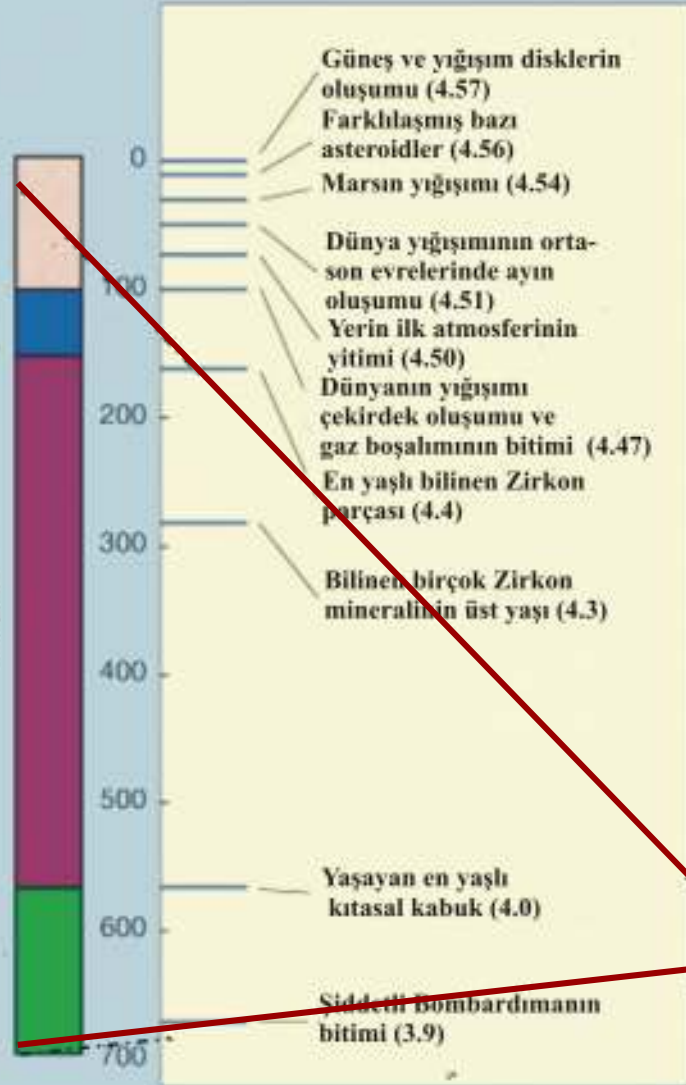
***Dışsal***: Kuyruklu yıldız çarpmalarının  $H_2O$   $CO_2$ , ve diğer gazları eklemesi

İlk atmosferde  $H_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$  zengin;  $O_2$  yok

Dünyanın yığılması, çekirdek oluşumu ve gaz boşalımı, ilk 100 milyon yılda Olasılıkla sıcak ve yoğun atmosfer. Magma okyanusu, yaşam yok  
Yoğun atmosferin kaybolması ile yüzey soğuması

İlk granitik kabuk ve sıvı su  
Kıtaların oluşması ve ilkel yaşam  
Meteor bombardımanı yüzey kayaçlarını defalarca tahrip etti ve yaygın ergime ve hidrosferin buharlaşması

Duraylı kıtalar ve okyanuslar  
İlkel yaşamı hatırlatan ilk kayıtlar

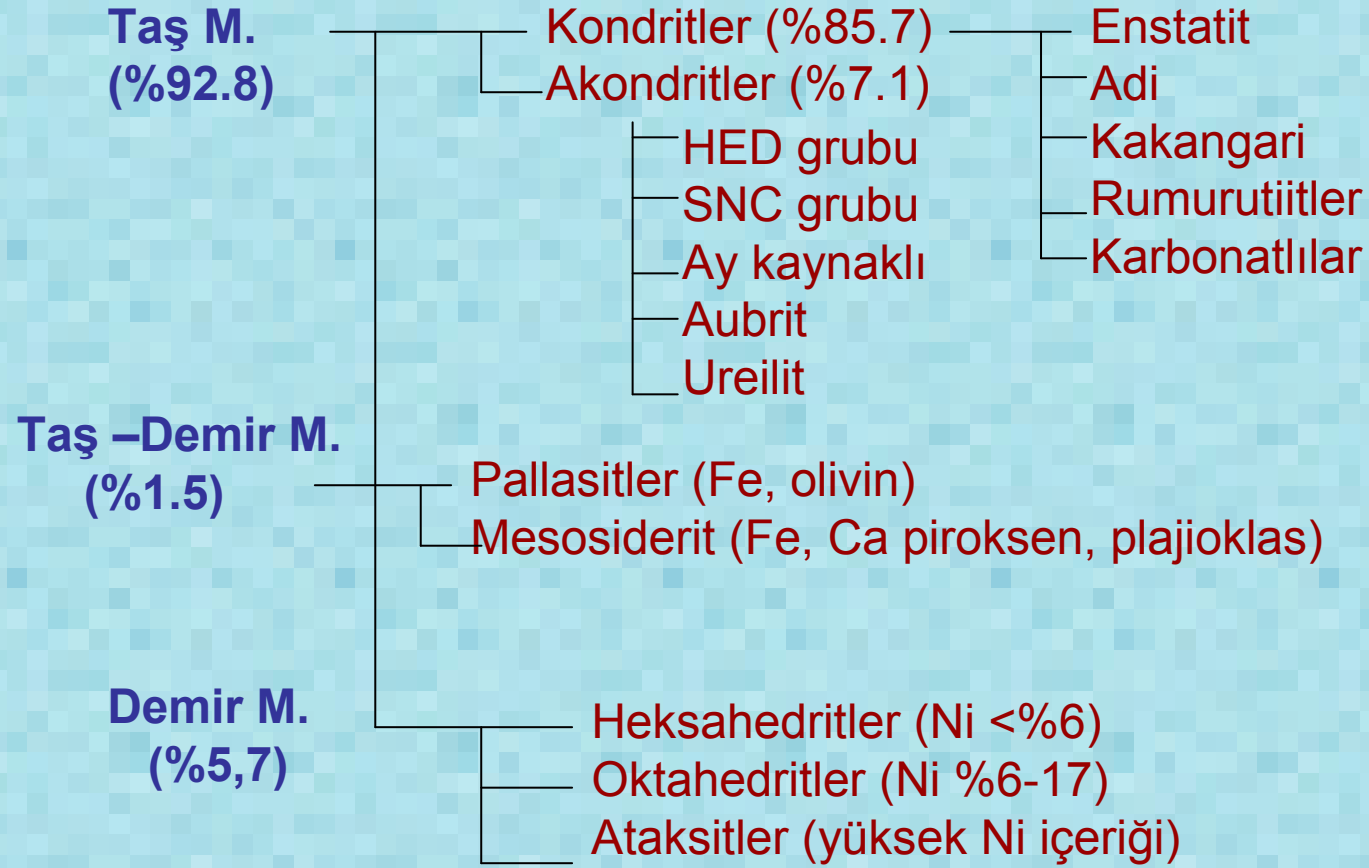


## Dünyanın Erken Tarihçesi ve Zaman

## TANIMLAMALAR

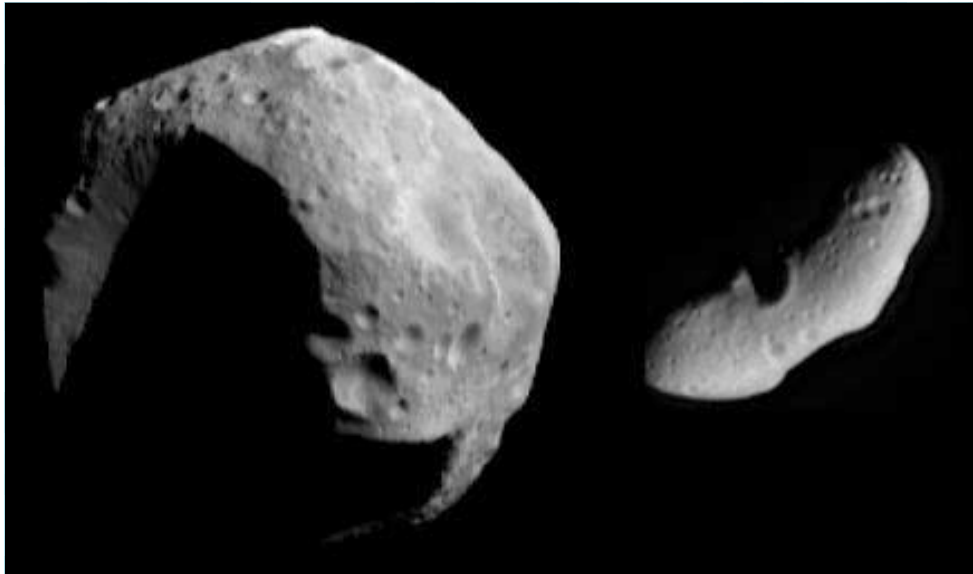
- Meteoroid: Güneş veya herhangi bir cisim etrafında gezegenler arası boşlukta dolaşan ve Asteroid veya kurukluyıldız olarak tanımlanacak büyüklükte olmayan herhangi bir cisme meteorit
- Meteorit: Buharlaşmadan Yeryüzüne ulaşan meteoroidlere denir
- Meteoritler güneş sisteminin daha büyük cisimlerinden kaynaklanmaktadır.

# Meteoritlerin sınıflaması



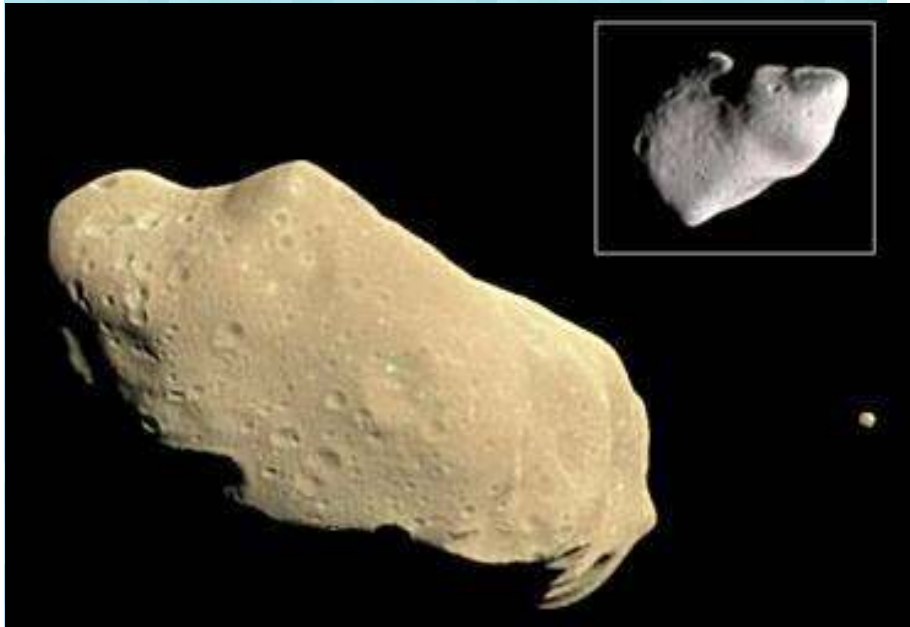
# Asteroidler

- Asteroidler
  - Ya Gezegen oluşturacak şekilde konsolide olmayan
  - Veya parçalanan gezegenlerden kaynaklanan
- Kayaç benzeri parçalardır

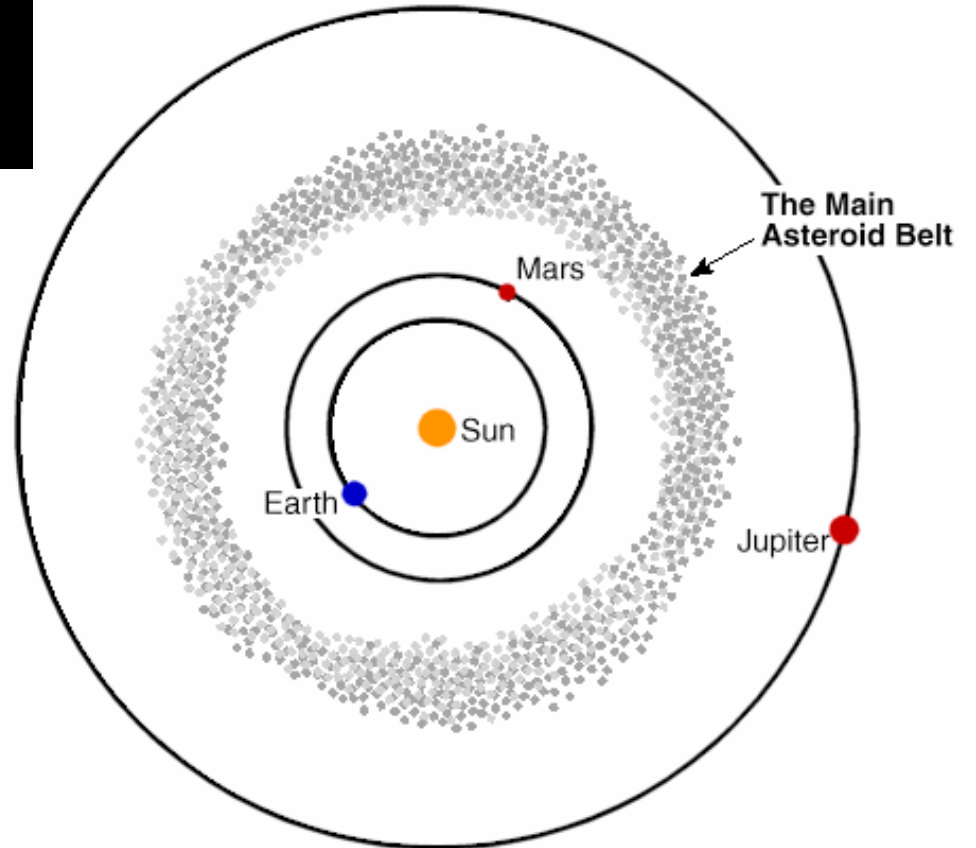


Mathilde ve Eros

Ida ve Dactyl



# Asteroidler



(Orbits drawn approximately to scale)

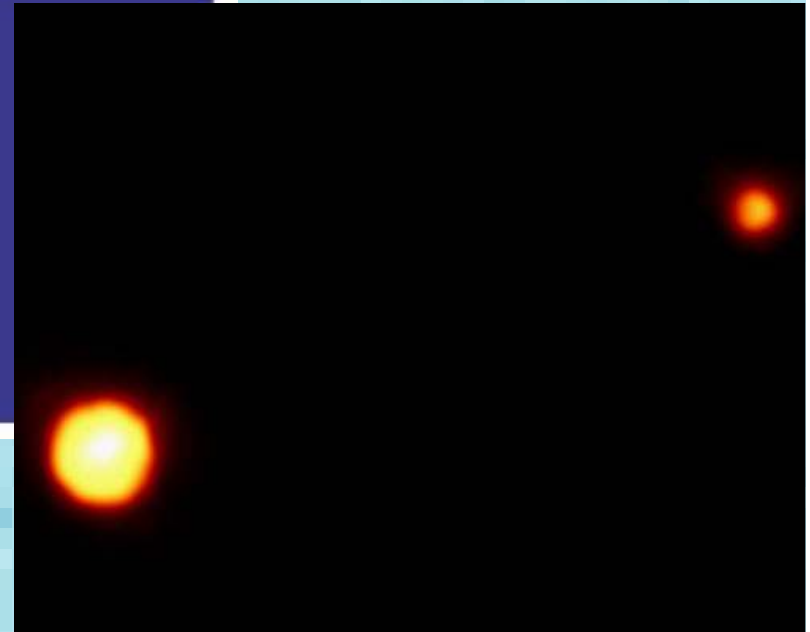
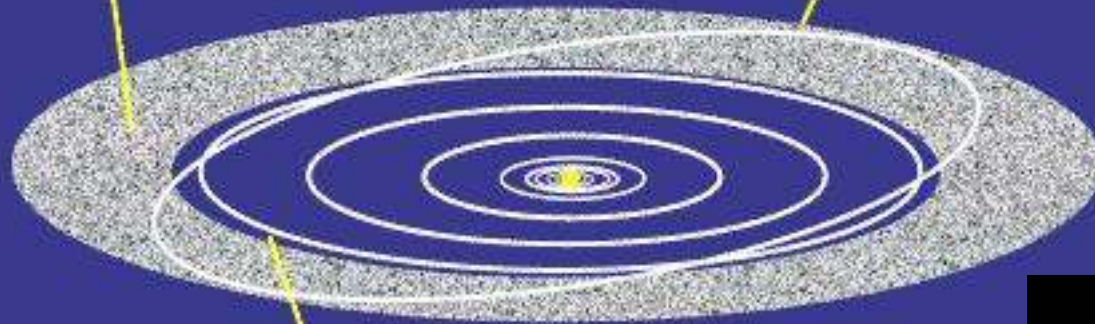


# Kuiper Belt & Pluto

Kuiper Belt

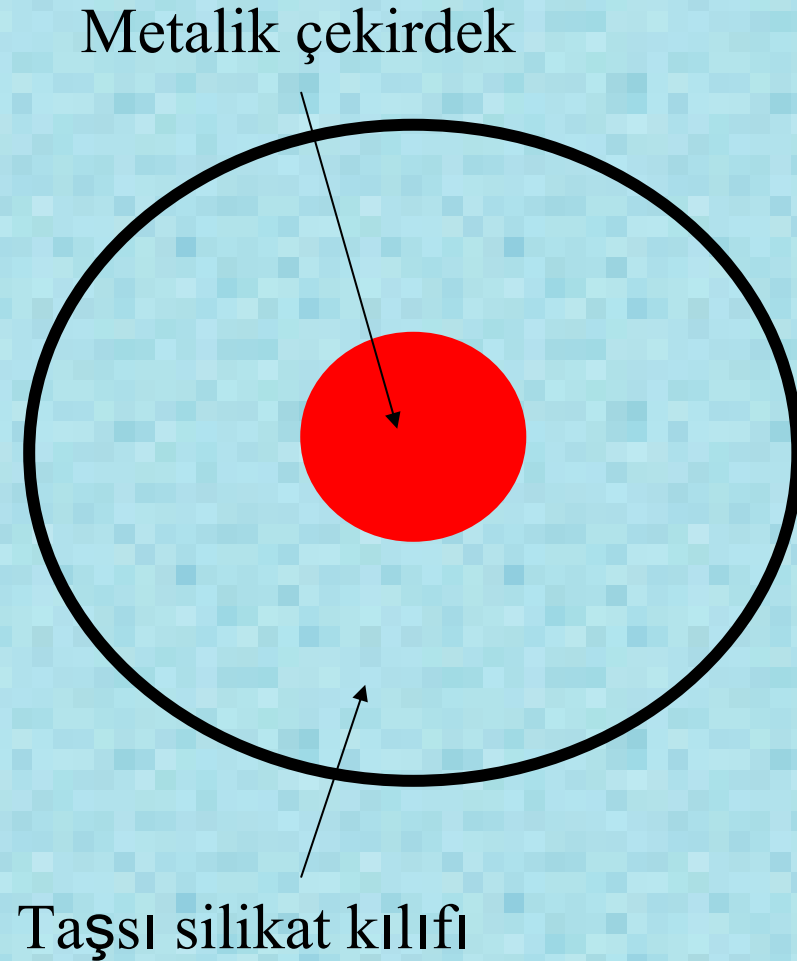
Pluto's orbit

Neptune's orbit



# Asteroidlerden türeme meteorit tipleri

- Asteroidler metalik bir çekirdeğe ve taşsı silikatik bir kılıfa sahiptirler
- Asteroidler parçalandığı zaman hem
  - Metalik
- hem de
  - Taş (silikat parçaları)
- üretirler

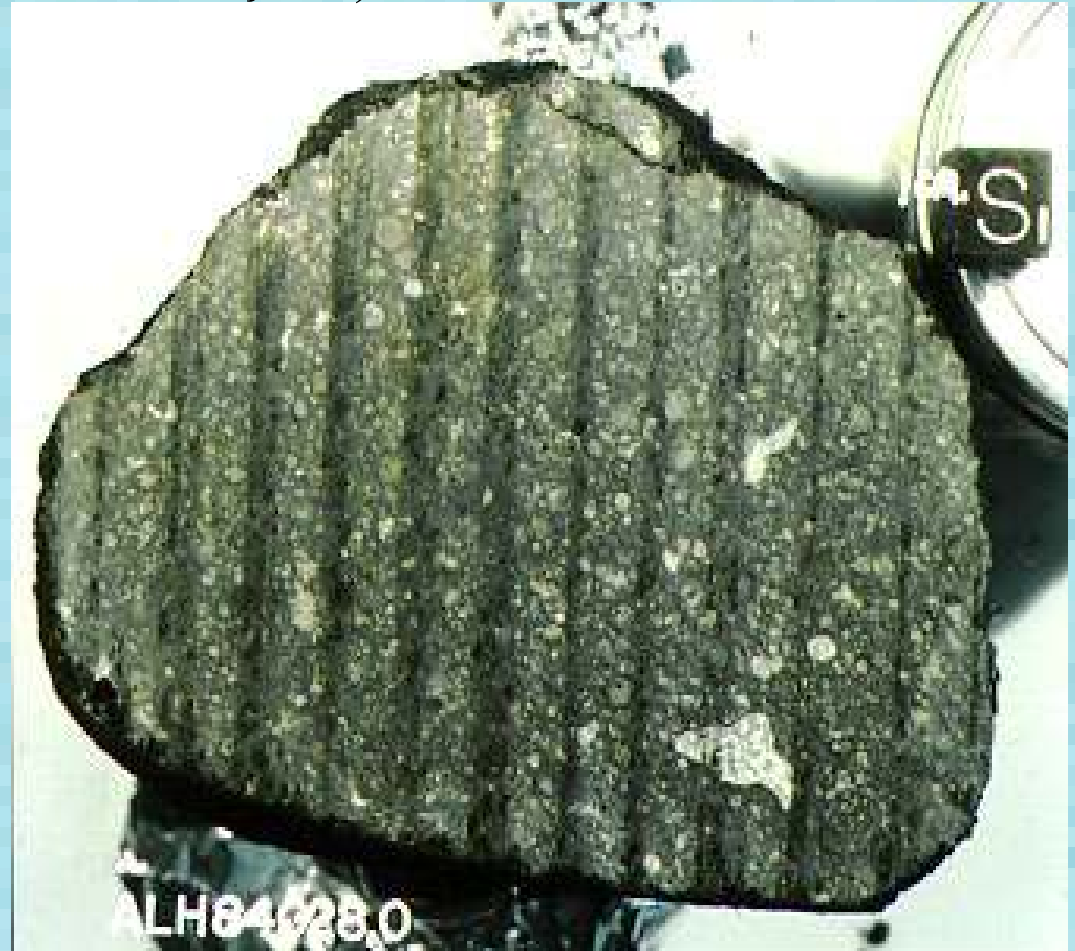


# Taşsı meteoritler (Tüm meteoritlerin % 94'ü)

İki tipi vardır:

- **Kondrit:**
  - Kondrül kapsarlar
  - Çok yaşlı ve basittirler
- **Akondritler**
  - Kondrül içermezler

Karbonatlı Kondrit (Karbon içerir)



# Kondritler



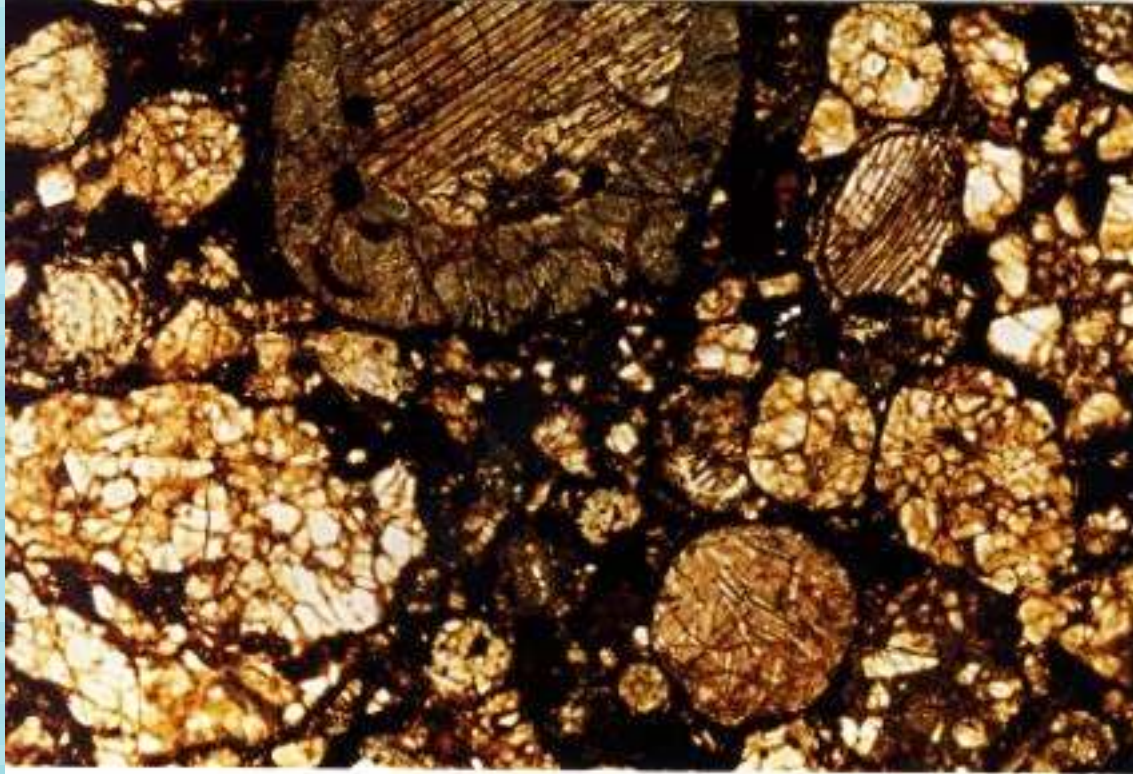
Karbonatlı

alışılmış

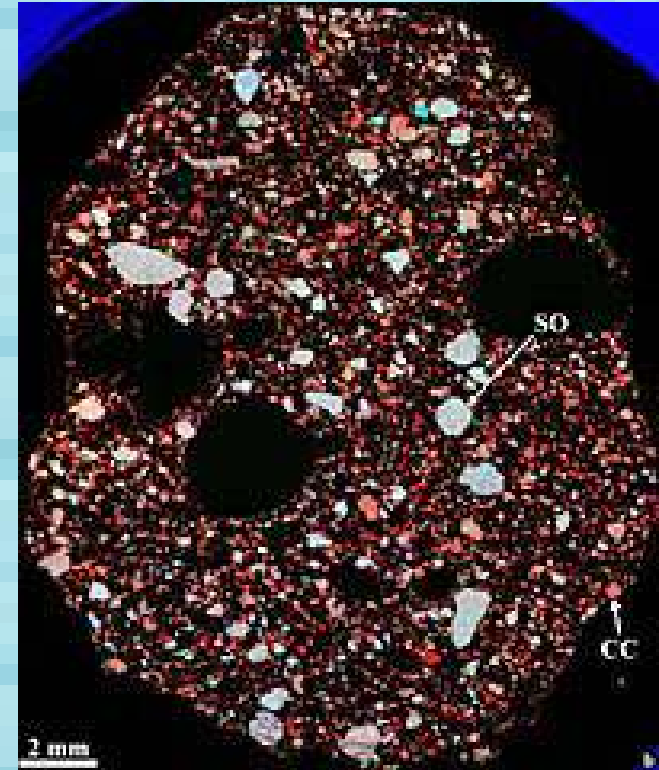


# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr. Yaşar EREN



**Kondrüllerin mikroskop görüntüsü**



X-Ray görüntüsü

# Akondrit – Taş meteorit



**Moravia- Çek Cumhuriyeti (1808)  
Taş meteorit**



# Demir meteoritler

- Hemen hemen tümüyle saf metalik demir ve nikel içerirler

• ARISPE (demir meteorit)



# Demir meteorit

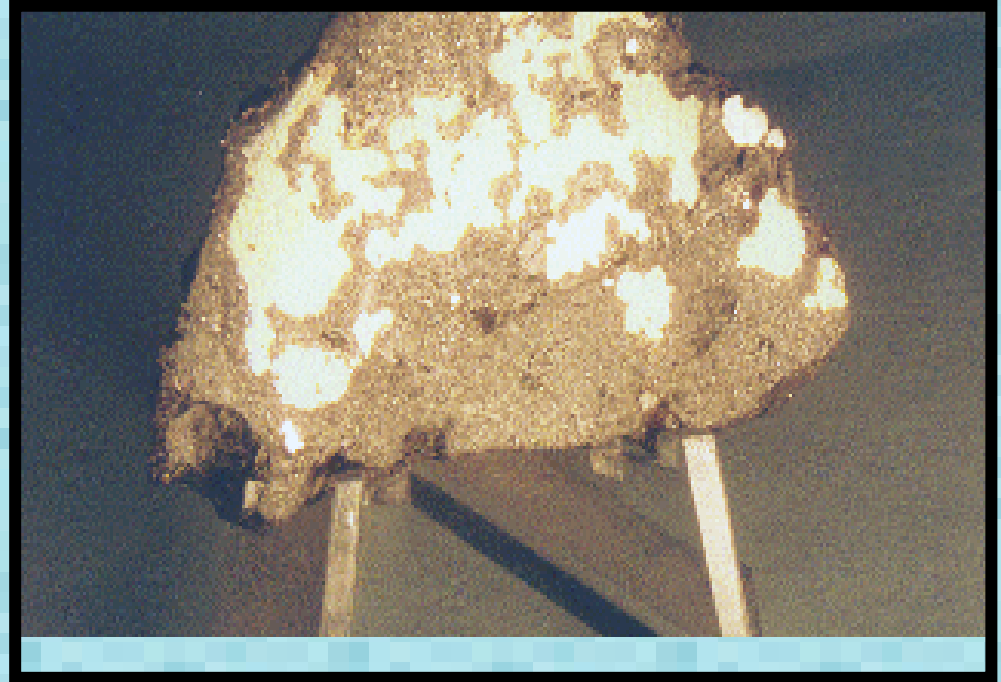




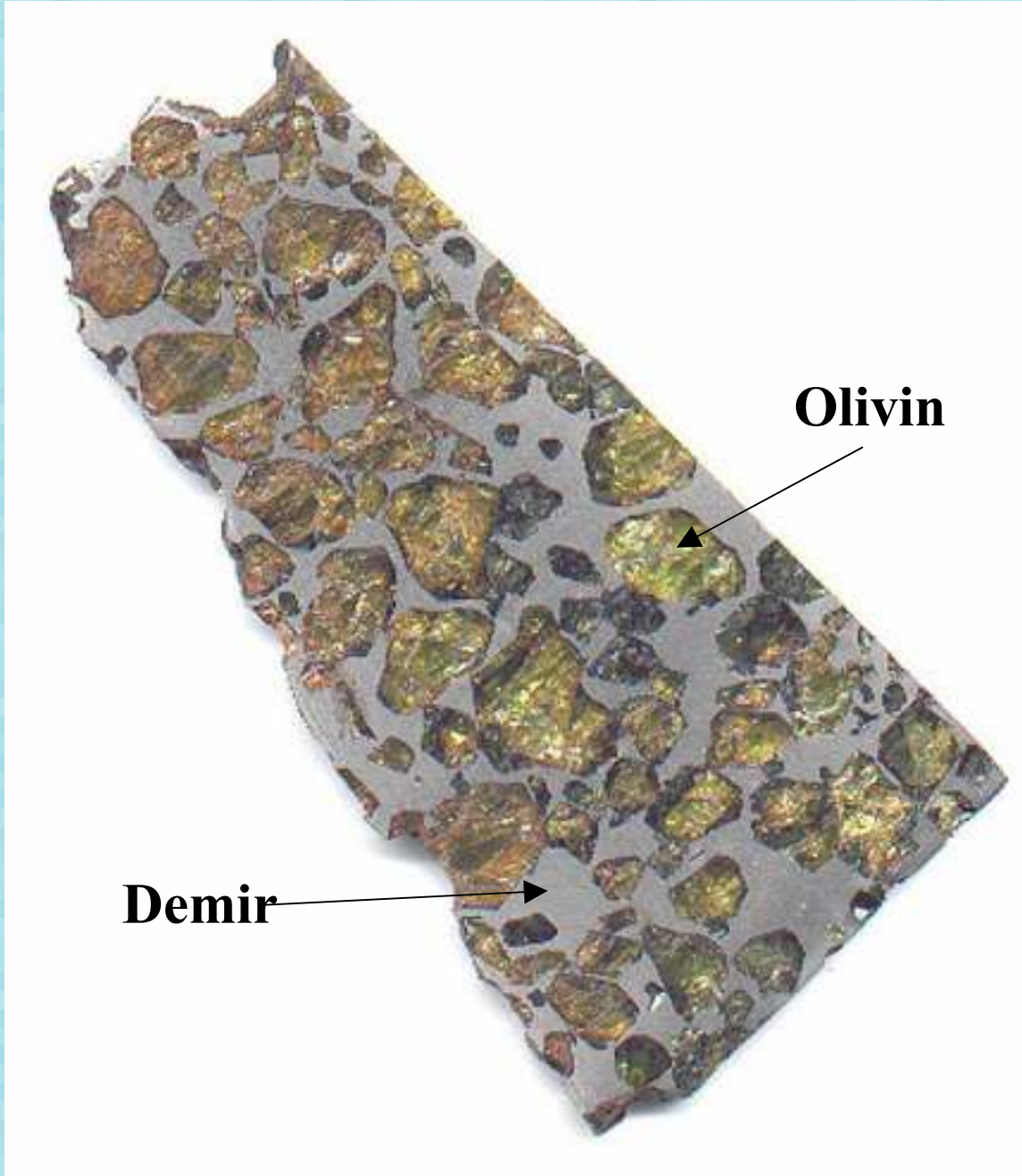
## Taşsı-Demir meteoritler

- Önceki iki tipin karışımıdır
- Genellikle parçalı bir yapıya sahiptir.

ESTHER (taş-demir meteorit)



# Taş-demir: Palasit



**Olivin**

**Demir**

# Meteorit Kaynakları

## Asteroid ve gezegenciklerin Evrimi

Gezegenciklerin  
Yığılması  
4.6 Milyar yıl



İlkel farklılaşmamış  
Cisim- Kondrit

Fe-Ni çekirdeğin  
oluşumu



Akondritik  
madde

Farklılaşmış cisim  
Magma ve lavların oluşumu



Tümden farklılaşmış  
cismin parçalanması