

A Cosmic Microwave Background (CMB) fluctuation map showing temperature variations across the sky. The map is a complex, irregular shape with a mottled pattern of colors ranging from blue (cooler) to red (warmer). The text is overlaid on this map.

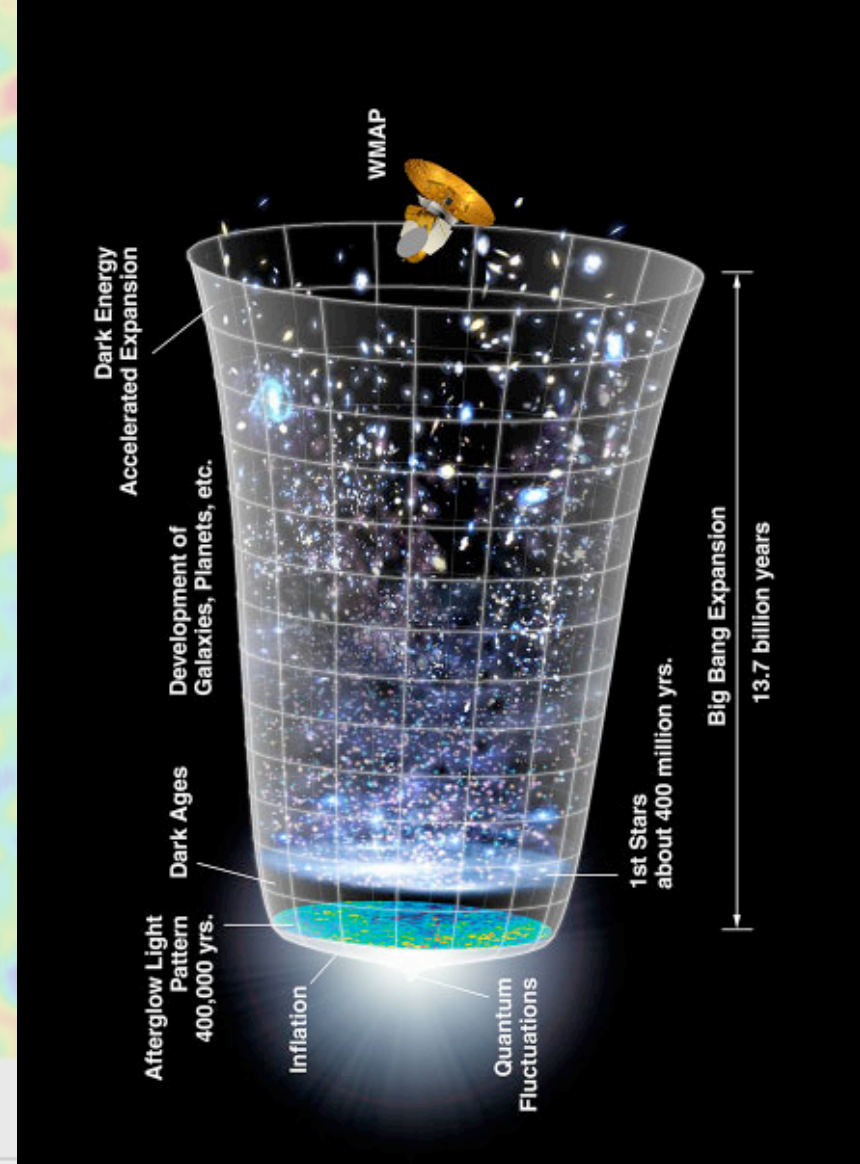
SU Lise Yaz Okulu

Kozmoloji ve Evren

Dr. Emrah Kalemci

Kozmoloji'ye Giriş

- Kozmoloji Neyi Amaçlar?
 - Evrende neredeyiz?
 - Evren ne kadar büyük?
 - Evren ne zaman oluştu?
 - Evren nasıl evrimleşti ve sonu ne olacak?
 - Evren'de bizden başka akıllı yaşam formu var mı?



Konular

- **Kozmolojiye giriş:** uzaklık ölçüm yöntemleri, temel kavramlar (P1)
- **Temel fiziksel kavramlar:** elektromanyetik tayf, karacisim ışıması, emisyon ve soğurma tayf çizgileri (SÇ1)
- **Gökadalar:** gökadalardan özellikleri, gökada merkezlerindeki kara delikler, gökada evrimi ve kuvazarlar (Pe1)
- **Karanlık Madde:** Gökadalardan dönme eğrileri, kayıp kütle problemi, diğer karanlık madde göstergeleri, Nobel Fizik Ödülü (C1)
- **Hubble yasası.** (P2)
- **Büyük Patlama:** maddenin oluşumu, mikrodalga fon ışıması, 1978 Fizik Nobel Ödülü (PSÇ2)
- **Karanlık Enerji:** evrenin hızlanarak genişlemesi, 2011 Nobel Fizik ödülü. (Pe2)
- **Evrenin geleceği, bizden başka akıllı yaşam formu var mı?** (C2).

Kurallar

- Derslere gelmek zorunlu! Genel LYO kuralları geçerli.
- Her gün quiz! Geçmenizi quizler belirler. Quiz dersin herhangi bir anında olabilir.
- Dizüstü bilgisayar, ipad, iphone, android, tablet vs. derste açılmaz.
- İlk Salı ve ikinci Salı ders sonu anket (quiz yerine geçer)
- Bana her zaman e-posta ile ulaşabilirsiniz (ekalemci@sabanciuniv.edu), odama (FENS G018) ve Laboratuvarıma gelebilirsiniz (FENS 2006)
- Anlamadığınız bir şey olursa hemen sorun!

Kaynaklar

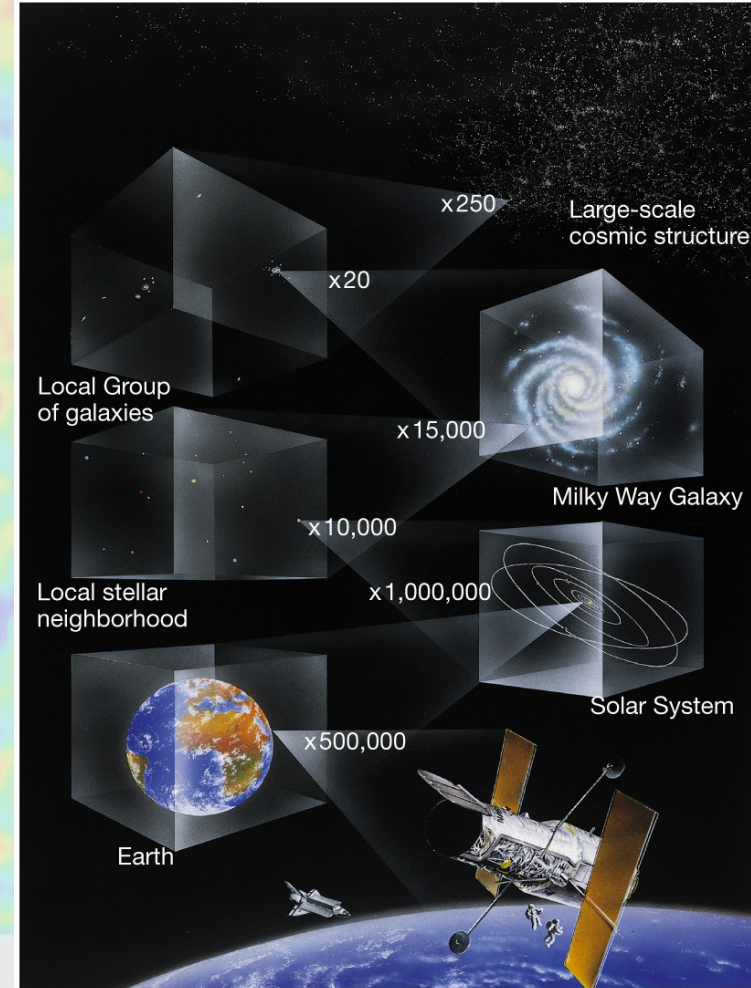
- <http://myweb.sabanciuniv.edu/ekalemci/kozmojoloji>

Tüm ders notları ve benzetimler üstteki sayfada...

- [Ned Wright's Page](http://www.astro.ucla.edu/~wright/cosmolog.htm)
(<http://www.astro.ucla.edu/~wright/cosmolog.htm>)
- WMAP web page <http://map.gsfc.nasa.gov/universe/>

Kozmoloji'ye Giriş

- Kozmoloji Neyi Amaçlar?
 - Evrende neredeyiz?
 - Evren ne kadar büyük?
 - Evren ne zaman oluştu?
 - Evren nasıl evrimleşti ve sonu ne olacak?
 - Evren'de bizden başka akıllı yaşam formu var mı?
- <http://scaleofuniverse.com/>
- <http://htwins.net/scale2/> (\$)



Astronomi'nin en önemli problemi: Uzaklıkları ölçmek

Evren o kadar geniş ki, yeni uzaklık birimlerine ihtiyaç var.

- En doğal uzaklık birimi ışık yılı. Işık uzayda saniyede 300,000 km sabit hız ile yol alıyor.
- Bir yılda $365 \text{ gün} * 24 \text{ saat} * 60 \text{ dk} * 60 \text{ s}$
 $= 31,536,000 \text{ s}$ var, öyleyse
ışık yılı (ıy) $\sim 10,000,000,000,000 = 10^{13} \text{ km}$.

Uzaklık ve Zaman

- ışık yılı = uzaklık birimi
- Cisim 10 ışık yılı uzakta ise ışık Dünya'ya 10 senede ulaşacak. Yani biz cismin 10 sene önceki halini görüyor olacağız.
- Bir cismin ışık yılı cinsinden uzaklığı bize o cisimden ışığın kaç sene önce yola çıktığını verir (aslında Einstein'ın görelilik düzeltmelerini çok uzak mesafeler için hesaba katmak gerekir.)

Uzaklık ölçüm metodları

Paralaks:

$$\text{uzaklık/tabán} = \tan \alpha$$

Küçük açılar:

$$1^\circ = 60' \text{ açı dakikası}$$

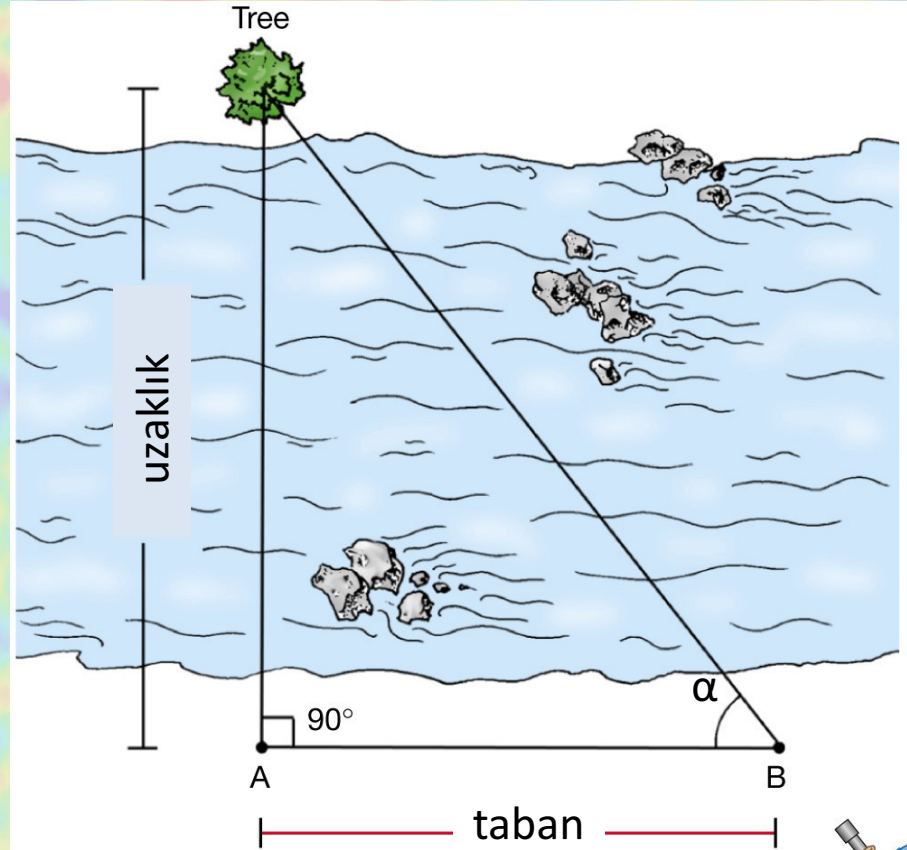
$$1' = 60'' \text{ açı saniyesi}$$

$$1^\circ = 3600'' \text{ açı saniyesi}$$

$$1 \text{ TL} = 2.6 \text{ cm}, \quad 1.5 \text{ m } 1^\circ$$

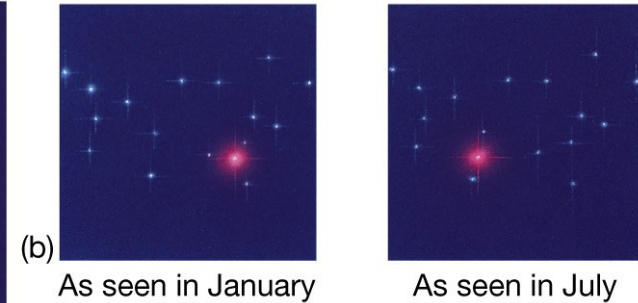
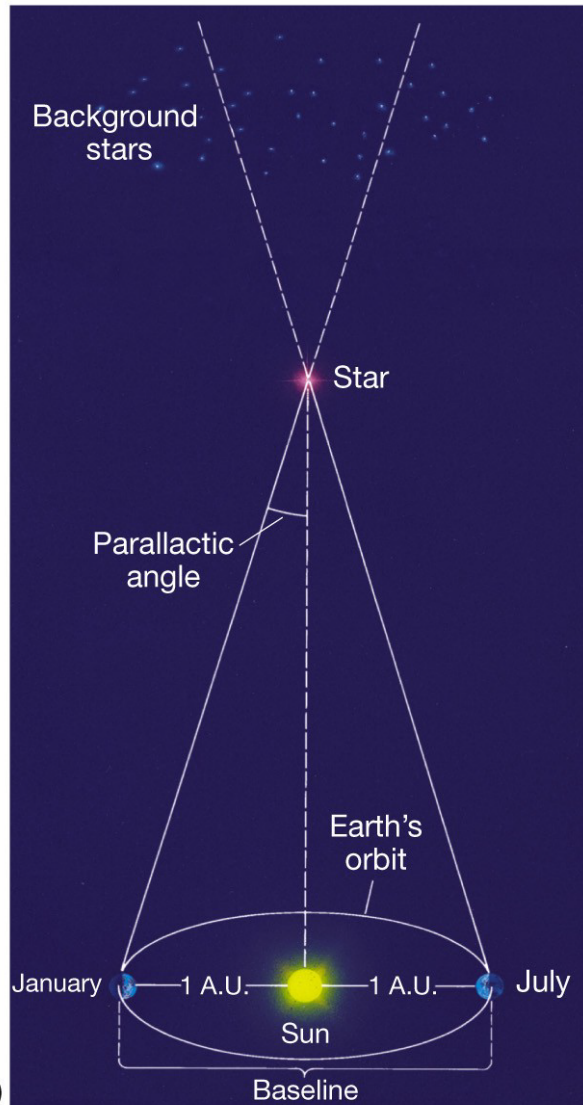
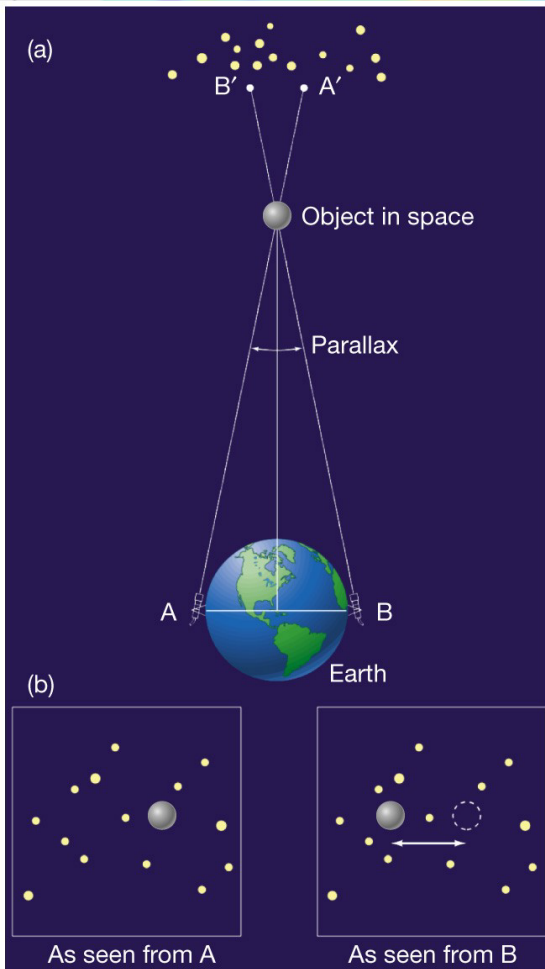
$$85 \text{ m } 1'$$

$$5000 \text{ m } 1''$$



Parsek

<http://www.astro.cornell.edu/academics/courses/astro1101/java/parallax/parallax.htm>



Astronomik Birim: Dünya-Güneş arası ortalama uzaklık:
1 AU = 150,000,000 km

Parallaks:
taban = 1AU ve
açı = 1''
ise uzaklık = parsek

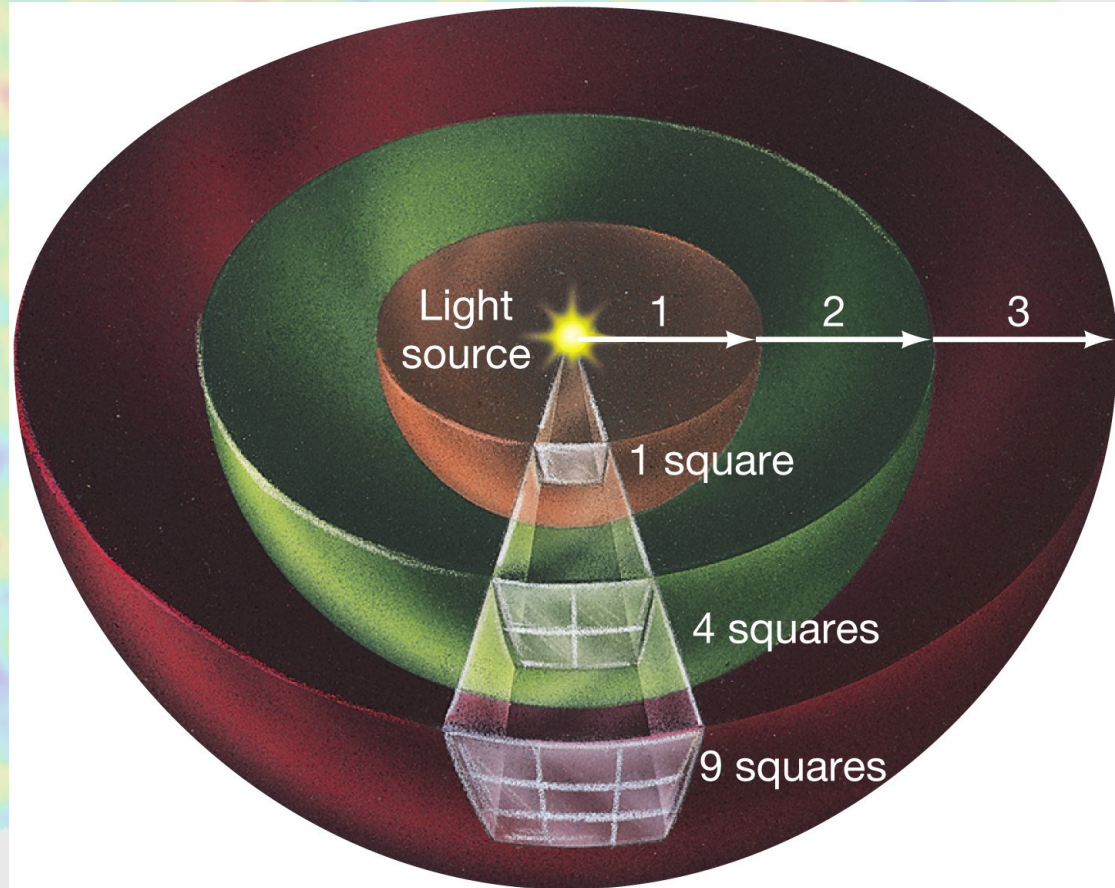
• **pc ~ 3.3 ıy**

Parlaklık – Akı ilişkisi

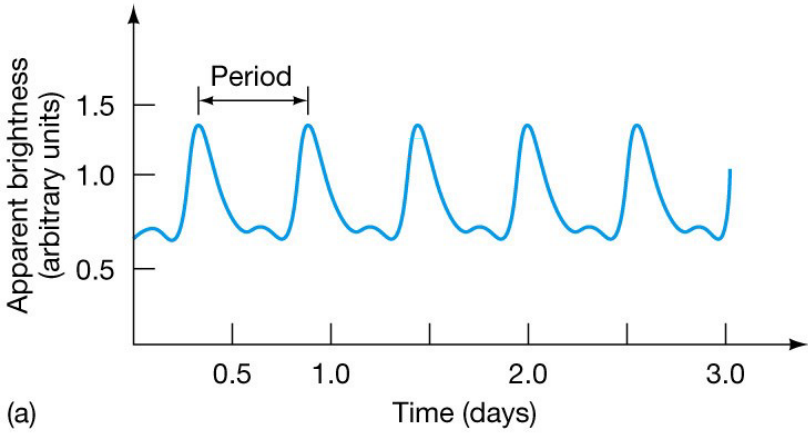
- Parlaklık : Enerji kaynağının birim zamanda (mesela 1s) yaydığı toplam enerji (Güç, Watt)
- Akı: Birim yüzey alanına (m^2) birim zamanda düşen enerji (W/m^2)

$$\text{Akı} = \frac{\text{Parlaklık}}{4 \pi \text{ uzaklık}^2}$$

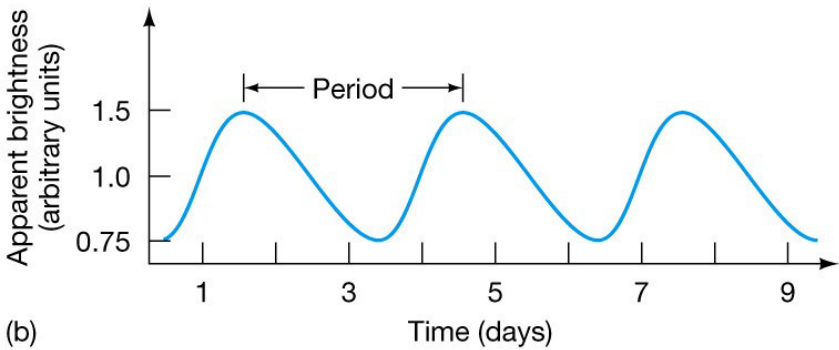
Akı (teleskop) ölçülebilir,
Parlaklık (fizik) da biliniyorsa
uzaklık bulunur.



Parlaklık – Akı ilişkisinin uygulaması



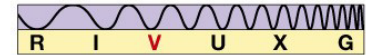
(a)



(b)



(c)



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Işık Eğrisi

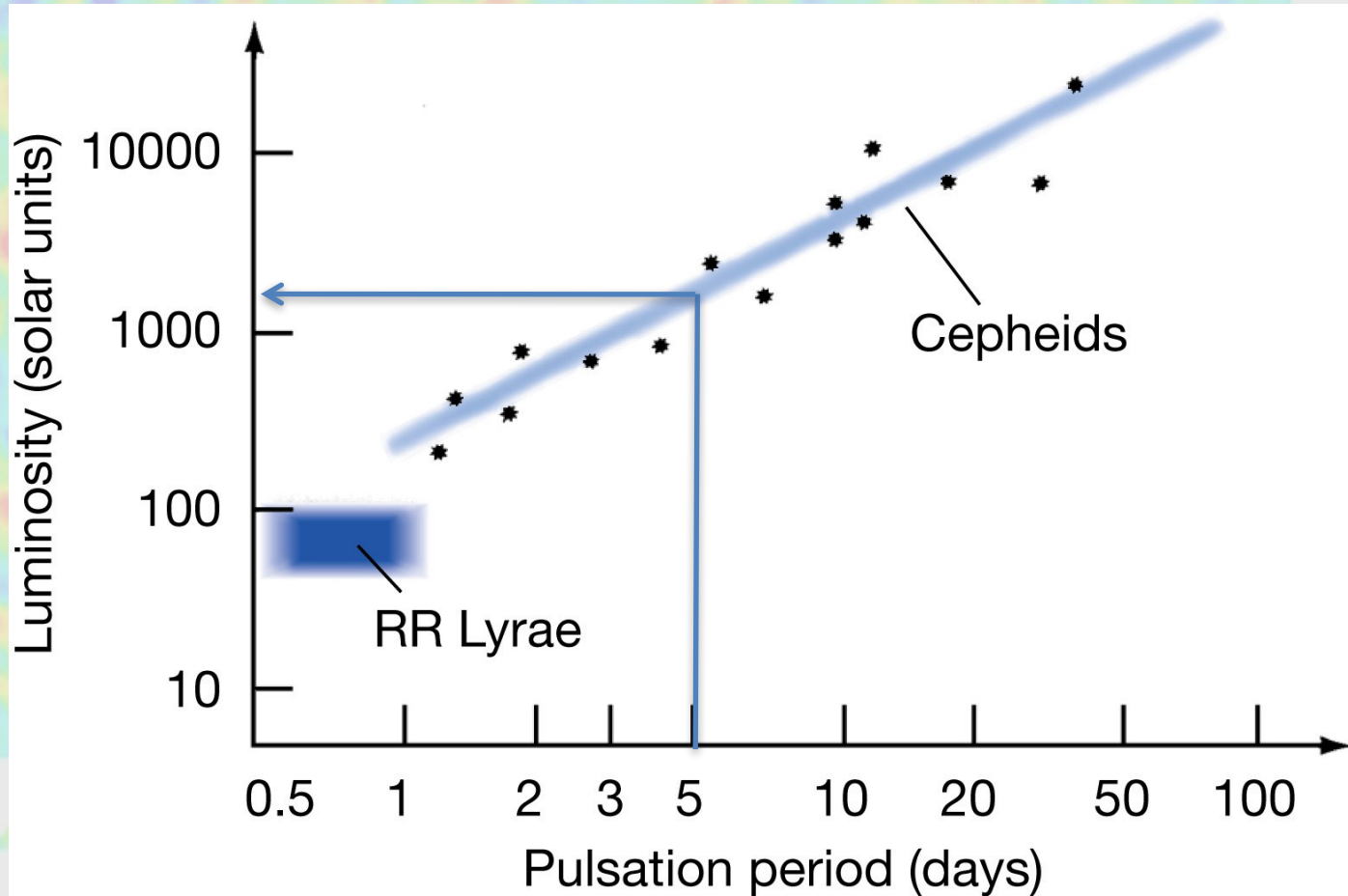
Cepheid Değişkenleri

$$L_{\text{Güneş}} = 4 \times 10^{26} \text{ W}$$

$$L_{\text{Cepheid}} = 1500 \times 4 \times 10^{26} \text{ W} = 6 \times 10^{29} \text{ W}$$

$$\text{Uzaklık}^2 = 6 \times 10^{29} \text{ W} / (A_{\text{kı}} \times 4 \pi)$$

Henrietta Leavitt tarafından bulunmuştur.

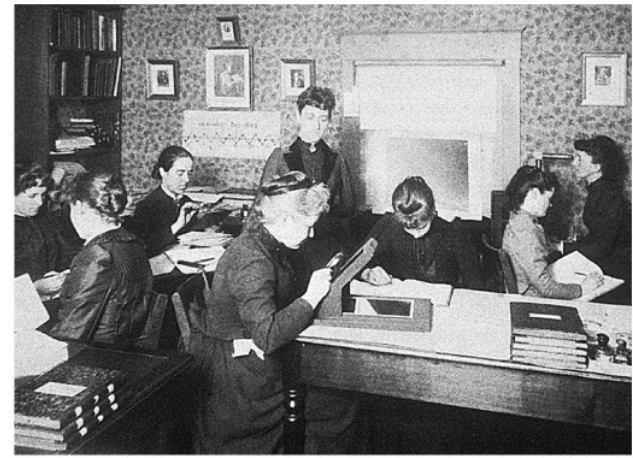


Astronomide Kadınların Büyük Önemi

- Annie Cannon, haritalandırma
- Villiamina Fleming, onbinlerce yıldızın parlaklık ve tayfının sınıflandırılması
- Antonia Maury, tayfların dikkatli analizi
- Cecilia Payne, yıldız astronomisi konusunda çığır açan çalışmalar, Harvard Astronomi Bölüm Başkanı
- Joselyn Bell, ilk atarcanın keşfi

<http://astro.berkeley.edu/~gmarcy/women/history.html>

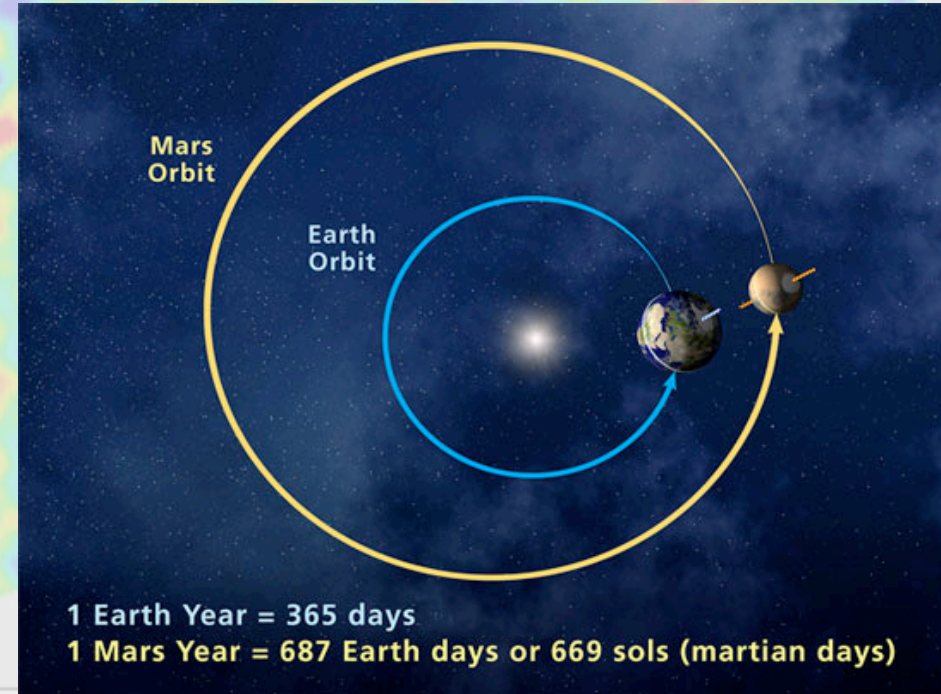
http://www.astronomi.org/?page_id=613



Hangi gök cisimleri ne kadar uzakta:

- Ay : ~380,000 Km, 1.3 s
- Mars, en yakın gezegen: 56 milyon km*, 186 s
- Güneş: ~150 milyon km = 1 astronomik birim, 8 dakika

- *en uzaktayken 400 milyon km.

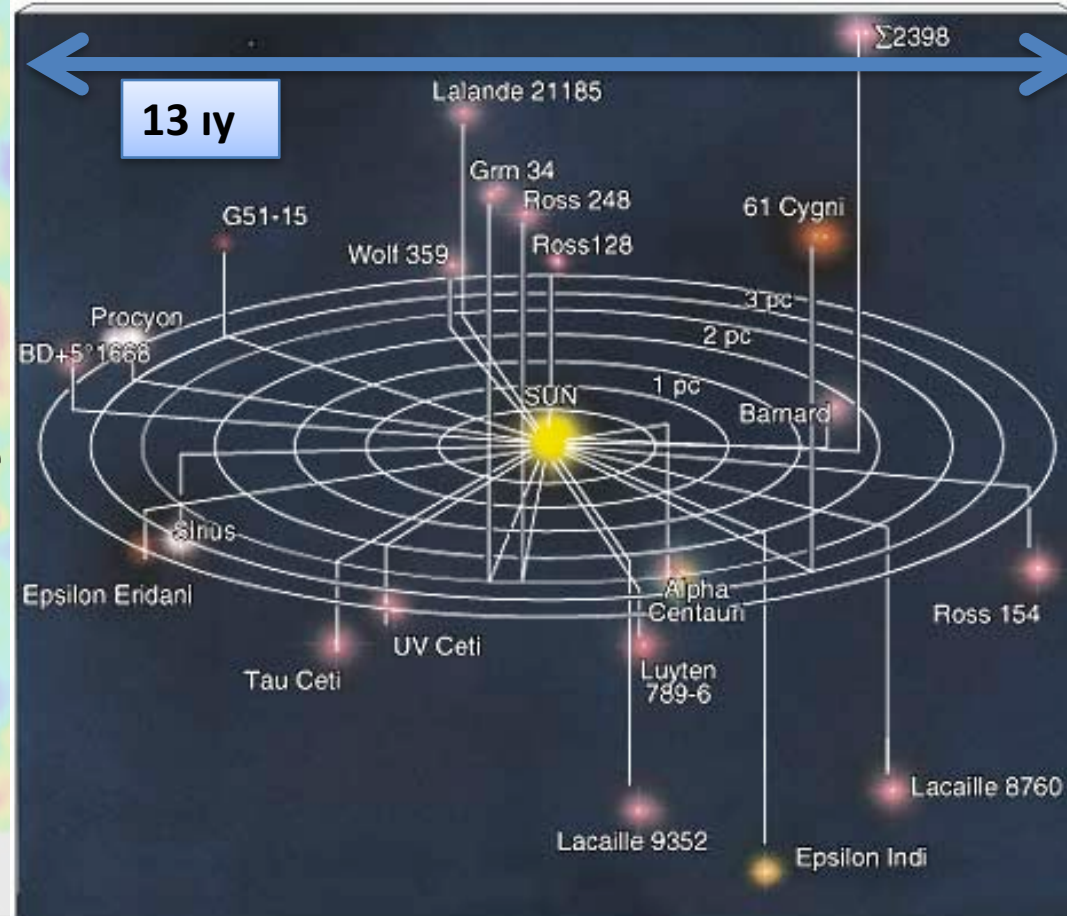


Hangi gök cisimleri ne kadar uzakta:

- Güneş'ten sonraki en yakın yıldız: Proxima Centauri, 4.2 ışık yılı (yıldızlararası yolculuk neden zor buradan anlaşılıyor)

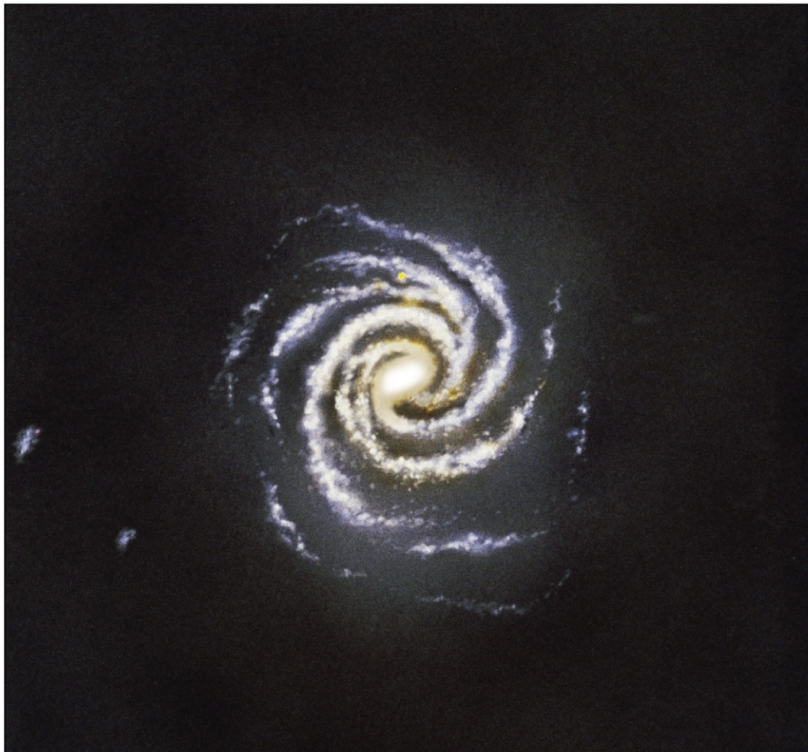
Space Shuttle ile en yüksek hızda 150 yılda ulaşılıyor!

- Proxima Centauri'de 2016 yılında Dünya benzeri gezegen bulundu!



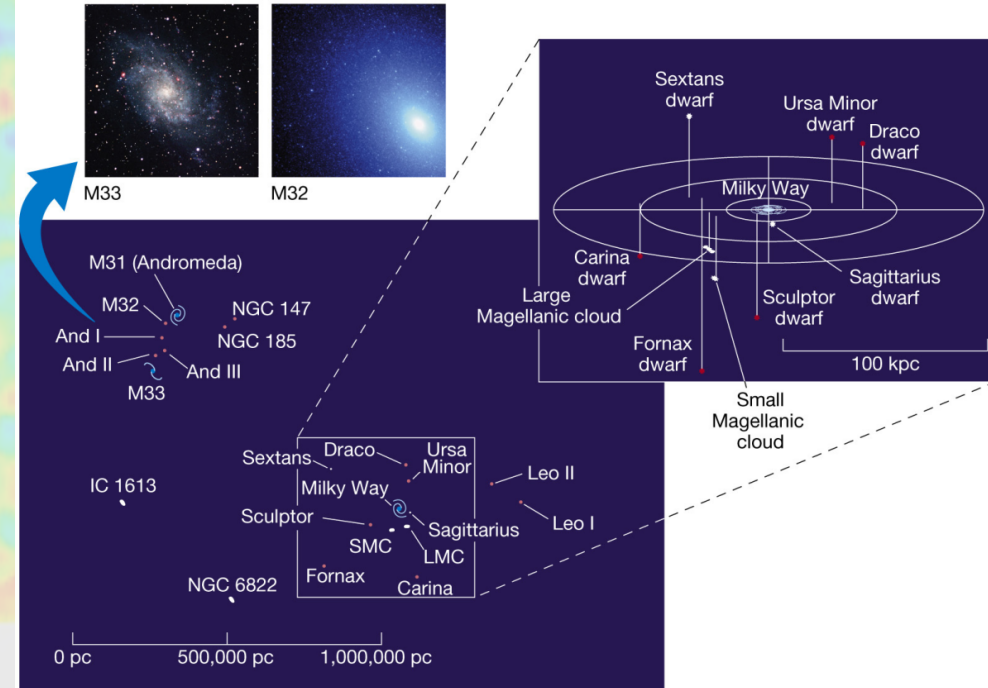
Hangi gökcisimleri ne kadar uzakta:

- Gökada merkezi 25600 ışık yılı = 8 kpc
- En yakın büyük gökada, Andromeda 2.5 Milyon ışık yılı



30 kpc

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



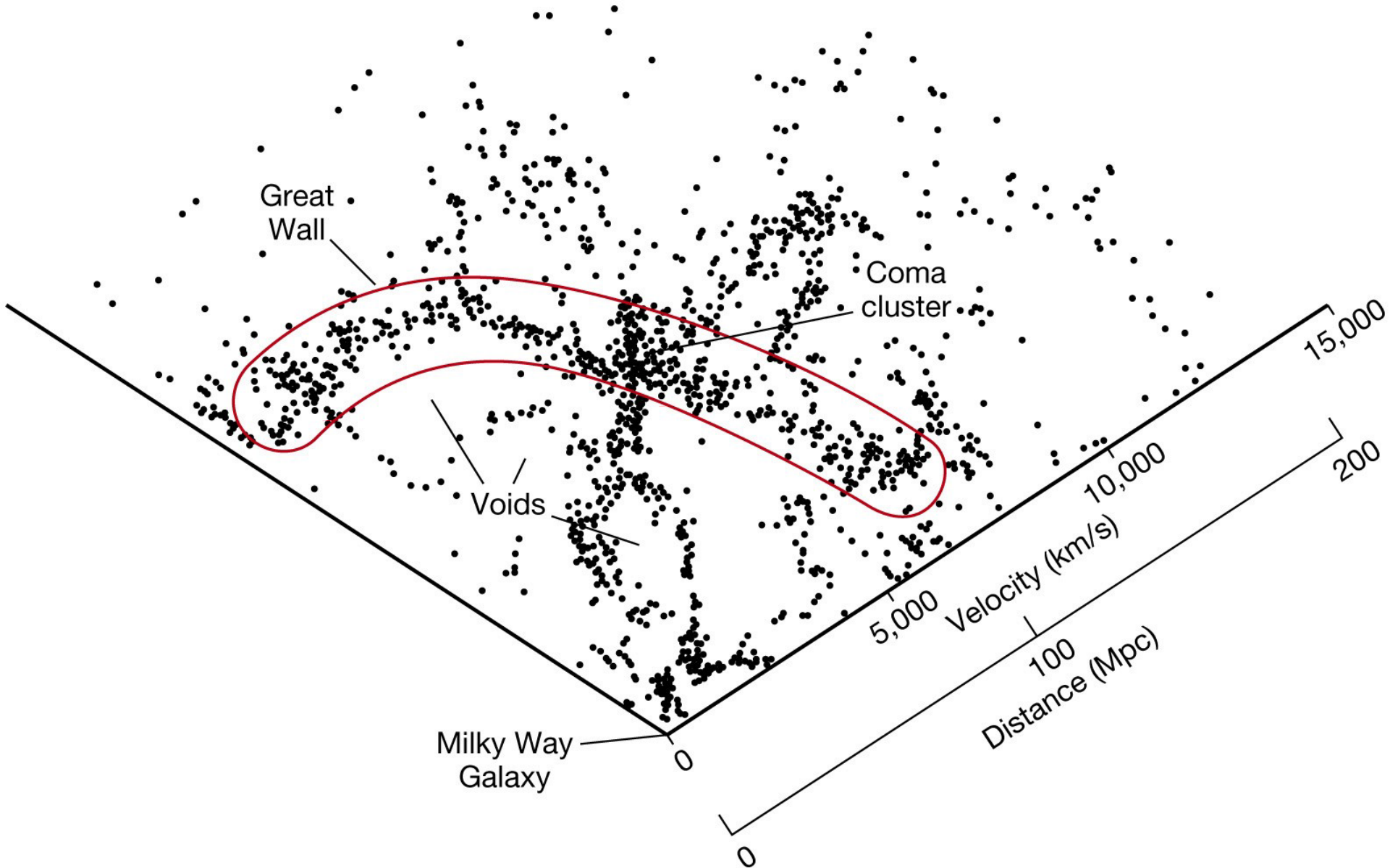
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Hangi gök cisimleri ne kadar uzakta:

- Işığın bize ulaştığı en uzak yıldızimsı (kuazar) *ULAS J1120+0641* 28.5 milyar ışık yılı.
- Ama ışık 12.9 milyar yıl seyahat etti!!!! Evren ışık buraya gelene kadar genişlemeye devam ediyor!!!!



Gökadaların Dağılımı

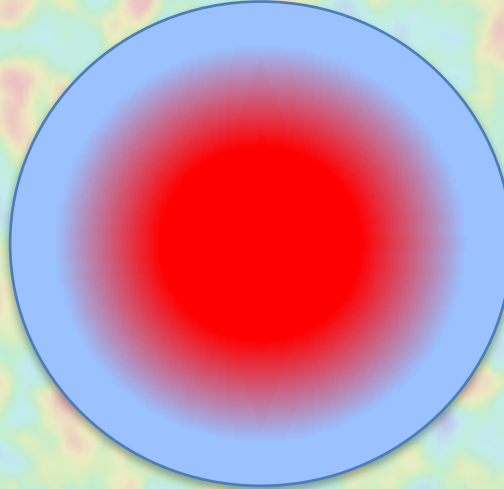


Homojenlik, izotropi

Merkezdeki bir gözlemci için homojenlik ve izotropi:



Homojen ve izotropik



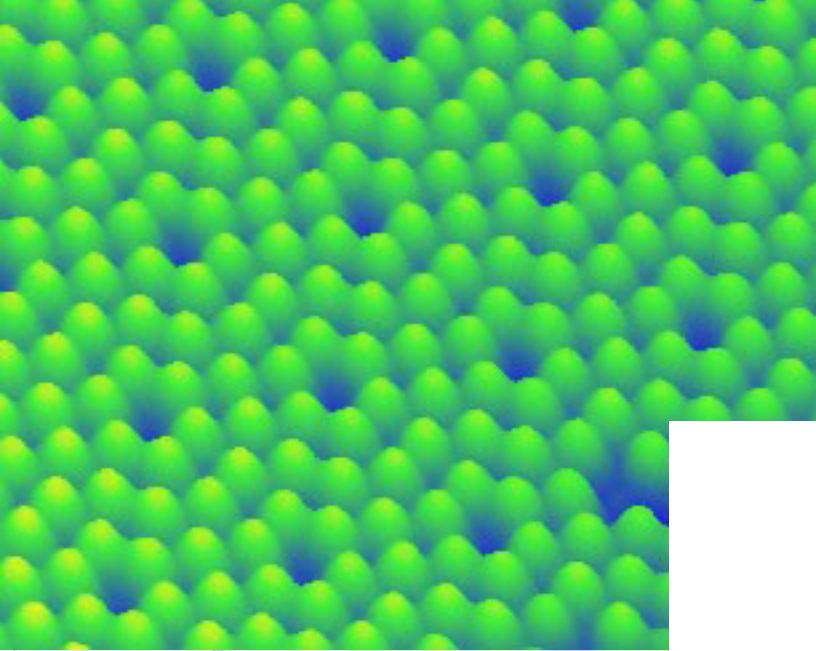
İzotropik ama
homojen değil



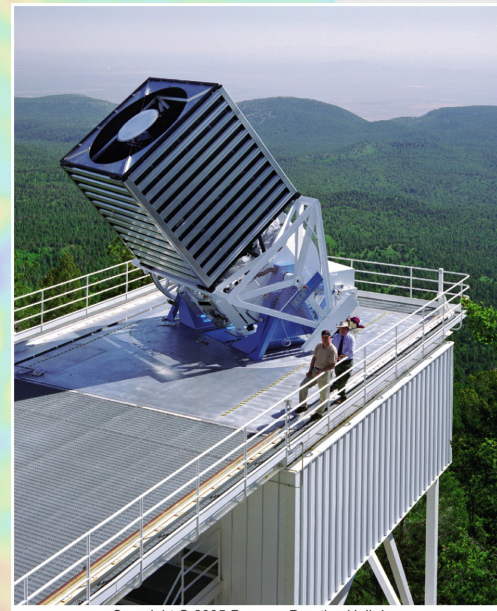
Homojen ama
izotropik değil

izotropi: Eş yönlü, yön bağımsız
Homojen: Bir türlü, benzeşik

Karmaşıklık, izotropik ve homojen evren

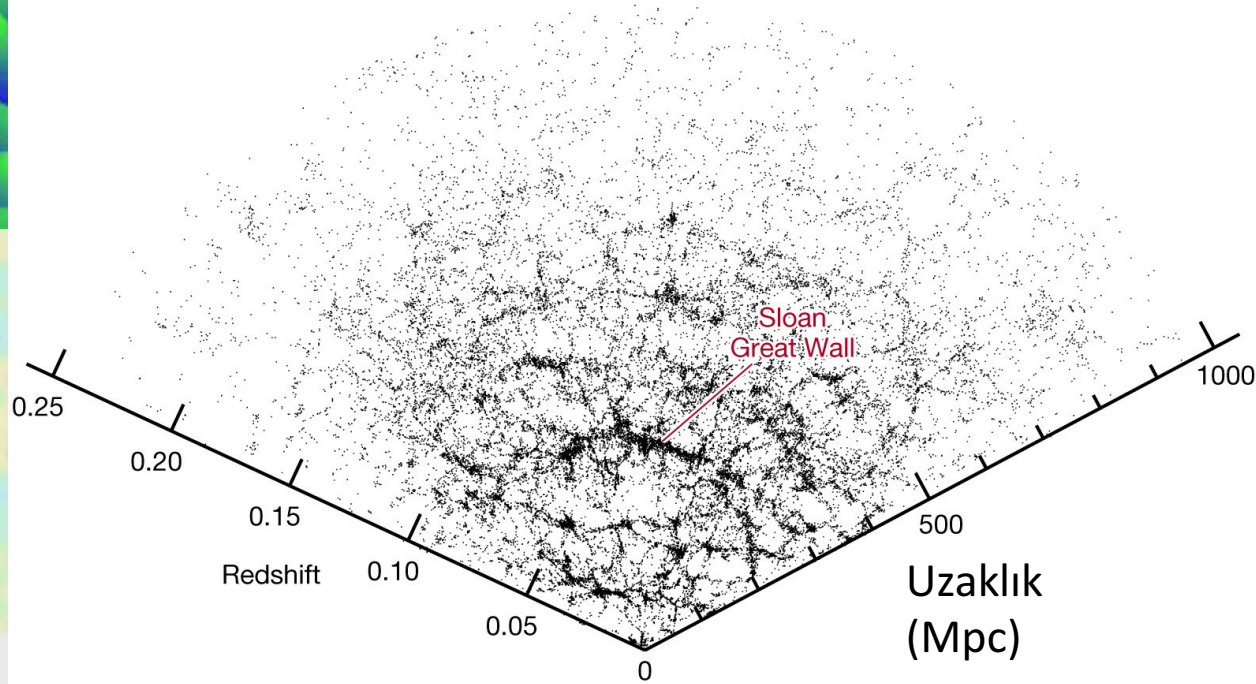


Silikon kristali atomik dizilişi



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Sloan Dijital Uzay Haritası

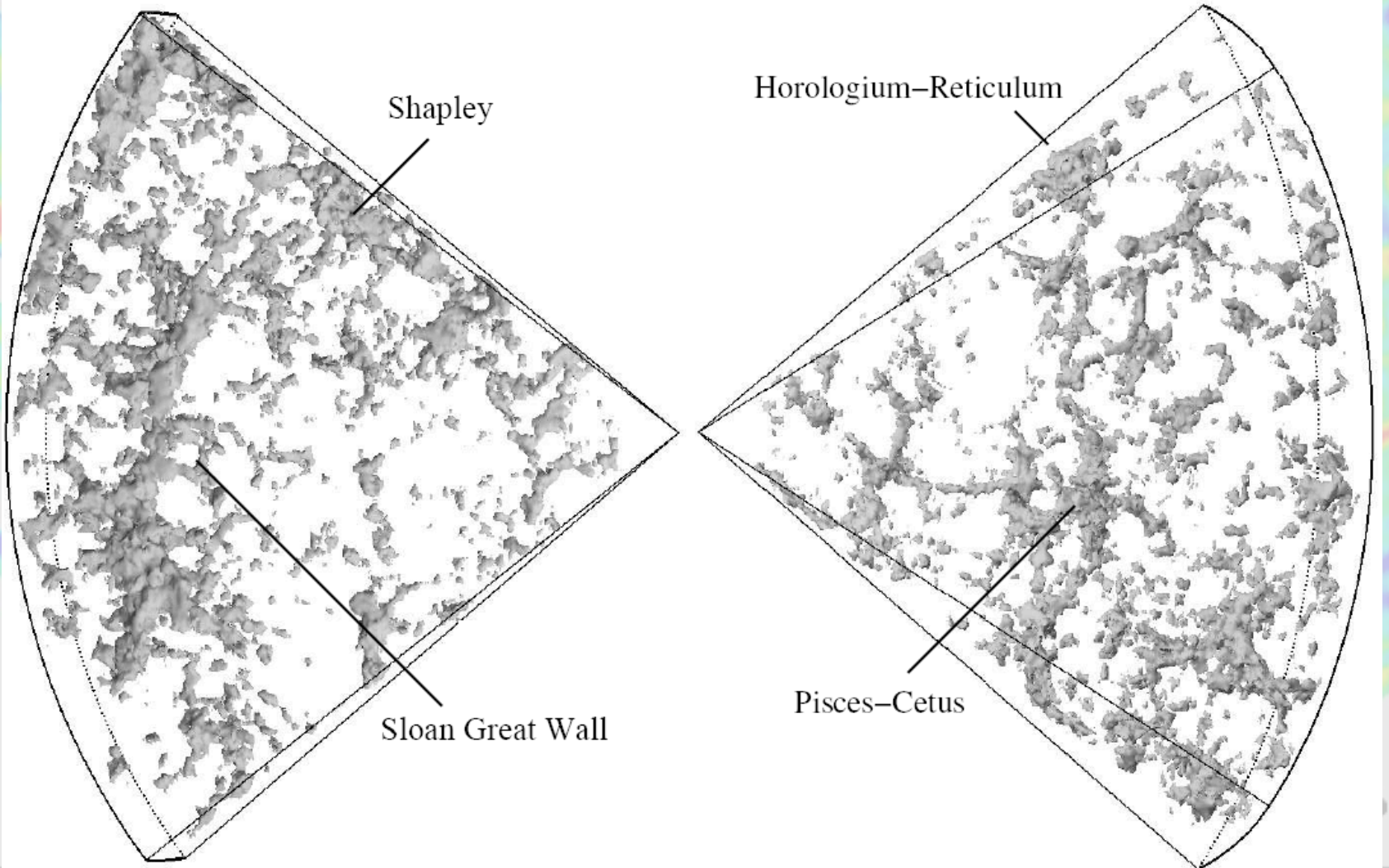


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Kozmoloji ilkeleri:

>300 Mpc:

Evren homojen ve izotropiktir.



QUIZ

- A yıldızının Ocak ve Haziran aylarında yapılan parallaks ölçümleri 2 açı saniyesi kayma göstermektedir? A yıldızı kaç parsek uzaklıktadır?
- B yıldızının parallaks ölçümleri, o yıldızın A yıldızından 3 kat uzakta olduğunu göstermiştir. A ve B aynı tip yıldızlarsa, hangi yıldız daha sönük gözlenir? İki cismin akıları arasındaki oran nedir?

QUIZ-ÇÖZÜM

- A yıldızının Ocak ve Haziran aylarında yapılan parallaks ölçümleri 2 açı saniyesi kayma göstermektedir? A yıldızı kaç parsek uzaklıktadır?
- B yıldızının parallaks ölçümleri, o yıldızın A yıldızından 3 kat uzakta olduğunu göstermiştir. A ve B aynı tip yıldızlarsa, hangi yıldız daha sönük gözlenir? İki cismin akıları arasındaki oran nedir?

Çözüm:

10. Slayt'a bakın. Tanım gereği taban 1AU, paralaks açısı 1'' ise uzaklık 1pc.

Ocak ve haziranda gözlem yapılırsa taban 2 AU olur, paralaks açısı da iki katı, yani uzaklık 1 pc olmalıdır.

Çözüm:

A ve B yıldızı aynı tip ise parlaklıklarının neredeyse aynı olduğunu düşünebiliriz. Akı, uzaklığın karesi ile ters orantılı azaldığına göre B yıldızını A yıldızına göre $3^2=9$ kat daha sönük görürüz.