

GÖKADALAR

VE

EVRENİN YAPISI

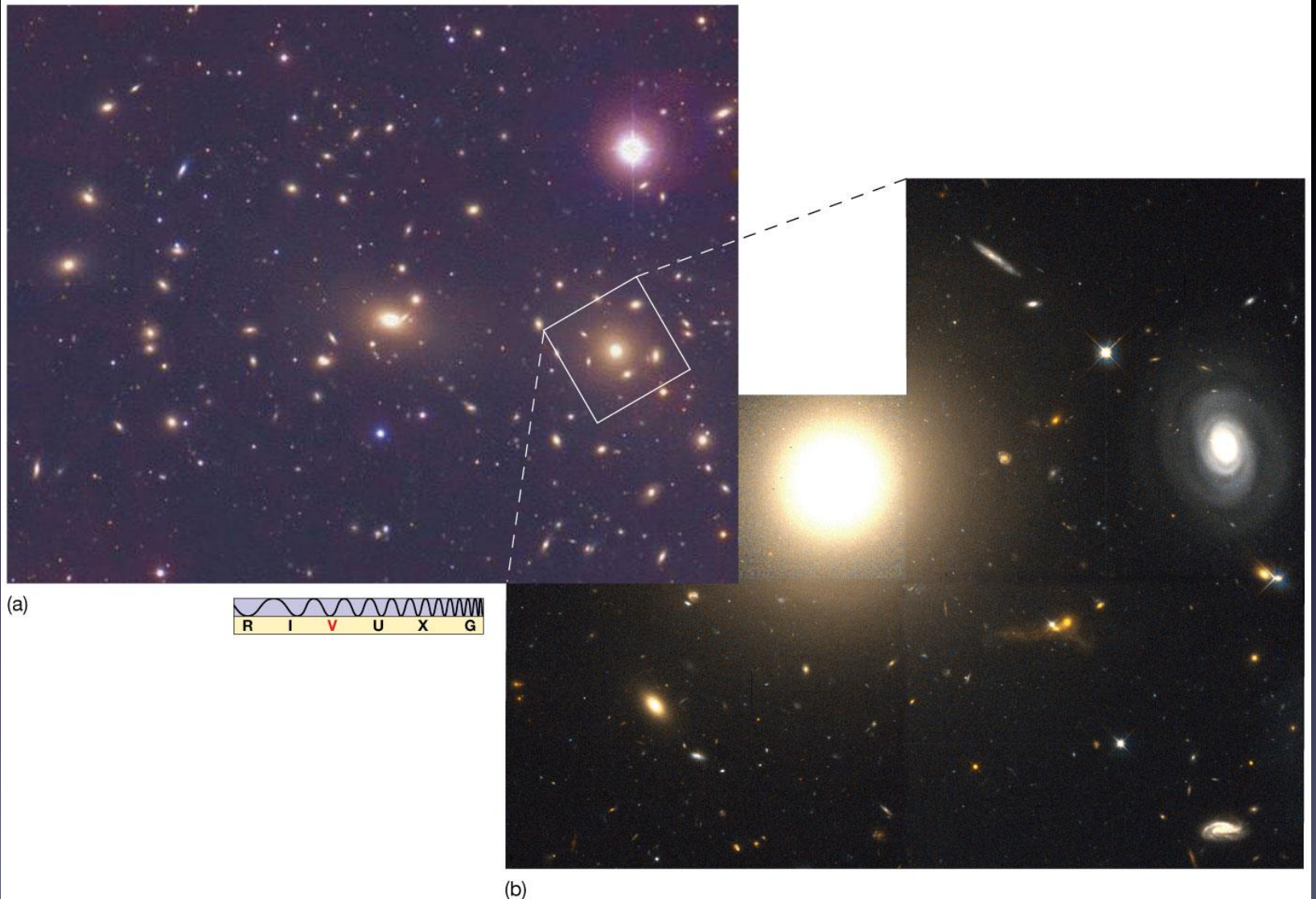
Yrd.Doç.Dr. Ayşegül F. YELKENCI

İstanbul Kültür Üniversitesi

Fizik Bölümü

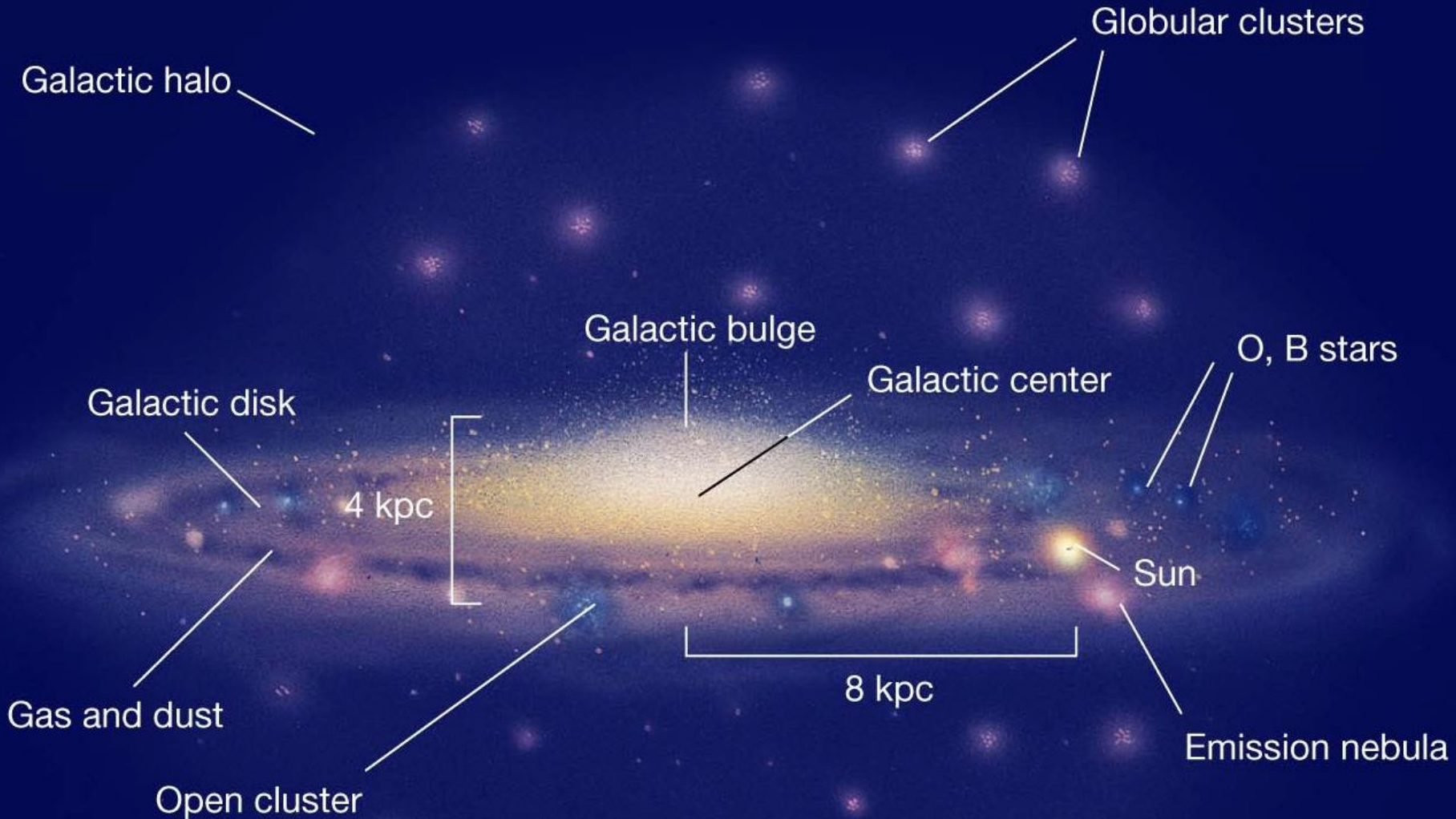
Hubble Gökada Sınıflaması

- Coma Gökada Kümesi



Hubble Gökada Sınıflaması

- Sarmal gökadarlar: Bileşenleri Samanyolu'nda olduğu gibi: disk, çekirdek, halo, şişkin bölge ve sarmal kollar



Hubble Gökada Sınıflaması

- Merkezi şişkin bölgenin büyüklüğüne ve kolların ne kadar sıkı bağlı olduğuna göre sınıflandırılır.
- En büyük şişkin bölge Sa'lardadır, Sb'lerde daha küçük , Sc'lerde en küçük olur. Sa tipinde sarmal kollar sıkıca bağlıdır, Sb ve Sc'lerde daha gevşektir.



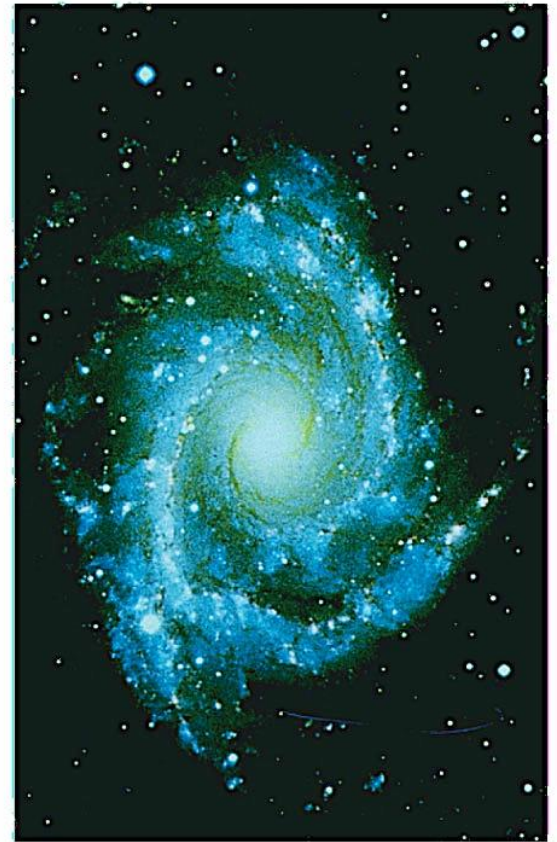
(a) M81

Type Sa



(b) M51

Type Sb

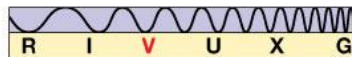
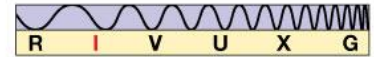


(c) NGC 2997

Type Sc

Hubble Gökada Sınıflaması

- Sombrero (Meksika Şapkası) Gökadası: büyük şişkin bölge Sa tipi



Spiral Galaxy NGC 1376



Hubble
Heritage

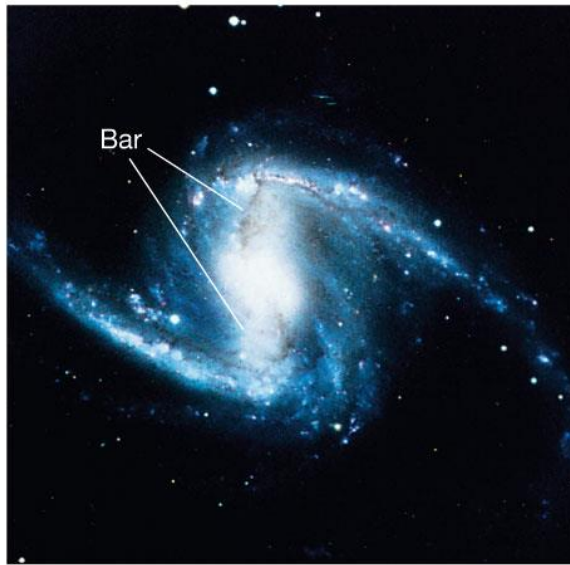
NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA) • *Hubble Space Telescope* ACS

Hubble Gökada Sınıflaması

- Çubuklu Sarmal Gökadalar: benzer alt sınıflandırma



(a) NGC 1300 Type SBa



(b) NGC 1365 Type SBb



(c) NGC 6872 Type SBc



Barred Spiral Galaxy NGC 1300



Hubble
Heritage

Hubble Gökada Sınıflaması

- **Eliptik Gökadalar:** sarmal kol ve disk yok. Çok farklı boyutlarda: dev eliptikler trilyonlarca yıldızlı, cüce eliptiklerde 1 milyondan az yıldız var. Çok az soğuk gaz ve toz içerirler, yıldız oluşumu göstermezler. Ancak çoğundaki büyük sıcak gaz bulutları görünür çaplarını aşar.



Hubble Gökada Sınıflaması

- Eliptik Gökadalar şekillerine göre sınıflandırılır: E0 (en küresel) - E7 (en basık)



(a) M49 Type E2



(b) M84 Type E3



(c) M110 Type E5



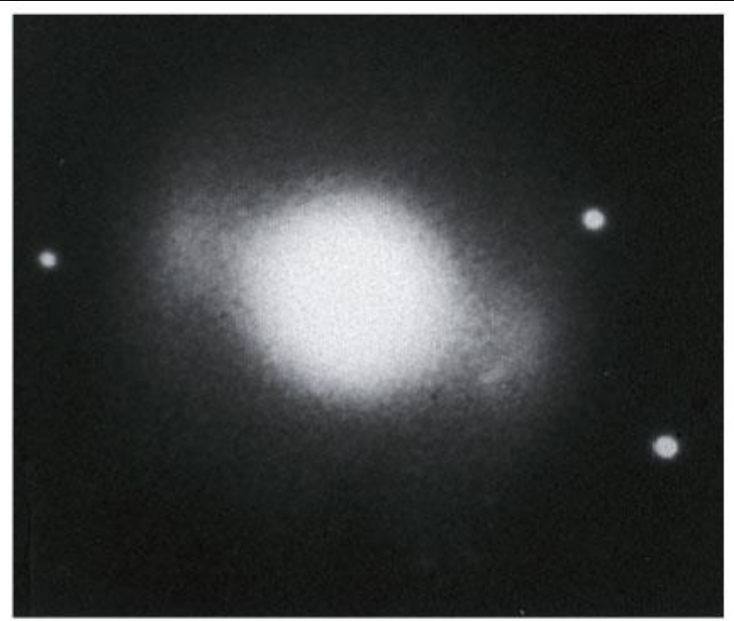
Hubble Gökada Sınıflaması

- S0 Merceksi Gökadalar ve SB0 tipi gökadalarda disk ve şişkin bölge var ama sarmal kol ve yıldızlararası gaz yoktur.
- Özellikleri bakımından E7 Eliptik ile Sa Sarmal gökadaların arasında kalırlar.



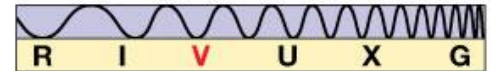
(a) NGC 1201

Type S0



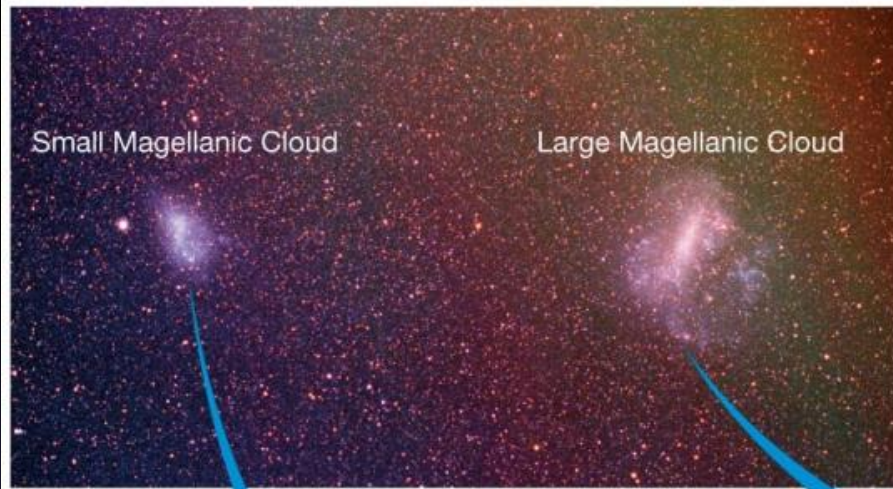
(b) NGC 2859

Type SB0



Hubble Gökada Sınıflaması

- Düzensiz Gökadalar:



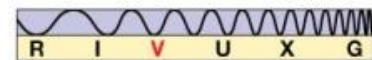
(a)



(b)

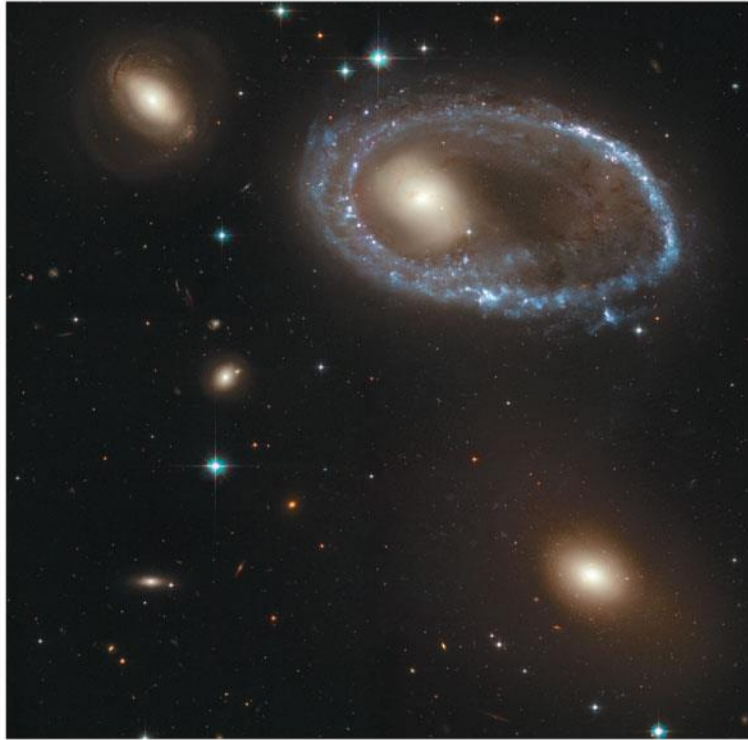


(c)

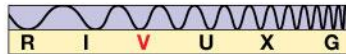


Hubble Gökada Sınıflaması

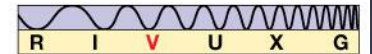
- Düzensiz Gökadalar:



(a) AM 0644-741

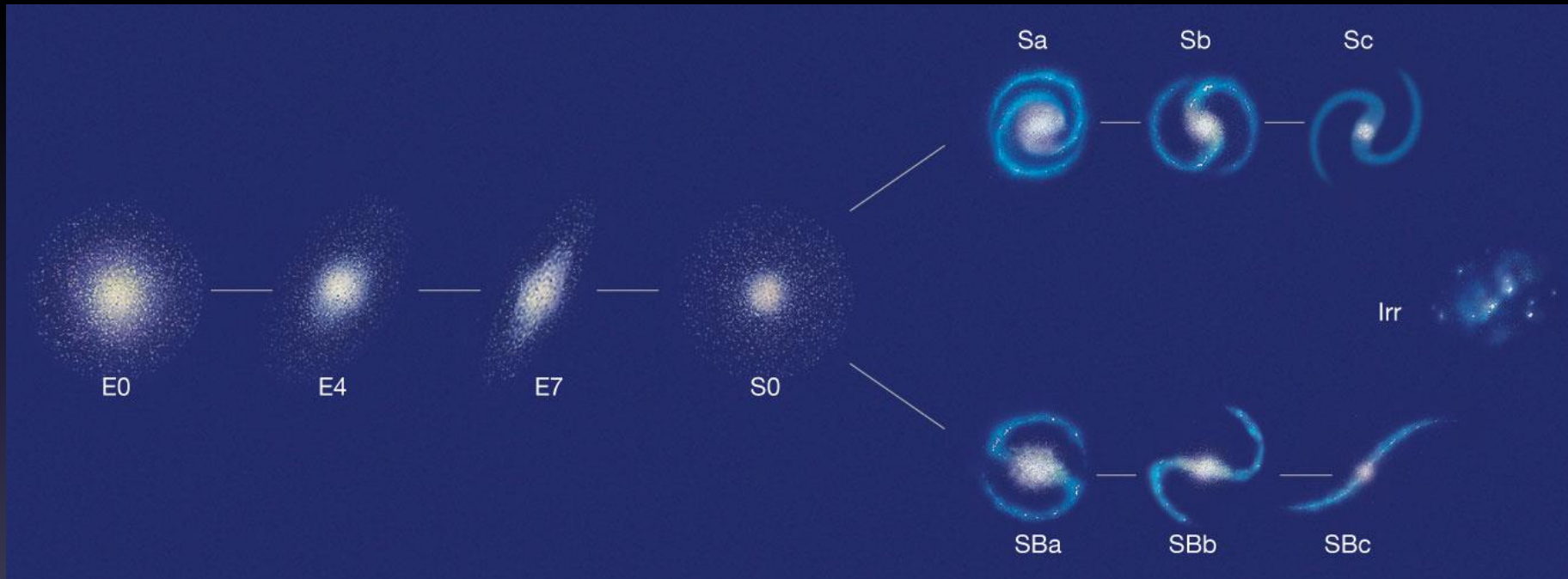


(b) NGC 1569



Hubble Gökada Sınıflaması

- Hubble Düzeni:

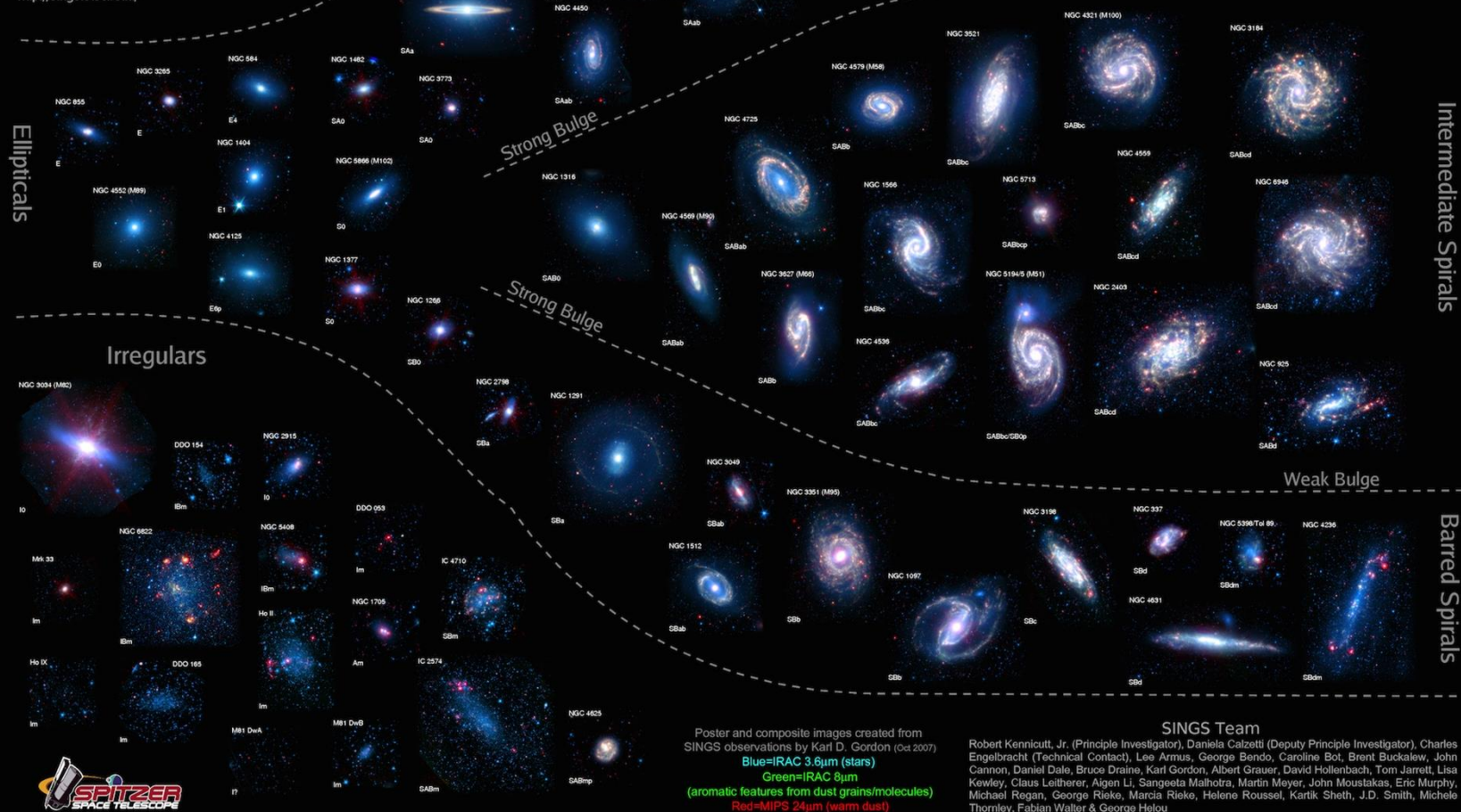


The Spitzer Infrared Nearby Galaxies Survey (SINGS) Hubble Tuning-Fork

The Spitzer Space Telescope observed 75 galaxies as part of its SINGS (Spitzer Infrared Nearby Galaxies Survey) Legacy Program. The galaxies are presented here in a Hubble Tuning-Fork diagram, which groups galaxies according to the morphology of their nuclei and spiral arms. The designation of these galaxies and their placement in the diagram is based on their visible-light appearance. The main goal of the SINGS program is to characterize the infrared properties of a wide range of galaxy types. The images of the galaxies are composites created from data taken by IRAC (the Infrared Array Camera) at 3.6 and 8.0 μm , and MIPS (the Multiband Imaging Photometer for Spitzer) at 24 μm .

The infrared range probed by these and other observations taken for the SINGS project allows for the detailed study of star formation, dust emission, and the distribution of stars in each galaxy. Light from old stars appears as blue in the images, while the lumpy knots of green and red light are produced by dust clouds surrounding newly born stars. The elliptical galaxies on the left are almost entirely made of old stars, while spiral galaxies like our own Milky Way are rich in young stars and the raw materials for future star formation.

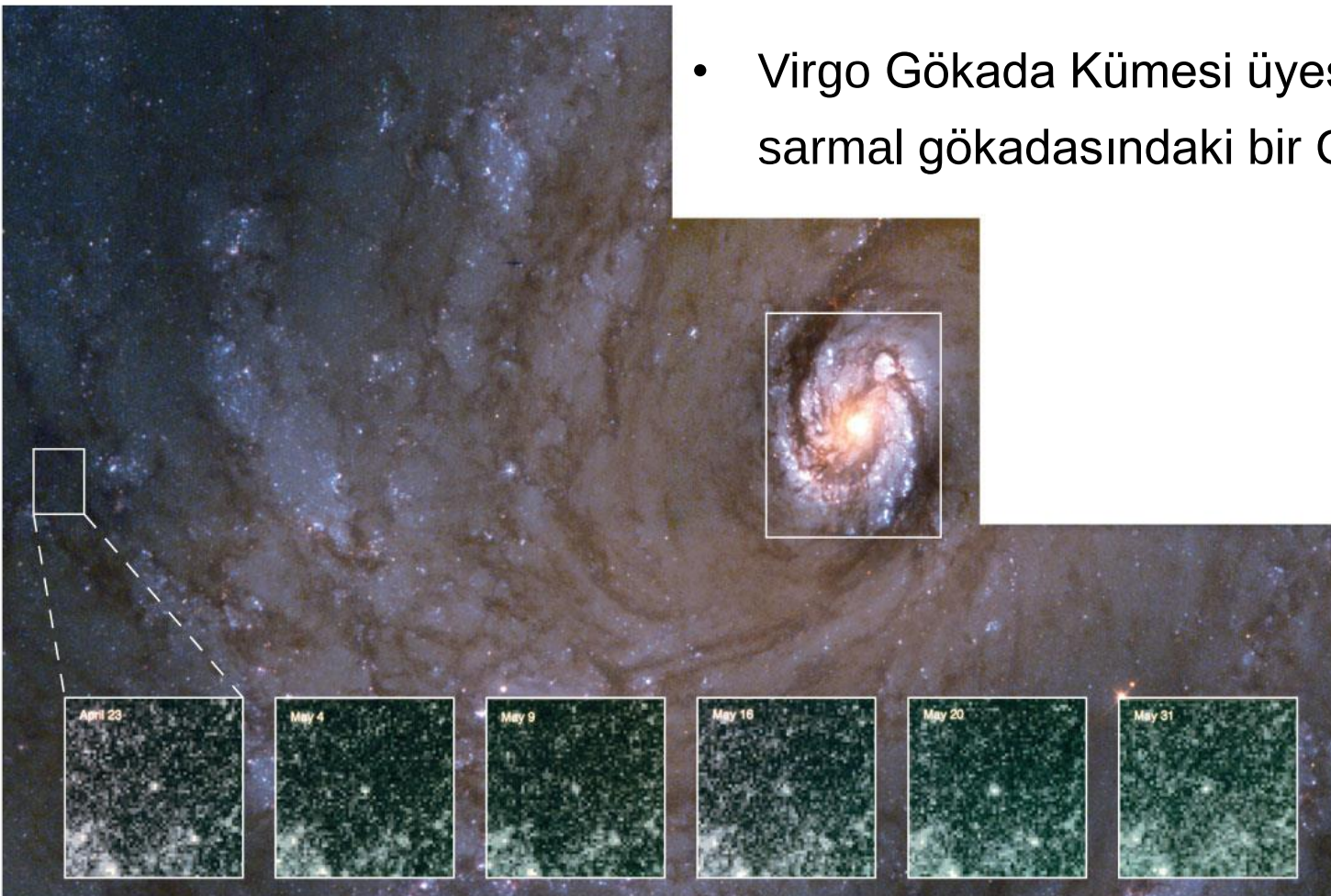
More information can be found at:
<http://sings.stsci.edu/>



Gökadaların Uzaysal Dağılımı

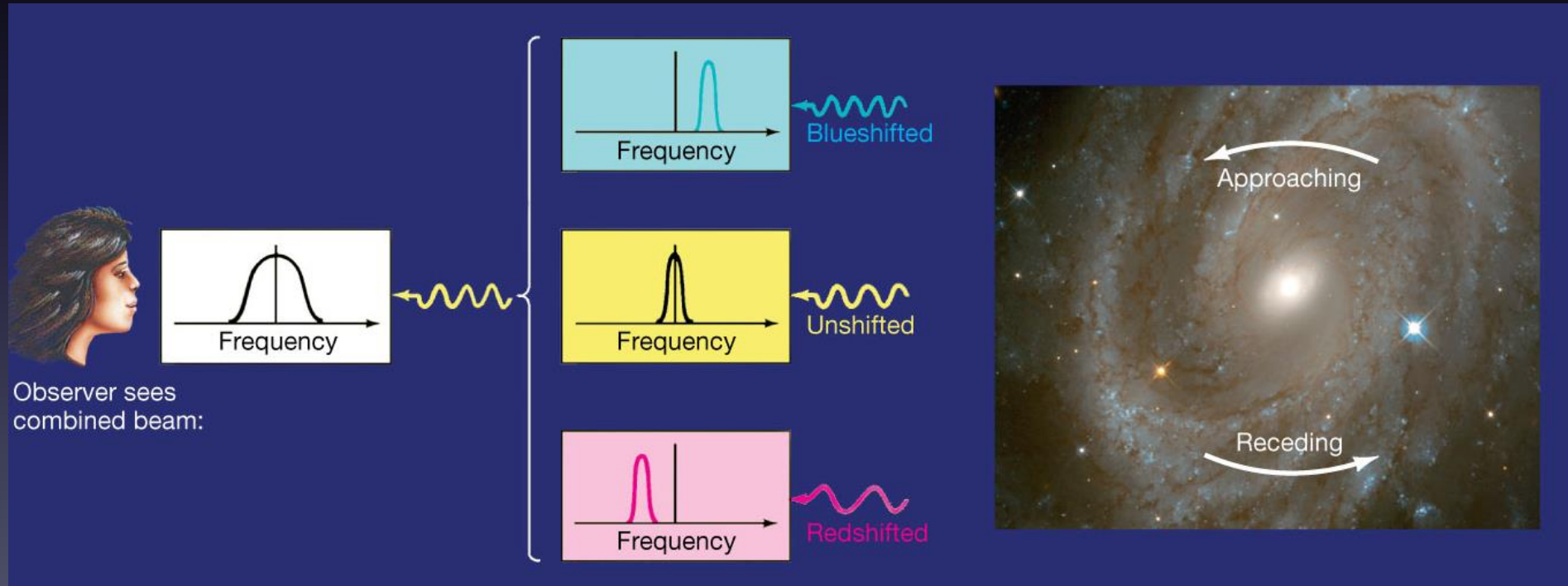
- Cepheid değişen yıldızları 25 Mpc ötedeki gökadaların ölçülmesini sağlar.

- Virgo Gökada Kümesi üyesi olan M100 sarmal gökadasındaki bir Cepheid yıldızı



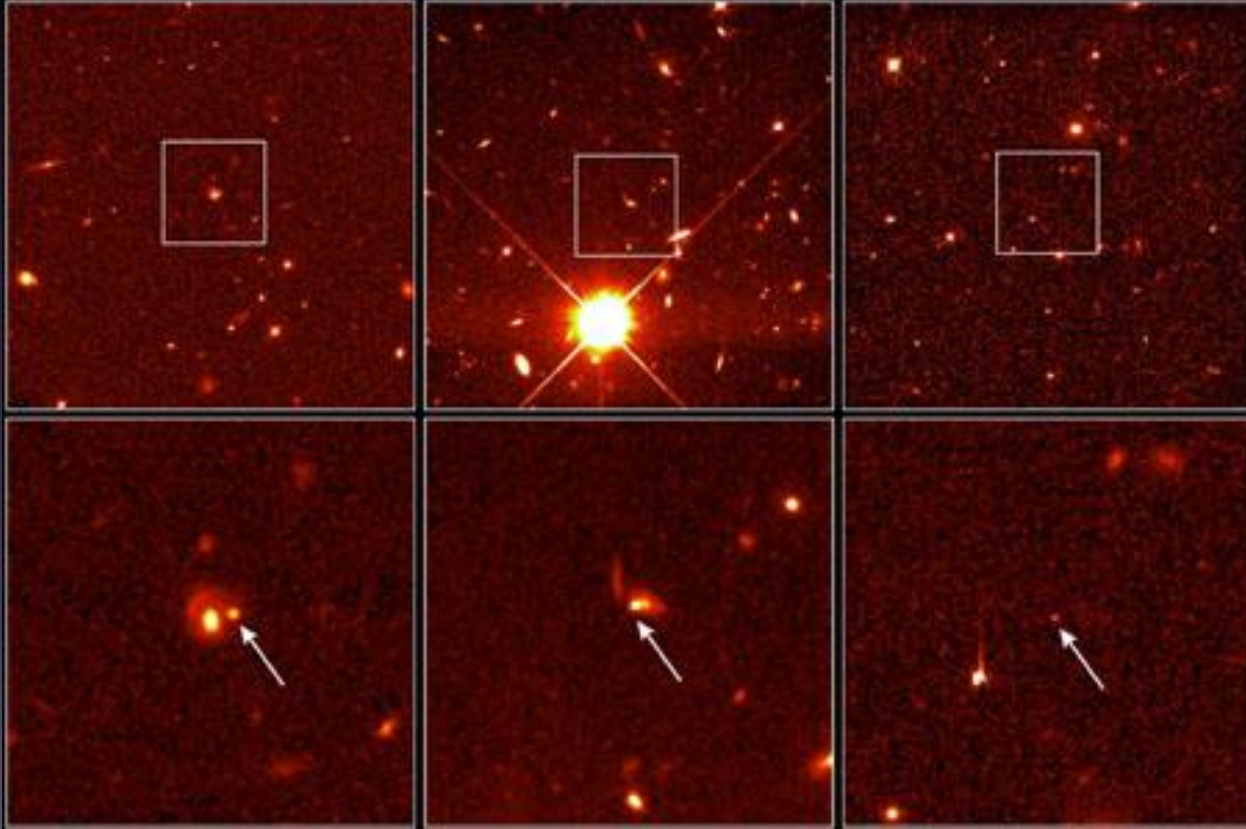
Gökadaların Uzaysal Dağılımı

- Ancak 25 Mpc'den daha ötedeki çoğu gökadamda Cepheid yıldızları görülmeyebilir. Bu durumda başka uzaklık ölçüm yöntemleri gerekir.
- Tully-Fisher İlişkisi: bir gökadanın dönme hızı (Doppler etkisinden ölçülür) ile ışıma gücünü arasındaki ilişki.



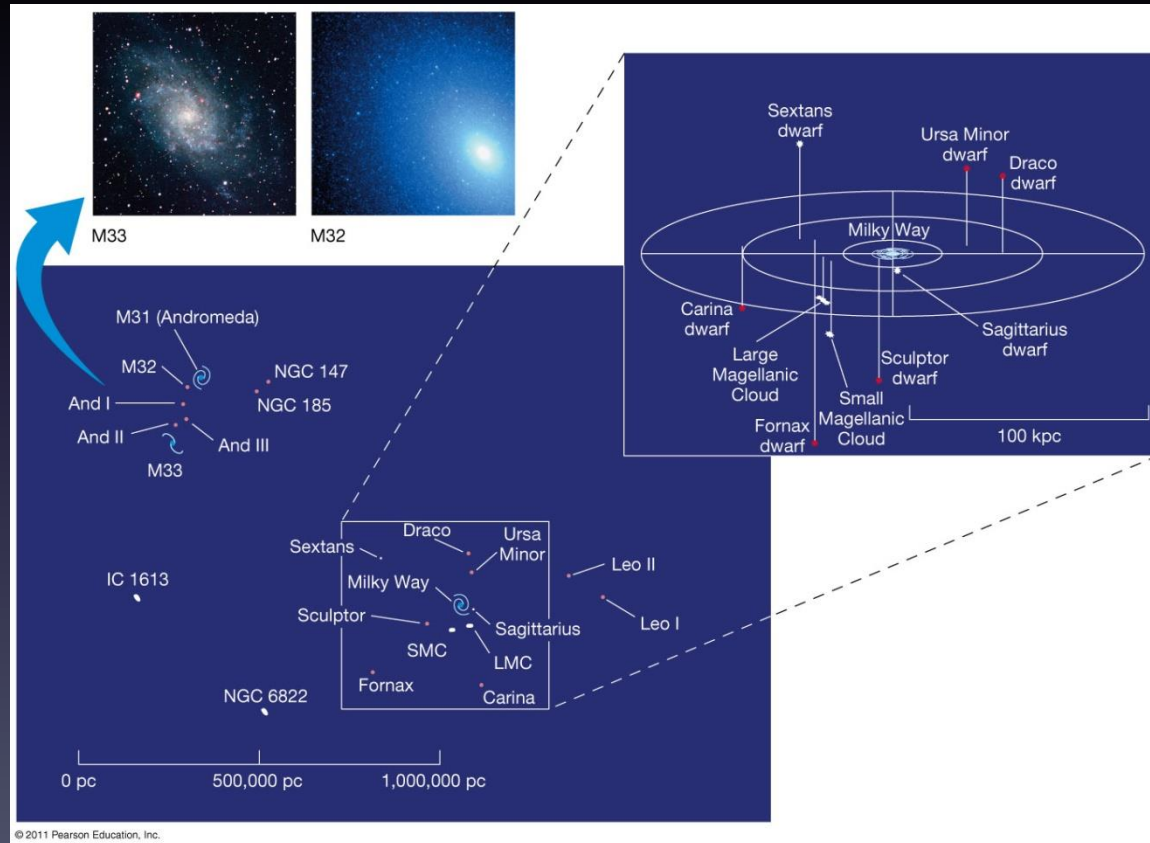
Gökadaların Uzaysal Dağılımı

- Tip I Supernovalarının neredeyse hepsi aynı ışıma gücüne sahiptir. Bu yüzden “standart mumlar” (mutlak parlaklıkları bilinen cisimler) olarak adlandırılırlar ve görünür parlaklıkları ölçülerek uzaklık tayininde kullanılırlar.

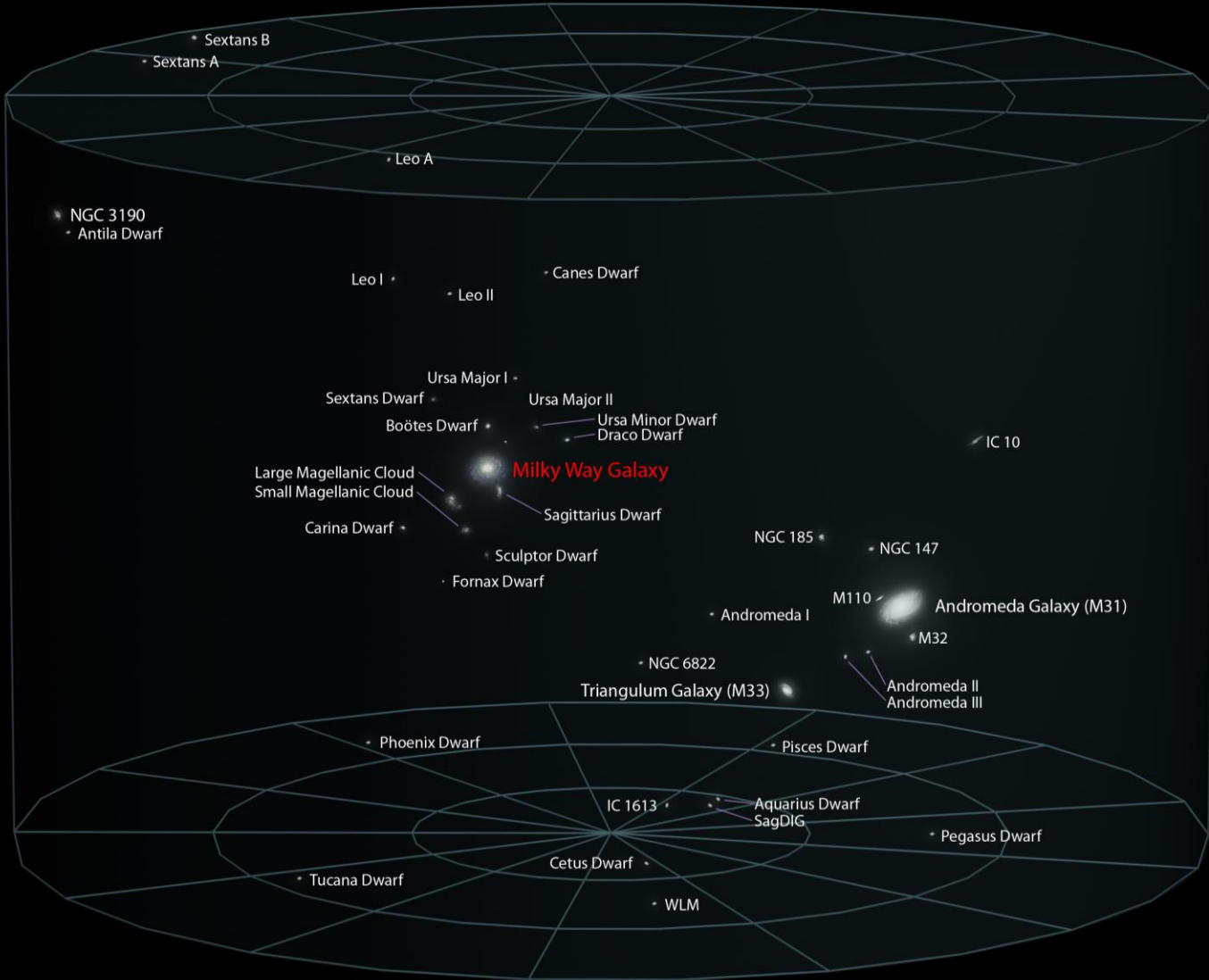


Gökadaların Uzaysal Dağılımı

- Yerel Grup: Samanyolu'nun 1 Mpc civarındaki yaklaşık 50 gökadan oluşun gökada kümesi

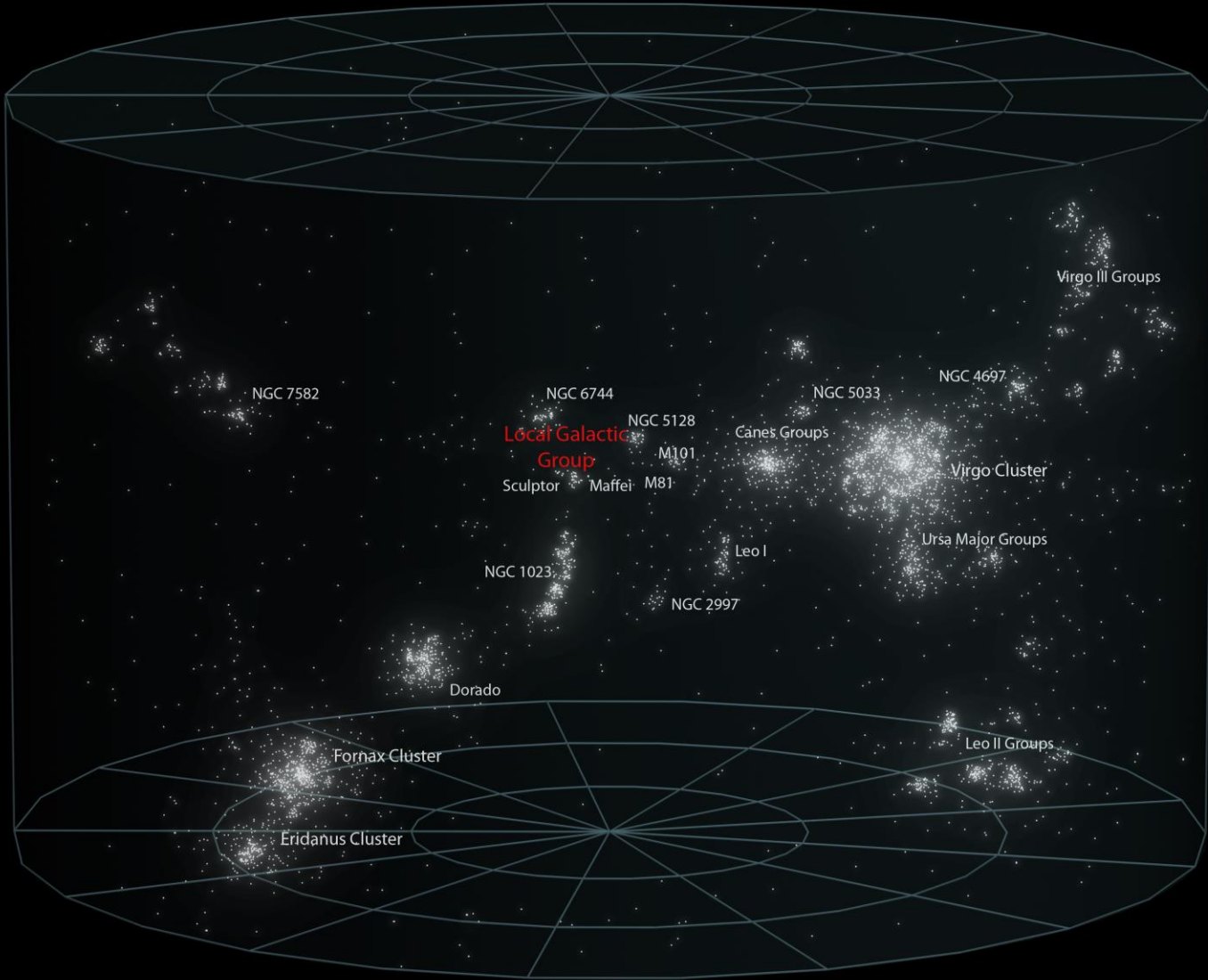


Yerel Grup



- Üç Sarmal Gökada (Samanyolu, Andromeda, M33) ve onların uydularından oluşur.

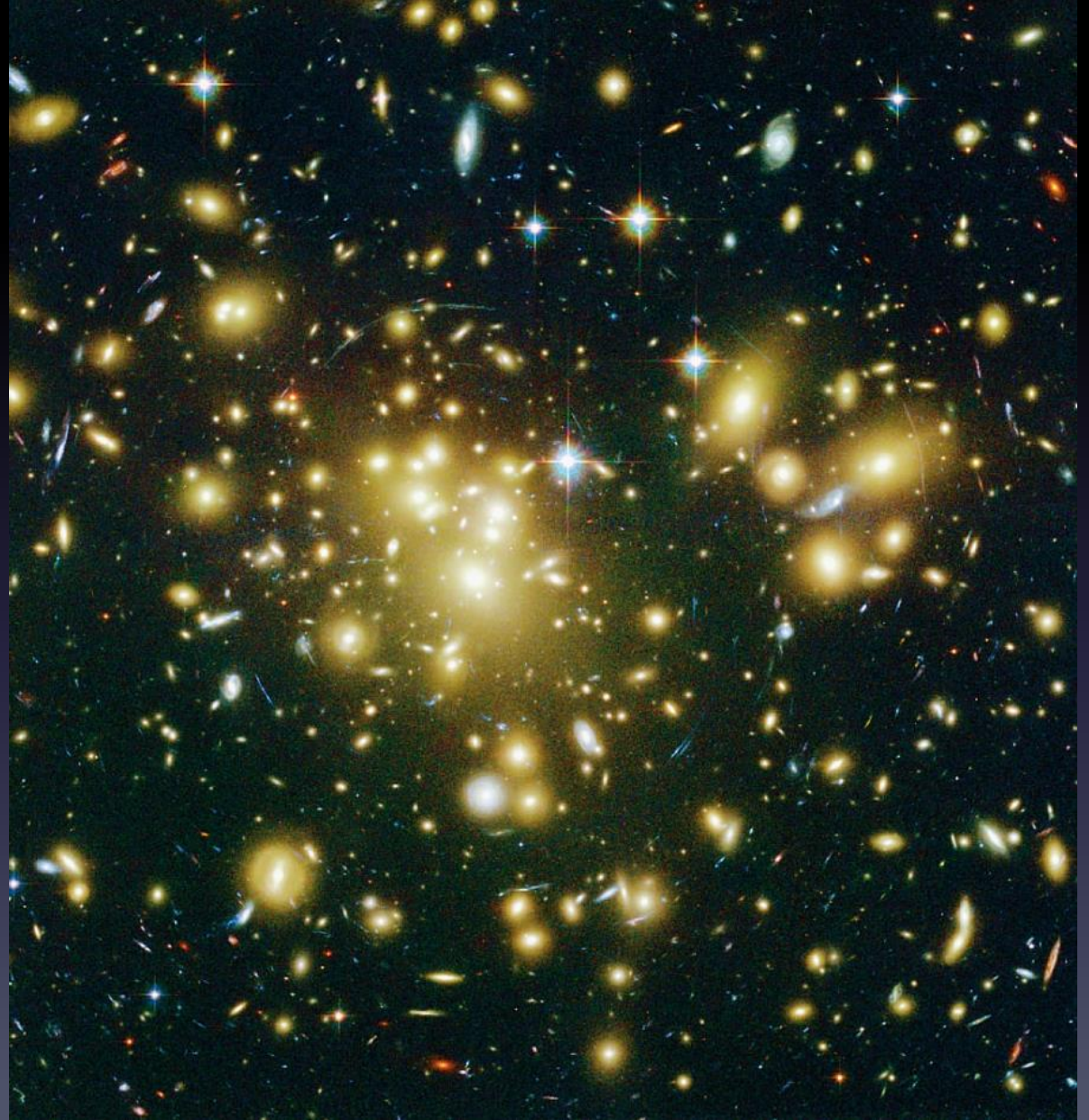
Virgo Gökada Kümesi



- Virgo Gökada kümesi, Yerel Grup'tan çok daha büyük, 3500 gökada

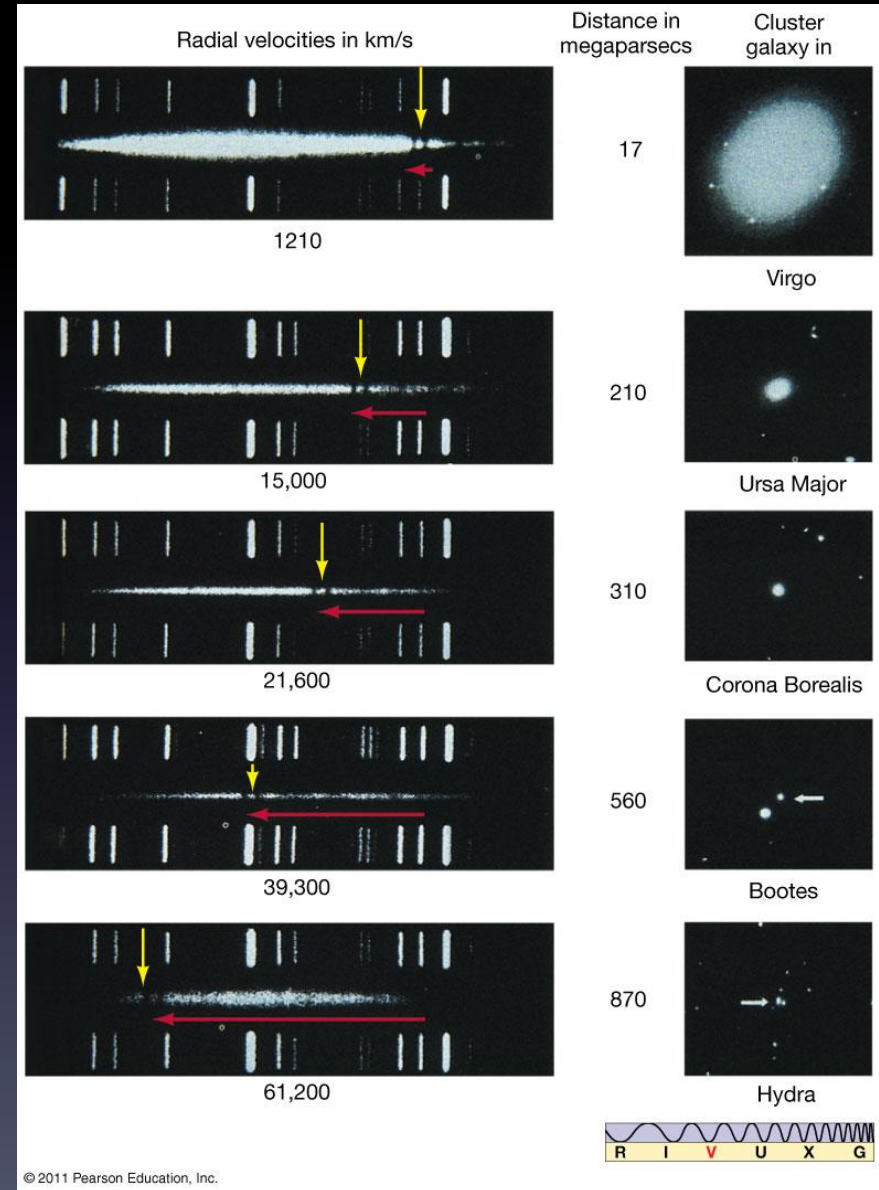
Gökadaların Uzaysal Dağılımı

- Abell 1689
gökada
kümesi,
- 1 milyar parsek
ötede



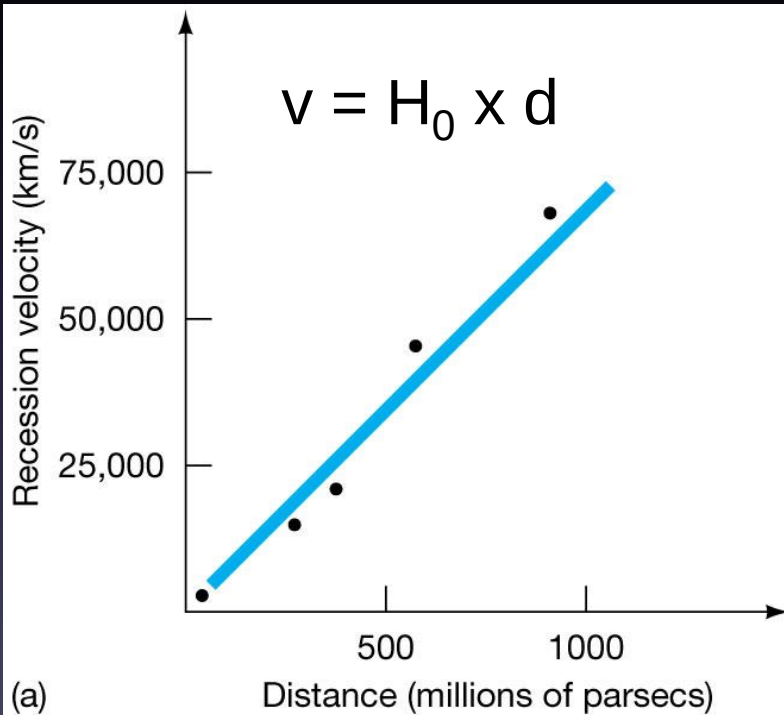
Hubble Kanunu

- Evrensel Geri Çekilme:
Tüm gökadarlar (birkaç yakın istisna hariç) bizden uzaklaşıyor gibi görünmekteler.
- Gökada tayflarındaki kırmızıya kaymaları uzaklıkları ile orantılı.

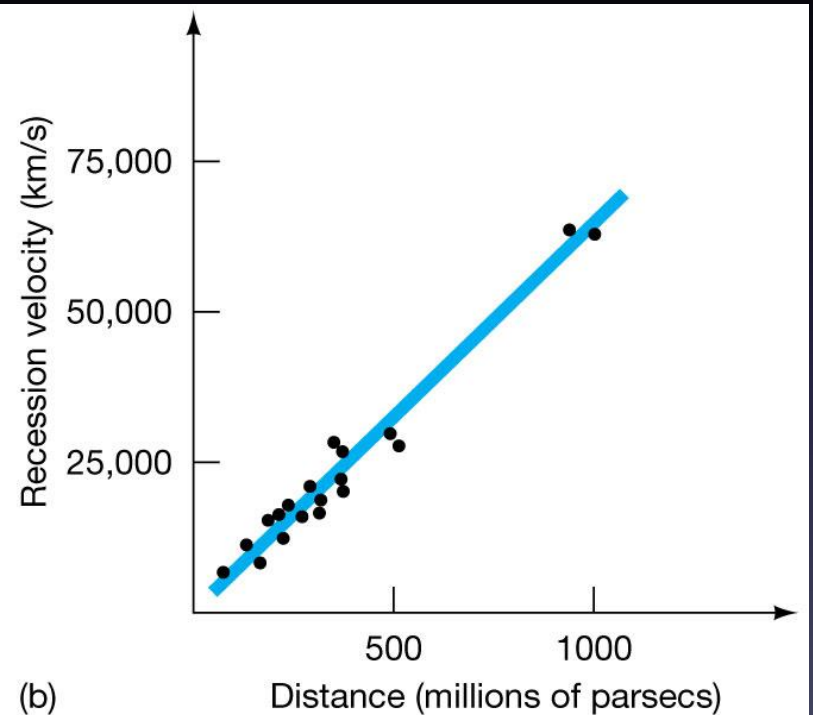


Hubble Kanunu

- Geriçekilme (uzaklaşma) hızı ve uzaklık ilişkisi: $Hız = H_0 \times \text{uzaklık}$
- Hubble sabiti $H_0 \sim 70 \text{ km/s/Mpc}$ (67.80 – Planck sonucu)
- Gözlenebilir evrenin genişlediğine dair fiziksel ve doğrudan bir gözlemdir.

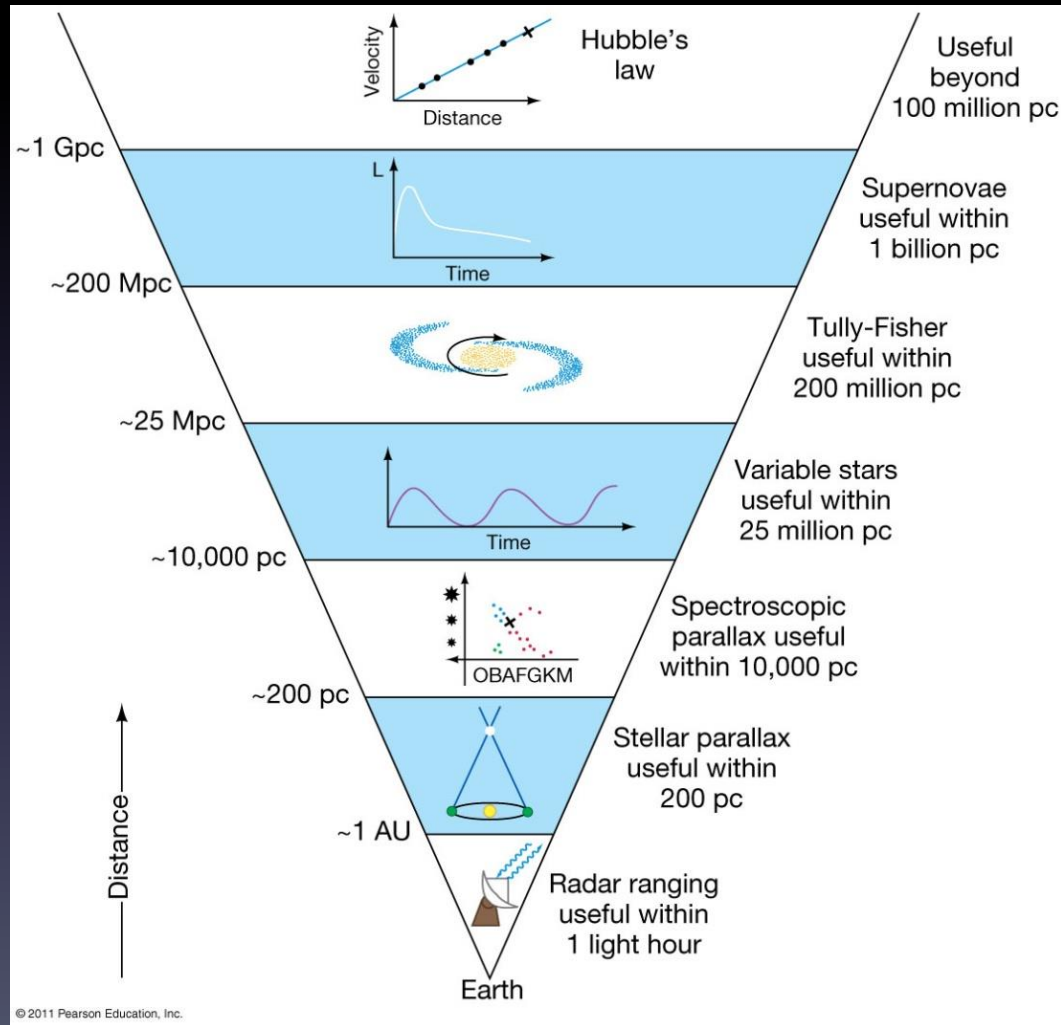


© 2011 Pearson Education, Inc.

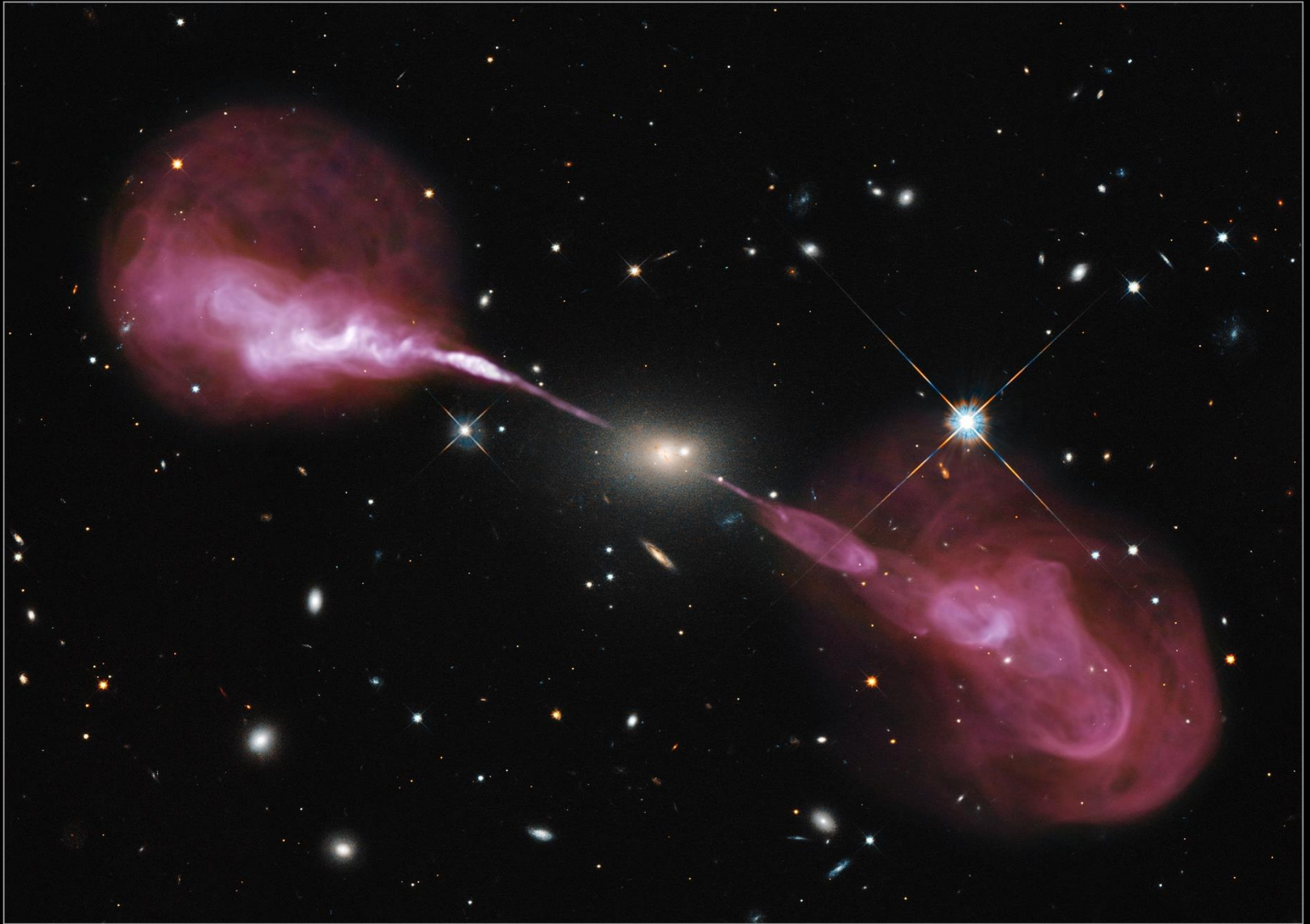


Hubble Kanunu

- Kozmik uzaklık merdiveni:



Radio Galaxy Hercules A

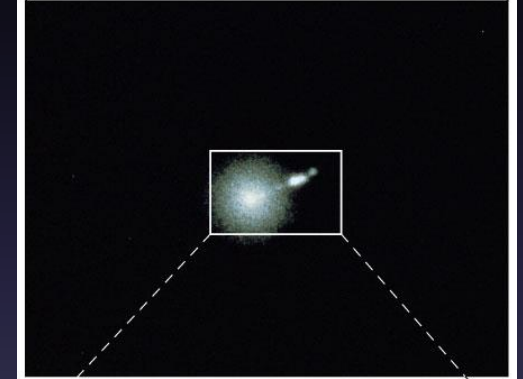
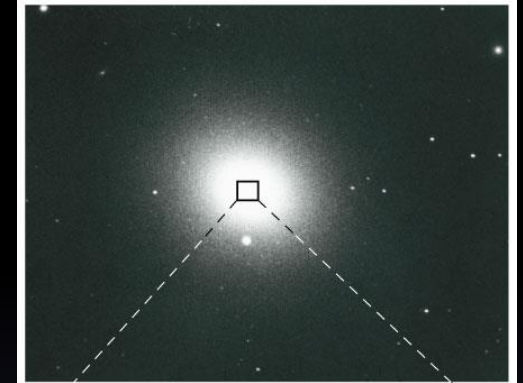
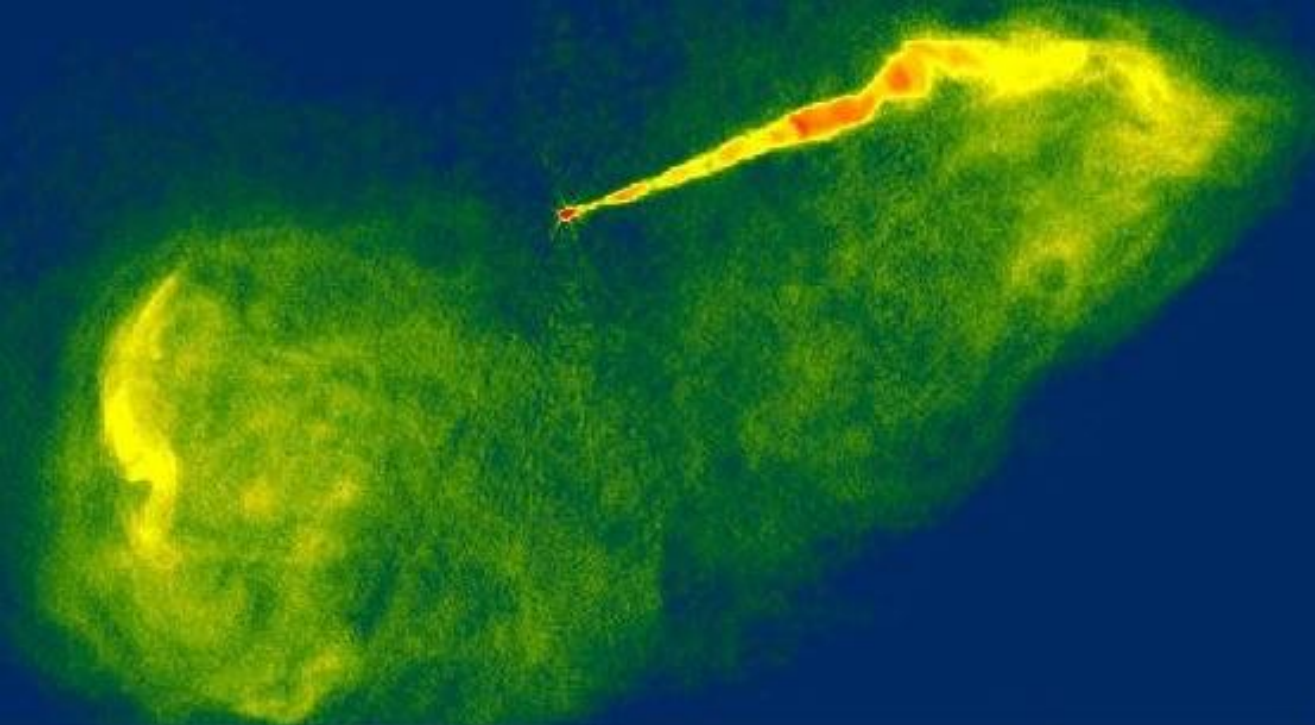


Hubble
Heritage

Aktif Gökada Çekirdeği

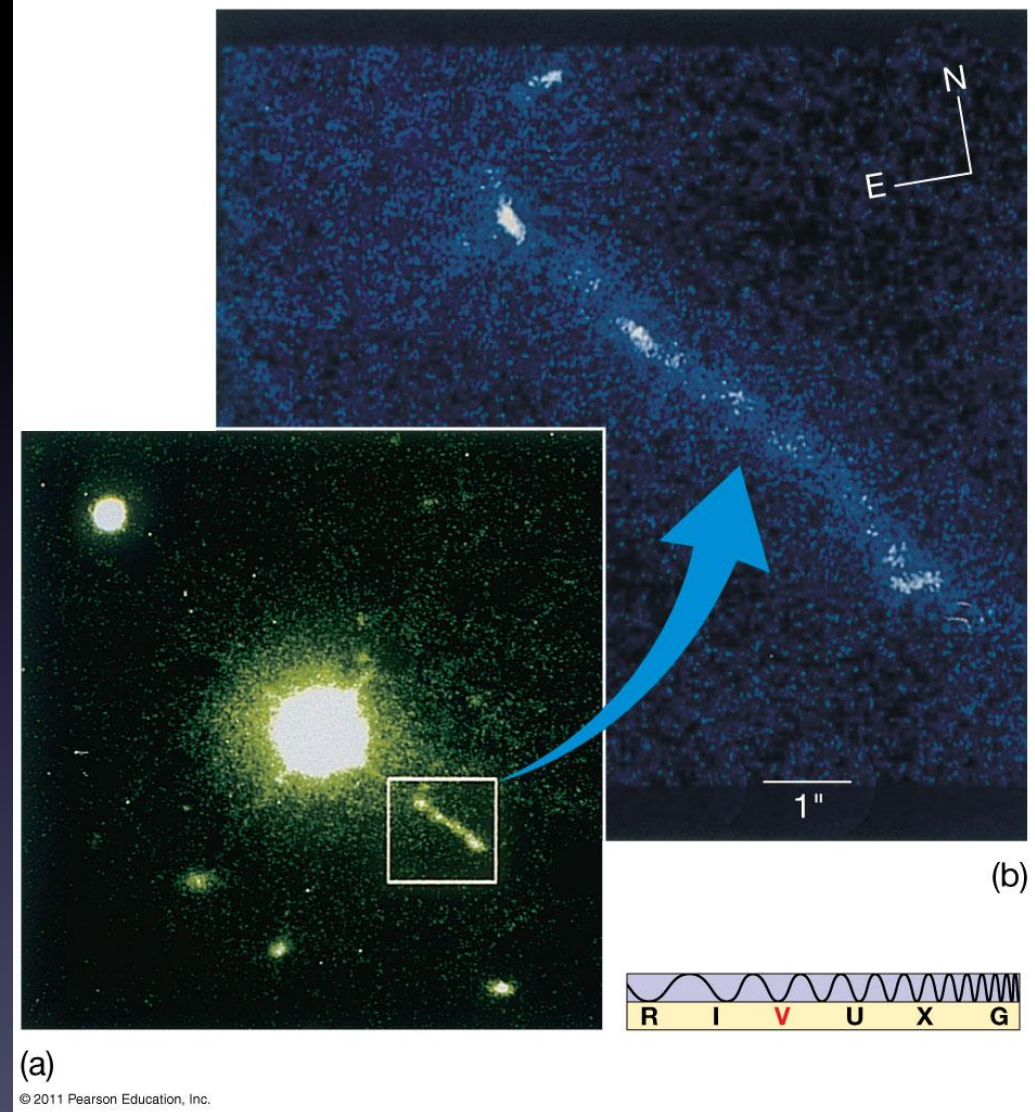
- Birçok aktif gökadamada jetler ve diğer gökadalara etkileşim izleri gösterir.

M87



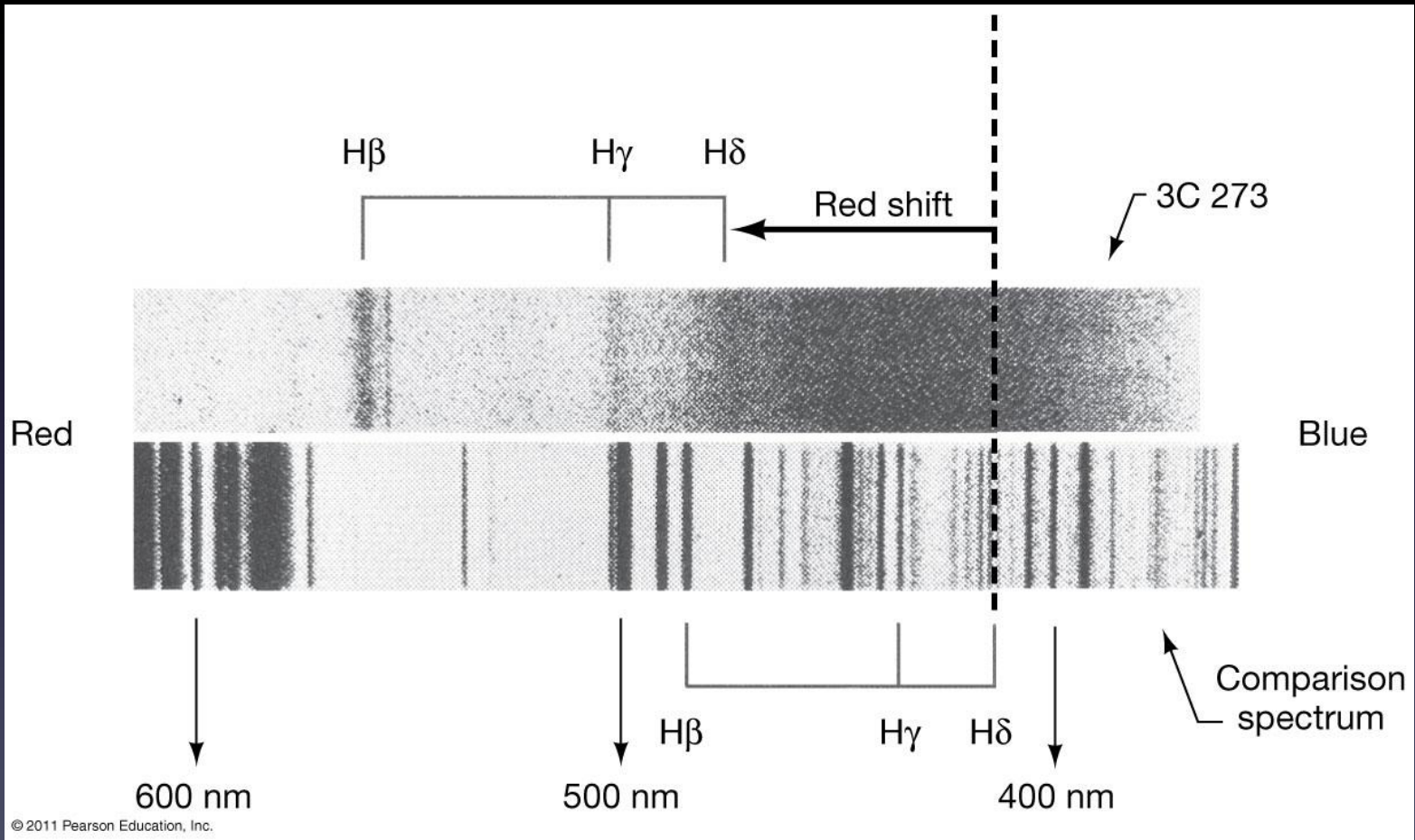
Aktif Gökada Çekirdeği

- **Kuazarlar:** yıldız benzeri görünümde ama çok sıradışı tayf çizgilerine sahip



Aktif Gökada Çekirdeği

- Kuazar tayfları: çok kırmızıya kaymış; çok uzak



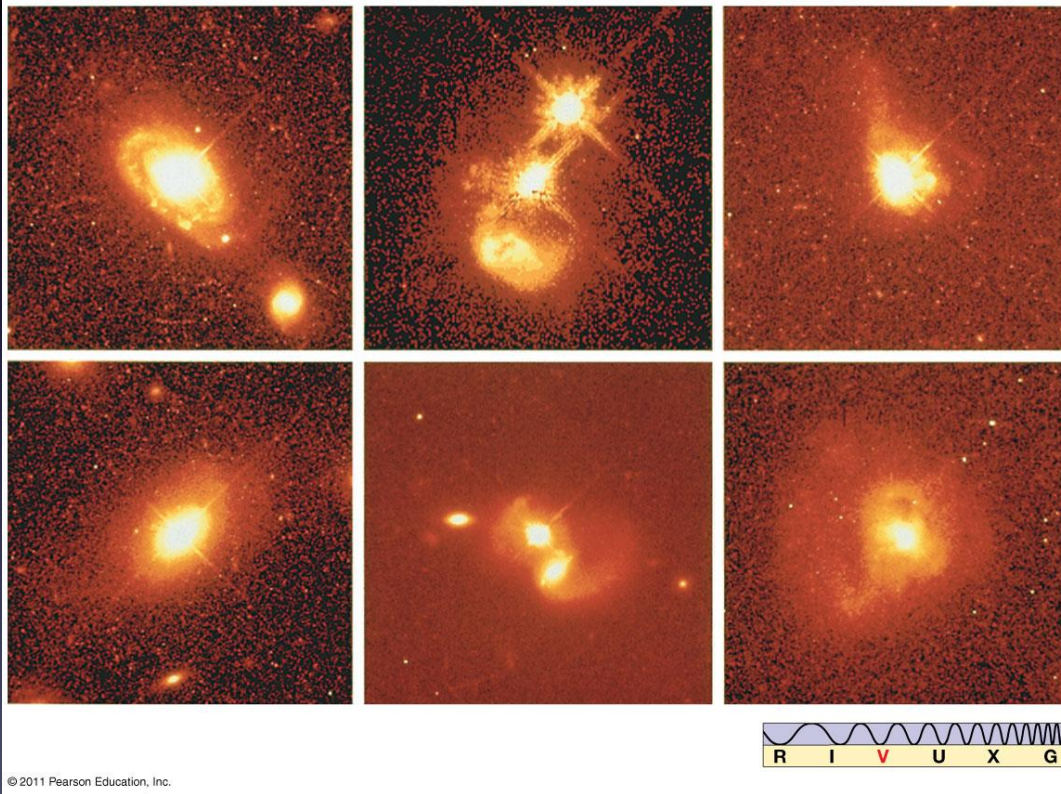
Aktif Gökada Çekirdeği

- Kuazarlar: bu kadar uzaktan bile göründüklerine göre evrendeki en parlak cisimler!



Kuazarlar

- Gözlenen kuazarların çok uzak olmaları çok uzun zaman önce var oldukları anlamına gelir. Bu yüzden gökadalarn gelişiminde erken bir evreyi temsil ediyor olabilirler.



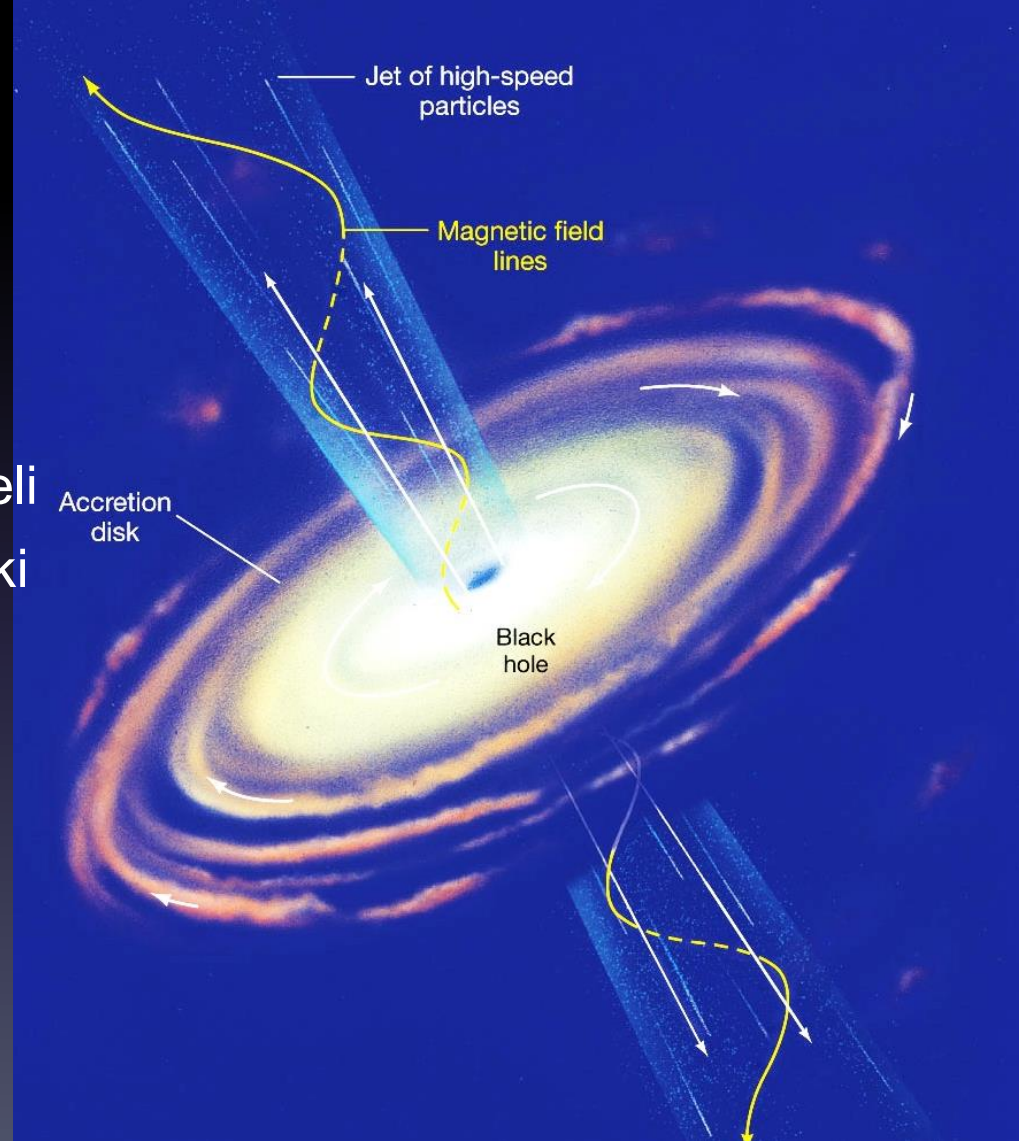
- Bu görüntüdeki kuazarlar ev sahibi gökadalarn ile görünüyorlar, çarpışmalara karışmış olabilirler.

Gökadalardaki Karadelikler

- 10 milyar yıl önce kuazar dönemi bitmiş olmalı, gözlediğimiz tüm kuazarlar daha yaşlı.
- Kuazarlara enerji sağlayan karadelikler kaybolmuyorlar; çoğunun gökadadaların merkezlerindeki süperkütleli karadeliklere dönüştüğü düşünülüyor

Aktif Gökadaların Merkezleri

- Aktif gökada çekirdeğinin enerji kaynağı için en geçerli kuram: yığılma diski ile çevrili süperkütleli bir karadelik. Karadelik etrafındaki kuvvetli manyetik alan çizgileri parçacıkları manyetik eksene dik jetlere yönlendirir.



Aktif Gökadaların Merkezleri

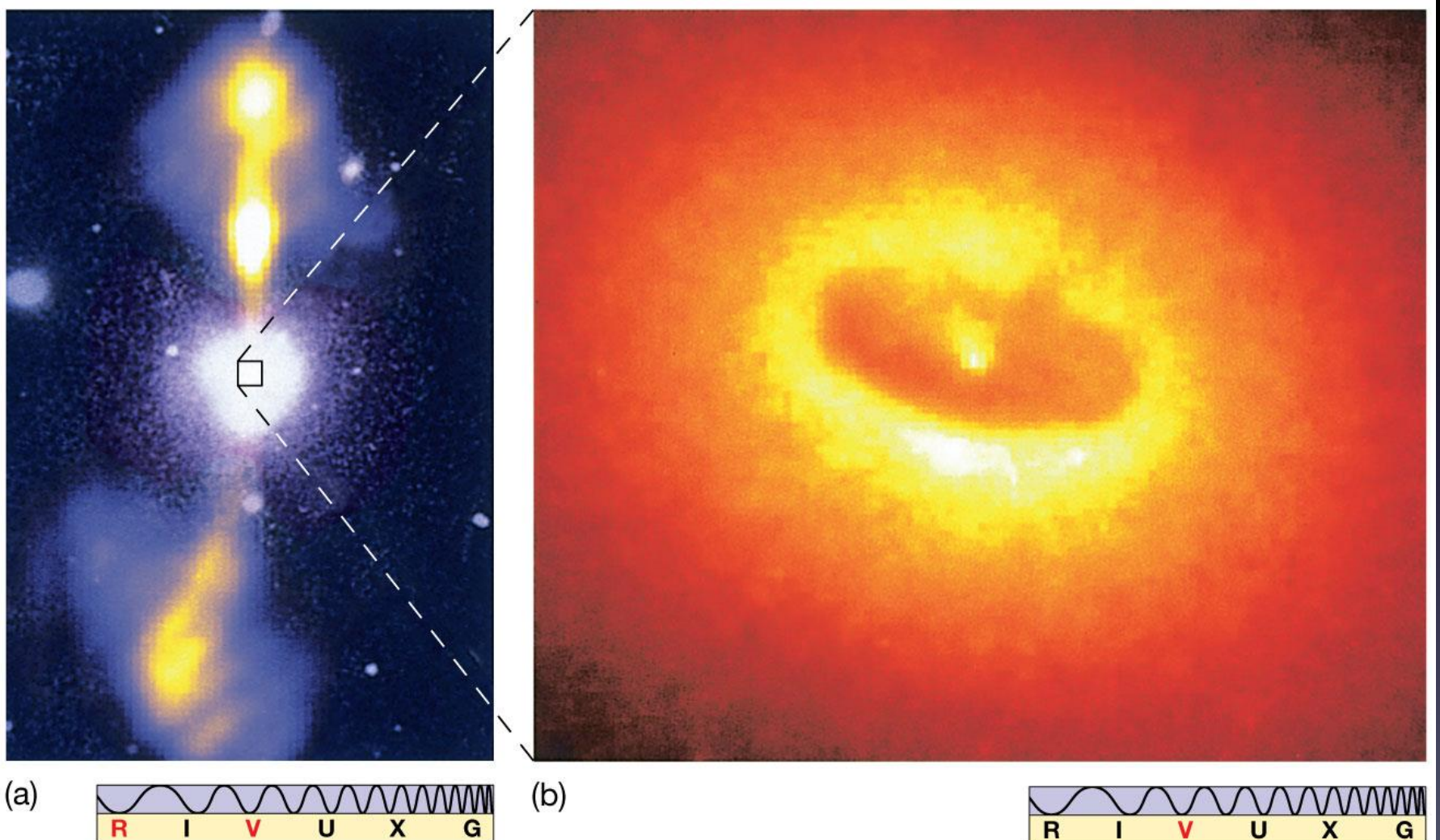
Eruption of a Supermassive Black Hole

Courtesy of:

NASA/SAO/CXC

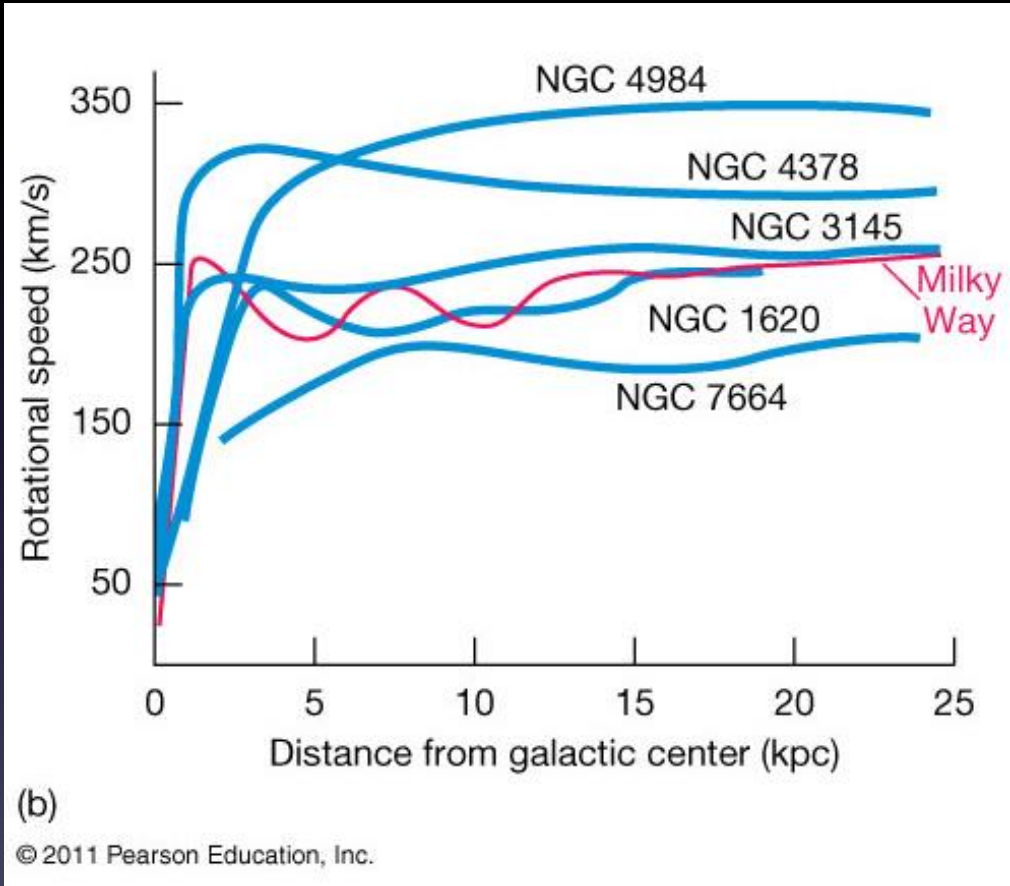
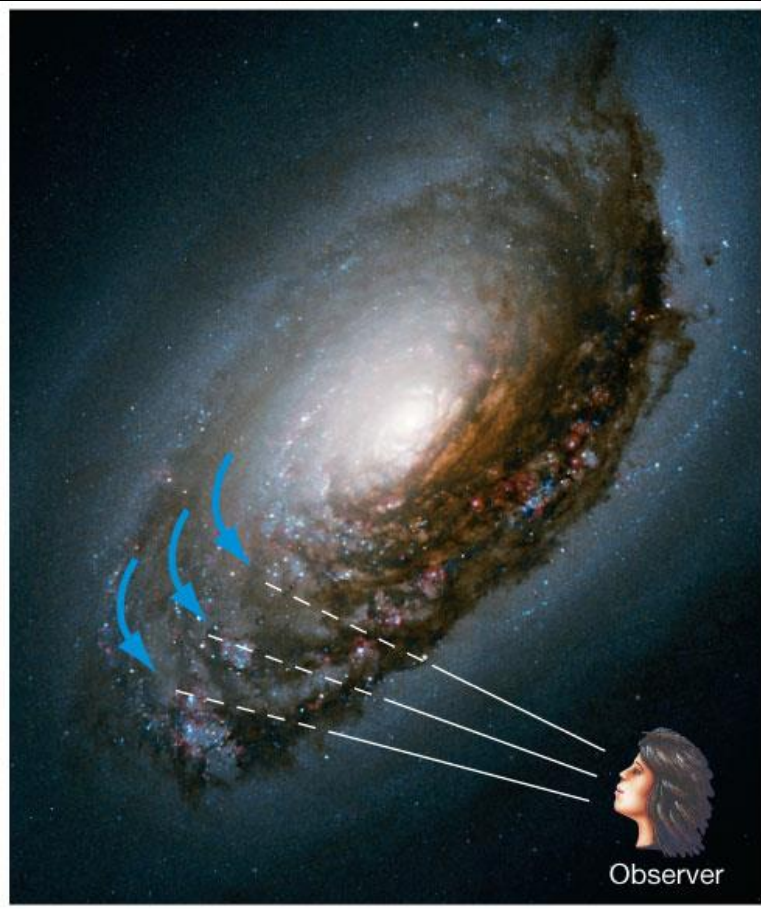
Aktif Gökadaların Merkezleri

- NGC4261: optik ve radyo görüntülerdeki jet ve diskler merkezi karadelik için birer kanıt



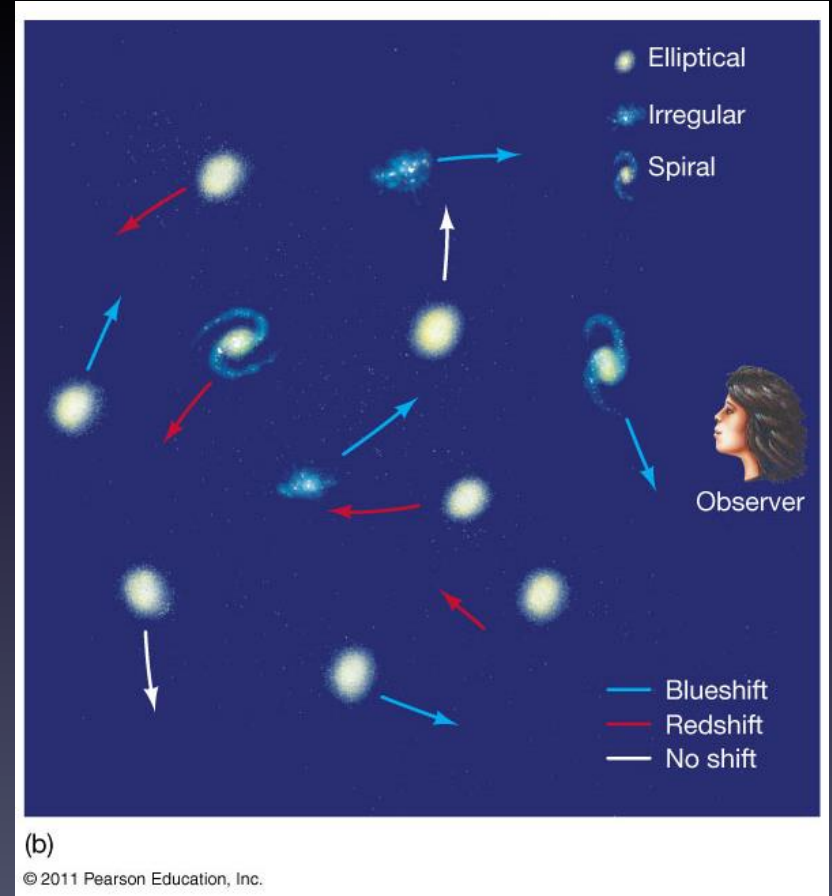
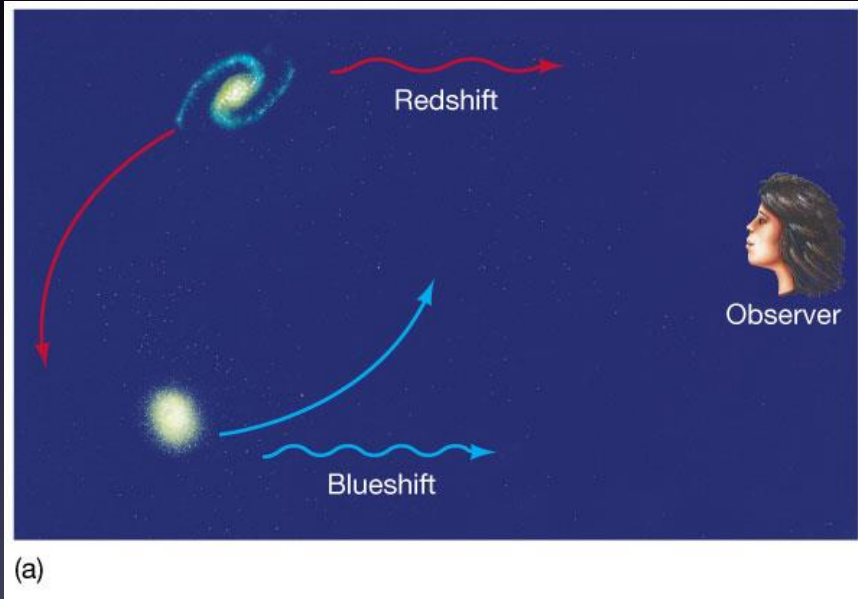
Karanlık Madde ve Gökadalar

- Diğer gökadların da Samanyolu'na benzer dönme eğrileri çizilerek kütleleri hesaplanabilir.



Karanlık Madde ve Gökadalar

- Bir kümedeki gökadalara ortalama kütlelerini ölçmek için kullanılan başka bir yöntem de kümeyi kütleçekimsel olarak birarada tutmak için ne kadar kütle gerektirdiğini hesaplamaktır.

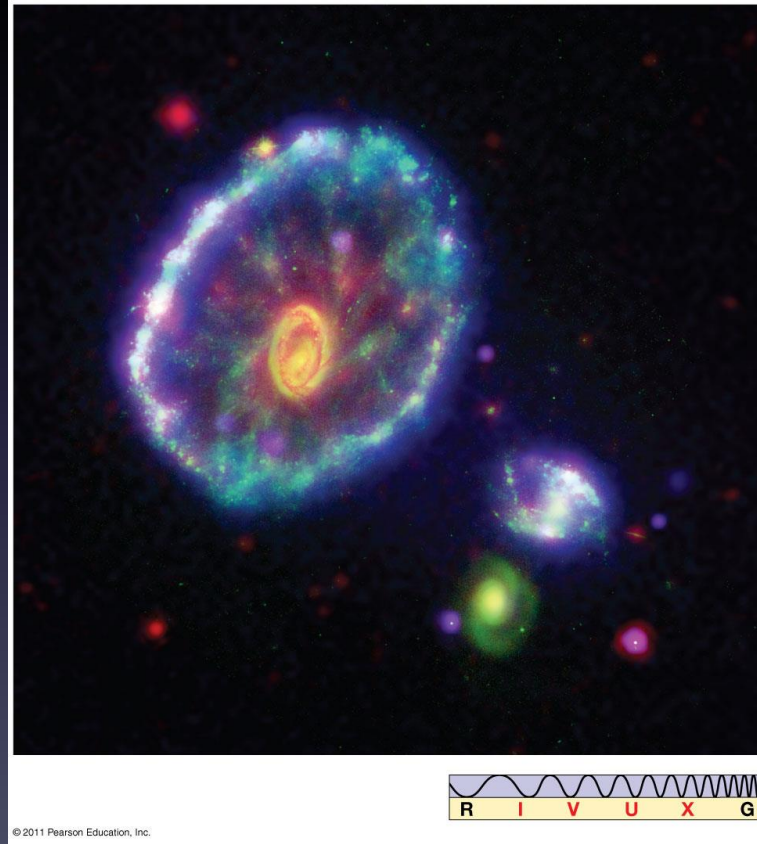


Karanlık Madde ve Gökadalar

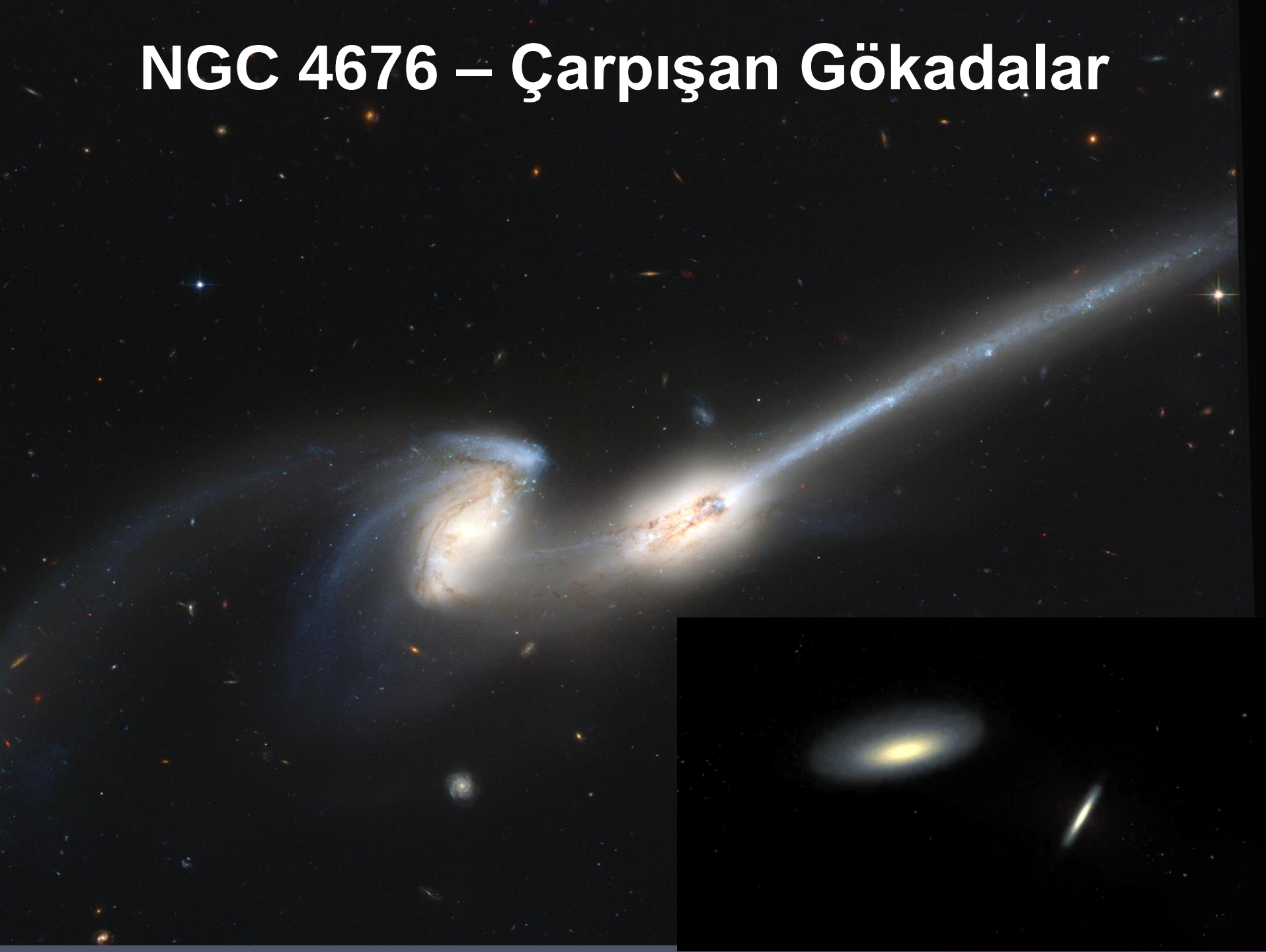
- Gökadaların kütle ölçümlerinden gökadaların dönme eğrilerini açıklamak için 3-10 kat daha fazla kütleye ihtiyaç olduğu ortaya çıkar.
- Kümelerde ise 10-100 kat daha fazla kütle gereklidir. Kümelerdeki bu gerekli kütle her bir gökadanın kendi içerisindeki karanlık maddelerin toplamından daha fazladır.

Gökada Çarpışmaları

- Gökadaların büyüklüklerine kıyasla aralarındaki uzaklık çok büyük değil, bu yüzden gökada çarpışmalarına çok sık rastlanıyor.

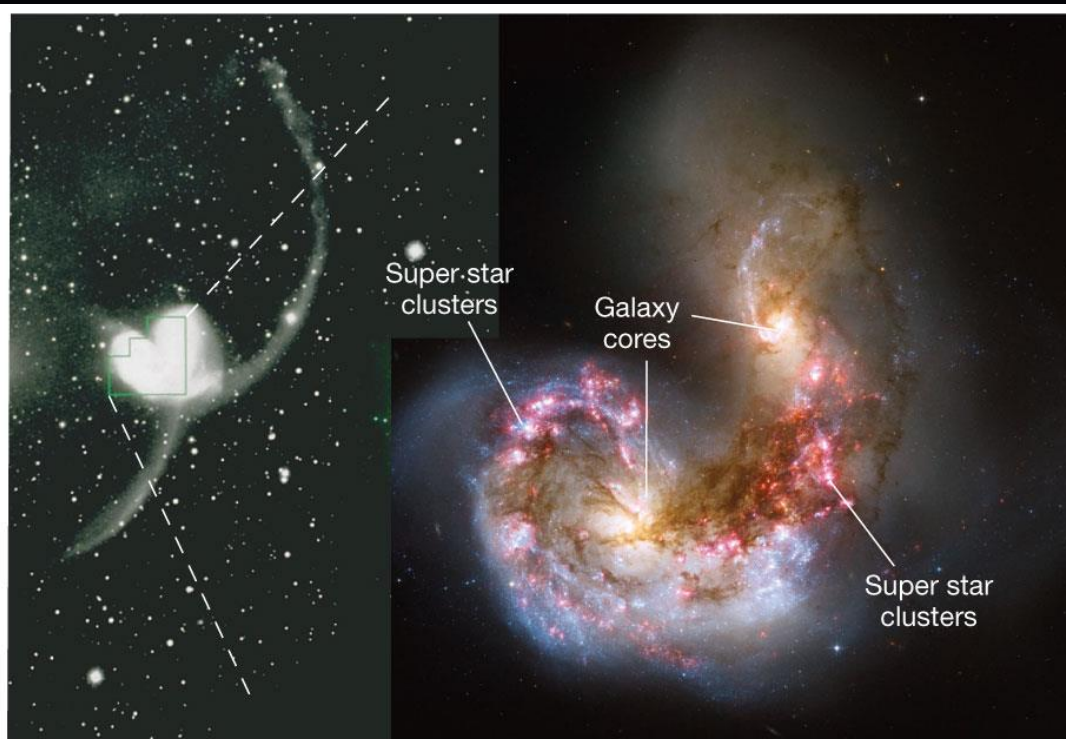


NGC 4676 – Çarpışan Gökadalar



Gökada Çarpışmaları

- Anten gökadaları yakın zamanda çarpışmışlar ve yıldız oluşumu ateşlenmiş.

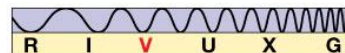


Galaxy Collision I

Courtesy of:

University of Hawaii Institute for Astronomy

(a)



(b)

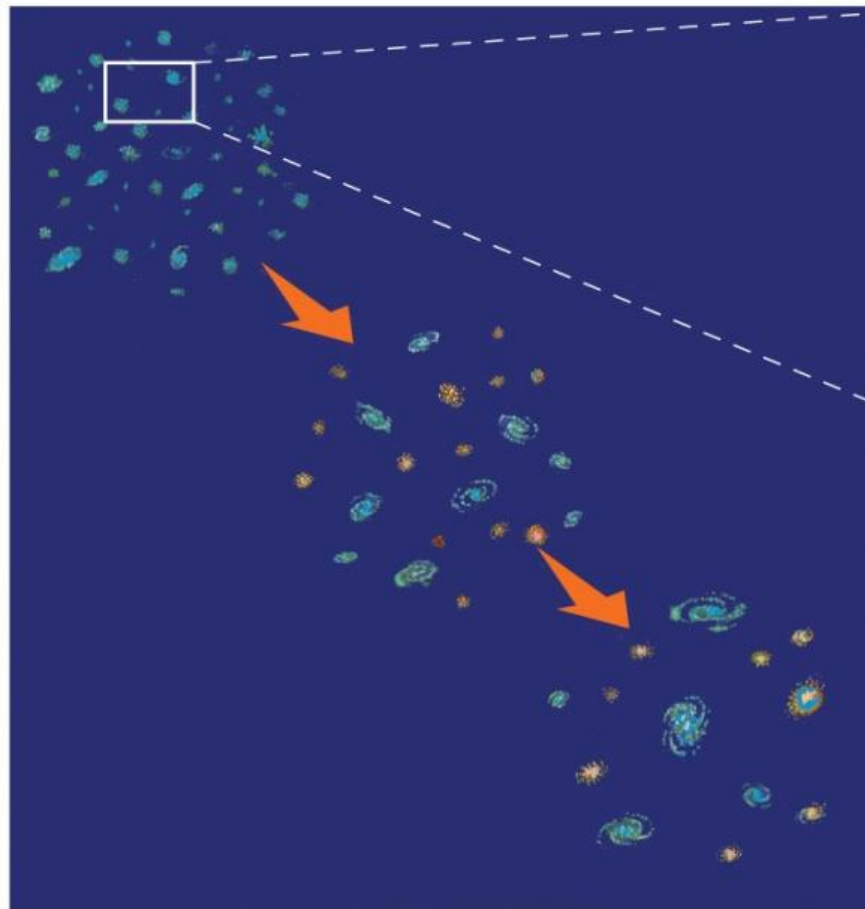
Gökada Çarpışmaları

- Bu gökada çarpışması her iki gökadada yıldız oluşumlarında çok büyük artış yaratmıştır, muhtemelen sonunda birleşecekler.

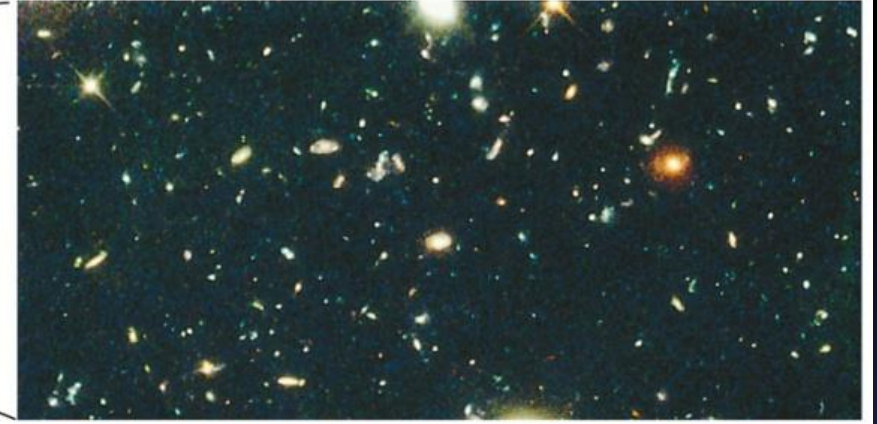


Gökadaların Oluşumu ve Evrimi

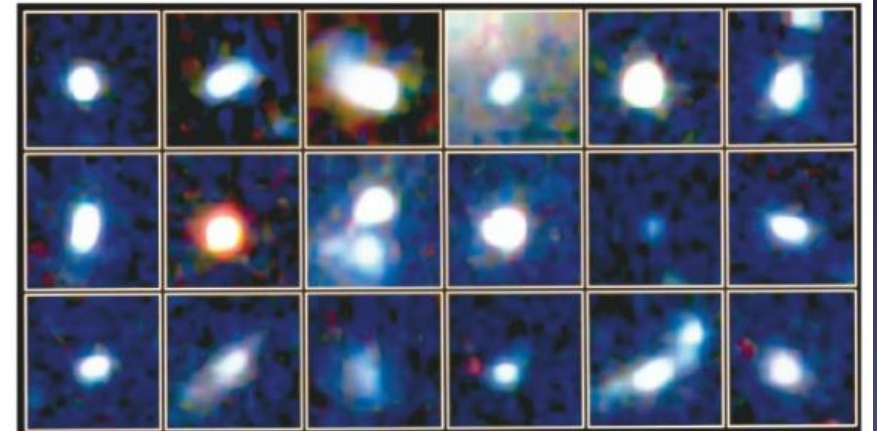
- Gökadaların küçük gökadaların ve yıldız kümelerinin birleşmesiyle oluştuğu düşünülüyor.



(a)



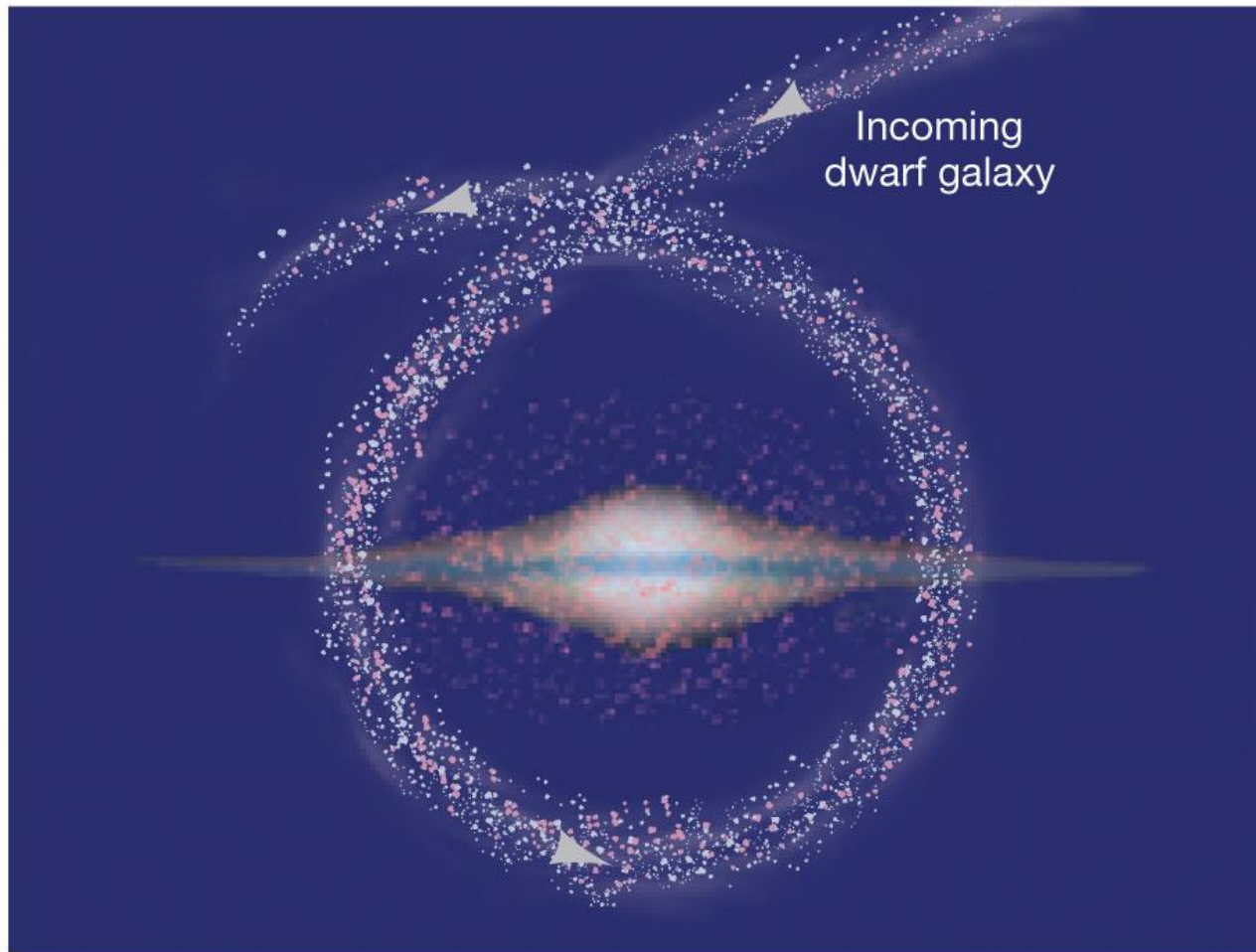
(b)



(c)

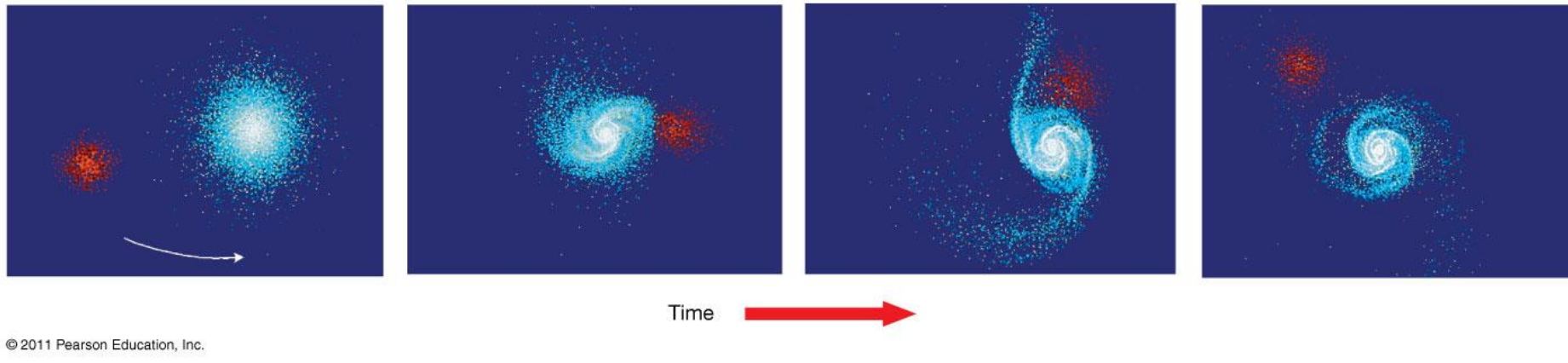
Gökadaların Oluşumu ve Evrimi

- Samanyolu gökadamızın halosunda da küçük gökadalardan kalma yıldızlar var.



Gökadaların Oluşumu ve Evrimi

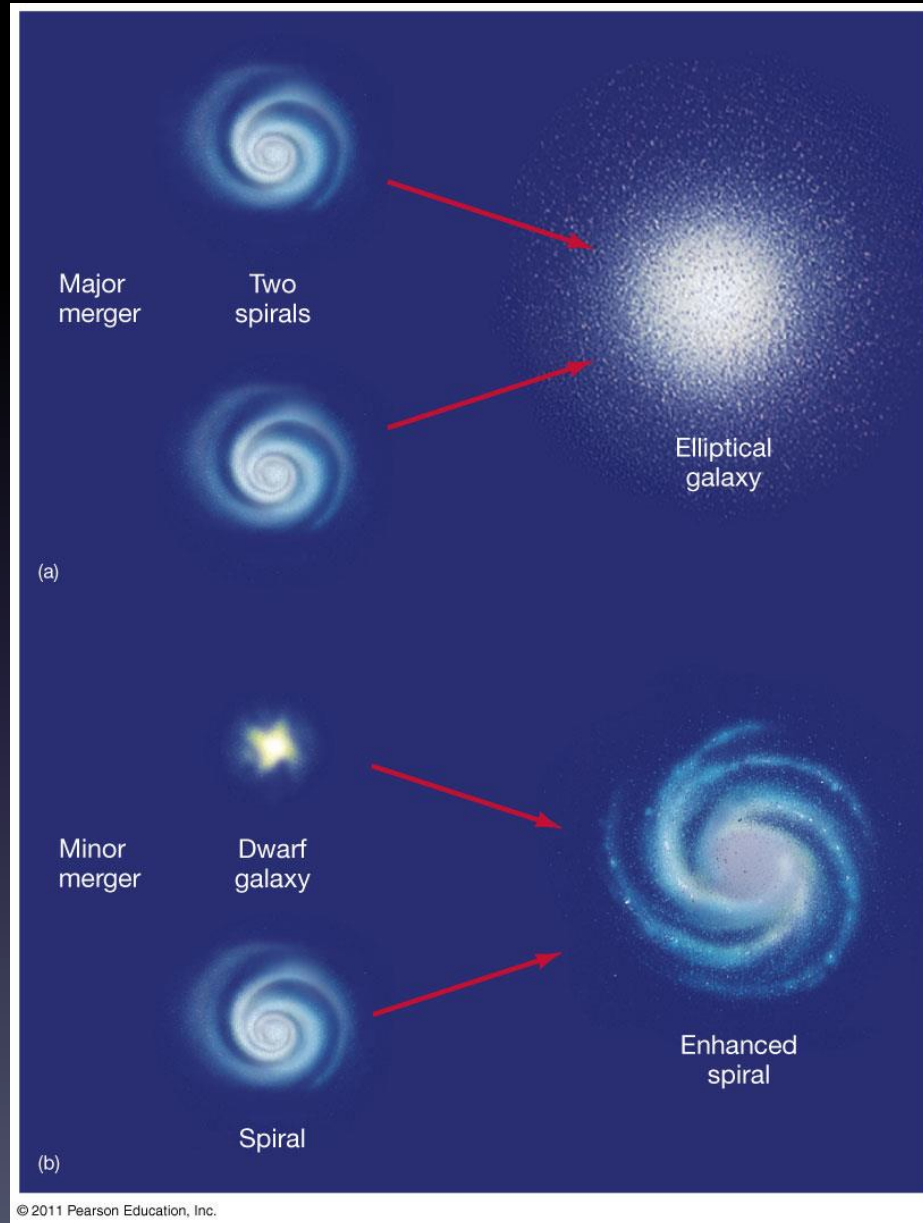
- Bu simülasyon küçük bir gökadayla etkileşimin büyük olanı nasıl sarmal bir gökadaya çevirebileceğini gösteriyor.



UGC 1810-1813: Etkileşen Gökadalar

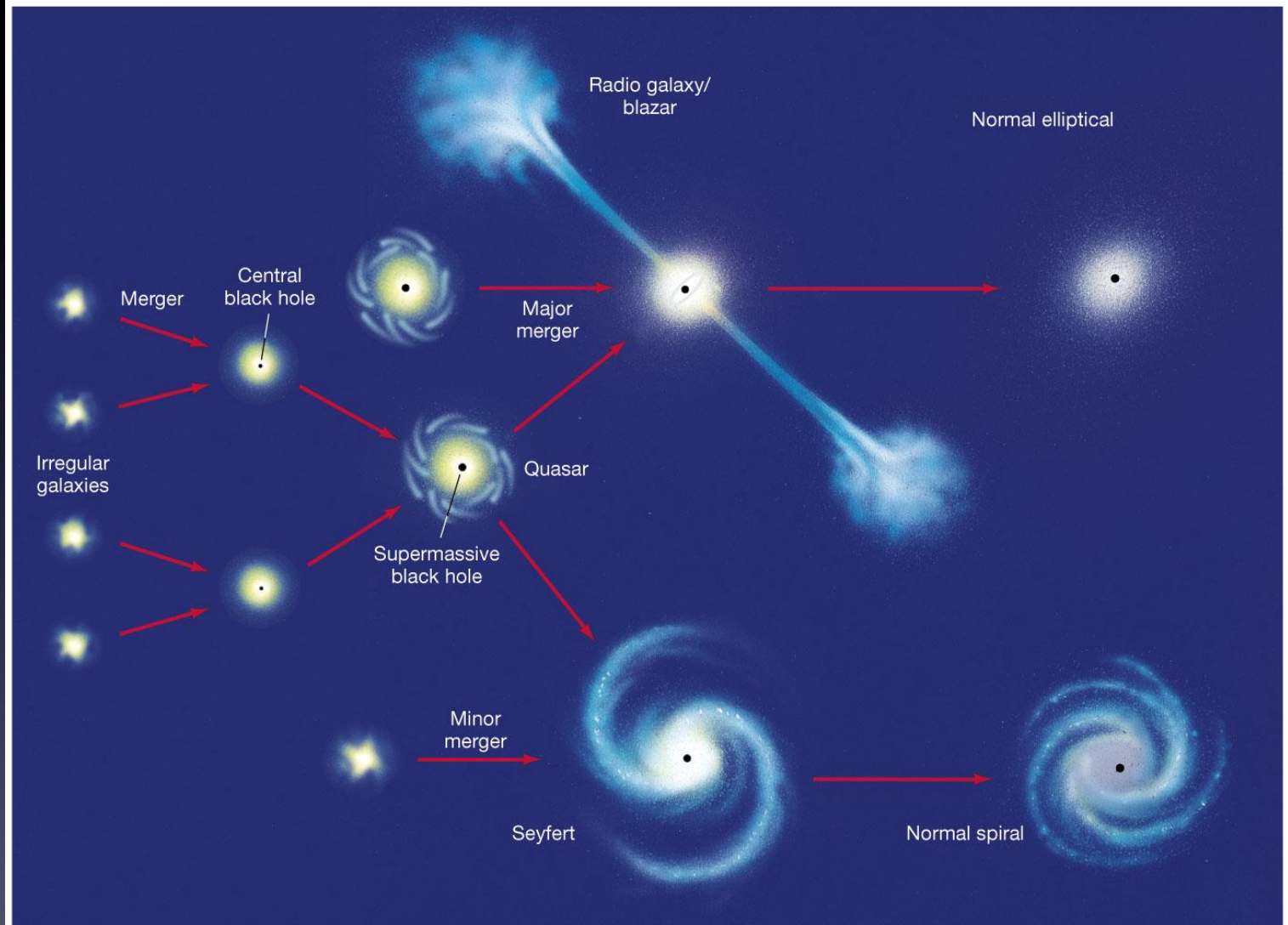


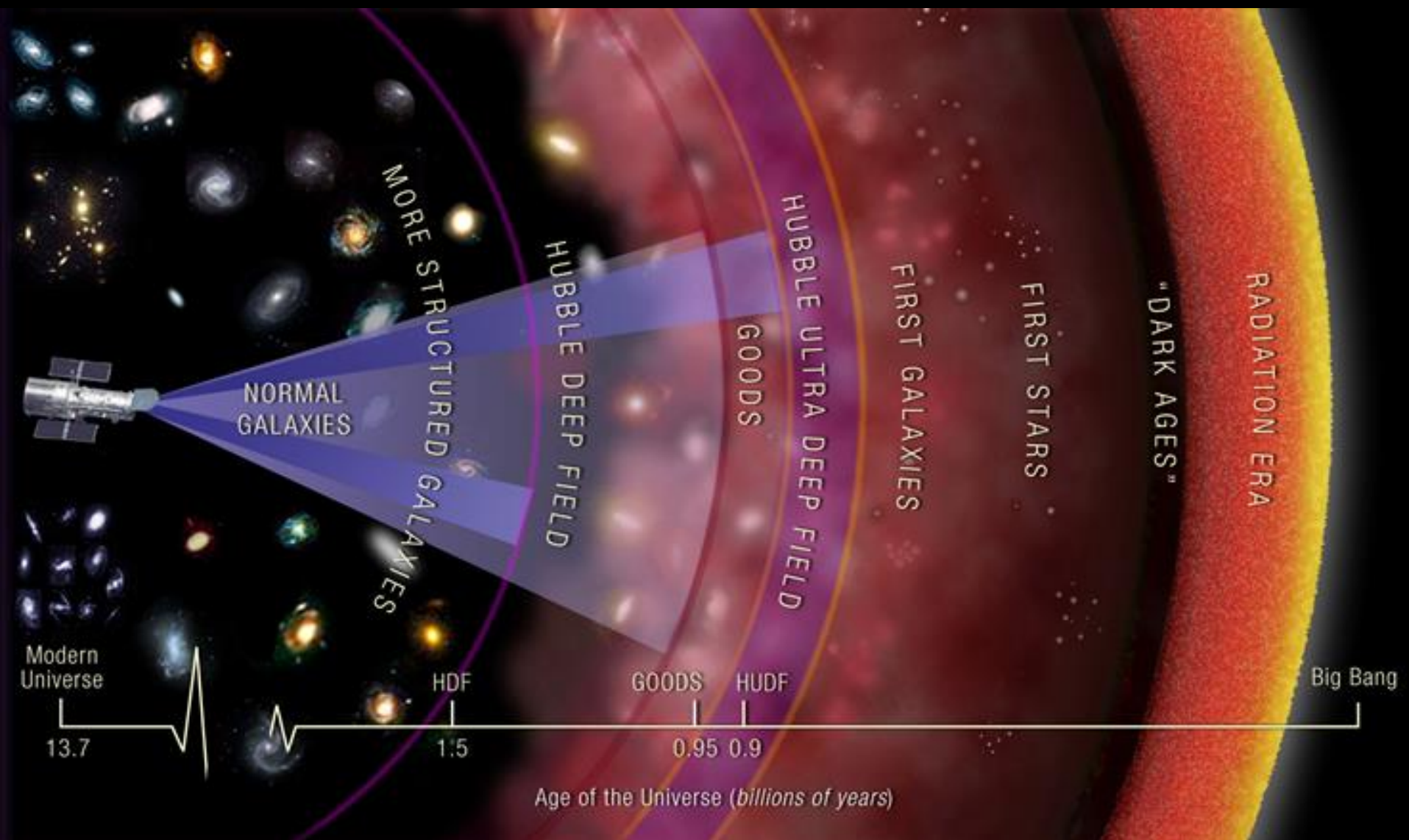
Gökadaların Oluşumu ve Evrimi



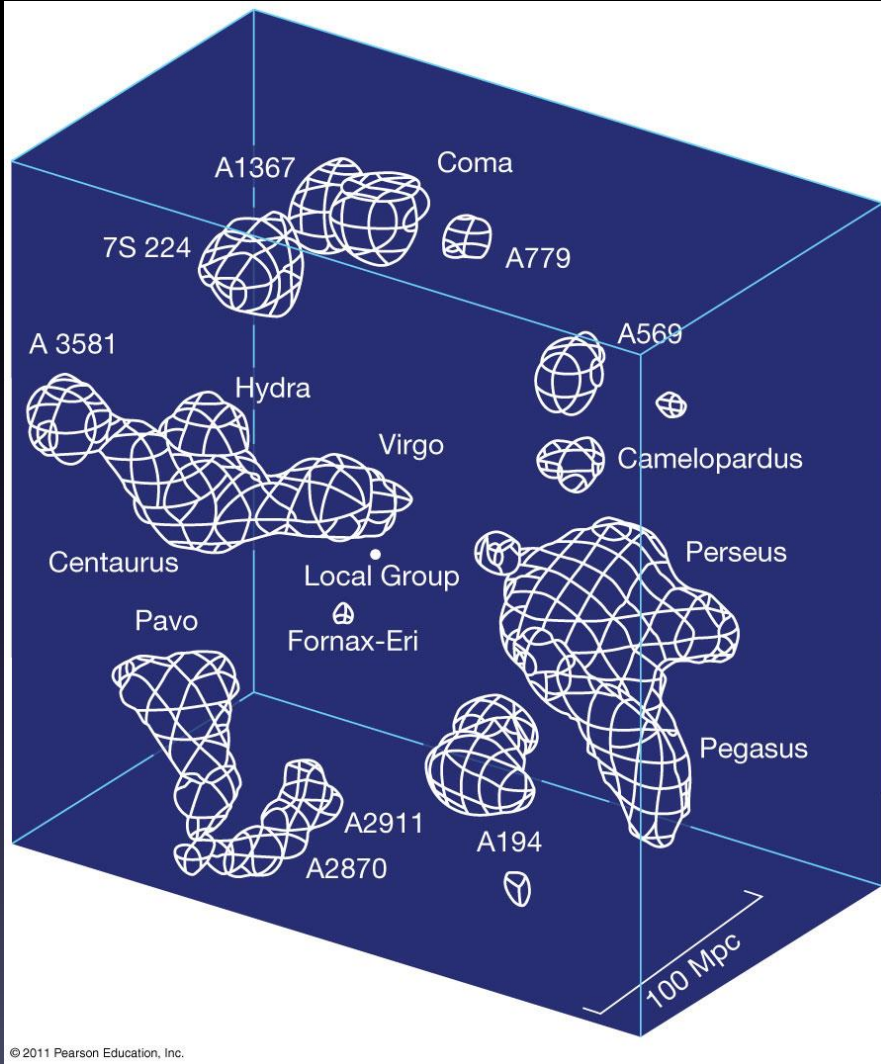
Gökadaların Evrimi

- Erken düzensizlerden aktif gökadalara, sonra bugün gördüğümüz normal eliptikler ile sarmallara



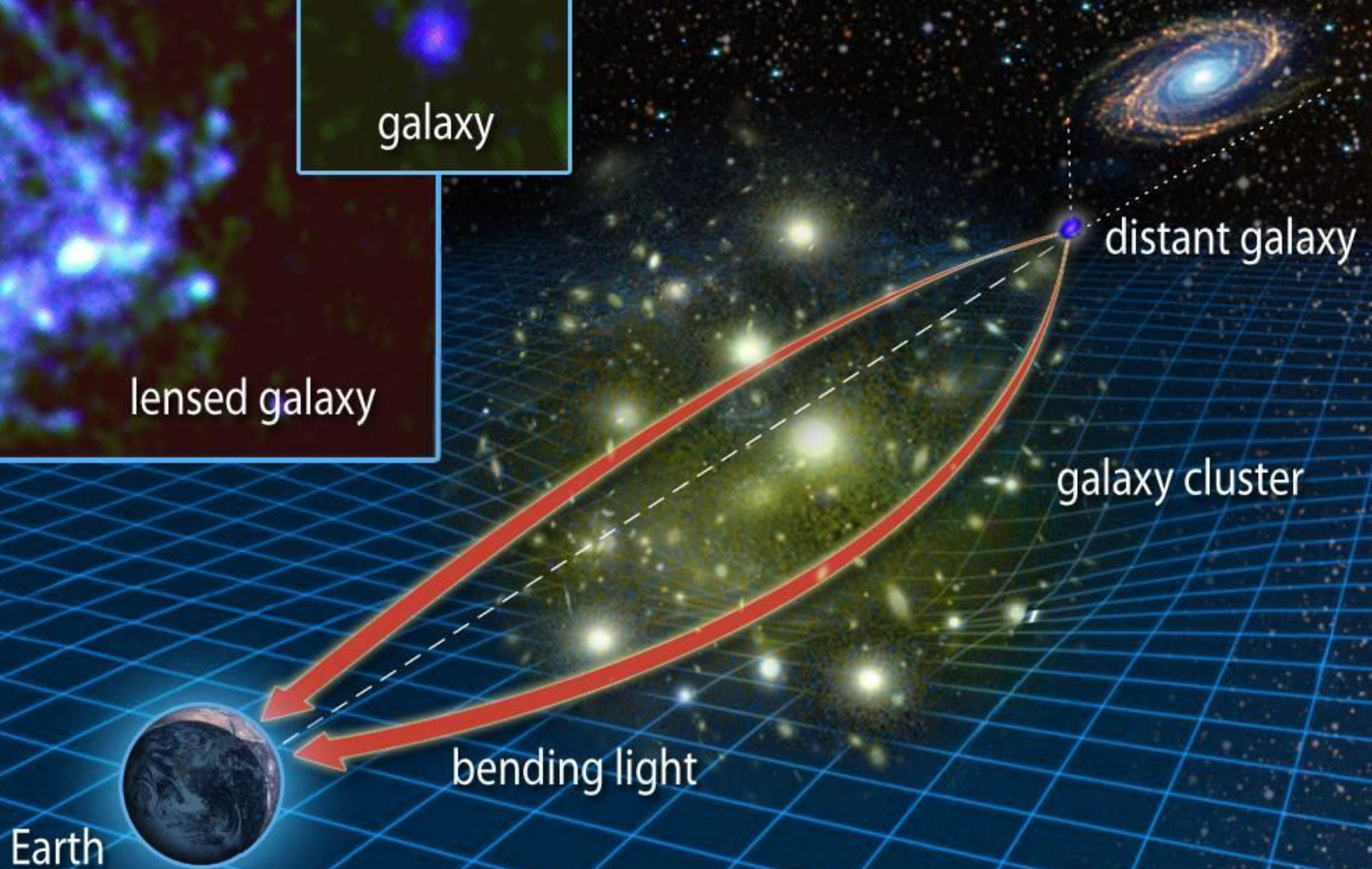
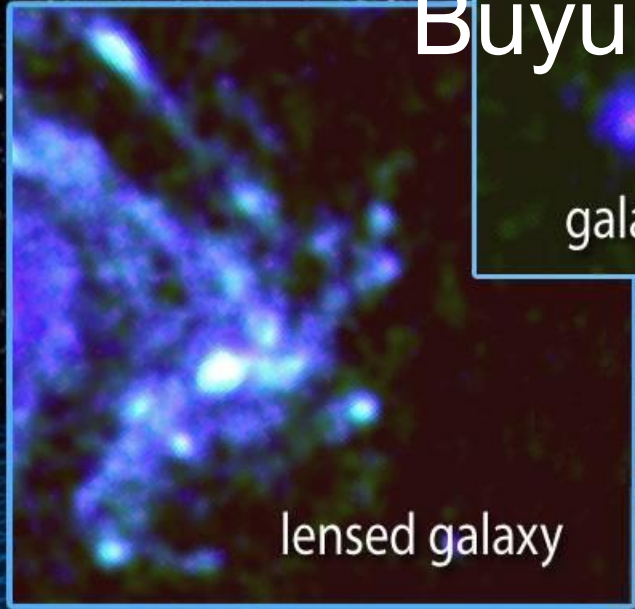


Büyük Ölçekte Evren



- Gökada kümeleri süperkümeler denen daha büyük gruplar oluşturur.
- Samanyolu'nun 100 Mpc civarındaki Yerel süperküme binlerce gökadayı içeriyor.

Büyük Ölçekte Evren

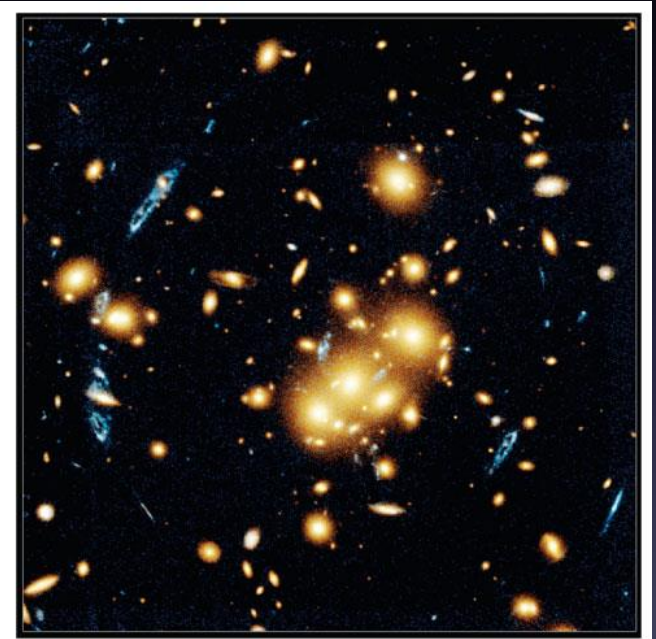
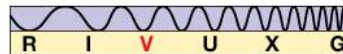


Büyük Ölçekte Evren

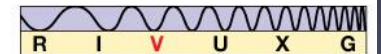
- Sol: uzak gökadar bütün bir küme olarak görüntüleniyor. Sağ: bir gökadanın birden çok görüntüsü kümenin içinde gözleniyor.



(a)

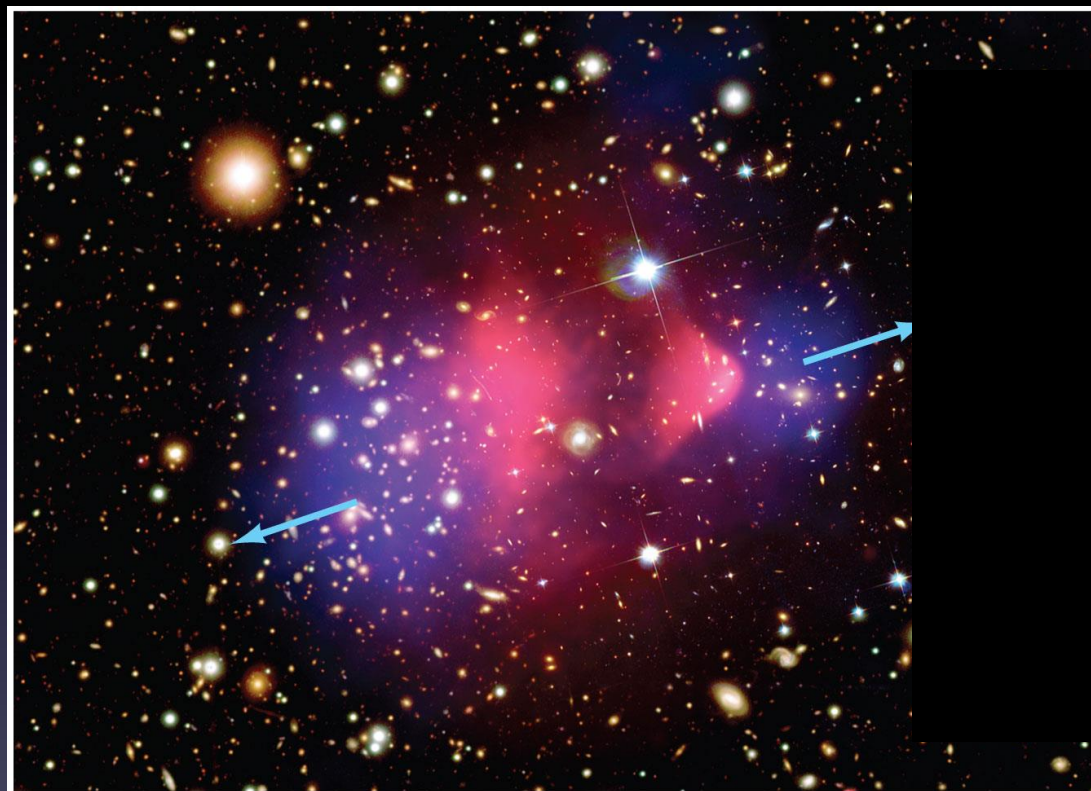


(b)



Büyük Ölçekte Evren

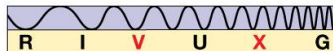
- İki gökada kümesinin çarpışması: gökadalar beyaz, kümeiçi sıcak gaz kırmızı, karanlık madde mavi



Bullet Cluster Collision

Courtesy of:

NASA/CXC/M. Weiss



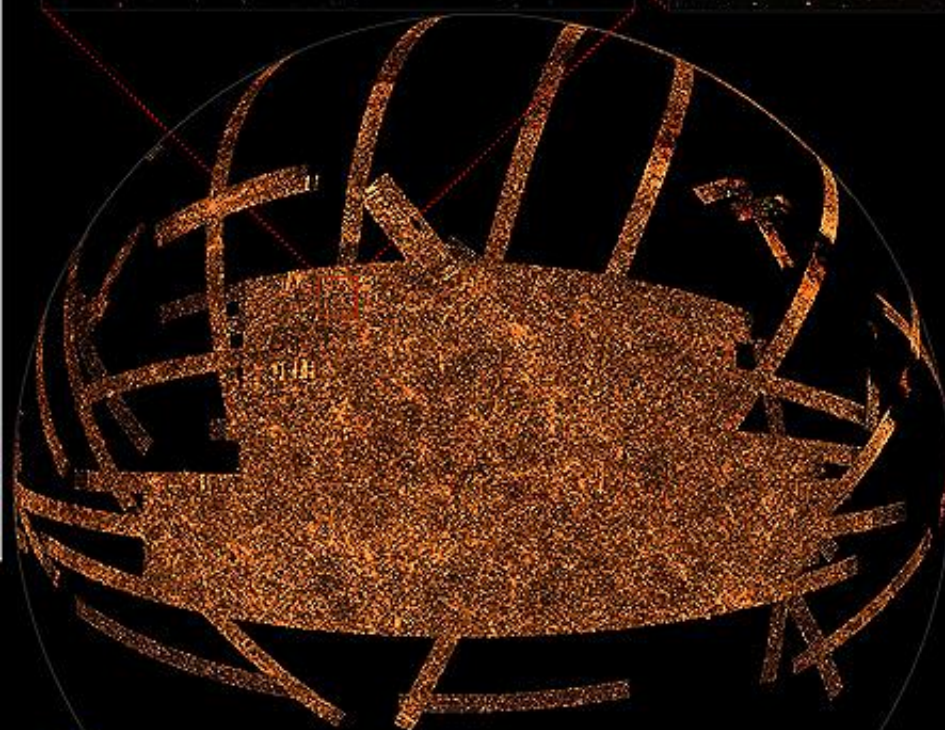
The Sloan Digital Sky Survey

- SDSS New Mexico'da bu işe adanmış özel bir teleskop tarafından yapılıyor. Amaç yüz milyonlarca gökcisminin görsel bölge ve yakın kızılötede ölçümlerini yapmak.

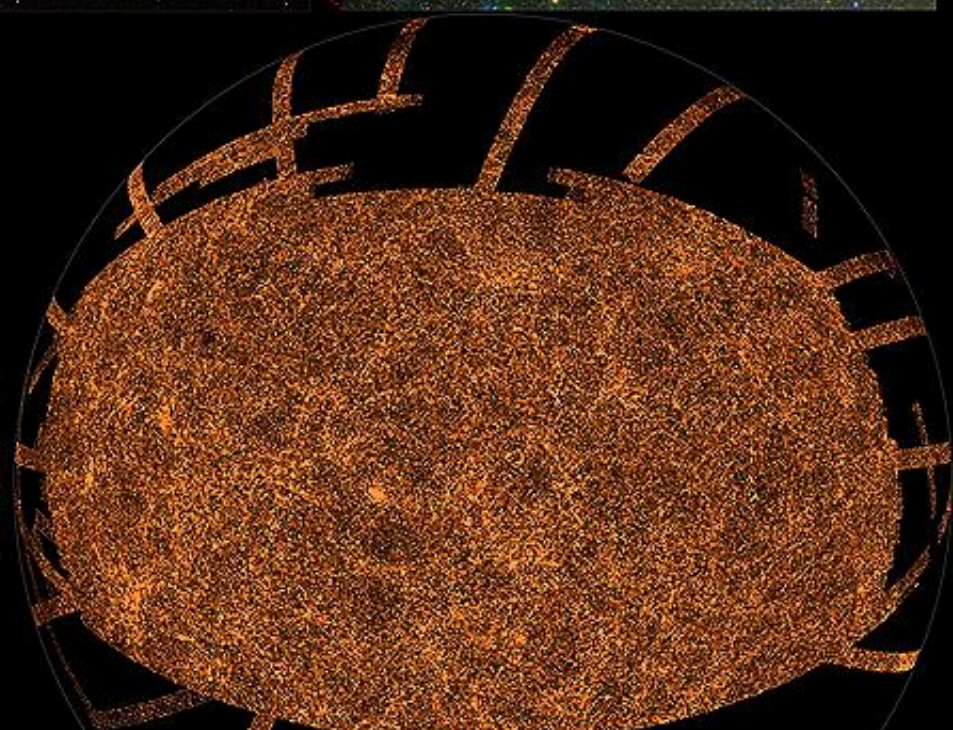


Messier 33

NGC 604



Southern Galactic Cap



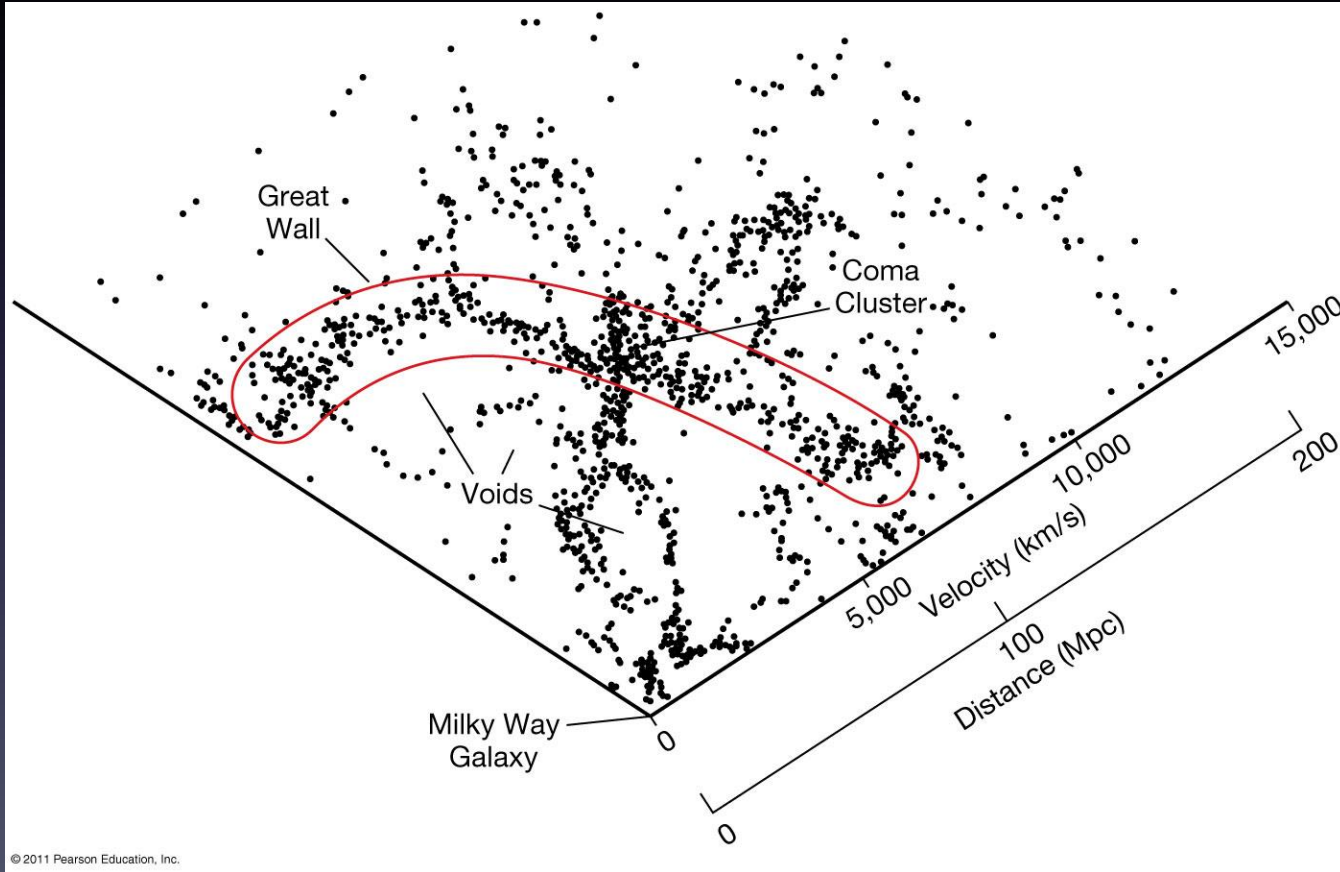
Northern Galactic Cap

Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey (CFHTLS)

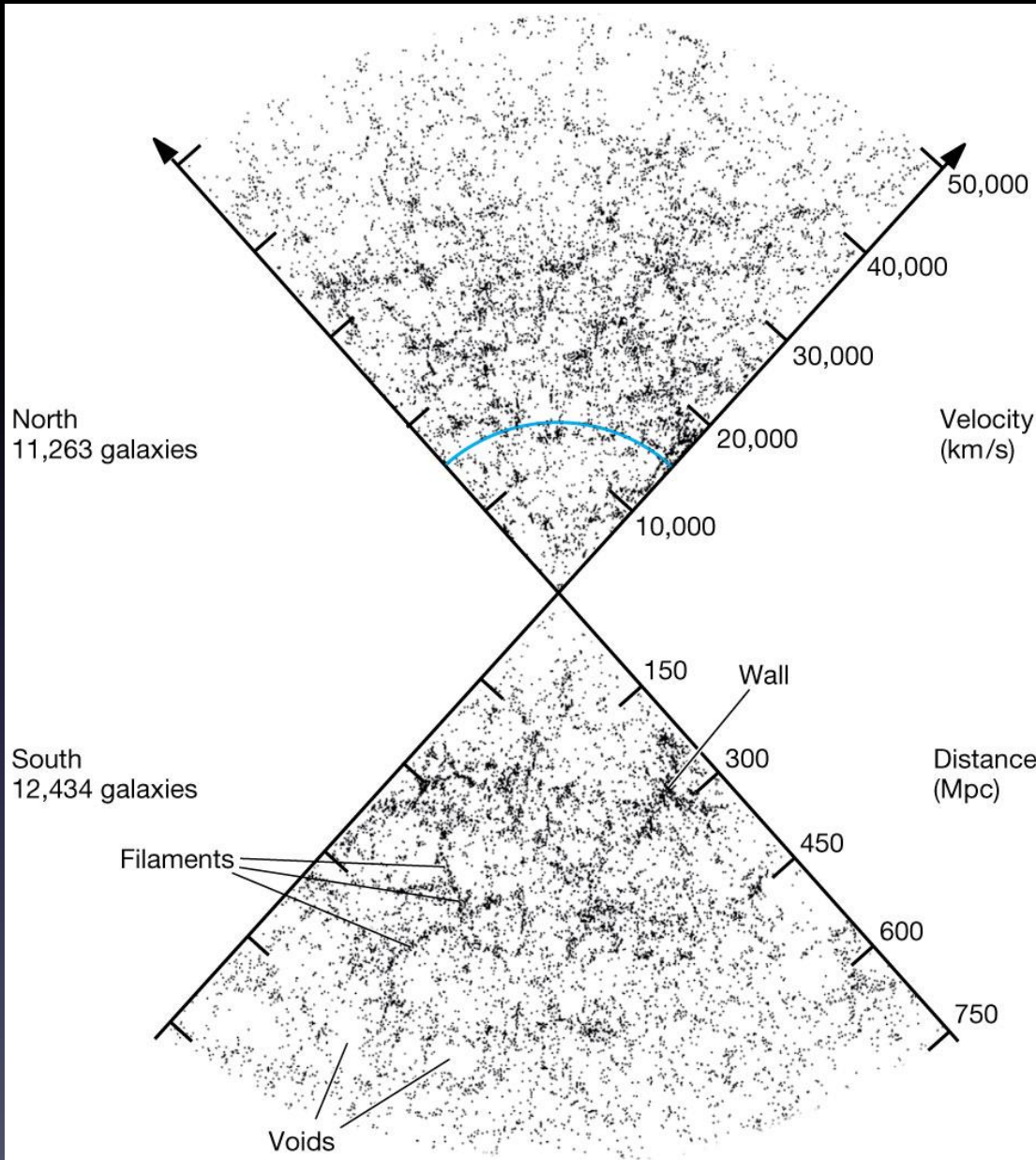


Büyük Ölçekte Evren

- 200 Mpc uzaklığa kadar 1732 gökadayı içeren bir tarama sonucu: büyük ölçeklerde gökadar evrende rastgele dağılmamışlar, boşlukları çevreleyen ipliksi yapılar oluşturuyorlar.



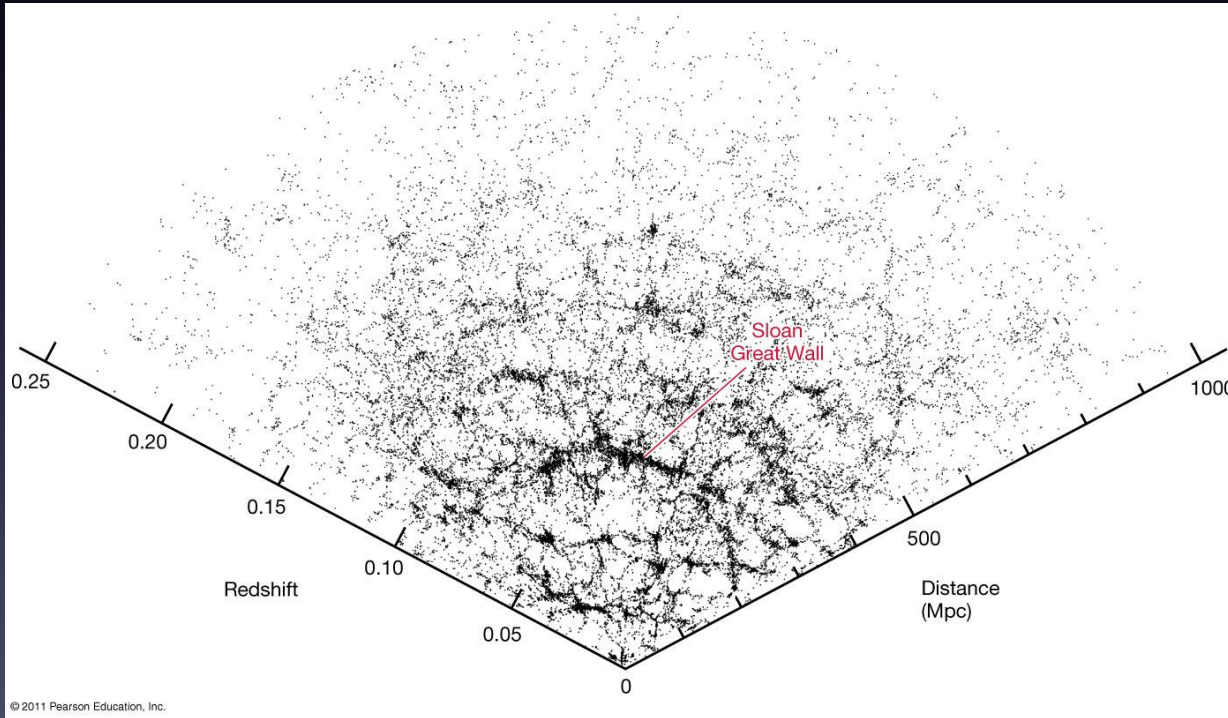
Büyük Ölçekte Evren



- 24 000 gökadayı içeren bu taramada 100-200 Mpc ölçeklerde birçok duvar ve boşluk görünüyor.

Büyük Ölçeklerde Evren

- Bu gökada haritası (66976 gökada) evrende bilinen en büyük yapıyı olan “Büyük Sloan Duvarı”nı gösteriyor.
- 300 Mpcden daha büyük bir yapı gözlenmedi.

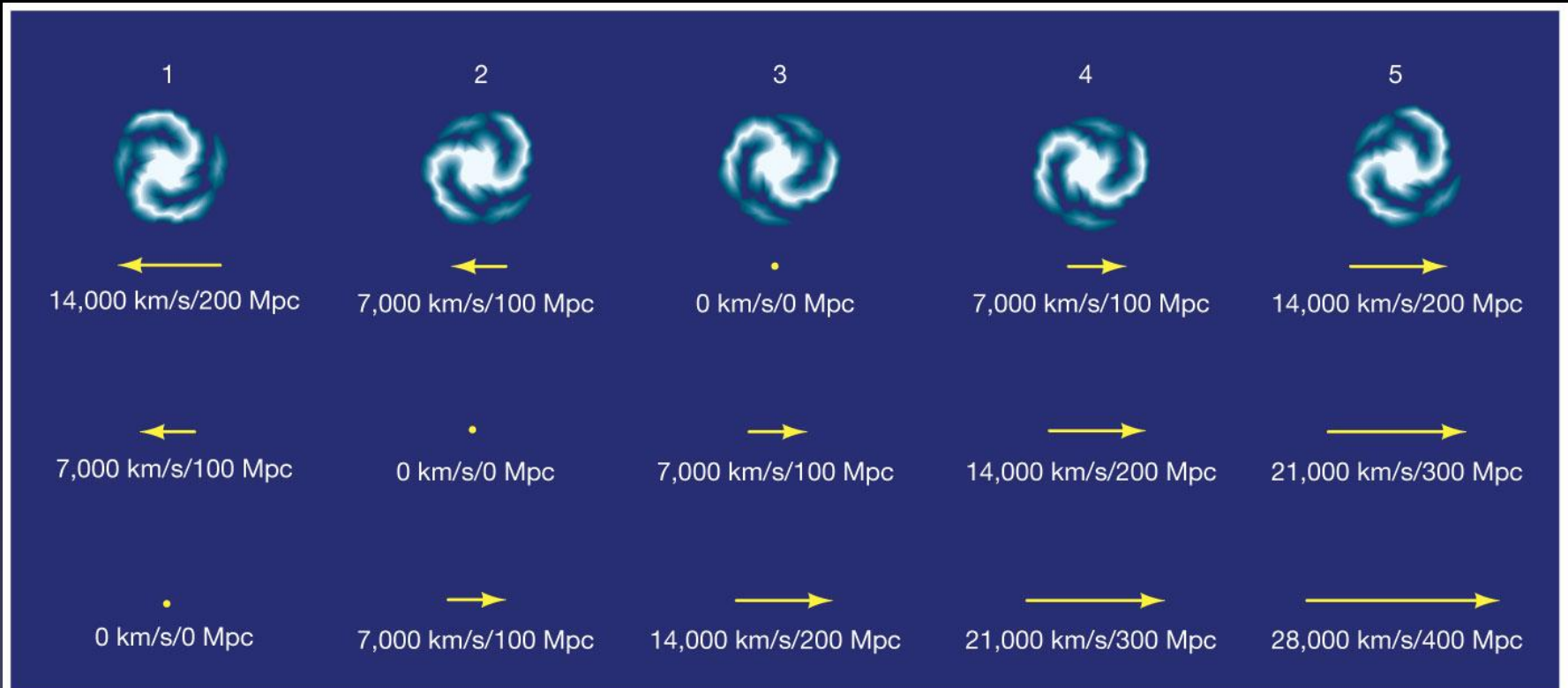


Büyük Ölçeklerde Evren

- Bu yüzden 300 Mpcden büyük ölçeklerde Evren Homojendir (her 300 Mpclik blok bir diğerine benzer)
- Evren aynı zamanda İzotropiktir (her yönde aynı)
- Kozmolojik prensip: izotropi ve homojenlik

Genişleyen Evren

- Hubble Kanunu gözlemcinin yerine bağlı değildir.



Genişleyen Evren

- Eğer genişleme zamanda geri giderek ekstrapole edilirse, tüm gökadaların Büyük Patlama denen bir olayda tek bir noktadan çıkmış olması gerekir.
- Büyük Patlama nerde oldu? Heryerde!
- Evrende nerde olursak olalım, aynı Hubble sabiti ile aynı uzaklaşma hızı- uzaklık ilişkisini buluruz.

Genişleyen Evren

- O zaman gökadalara oraya varması ne kadar sürdü?
 - Zaman = yol / hız
 - Zaman = yol / ($H_0 \times \text{yol}$)
 - Zaman = $1 / H_0$
- $H_0 = 70 \text{ km/s/Mpc}$ alınırsa zaman yaklaşık 14 milyar yıl bulunur.

BIG BANG

What Powered the Big Bang?

Gravitational Waves
Earliest Moments

The Big Bang

Courtesy of:
Skyworks

Inflation
(Big Bang plus
 10^{-35} seconds?)

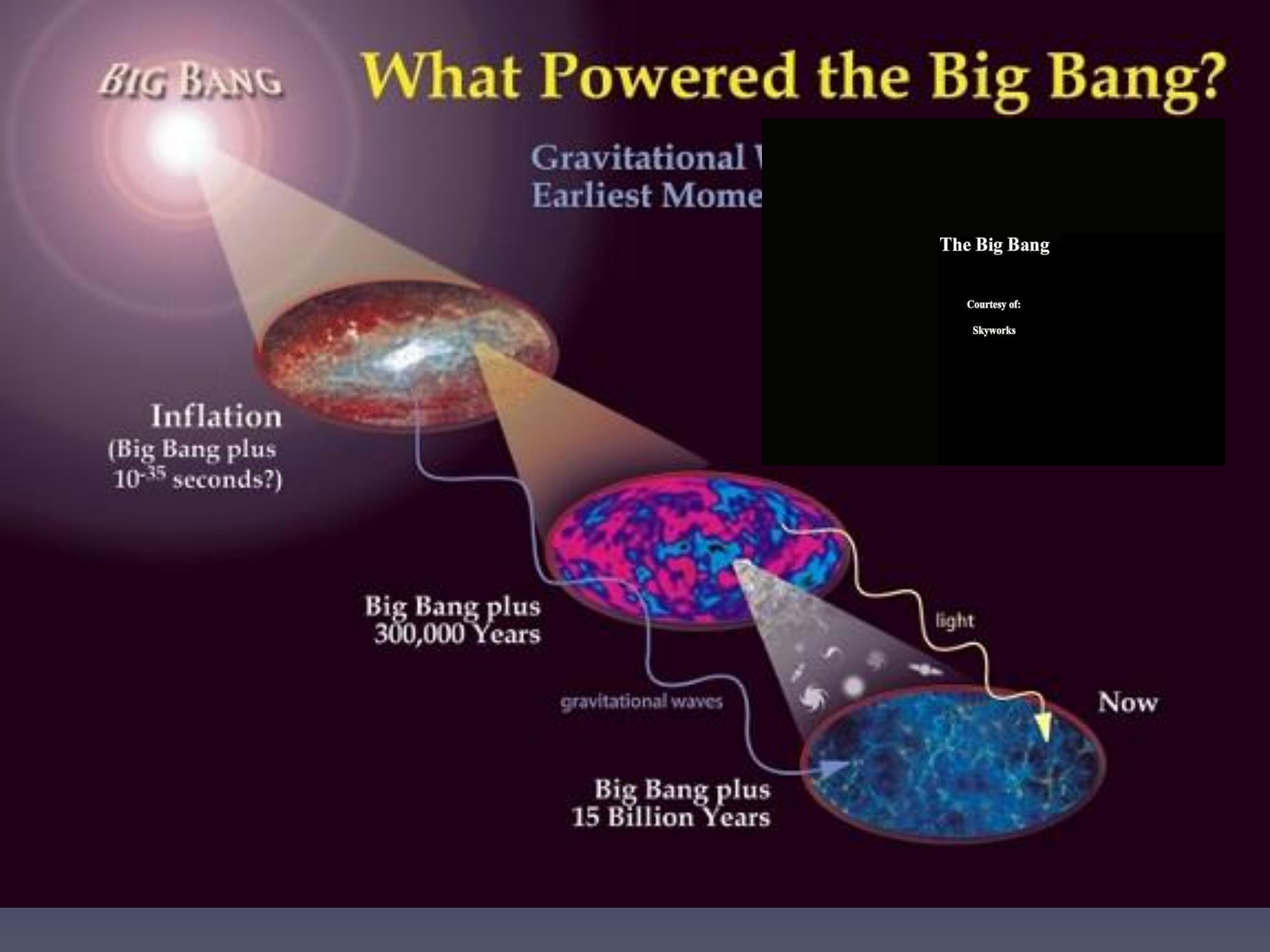
**Big Bang plus
300,000 Years**

gravitational waves

**Big Bang plus
15 Billion Years**

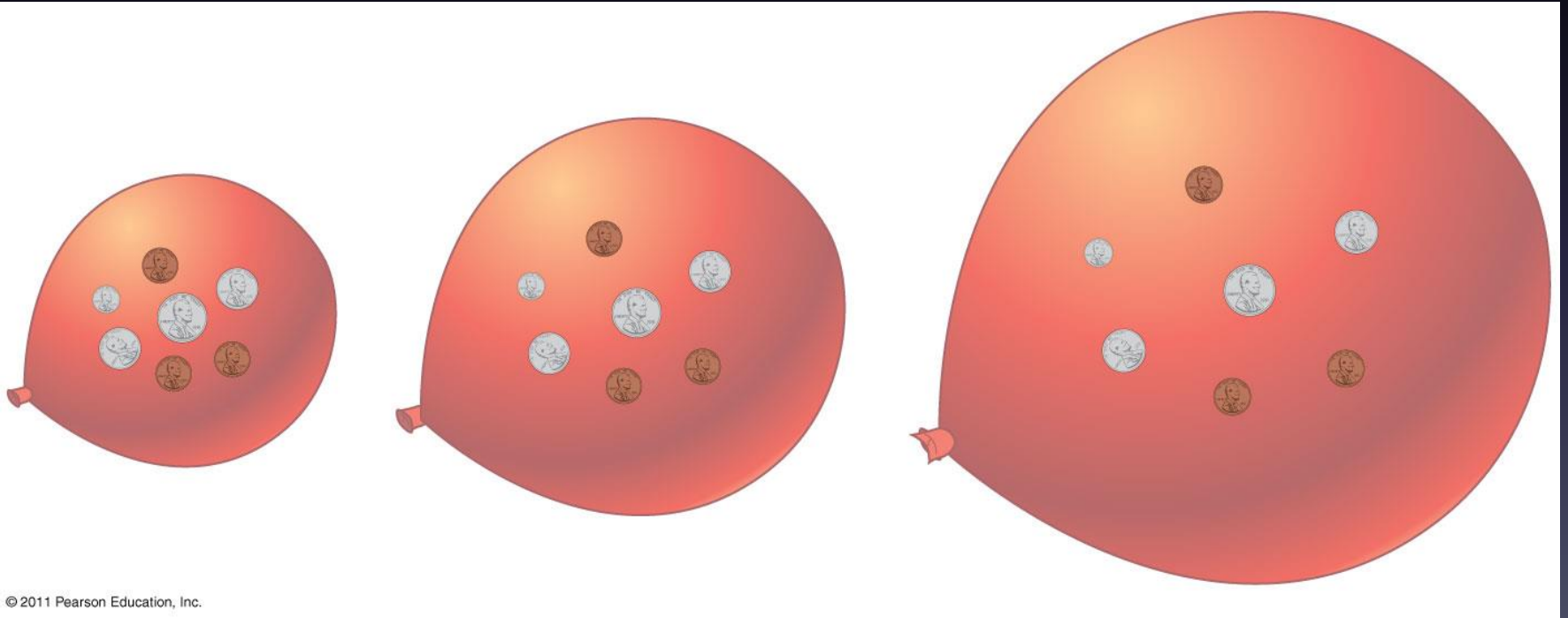
light

Now



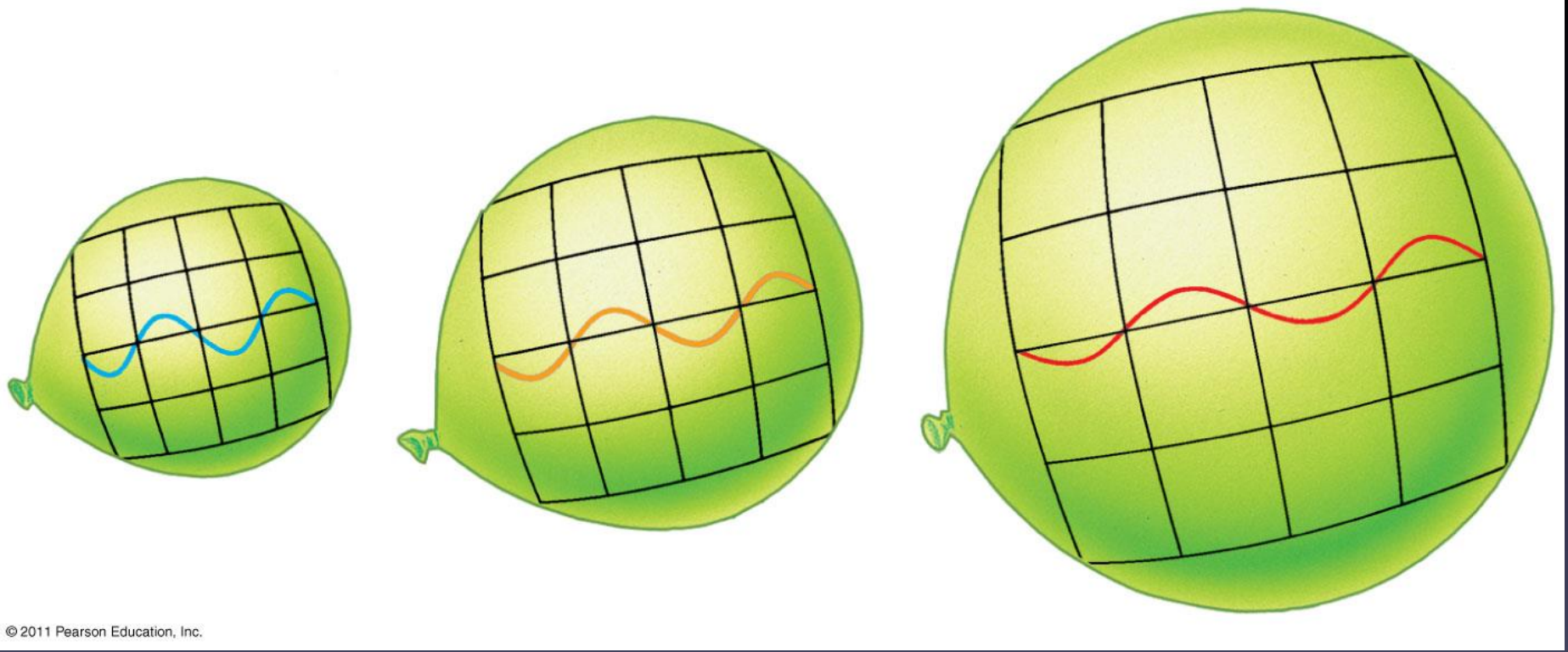
Genişleyen Evren

- Balon şiştikçe paralar uzaklaşır, evren genişledikçe gokadalar birbirinden uzaklaşır.
- Balonun yzeyinde geniřlemenin merkezi yok!



Genişleyen Evren

- Kozmolojik kırmızıya kayma: Evren genişledikçe ışıının fotonları dalgaboyunda esner.

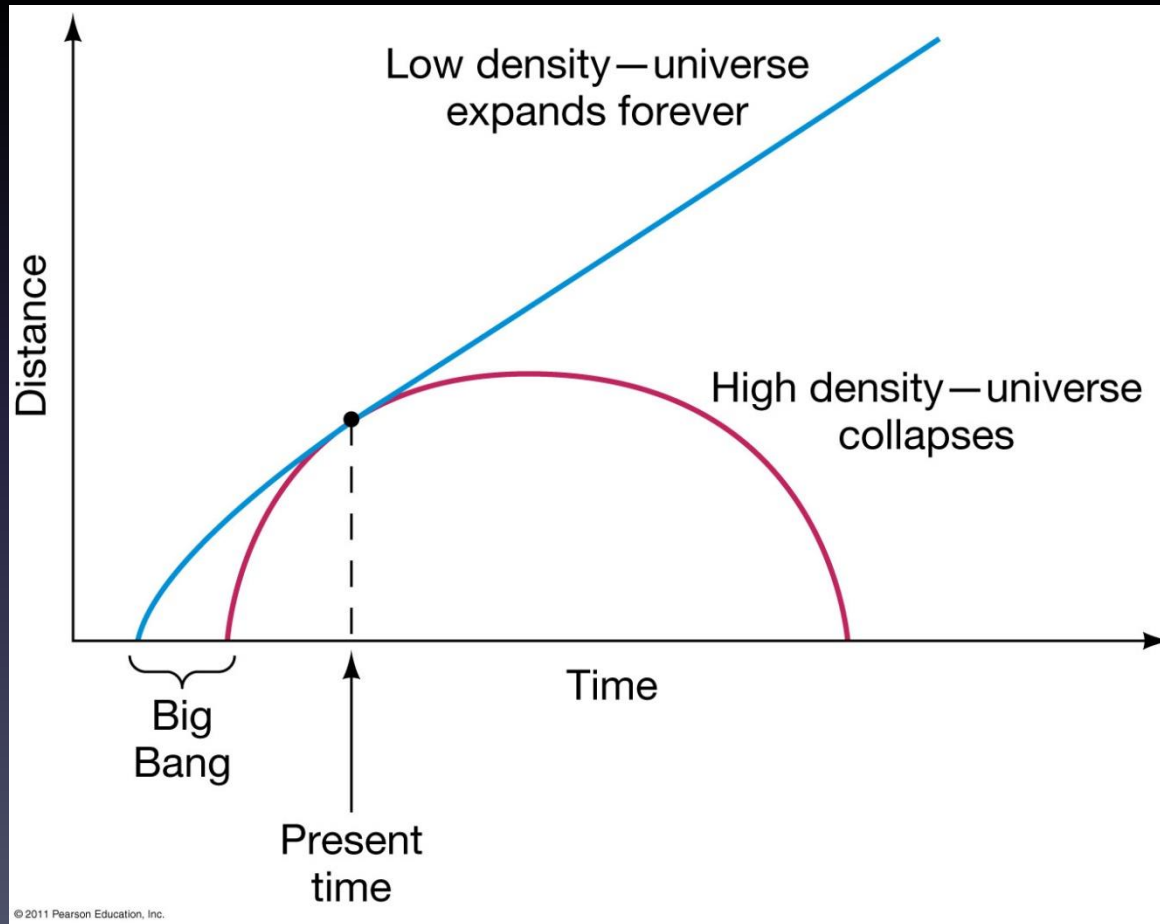


Evrenin Kaderi

- Uzak gelecekte Evrenin gelişimi için iki olasılık var.
 1. Sonsuza kadar genişlemeye devam edebilir.
 2. Çökebilir.
- Baskın kuvvetin kütleçekimi olduğunu kabul edersek Evrenin hangi yoldan gideceği yoğunluğuna bağlı.

Evrenin Kaderi

- Eğer yoğunluk azsa, evren sonsuza kadar genişler. Eğer fazlaysa evren sonunda çöker.



Evrenin Kaderi

- Çöküş ve genişleme arasında kritik bir yoğunluk vardır. Bu yoğunlukta evren sonsuza dek genişlemeye devam eder ama genişleme hızı zamanla sıfıra gider.
- Hubble sabitinin bugünkü değeri kullanılarak kritik yoğunluk yaklaşık $9 \times 10^{-27} \text{ kg/m}^3$ dür.
(metreküpte yaklaşık 5 hidrojen atomu)

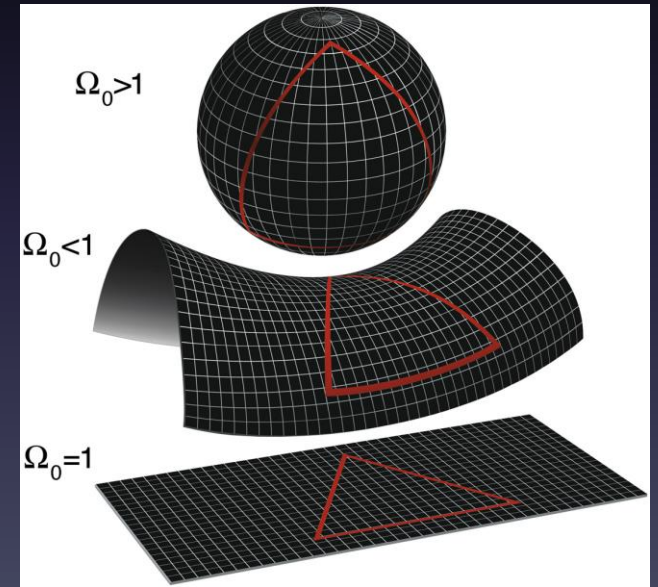
Evrenin Kaderi

- Eğer uzay homojense genel yapısı için üç seçenek var:
 1. Kapalı: Çöküşe giden geometri
 2. Düz: Kritik yoğunluğa denk gelir
 3. Açık: Sonsuza kadar genişler.

Uzayın Geometrisi

- Bu üç olasılık Evrenin gerçek yoğunluğu (Ω) ile kritik yoğunluğunun (Ω_0) karşılaştırması ile açıklanabilir:

- $\Omega > \Omega_0$ Kapalı geometri
- $\Omega < \Omega_0$ Açık geometri
- $\Omega = \Omega_0$ Düz geometri



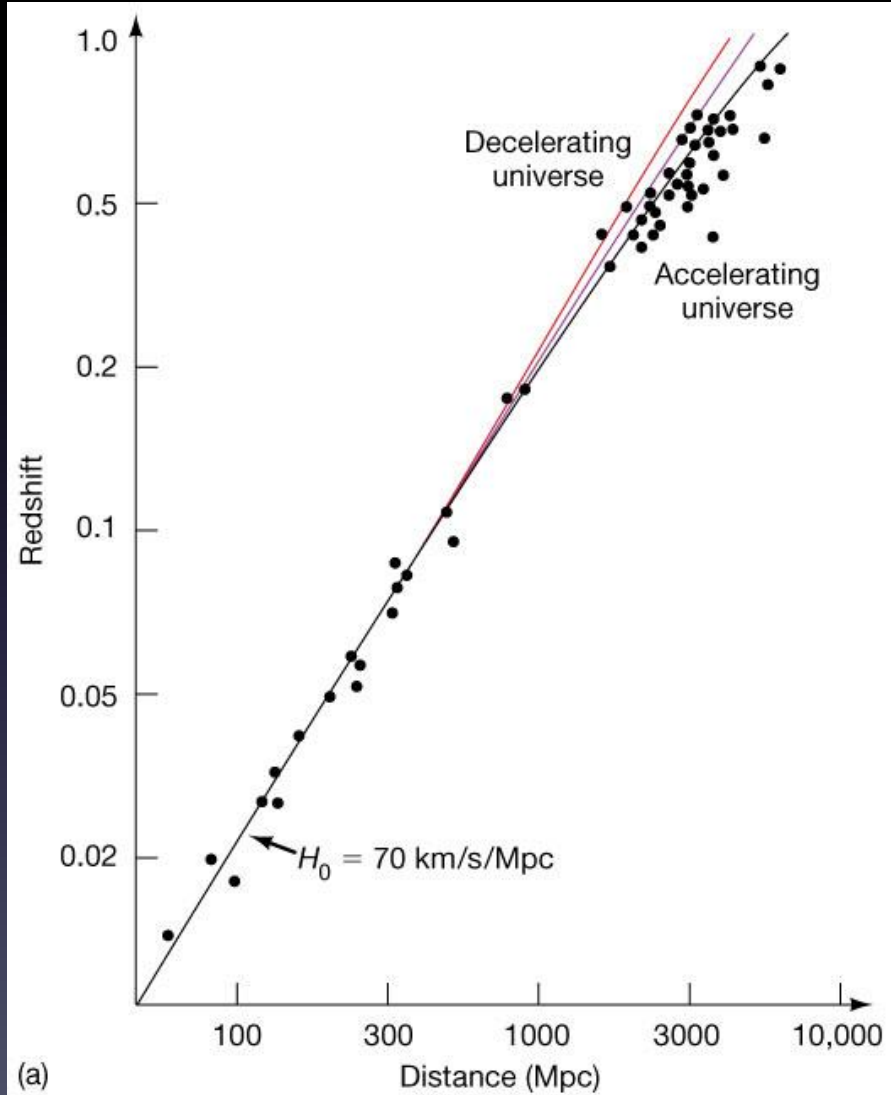
Sonsuza dek Genişleyecek mi?

- Bu sorunun cevabı evrenin gerçek yoğunluğunda yatar.
- Görünen maddeye dair ölçümler gerçek yoğunluğun, kritik yoğunluğun sadece yüzde birkaçına denk geldiğini gösteriyor.
- Büyük miktarda karanlık madde olması gerektiğini biliyoruz.

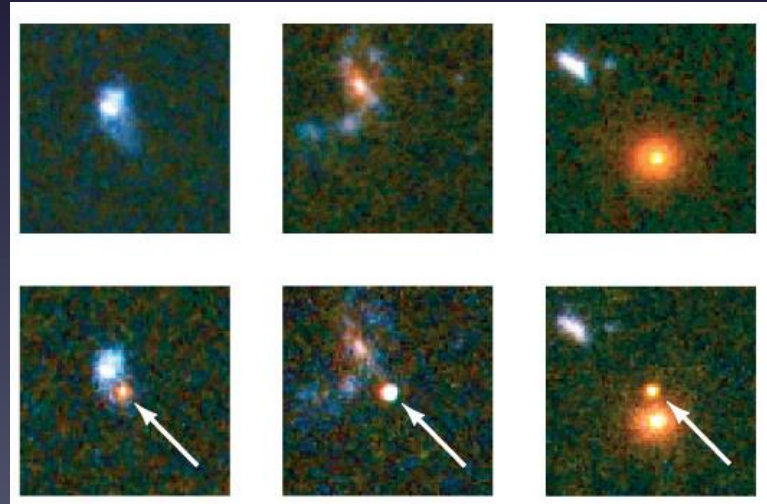
Sonsuza dek Genişleyecek mi?

- Kümlerdeki gökadalari birarada tutmak için ve kütleçekimsel mercek etkisini açıklamak için gerekli olan karanlık maddeyi dahil ettiğimiz en iyi tahminlerle bile ölçülen yoğunluk, kritik yoğunluğun sadece **0.3** katına çıkabiliyor. Bu aradaki farkı açıklayacak kadar çok karanlık maddenin varlığı da pek olası değil.

Sonsuza dek Genişleyecek mi?

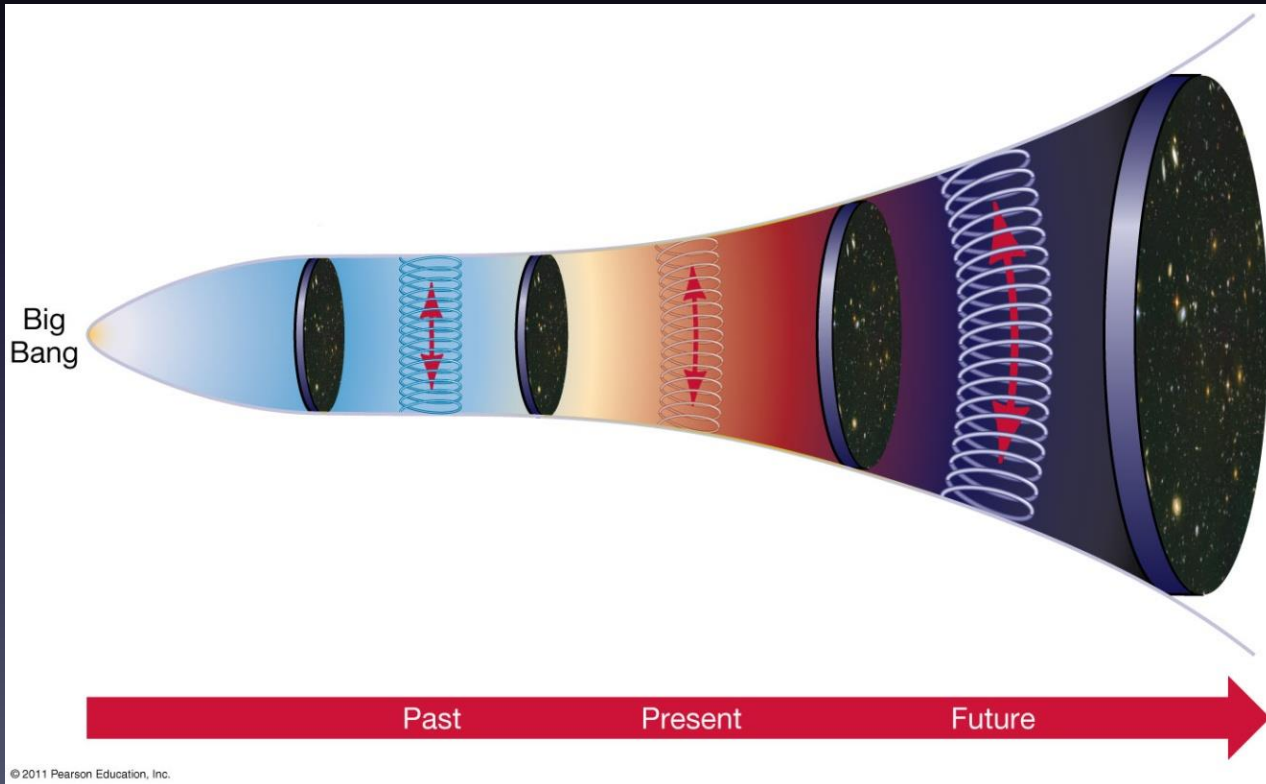


Uzak süpernova ölçümleri evrenin yavaşladığını değil, hızlanarak genişlediğini gösteriyor. Bu ivme mevcut evren modelleri ile açıklanamıyor. Madde veya ışıının bu ivmeye sebep olmadığını biliyoruz.



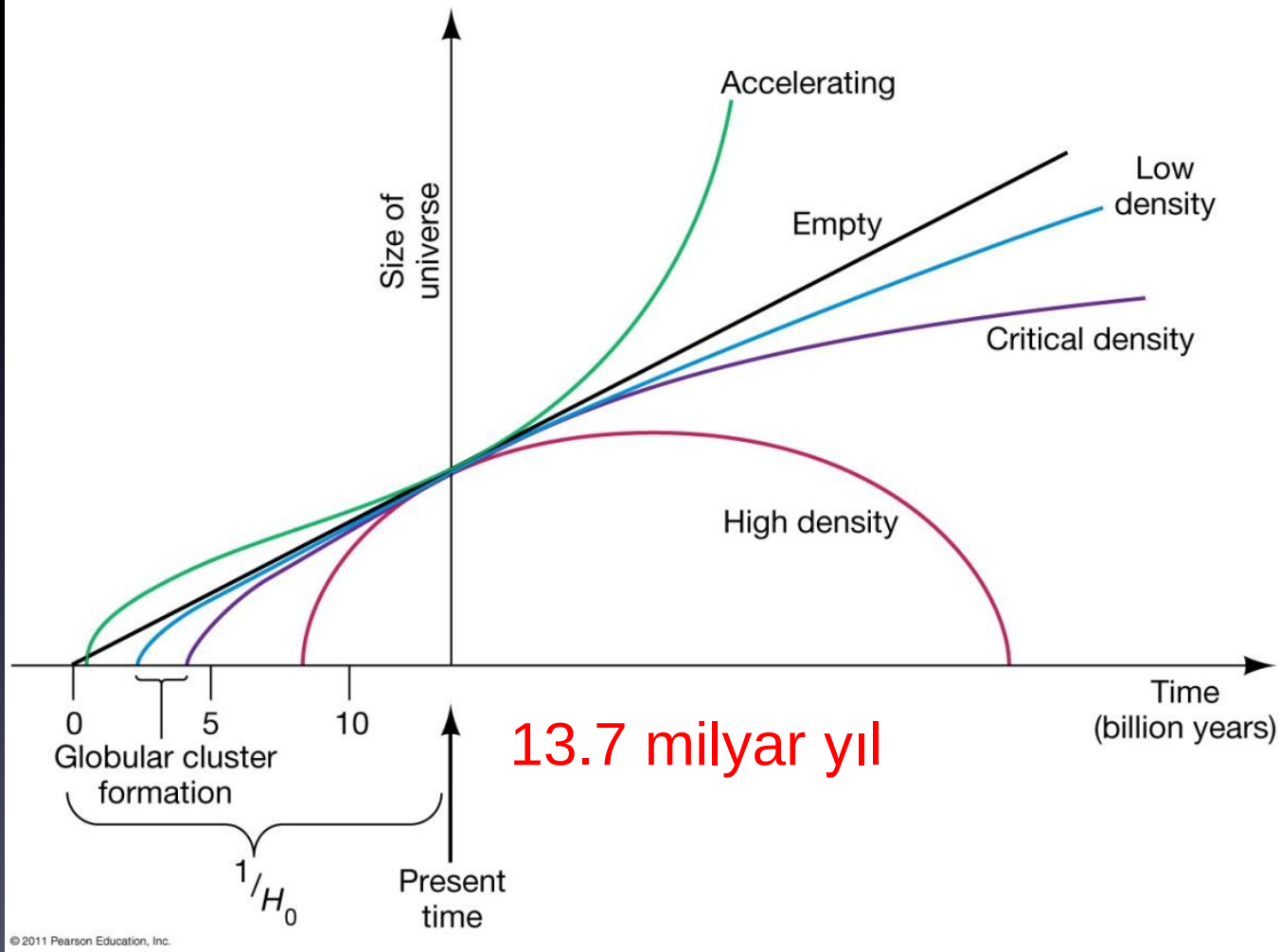
Sonsuza dek Genişleyecek mi?

- Karanlık Enerji kuramı:
- Karanlık enerjini itici etkisi evren genişledikçe artıyor.
- Evrenin ilk zamanlarında geometrisi düz olmalı.
- Sabit bir genişleme oranı olsaydı Evrenin bugün gözlediğimizden daha genç olmalıydı.



Karanlık Enerji ve Kozmoloji

- Bu grafik ıvınelenerek genişleyen evren modelini de (karanlık enerjili model) içermektedir. Evrenin yaşı: ~ **13.7 milyar yıl**



Karanlık Enerji ve Kozmoloji

- Bu durum diğer gözlemlerden bulunan yaşlarla uyumludur.
 - 14 milyar yıl önce: Büyük Patlama
 - 13 milyar yıl önce: Kuazarlar oluşur.
 - 10 milyar yıl önce: Gökadamımızdaki ilk yıldızlar oluşur.

EVRENİMİZ NASIL BAŞLADI?

Görünür evrenimizin tamamı 13,8 milyar yıl kadar önce akıl almayacak kadar sıcak ve yoğun, bir nükleer parçacığın milyarda biri büyüklüğünde bir noktaya sığmış durumdaydı. O zamandan beri, her adımda kütle çekimiyle savaştı ve çok ama çok genişledi.

Şişme

Bir nanosaniyeden kısa bir sürede, bir itici enerji sahası uzayı görünür büyüklüğe ulaşınca kadar şişirip kuark adı verilen atomaltı parçacıklarla doldurur.

Yaşı: 10^{-32} milisaniye

**Büyüklüğü: Sonsuz
küçükle golf topu arası**

İlk yapı taşları

Evren genişler, soğur. Kuarklar birleşip atom çekirdeğinin temel taşları olan proton ve nötronları oluşturur. Karanlık madde oluşmuş olabilir.

0,01 milisaniye

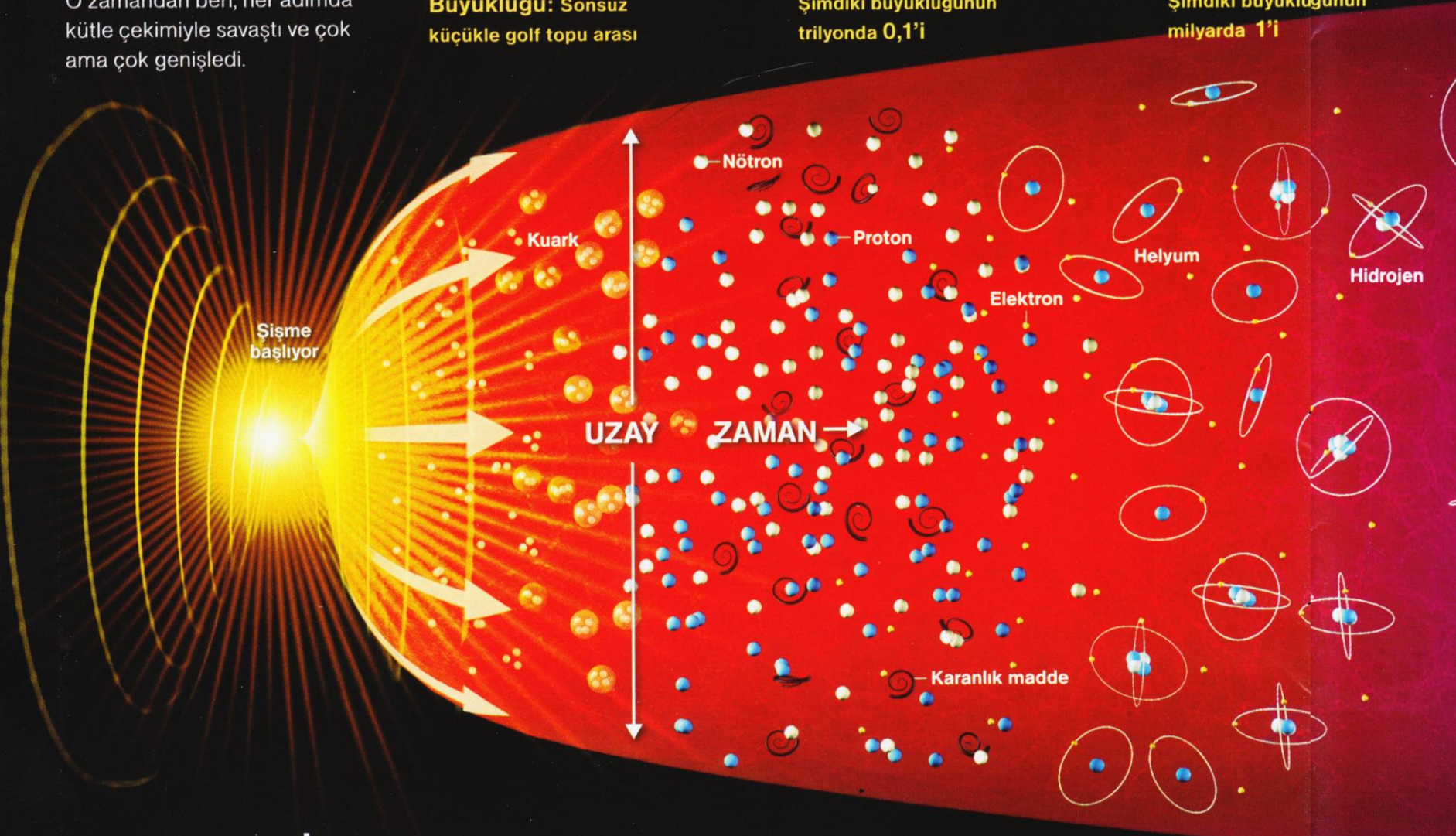
**Şimdiki büyüklüğünün
trilyonda 0,1'i**

İlk çekirdekler

Evren soğumaya devam ettikçe en hafif çekirdekler –hidrojen ve helyum– oluşur. Parçacıklardan oluşan yoğun pus bütün ışığı engeller.

0,01 ila 200 saniye

**Şimdiki büyüklüğünün
milyarda 1'i**

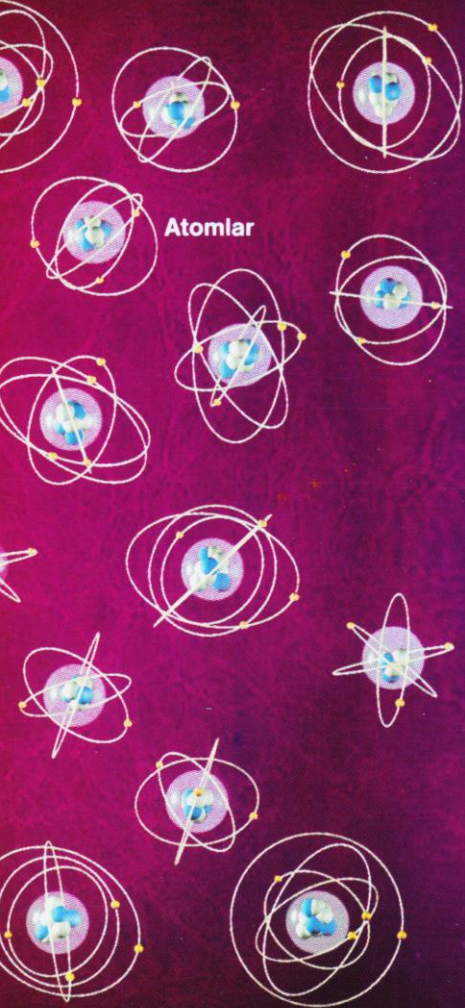


İlk atomlar, ilk ışık

Elektronlar çekirdeklerin çevresinde dönerek atomları oluşturdukça, bebek evrenimizin parıltısı kendini belli eder. Aletlerimizin görebildiği en uzak nokta bu ışık.

380.000 yıl

**Şimdiki büyüklüğünün
0,0009'u**



Atomlar

"Karanlık çağlar"

Bu kozmik zemin ışınlamı, 300 milyon yıl boyunca görülen tek ışık. Galaksileri oluşturacak madde öbekleri en parlak görünenler.

380.000 ila 300 milyon yıl

**Şimdiki büyüklüğünün
0,0009'u ila 0,1'i**

**Çekim galip gelir:
ilk yıldızlar**
Yoğun gaz bulutları kendi –ve karanlık maddenin– kütle çekimiyle çökerek zamanla galaksileri ve yıldızları oluşturur. Nükleer füzyonla yıldızlar aydınlanır.

300 milyon yıl

Şimdiki büyüklüğünün 0,1'i



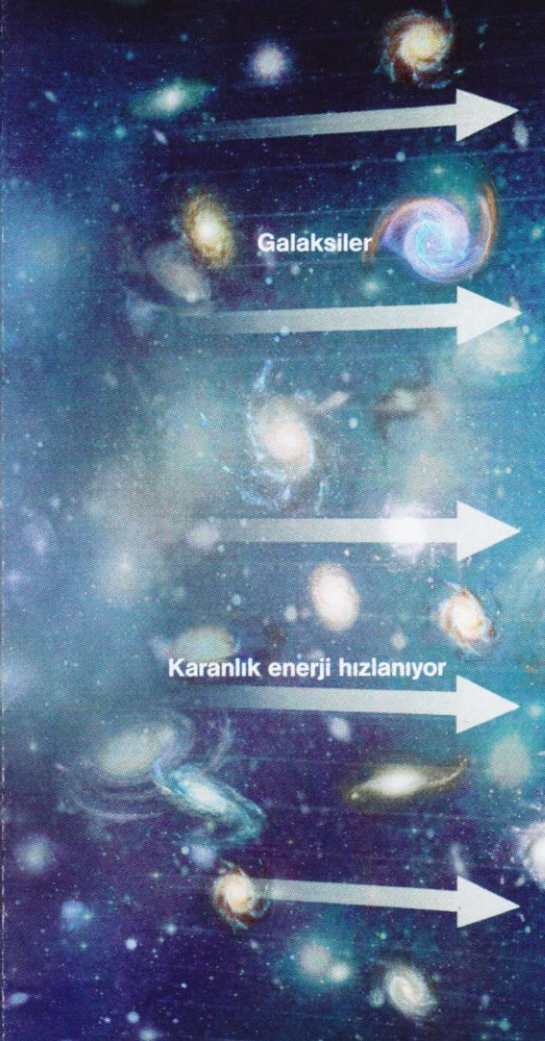
Yıldızlar

Anti-çekim galip gelir

Kütle çekiminin milyarlarca yıldır yavaşlattığı kozmik genişleme yeniden ivme kazanır. Sorumlusu: Karanlık enerji. Doğası: Bilinmiyor.

10 milyar yıl

**Şimdiki büyüklüğünün
0,77'si**



Galaksiler

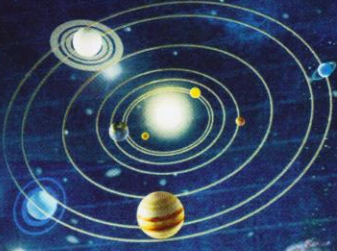
Karanlık enerji hızlanıyor

Bugün

Genişlemeye devam eden evren, giderek daha az yoğun hale geliyor. Bu nedenle giderek daha az yeni yıldız ve galaksi oluşuyor.

13,8 milyar yıl

Şimdiki büyüklüğü



Güneş Sistemimiz

NASIL SON BULACAK?

Sonunda hangisi galip gelecek, kütle çekimi mi, anti-kütle çekimi mi? Maddenin yoğunluğu, kütle çekiminin kozmik genişlemeyi durdurması, hatta geri çevirip büyük bir sıkışmaya yol açması için yeterli mi? Özellikle de bir tür anti-kütle çekimi olan karanlık enerjinin gücü dikkate alınınca, bu pek olası görünmüyor. Karanlık enerji nedeniyle hız kazanan genişleme, galaksilerden atomlara her şeyi paramparça eden büyük bir yırtılmayı tetikler belki de. Bu olmazsa, evren yüz milyarlarca yıl boyunca, bütün yıldızlar öldükten çok sonra bile genişlemeye devam edebilir.



Büyük çöküş



Büyük sökülme

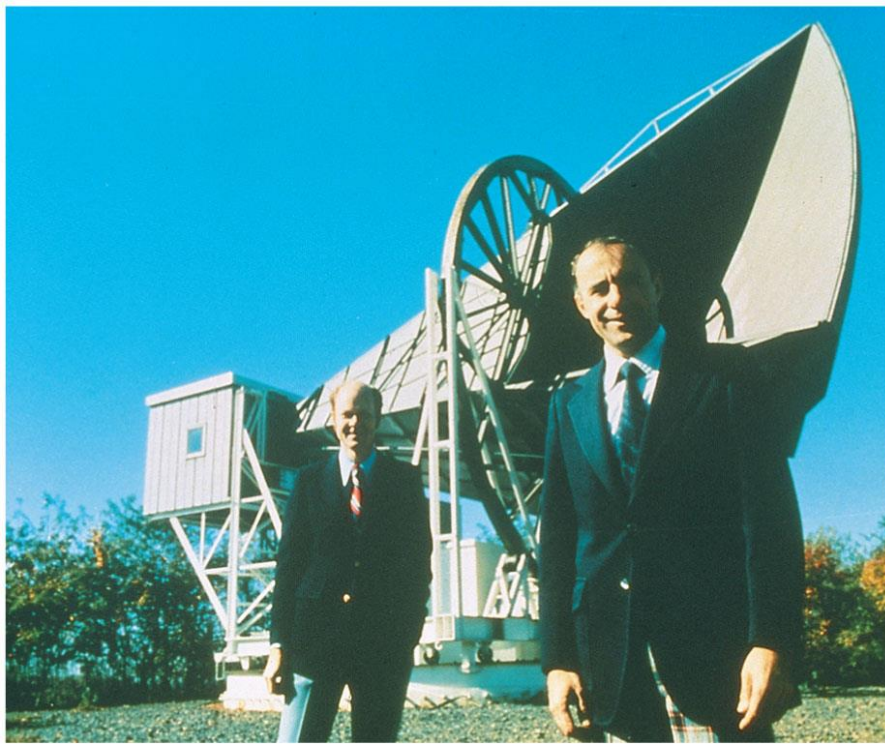


Sonsuz genişleme

Galaksiler hızlı genişleme nedeniyle birbirinden son sürat ayrılır

Kozmik Mikrodalga Ardalan Işınımı (CMB)

- 1964’de iki araştırmacı radyo antenlerindeki son bir “gürültü”den kurtulmaya çalışırken bulundu.

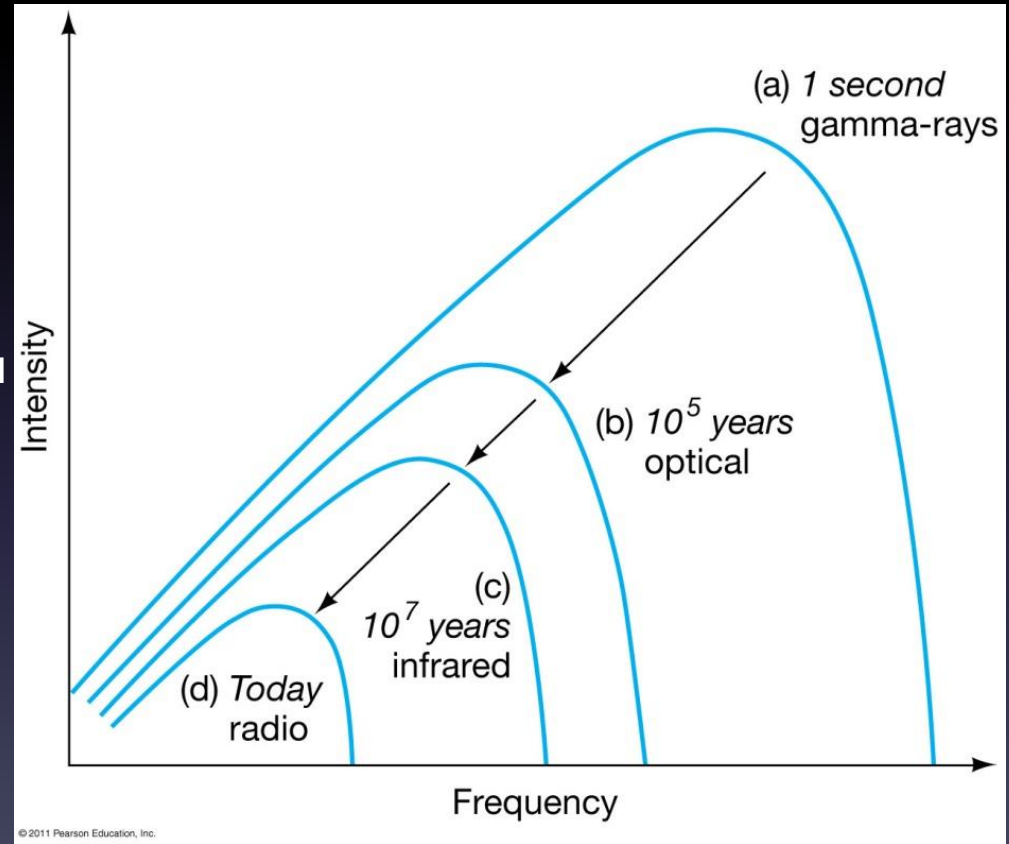


© 2011 Pearson Education, Inc.

Gürültünün her zaman aynı şekilde tüm yönlerden geldiğini buldular. Aslında Büyük Patlama’dan kalan fotonları alıyorlardı.

Kozmik Mikrodalga Ardan Işınımlı (CMB)

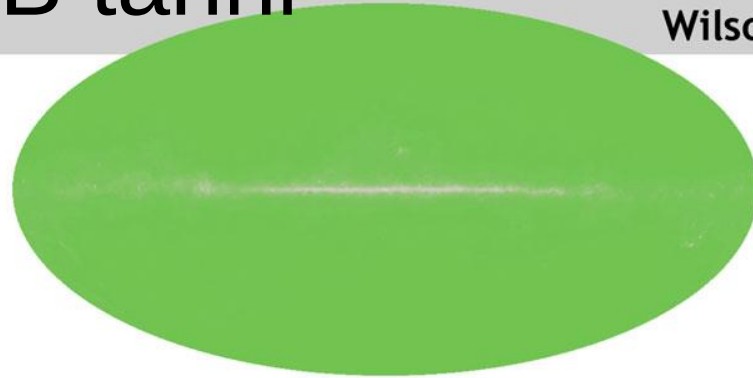
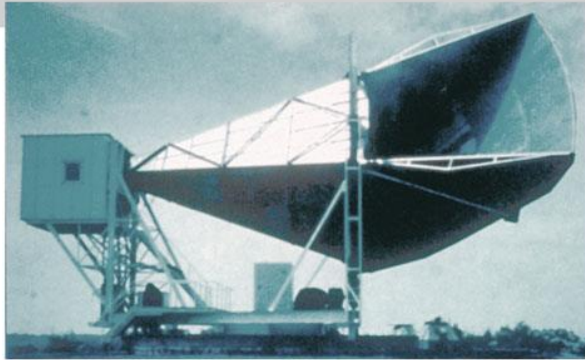
- Bu fotonlar Büyük Patlama'dan sadece birkaç saniye sonra oluşmuşlardı ve çok enerjiklerdi. Evrenin genişlemesi dalgalıboylarını kırmızıya kaydırđıđı için şimdi 3K sıcaklığa karşılık gelen bir karacısım ışıması olarak radyo tayfında gözölüyoruz.



1965

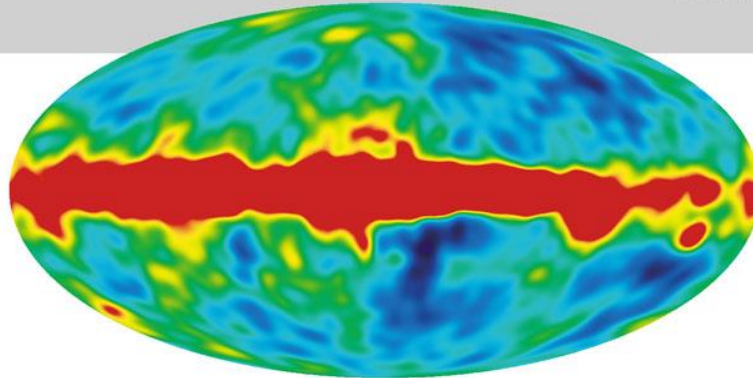
CMB tarihi

Penzias and
Wilson



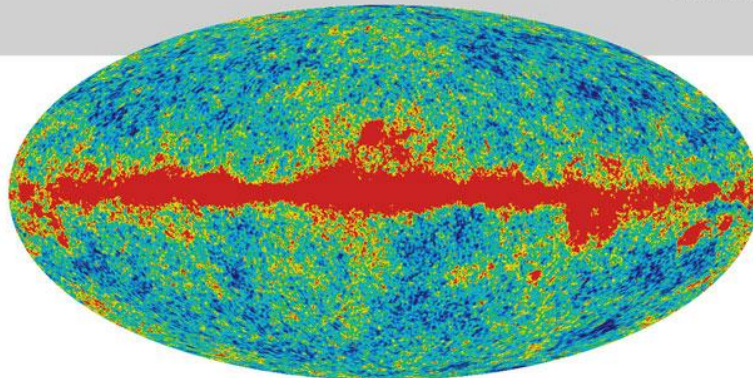
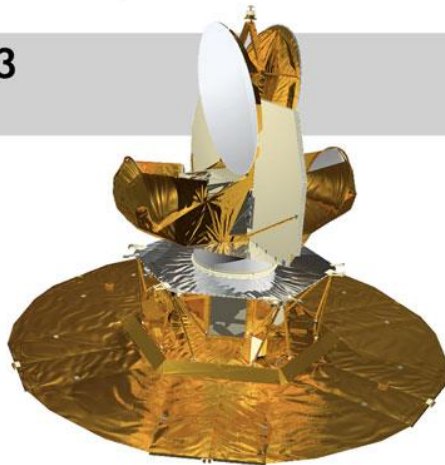
1992

COBE



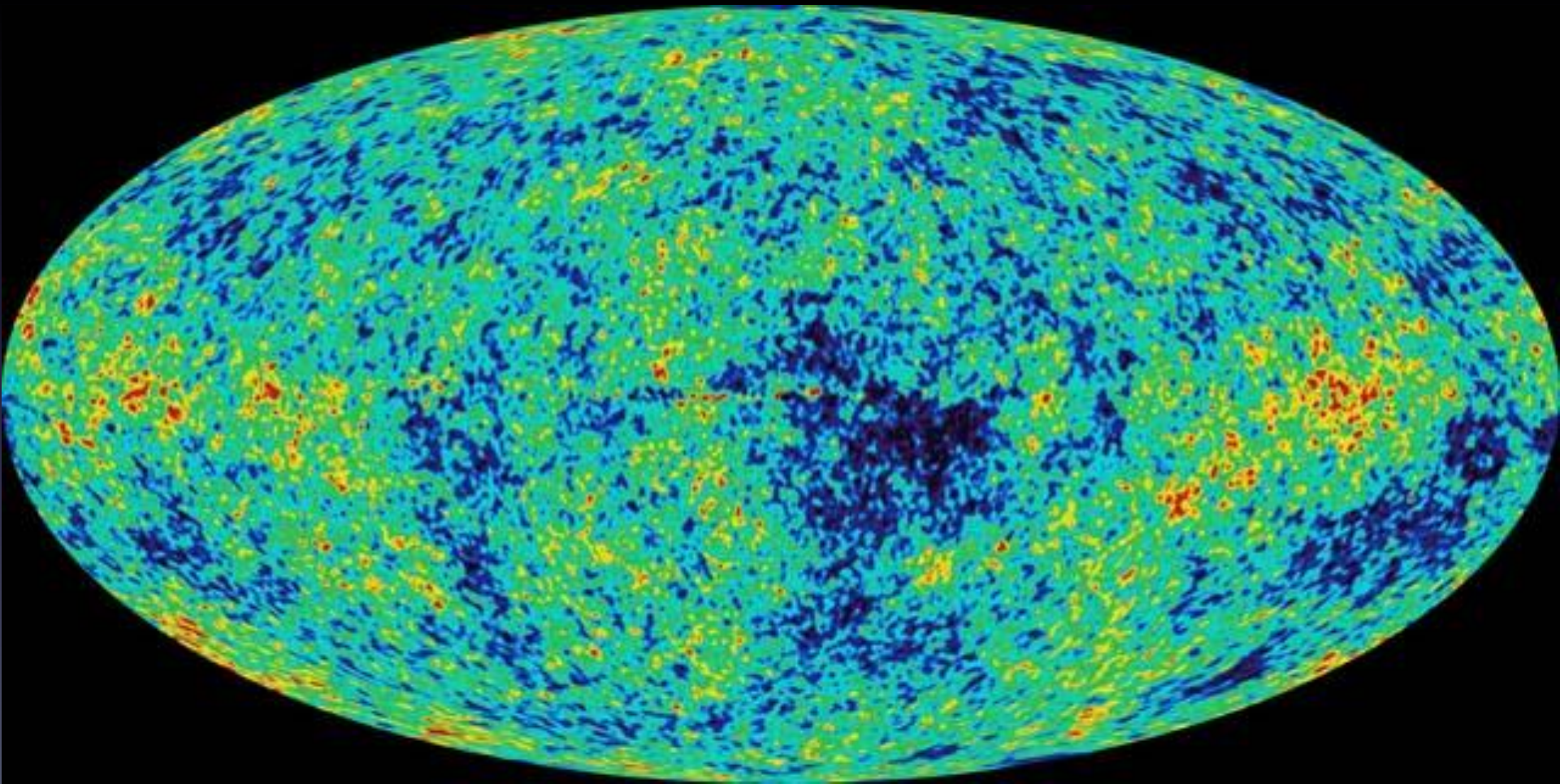
2003

WMAP



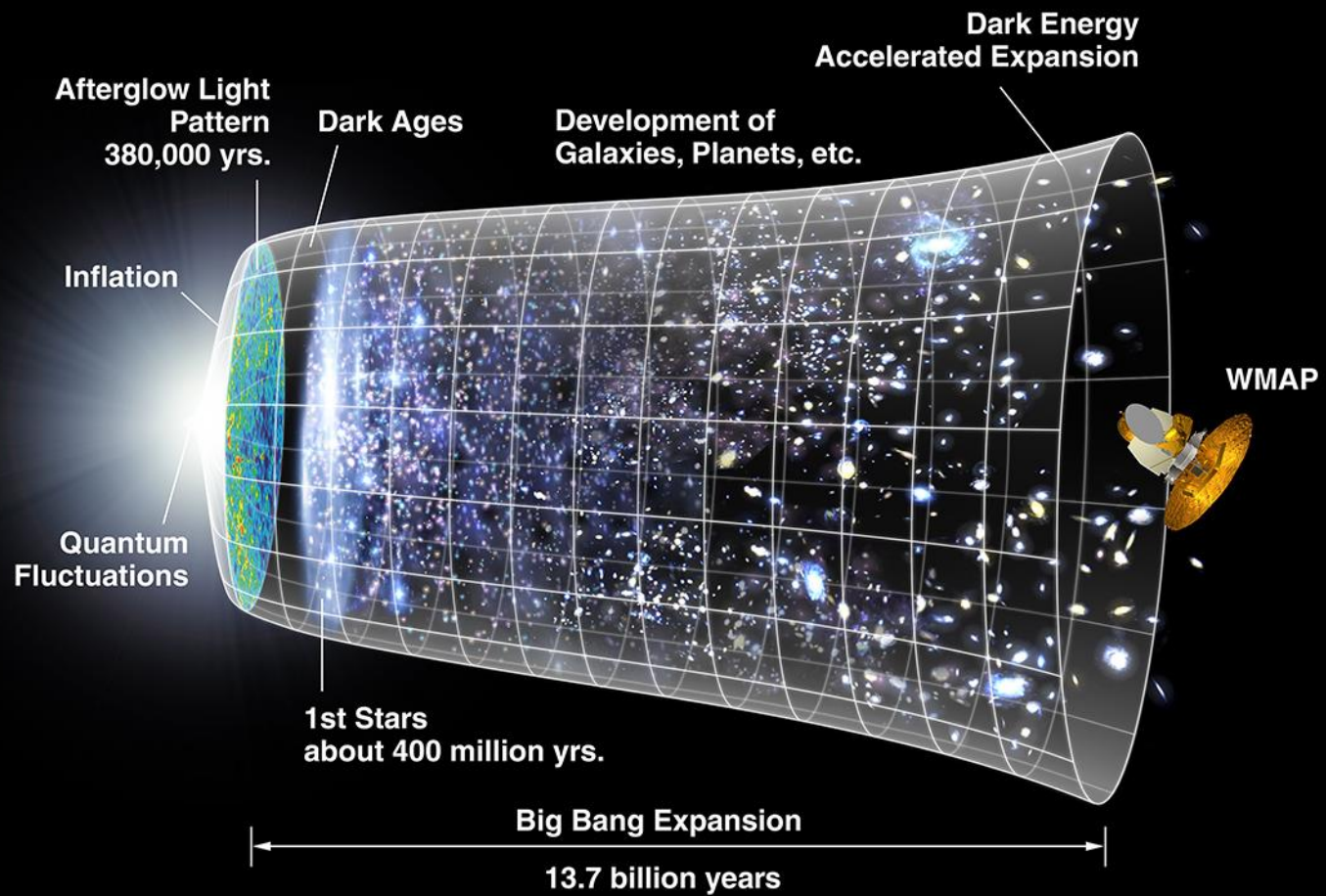
Kozmik Mikrodalga Ardalan Işınımı (CMB)

WMAP- Wilkinson Microwave Anisotropy Probe

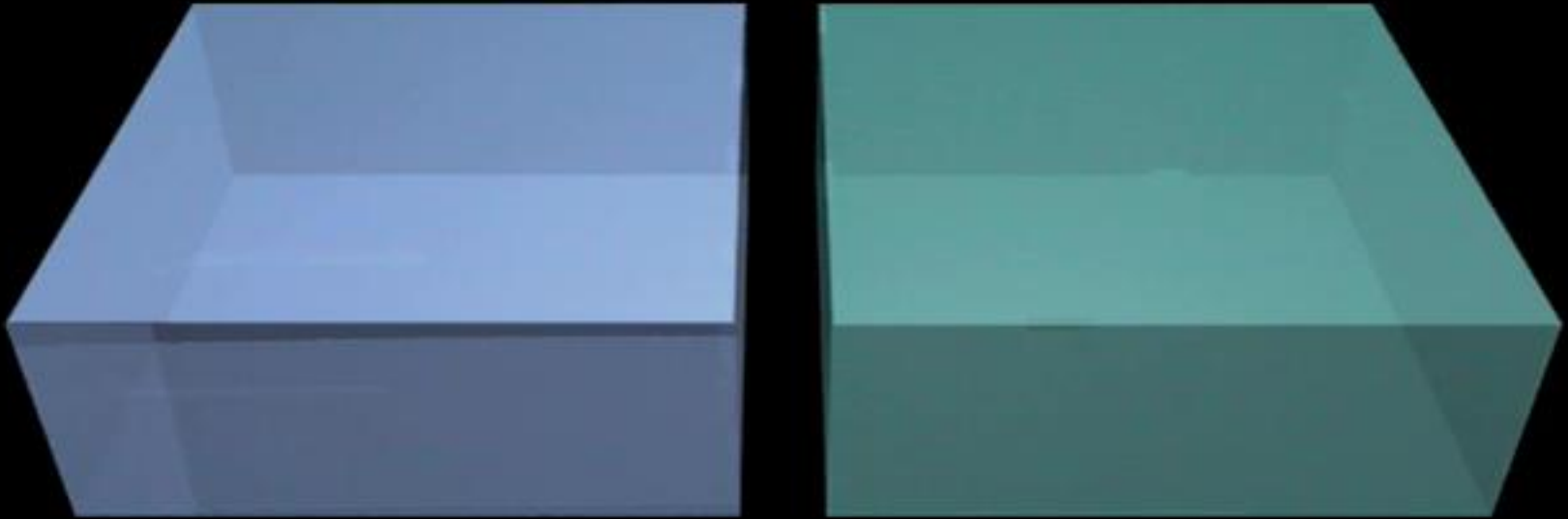


Kozmik Mikrodalga Ardanan Işınınımı (CMB)

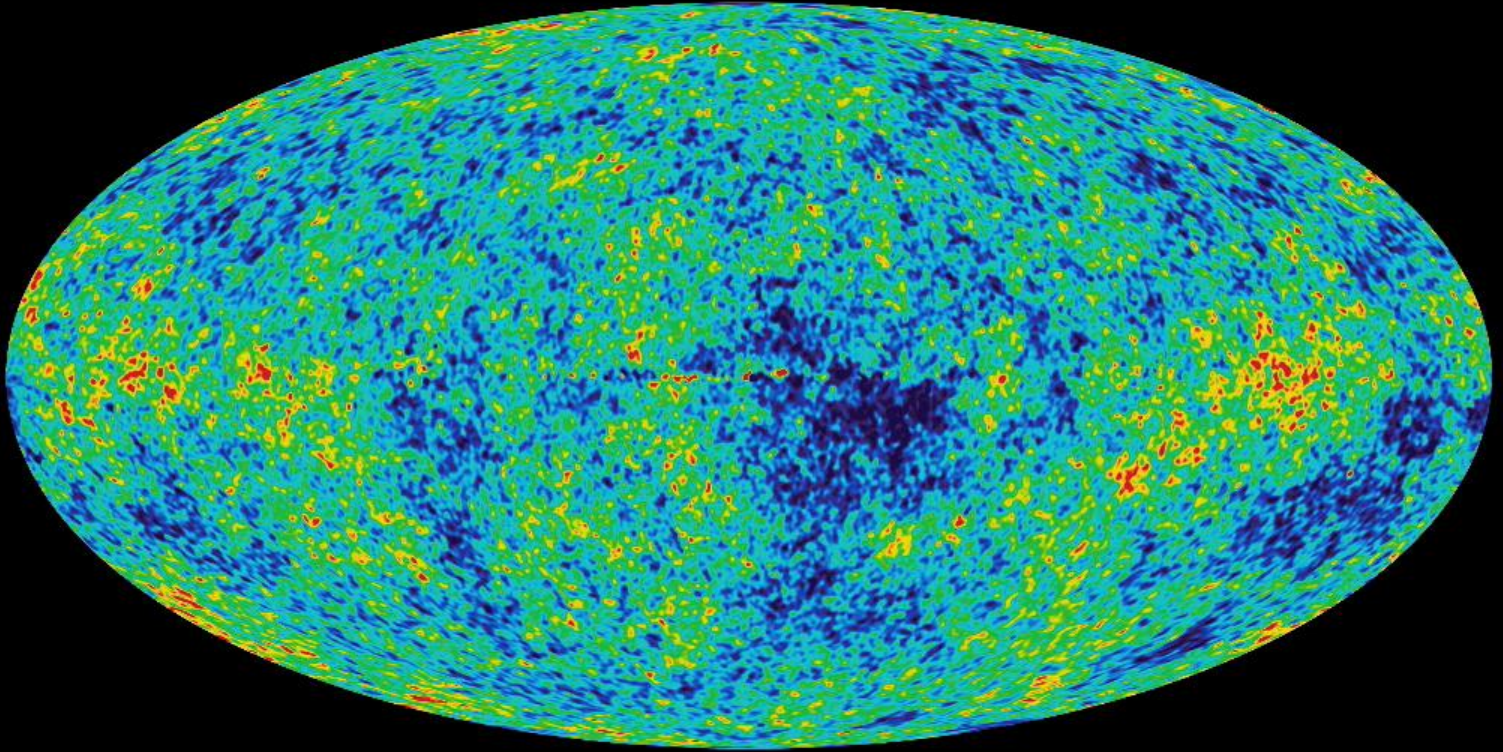




CMB Işınımındaki Dalgalanmalar



CMB Işınımındaki Dalgalanmalar



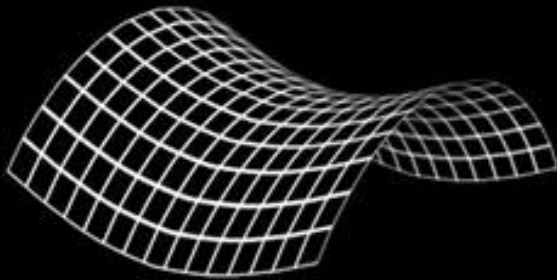
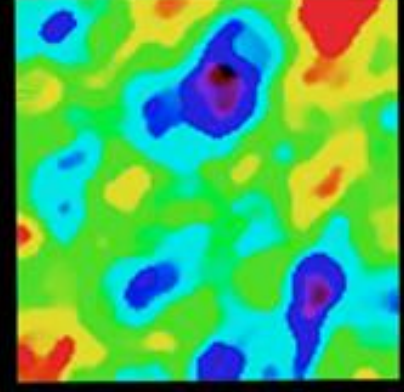
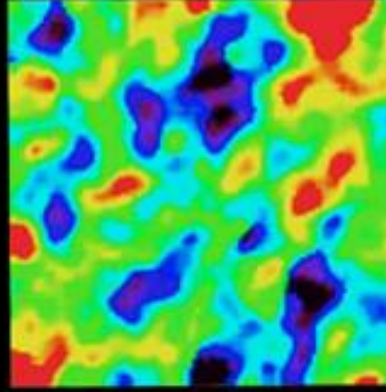
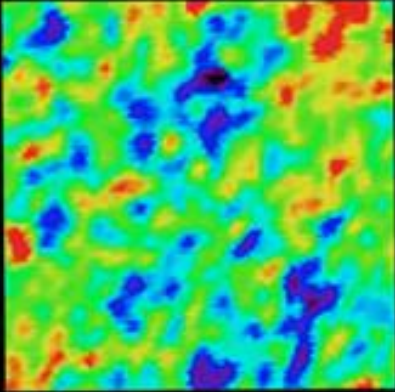
Evrenin Geometrisi

Gravitational Curvature of Space

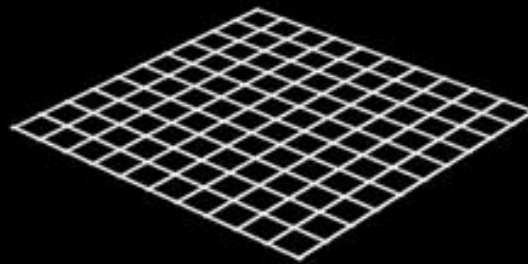
Courtesy of:

NASA

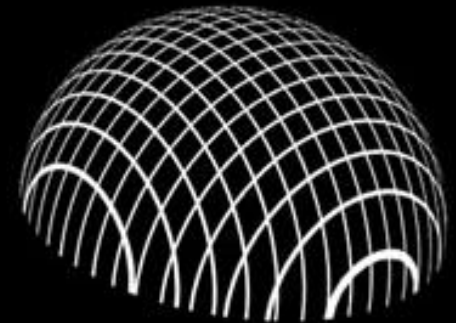
Evrenin Geometrisi



OPEN

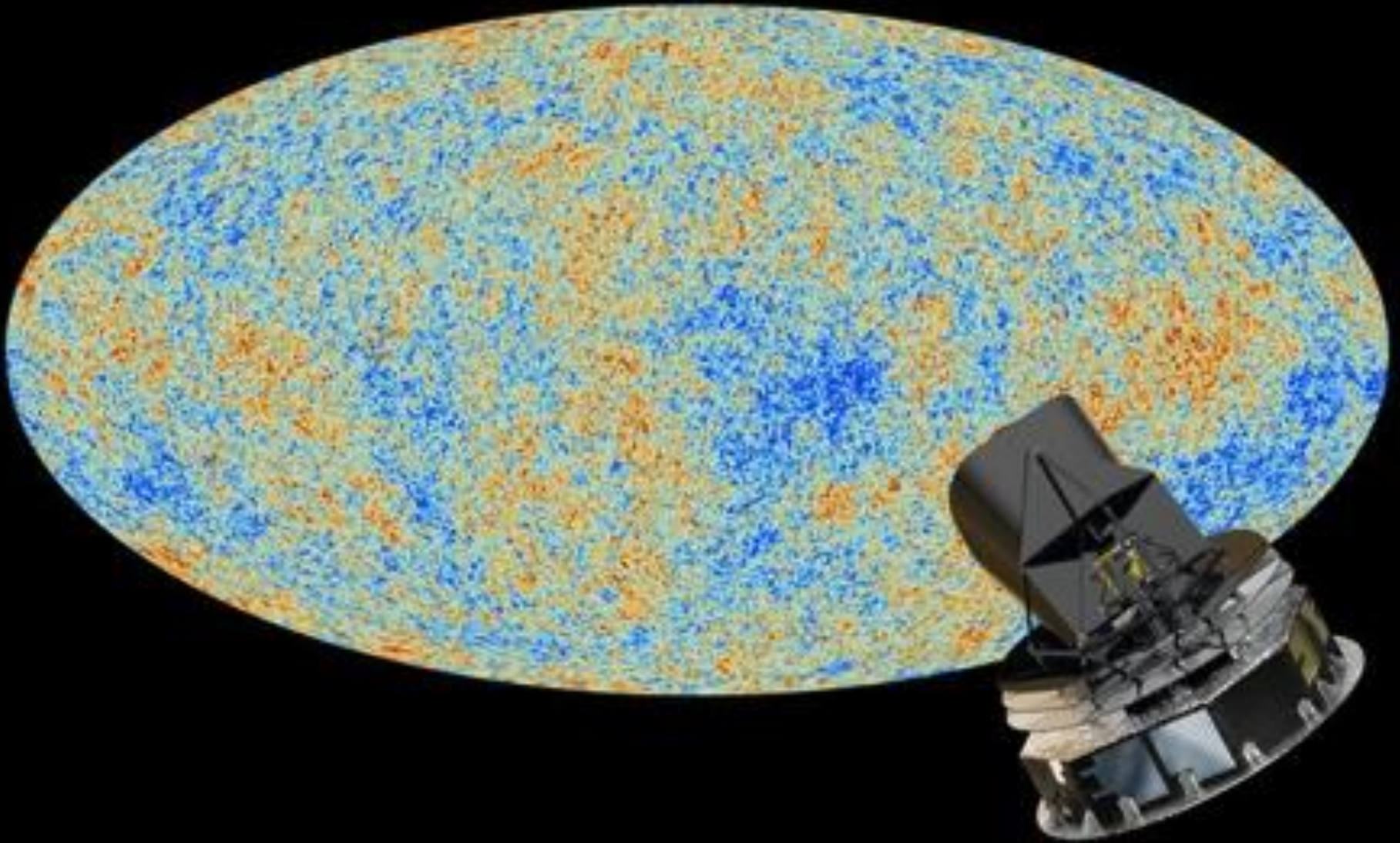


FLAT

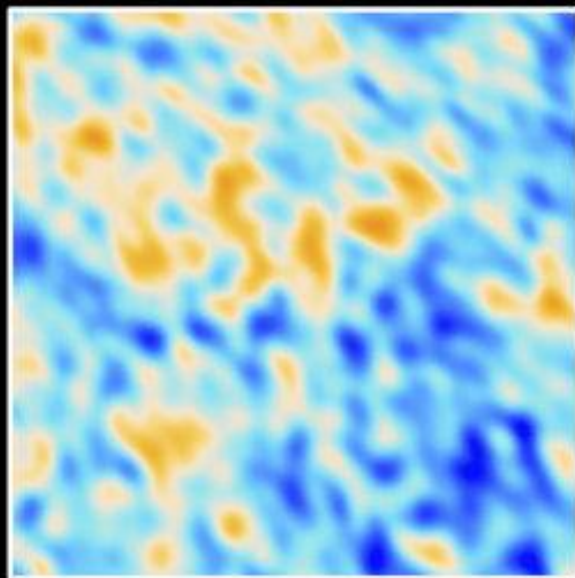
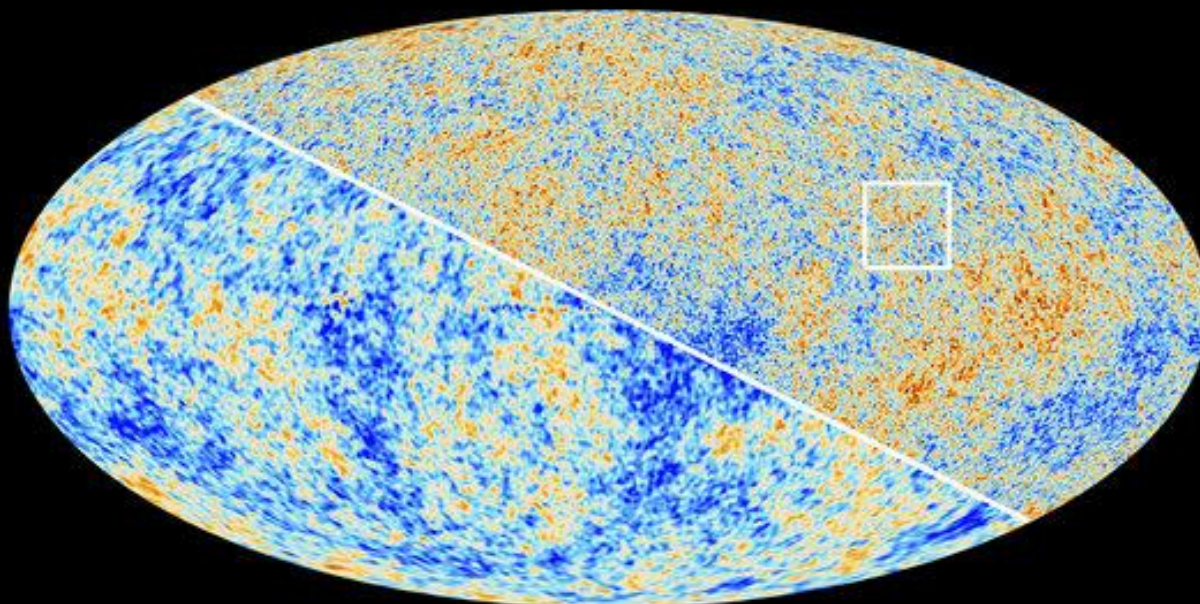


CLOSED

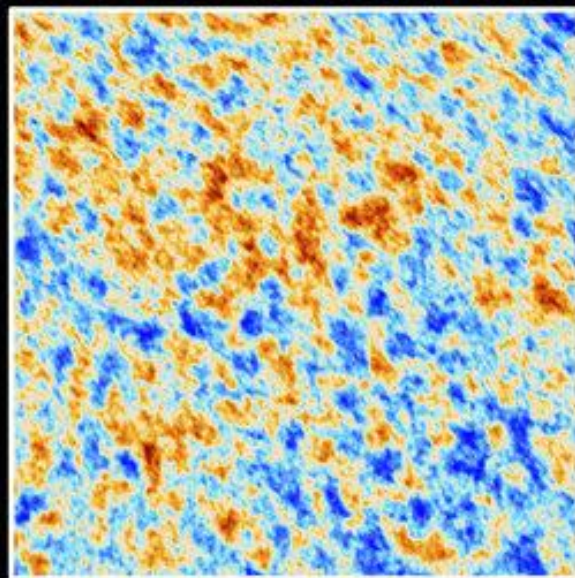
PLANCK Uydusu



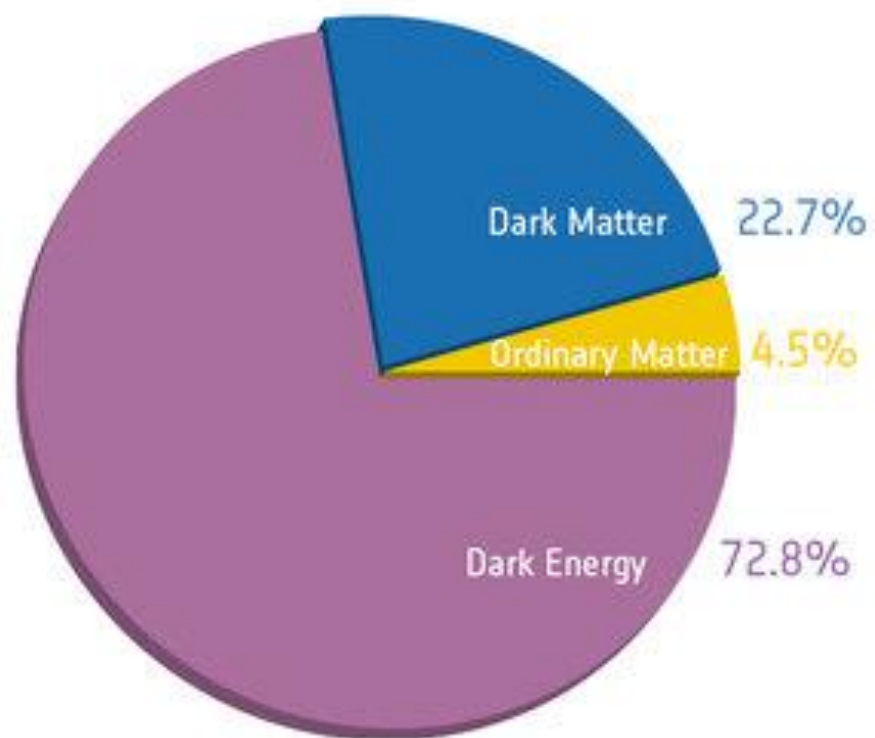
The Cosmic Microwave Background as seen by Planck and WMAP



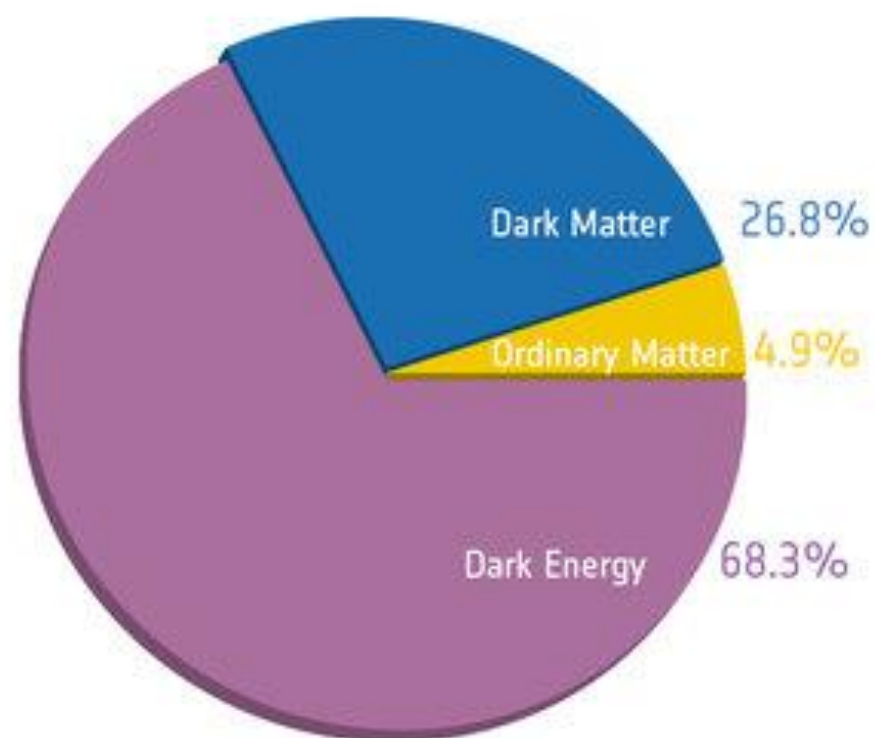
WMAP



Planck



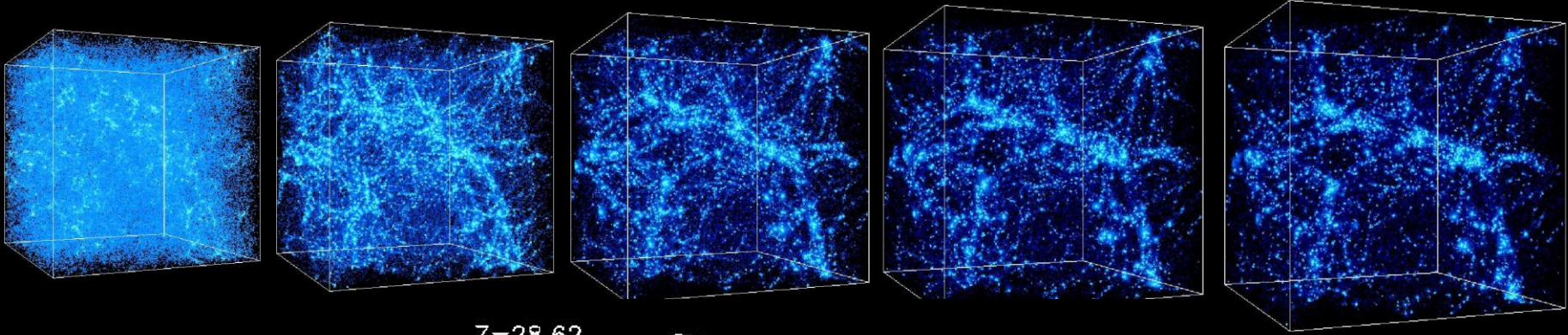
Before Planck



After Planck

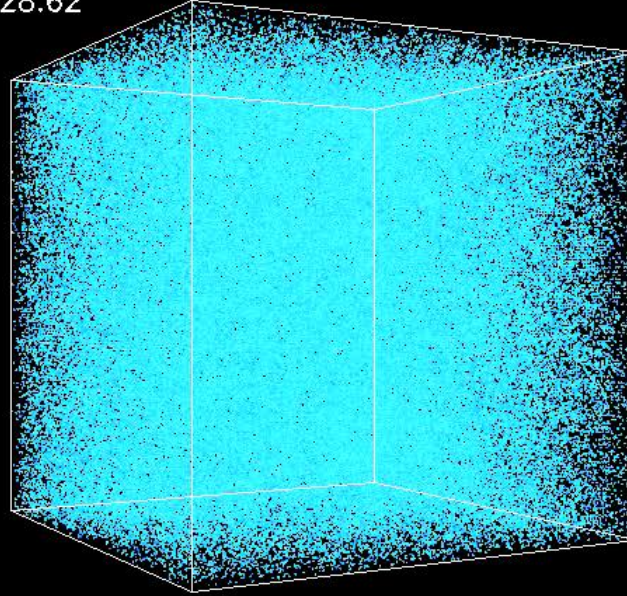
Evrendeki Yapıların Oluşumu

- %4 normal madde, %23 soğuk karanlık madde ve %73 karanlık enerji başlangıç varsayımı ile yapılan sümulasyonlarda evrenin ilk zamanlarında küçük yoğunluk dalgalanmalarından yapıların nasıl geliştiği gösteriliyor.

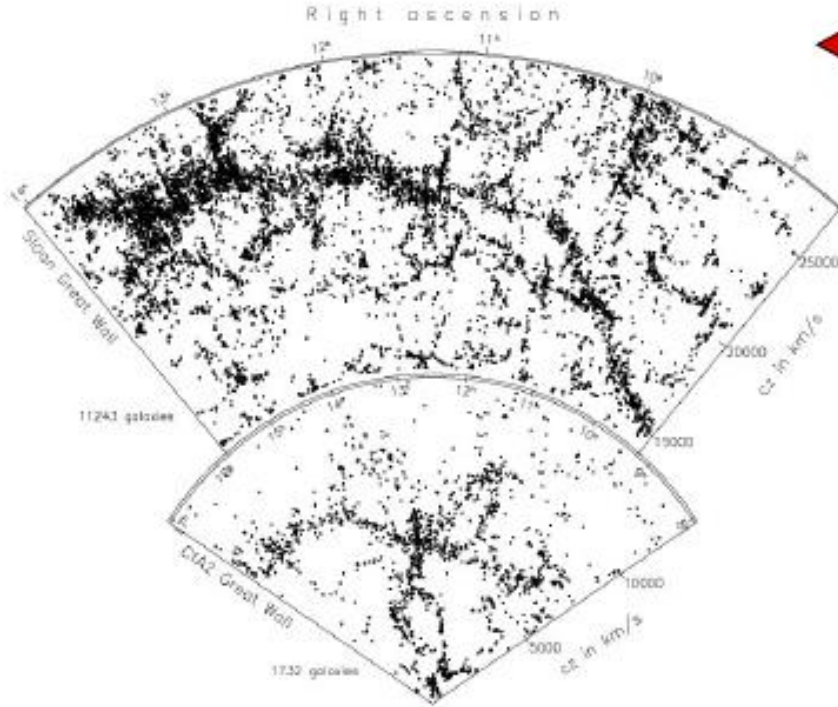


$z=28.62$

**Kozmik
Ağ:**

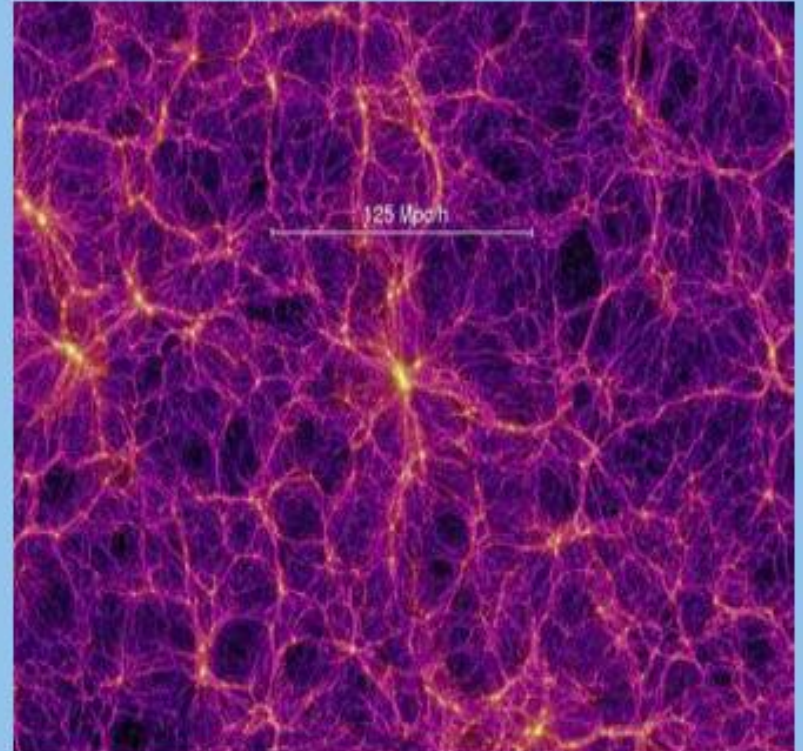


Görebildiğimiz en uzaklar...



← Gözlem

Model



Buradasınız!

Milenyum Simulasyonu



Özet

- Hubble sınıflandırması gökadalari şekilllerine göre ayırır.
- Gökada türleri: sarmal, çubuklu sarmal, eliptik, düzensiz
- Düzgün ışımagücüne sahip cisimler “standart mumlar” olarak adlandırılır: ör: RR Lyrae, Tip I süpernova
- Samanyolu Yerel Grup denen küçük bir gökada kümesine dahildir.
- Diğer gökada kümeleri binlerce gökada içerebilir.
- Hubble Kanunu: gökadalari bizden ne kadar uzaklarsa o kadar hızlı uzaklaşırlar.
- Aktif gökadalari normallere göre çok daha parlaktırlar ve ışıınımları yıldızlardan gelmez.
- Seyfert gökadalari, radyo gökadalari ve kuazarların hepsinin küçük çekirdekleri vardır ve yüksek hızlı jetler salarlar.
- Aktif gökadalariin merkezinde süperkütleli bir karadelik olduğu düşünölmektedir, karadeliğe düşen madde enerjiye dönüşerek gökadaya enerji sağlar.

Özet

- Gökada kütleleri dönme eğrilerinden ve gökada kümelerinden belirlenebilir.
- Tüm ölçümlerin gösterdiği üzere çok büyük miktarda karanlık madde olmalı.
- Büyük gökadarlar muhtemelen küçüklerin birleşmesiyle oluştu.
- Çarpışmalar yıldız oluşumunu tetikler.
- Sarmal gökadarların birleşmesi muhtemelen bir eliptik gökada ile sonuçlanır.
- Kuazarlar, aktif gökadarlar ve normal gökadarlar evrimsel bir sırayı takip ediyor olabilir.
- Gökada kümeleri kütleçekimsel olarak süperkümelere bağlıdır.
- Evrende 100-200 Mpc ölçeklerde büyük yapılar var.
- Kuazarlar arada kalan uzay hakkında bilgi verebilir; özellikle kütleçekimsel mercekle etkisi varsa.

Özet

- Birkaç yüz Mpcden büyük ölçeklerde Evren homojen ve izotropiktir.
- Evren muhtemelen yaklaşık 14 milyar yıl önce bir Büyük Patlama ile başladı.
- Evrenin geleceği: ya sonsuza kadar genişler ya da çöker.
- Çökme ve genişleme arasındaki yoğunluk kritik yoğunluktur.
- Yüksek yoğunluklu bir evrenin kapalı geometrisi vardır; kritik yoğunlukta bir evren düzdür ve düşük yoğunluklu bir evren açıktır.
- Görünür madde ve karanlık madde kritik yoğunluğun en fazla %30unu oluşturur.
- Evrenin genişleme ivmesi karanlık enerji yüzünden gittikçe hızlanıyor gibi görünüyor.
- Evrenin yaşı yaklaşık 14 milyar yıl.
- Kozmik mikrodalga ardalan ışıınımı Büyük Patlama'dan kalan fotonlardır.