

GALILEO ÖĞRETMEN AĐI - EĞİTİM PROGRAMI
14-16 Ağustos 2009, Sabancı Üniversitesi

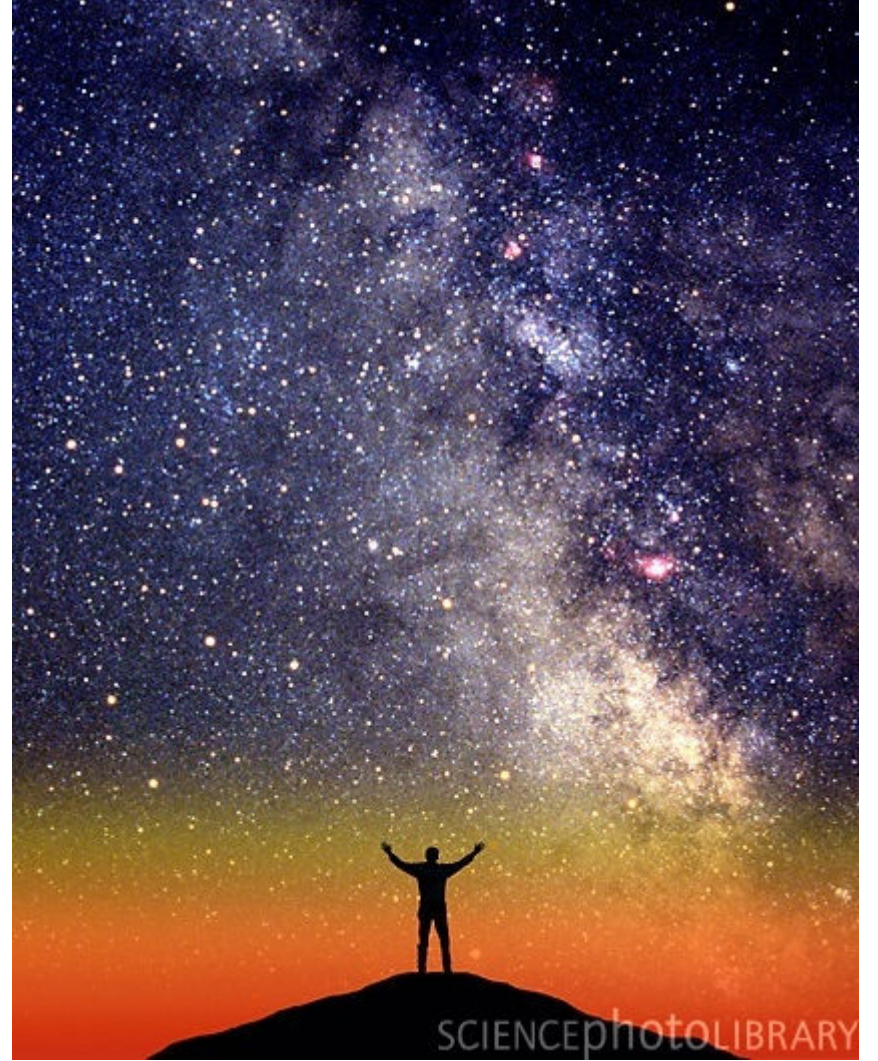


Samanyolu ve Gökadalar

Emrah Kalemci
Sabancı Üniversitesi

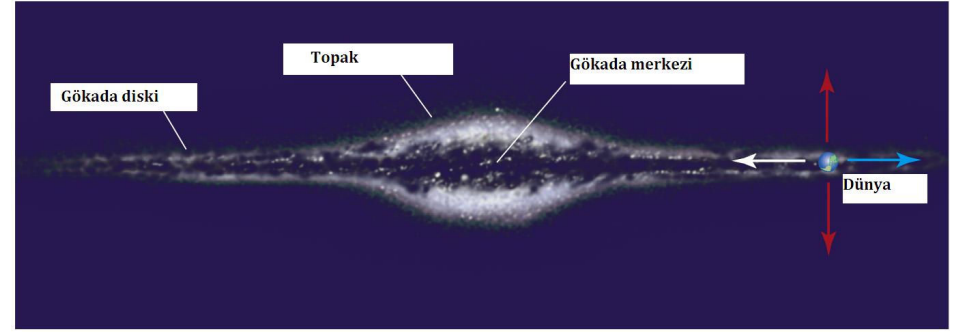
Samanyolu

- Gökadamımız kendi kütleçekimi altında milyarlarca yıldız, gaz ve tozdan oluşan bir yapıdır.
- Biz gökadamızı gökyüzünde bir kolon halinde görürüz çünkü içindeyiz. Gördüğümüz kolon içinde bulunduğumuz sarmal kol.

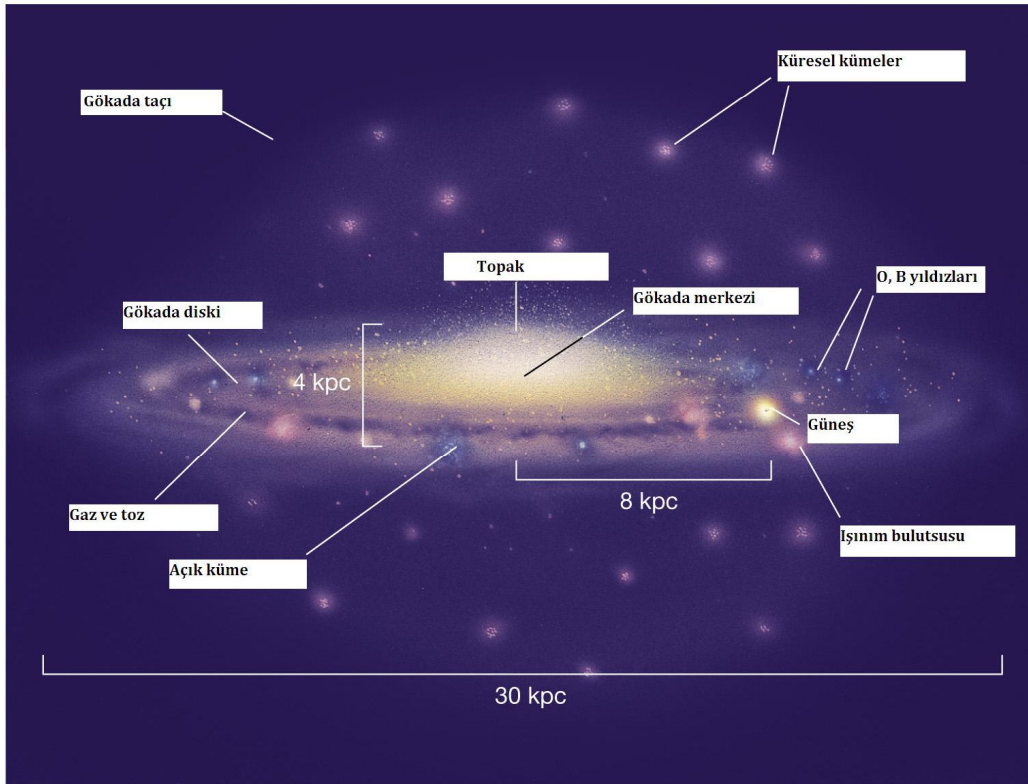


Samanyolu'nun yapısı

Disk: Güneş civarında 300 pc kalınlığındadır. Yaşlı ve genç yıldızları barındırır. İçinde gaz ve toz olduğu için yıldız oluşumu devam eder. Yıldızlar ve gaz merkezin etrafında Kepler yörüngelerinde dönerler. Beyaz renklidir, sarmal kollar hafif mavimsidir.



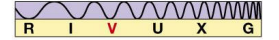
(a) Samanyolu'nun modellenmiş dıştan görünümü



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



Samanyolu'nun içerden gerçek görünümü

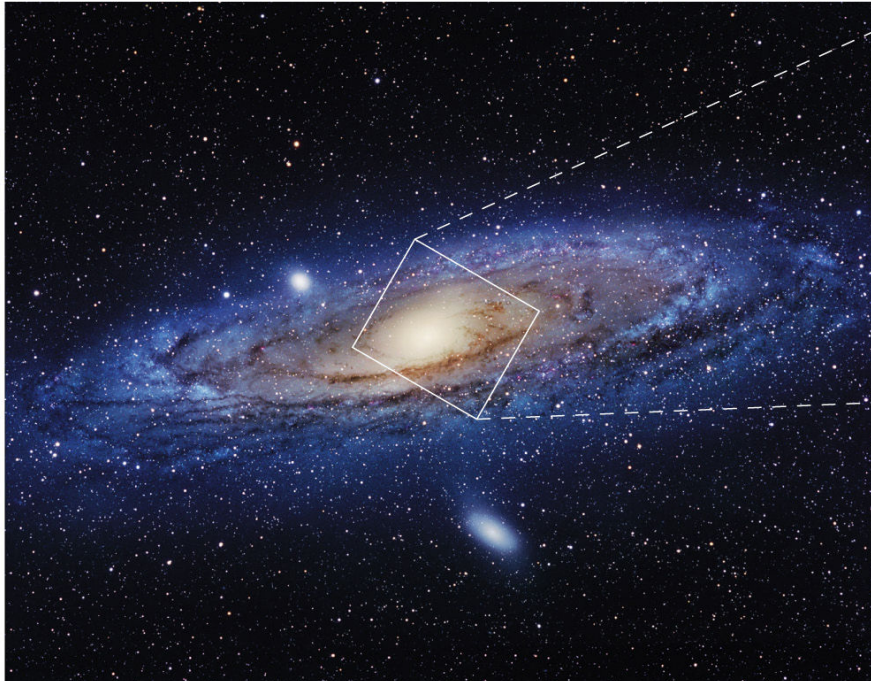


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Taç: Daha yaşlı yıldızların oluşturduğu Küresel kümeler merkezin etrafında rastgele Dönerler. Gaz ve toz, dolayısıyla yeni yıldız Oluşumu yoktur. Kırmızımsı renktedir.

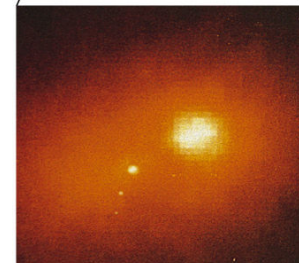
Topak: 6 kpc uzunluğunda ve 4 kpc kalınlığındadır.

Benzer gökadarlar



(b)

Andromeda, topak ve disk gözüküyor, ama taç yok.

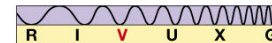


(a)



(b)

Yüzü dönük sistem
M101 ve kenardan
Görünen sistem
NGC 4565



Samanyolu'nun oluşumu

Gökada öncesi gaz kütleçekim altında çöker.

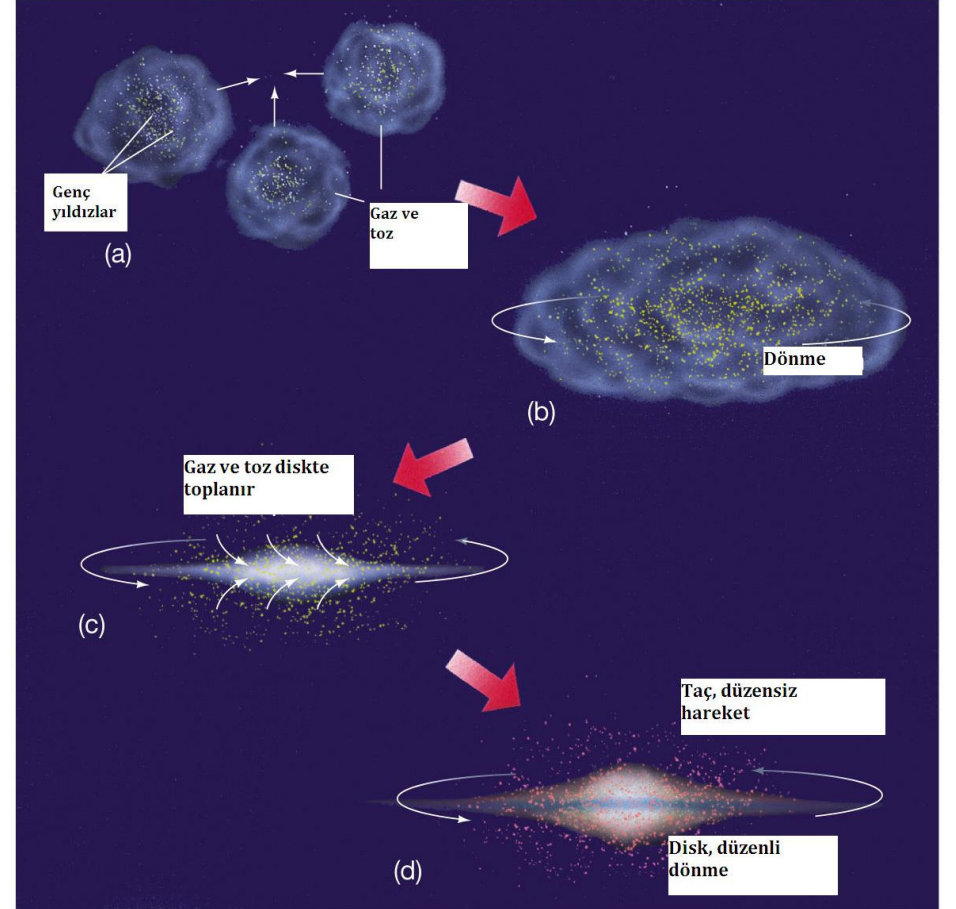
Taç yıldızları (muhtemelen Çoğu gaz kümeleri birleşirken) doğar.

Dönme gazı incelterek ince disk haline sokar.

Gaz ve toz diskte birikir.

Taçta yıldız oluşumu durur.

Diskte ise genç yıldızların oluşumu devam eder.

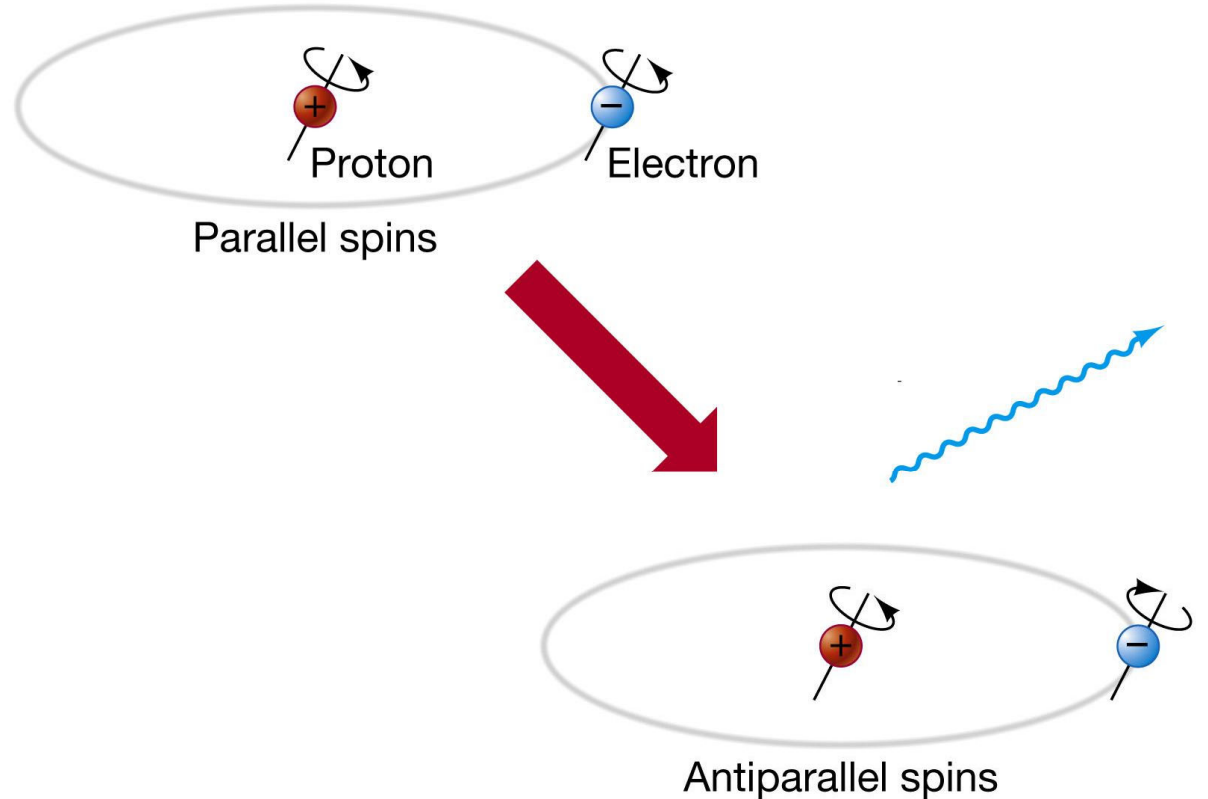


Sarmal kollar

- Optik teleskoplarla gökadamızdaki sarmal kolları inceleyemeyiz. Ama radyo dalgaları yıldızlararası ortamdan geçip giderler.

- Hidrojen gazı 21 cm dalgaboyunda bir ışınım yapar.

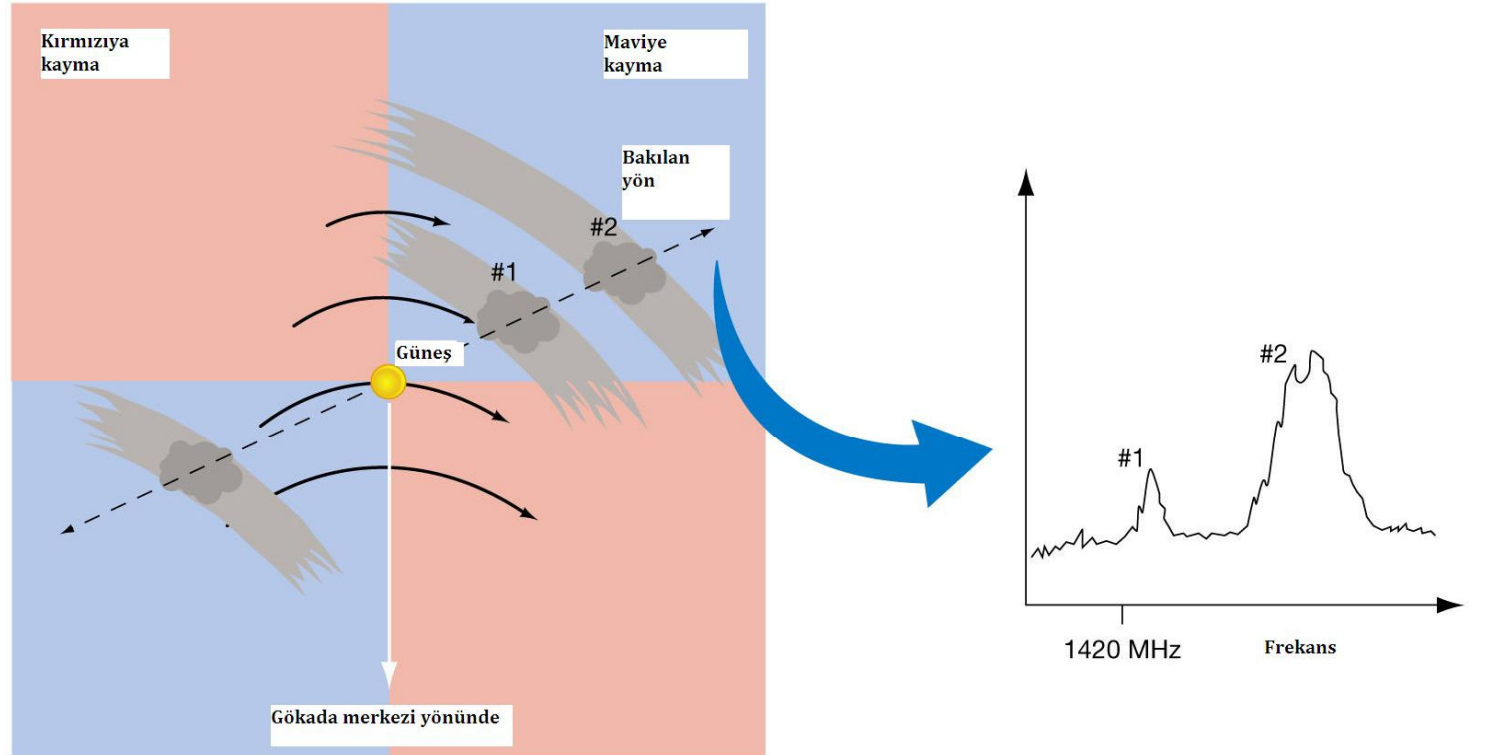
Sarmal kolların yapısını bu ışınımı kullanarak bulabiliriz.



Samanyolu radyo haritaları

Değişik miktarlarda gaz diskteki konumuna göre değişik hızlarda hareket edeceği için biz 21 cm Radyo dalgalarını kullanarak değişik gaz bulutlarının nerede olduğunu ve yoğunluğunu bulabiliriz.

Genelde bu verilerle bir dağılım modelini karşılaştırarak yapılır.



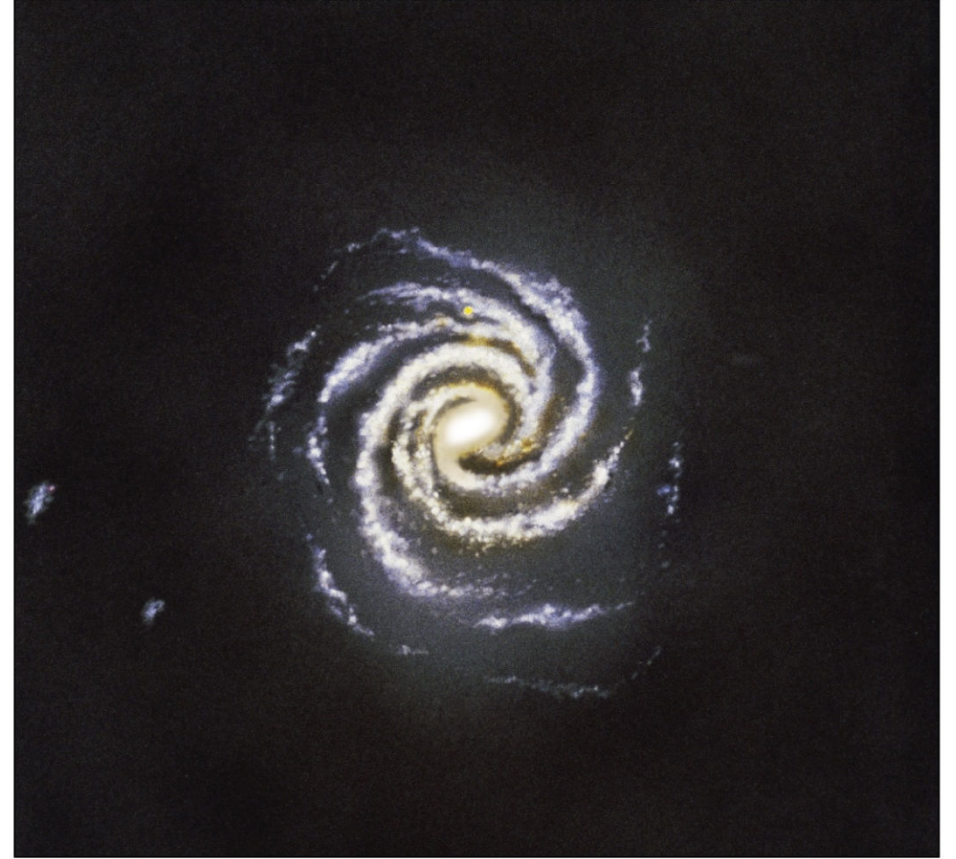
Sarmal yapı

21 cm çalışmaları gökadamızın sarmal yapısını ortaya çıkarıyor.

Gaz 50 kpc kadar diskte uzanır.

Halo'nun büyüklüğü ise 30 kpc civarındadır.

Gazın ve yıldızın yoğun olduğu bölge ise 15 kpc civarında uzanır.



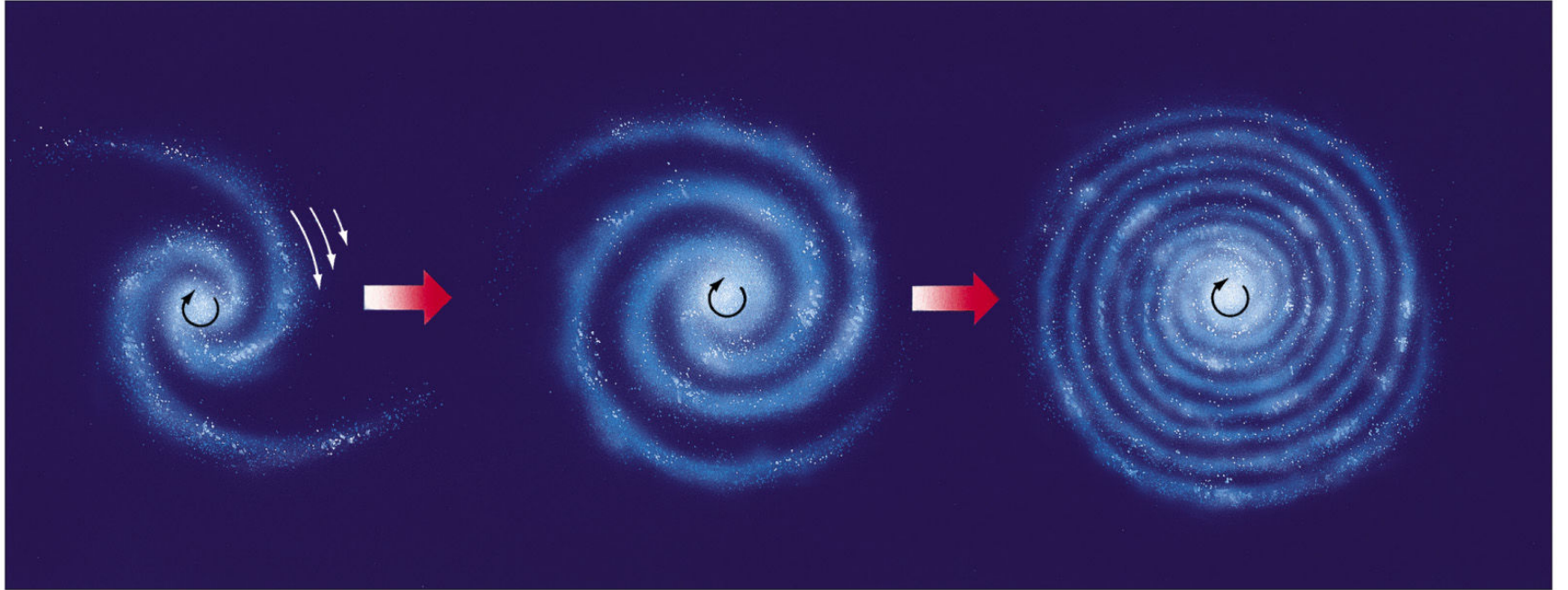
30 kpc
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Samanyolu gaz dağılım modeli

Nedir bu sarmal kollar?

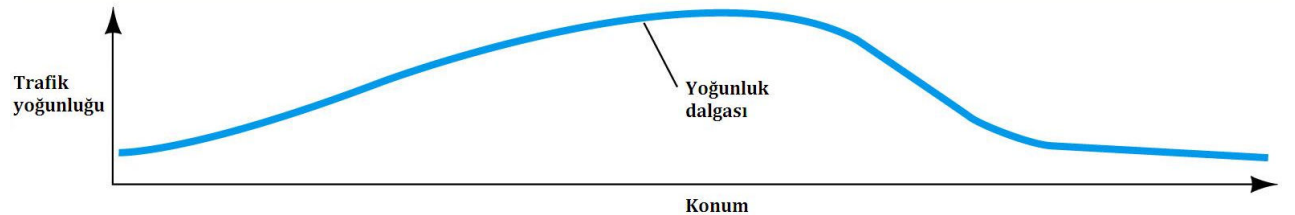
Sarmal kollarda bol miktarda gaz ve toz olduğu için yıldız oluşumu da hızla sürer. Evrimlerinin başında büyük yıldızları bulabildiğimiz için mavi ve parlaktırlar. Ayrıca içlerinde ışımaya bulutsuları da vardır. Parlaklıkları nedeni ile başka sarmal gökadalara baktığımızda il önce sarmal kolları görürüz.

Ama sarmal kollar ile diskin hareketi arasındaki bağ sıkı olmamalıdır. Yoksa diskin farklı bölümdeki hareketleri bu sarmal kolları hızla yokederdi!



Sarmal yoğunluk dalgaları

- Sarmal kollar için bilim insanlarının en benimsediği teori diskin hareketinden bağımsız ilerleyen bir yoğunluk dalgasıdır. Dalgayı oluşturan çok büyük ihtimalle uydu gökadalarmız.
 - Dalga olduğu bölgedeki gazı sıkıştırarak yıldız oluşumunu yaratır.
 - Dalgaya giren gaz yavaşlar, sıkışır, yıldız oluşturur, sonra da dalgadan çıkarak yoluna devam eder.
 - Oluşan yıldızlar da zaman içinde dalgadan çıkarak disk popülasyonuna karışırlar.

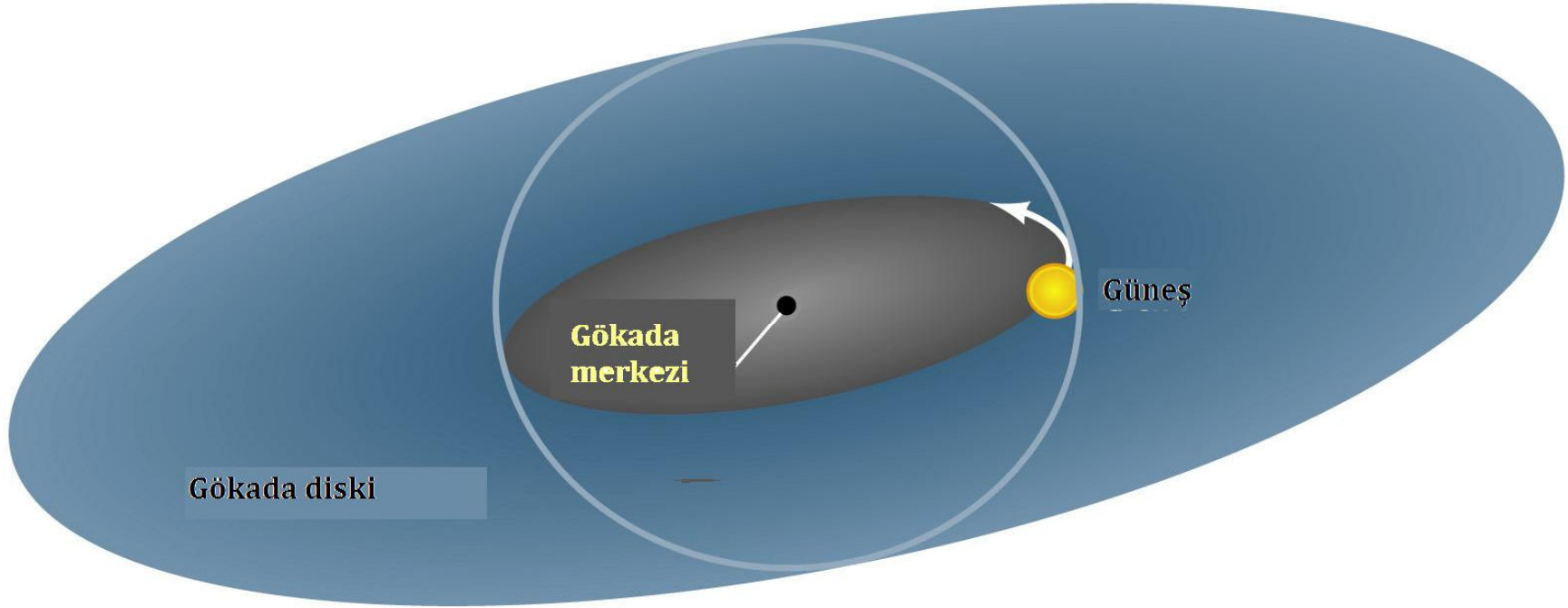


Gökadamızın kütle dağılımı

Diskteki yıldızlar merkez etrafında Kepler yörüngelerinde dolaştıkları için gökada diskinin Kütlesi yıldızların hareketi incelenerek bulunabilir.

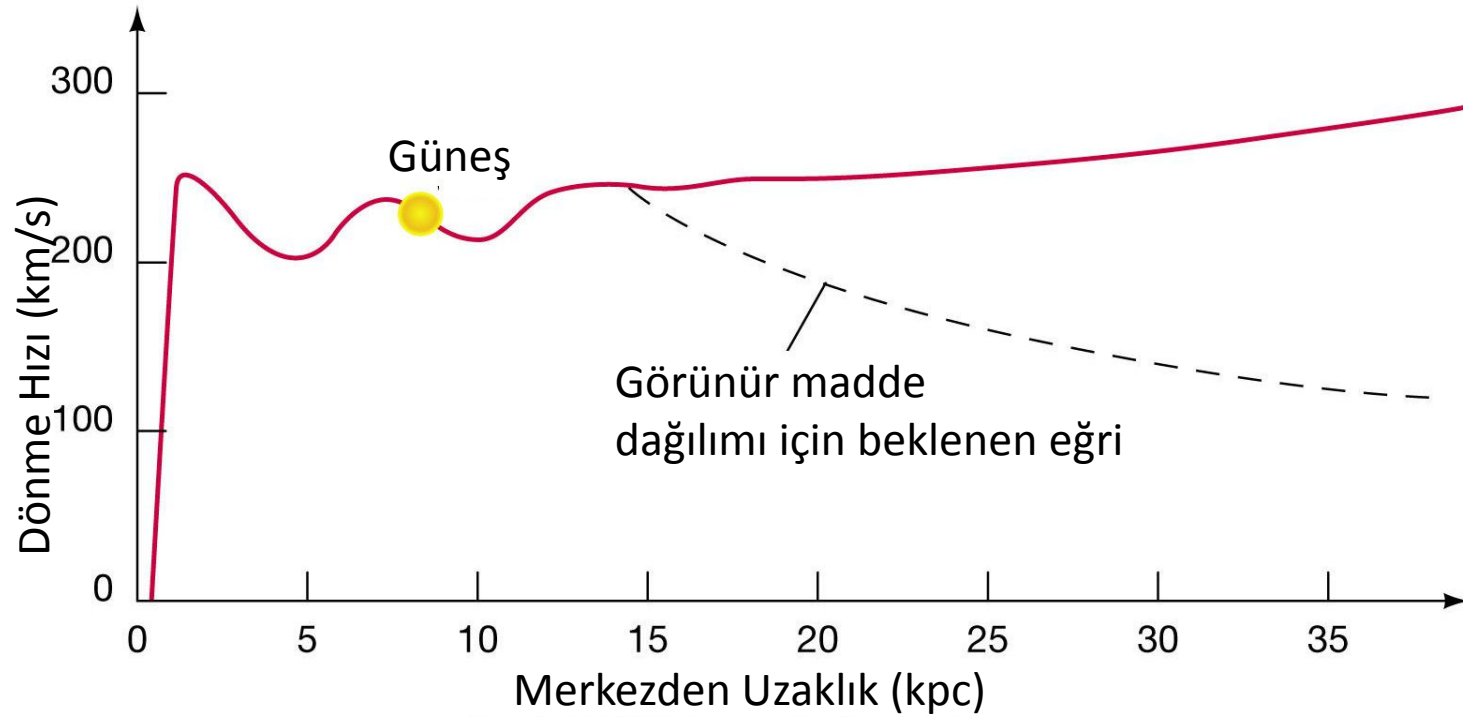
Yörünge içindeki toplam kütle = (AU biriminde yörünge yarıçapı)³ / (yıl biriminde periyot)².

Örnek: Güneş 8 kpc ötede ve periyodu 225 milyon yıl. Yörünge içi kütle = 9×10^{10} Güneş kütlesi.



Gökada dönme eğrisi

- Gökada'da kütle dağılımını bulmak için dönme eğrisi kullanılır



Karanlık madde!

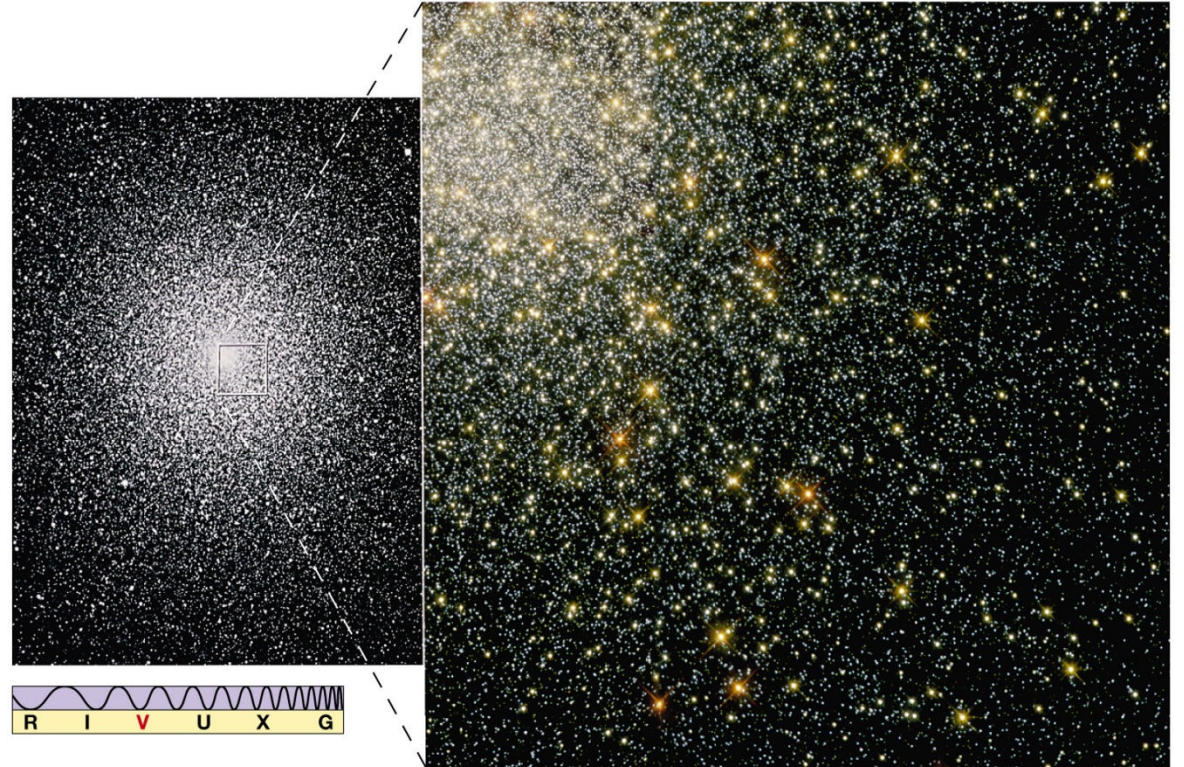
- Eğriye göre 15 kpc'e kadar $2 \times 10^{11} M_{\odot}$, 40 kpc'e kadar ise $6 \times 10^{11} M_{\odot}$ var. Yani karanlık madde görünen maddenin en az iki katı!
- Karanlık madde adayları:
 - Kara delikler (fazla katkı yapmıyorlar)
 - MACHO'lar (Massive Compact Halo Objects, ağır ve yoğun halo nesnelere)
 - WIMP'ler (Weakly Interacting Massive Particles, az etkileşen ağır parçacıklar)

MACHO'lar

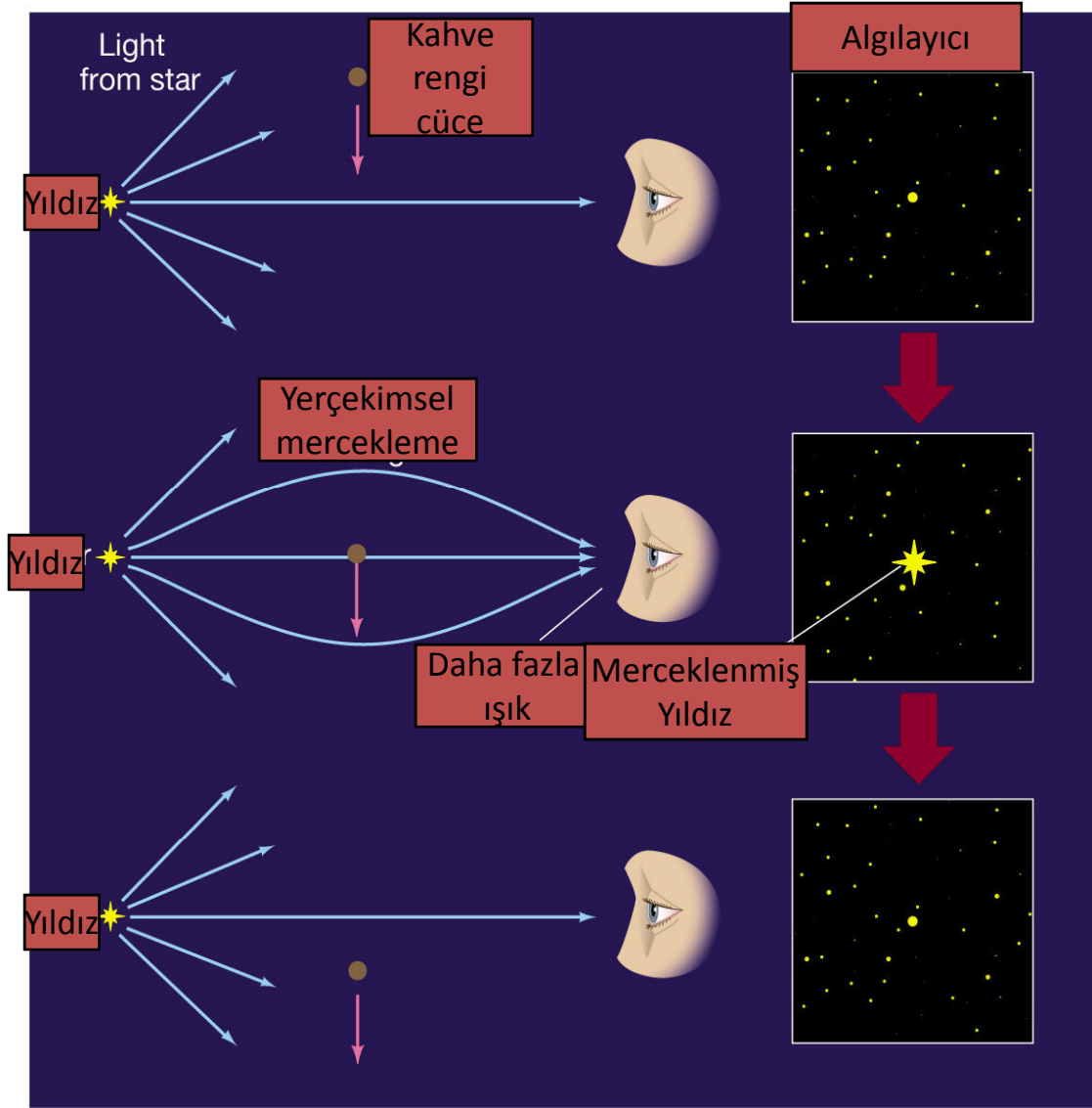
Yıldızsı, ama sönük nesnelere: kahverengi cüceler (ışımazlar), sönük beyaz ve kırmızı cüceler.

Sayıda çok olabilirler ve bulunmaları zordur.

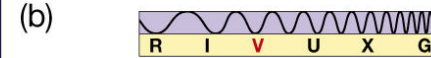
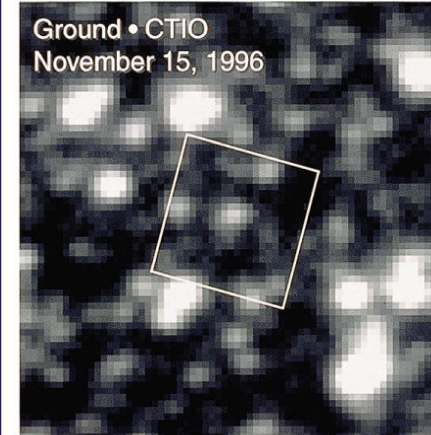
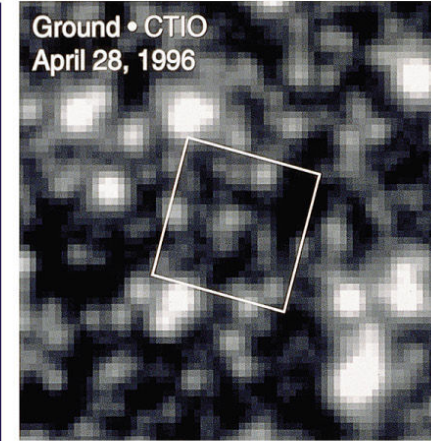
Hubble gözlemleri bazı MACHO adaylarını elemiş durumda. Mesela kırmızı cücelerin yeterli sayıda olamayacağı yakın küresel küme gözlemleri sayesinde öğrenilmiş durumda.



Mikro-mercekleme



(a)



- Üst sınır: %50!
- Saman yolu'nda karanlık maddenin en fazla %50'si MACHO olabilir.

WIMP'ler

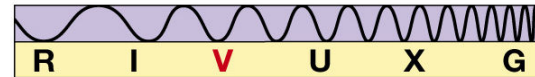
- K t le ekim ve zayıf kuvvetlerle etkileşen ama nükleer ve elektromanyetik kuvvetlerle etkileşmeyen parçacıklar.
- Büyük patlamanın hemen ardında yaratıldıkları düşünülüyor.
- Sadece gökadalarda değil, tüm evrende kozmolojik olarak kara maddenin daha gökadalardan oluşmadan dağılmış olması gerekiyor, o yüzden WIMP'ler daha doğal bir kaynak.
- Őimdiye kadar varlıkları kanıtlanabilmiş değil, ama yeni deneylerle bu konuda daha fazla bilgimiz olacak.

Evrende karanlık madde II

- UGC 10214'ün arkasında bıraktığı iz karanlık maddeden oluşan bir gökada ile etkileşimi sonucu ortaya çıkmış olabilir.



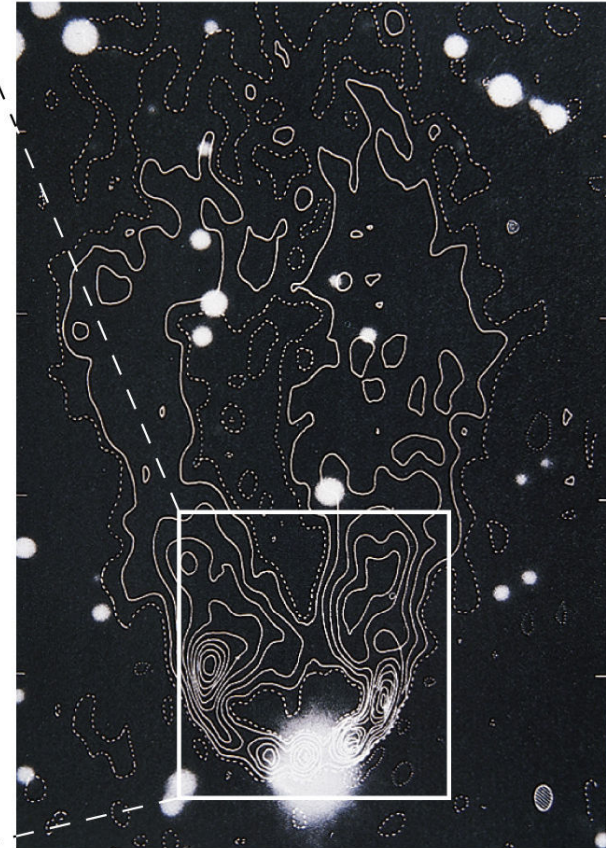
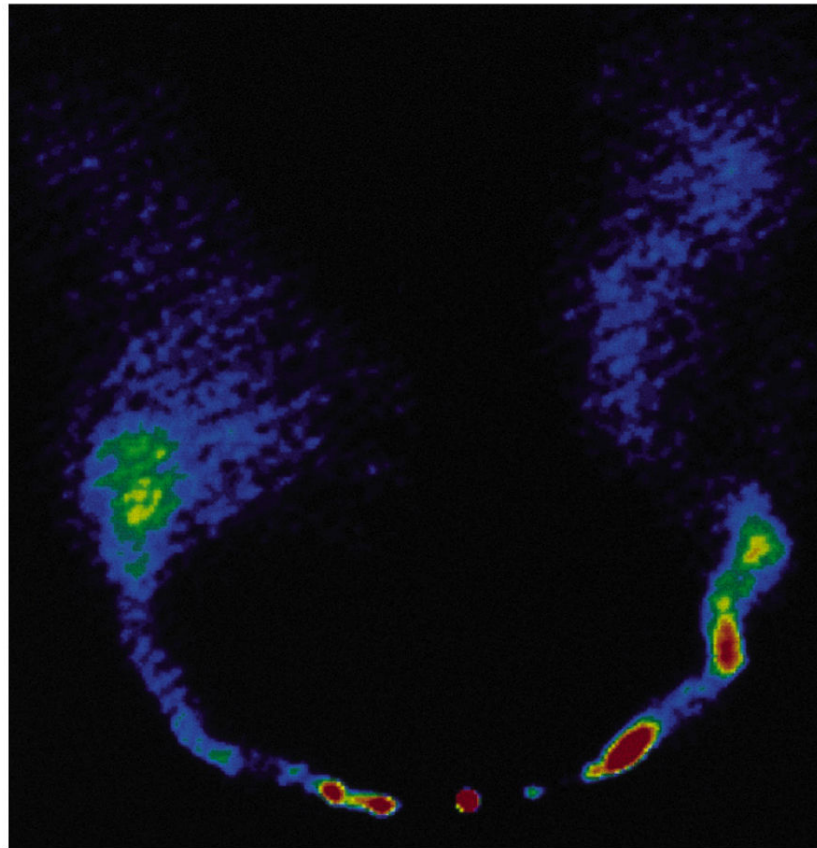
15 -17 Ağustos,



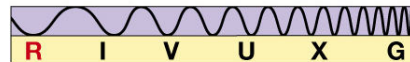
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Karanlık madde III

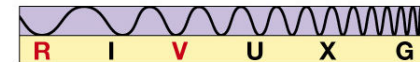
- NGC 1265 karanlık madde denizinde yüzerken radyo lobları takip ediyor.



15-17 A (a)

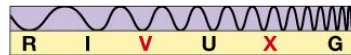
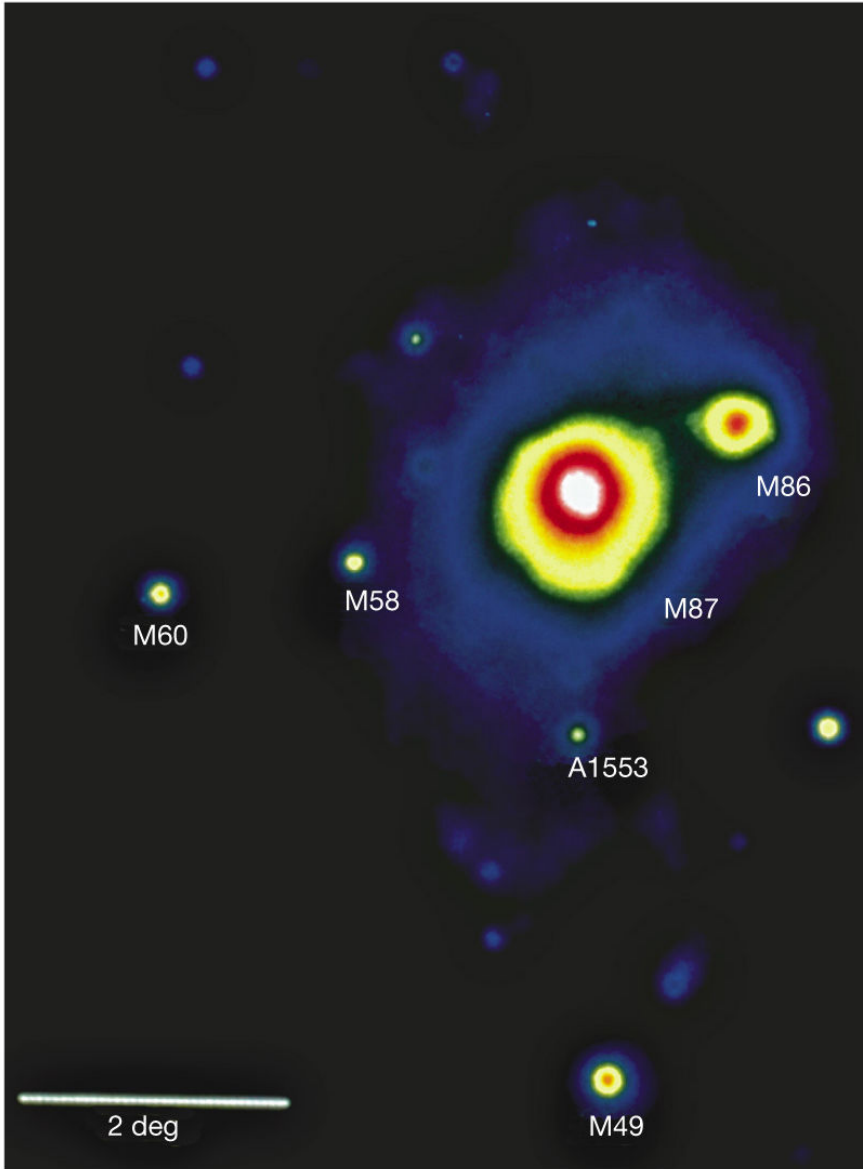


(b)



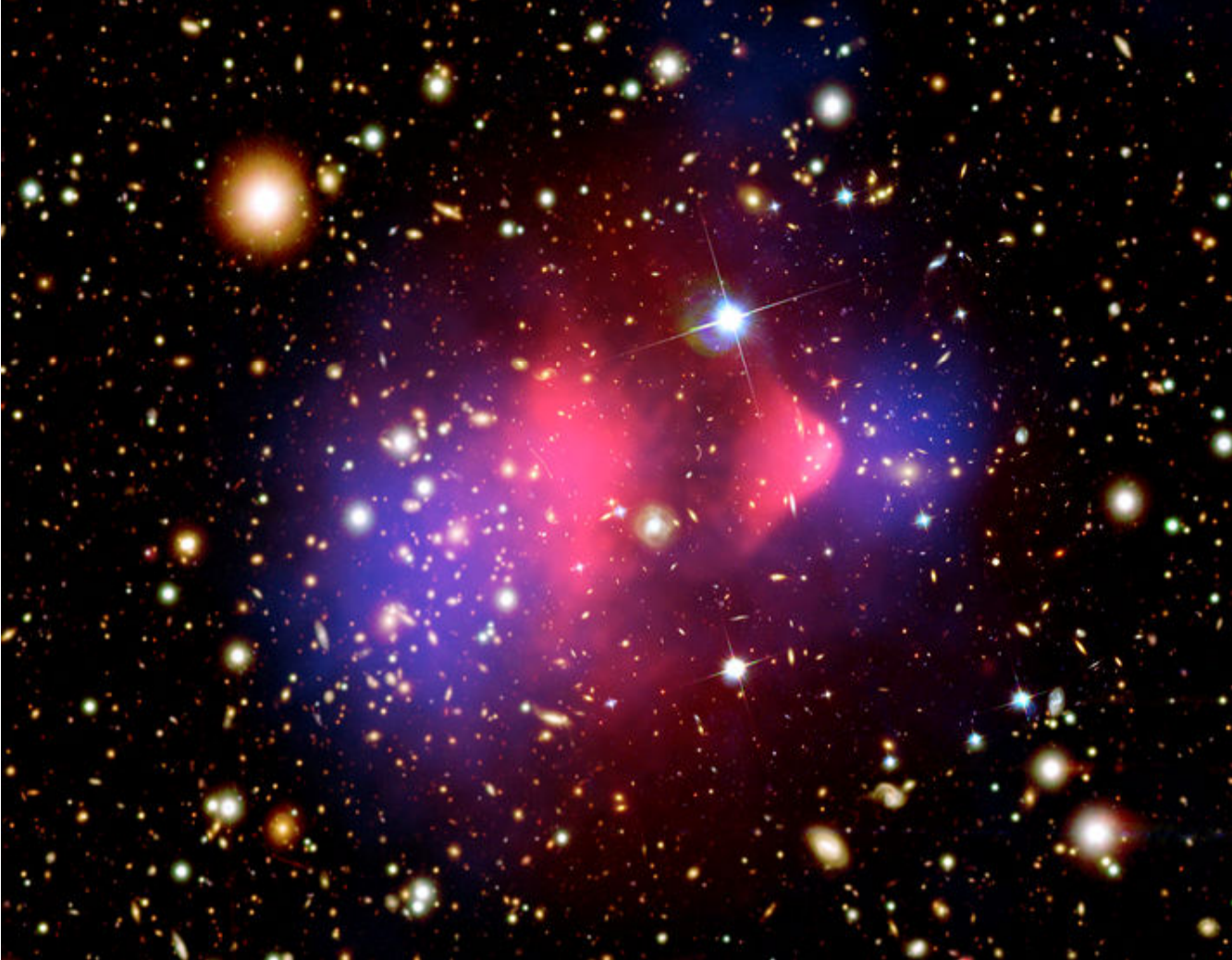
Karanlık madde IV

- Virgo Gökada Kümesi'nin X-ışını ve optikte görünümü.
- Sıcak gazı yerinde tutacak kadar görünür madde yok!

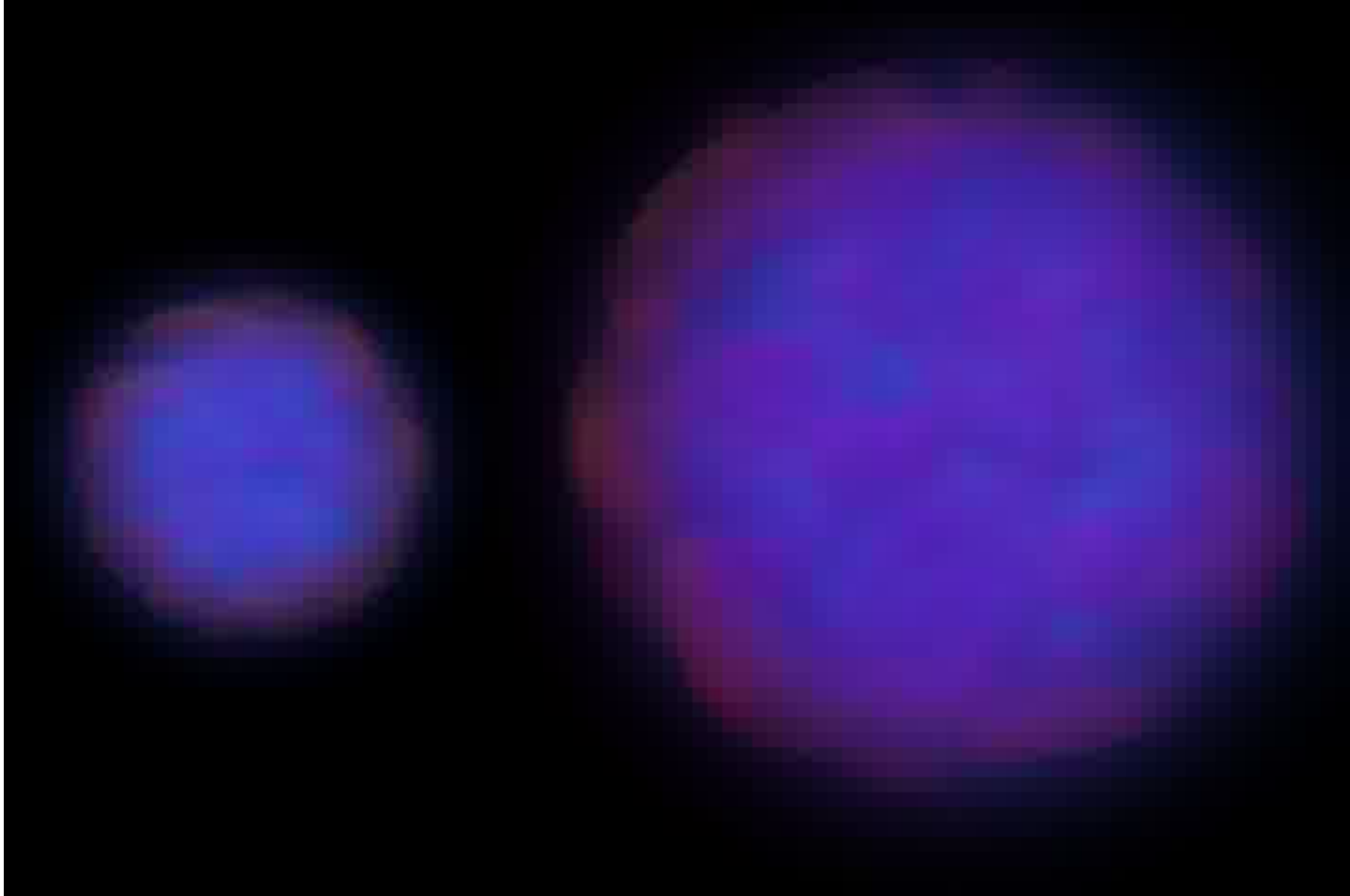


Karanlık madde V

- Mermi Kümesi.
- Pembe X-ışınları
- Mavi ise kütleçekimsel mercekleme sonucu bulunan maddenin dağılımını gösteriyor.

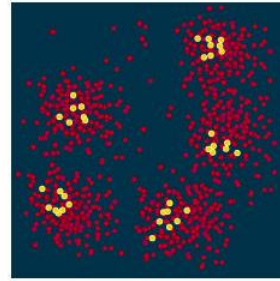
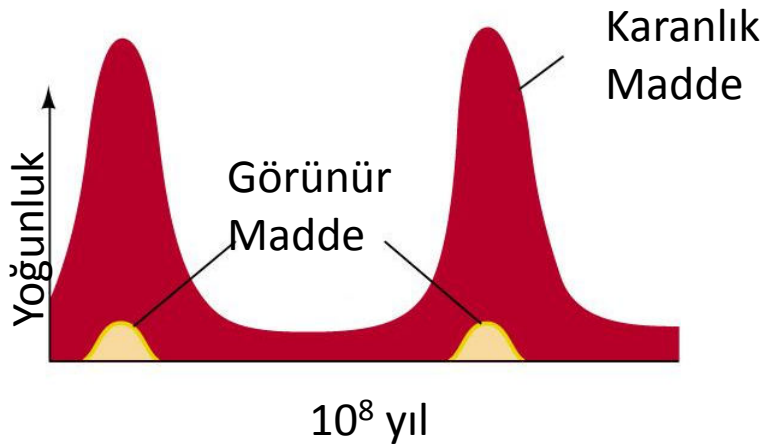
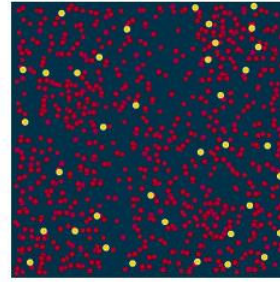
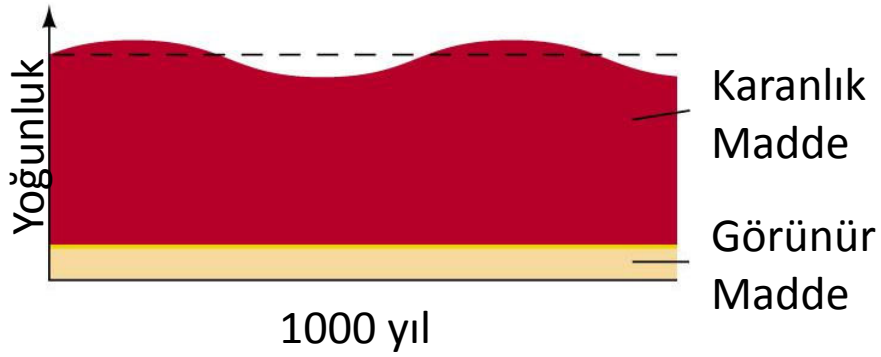
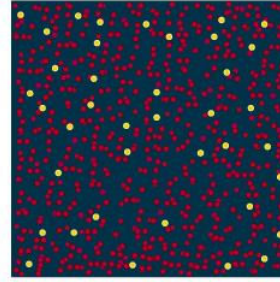
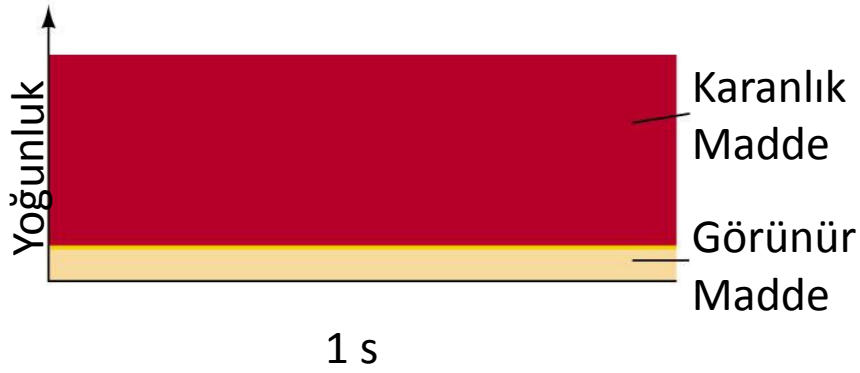


Mermi kümesi



Karanlık madde ve kozmoloji

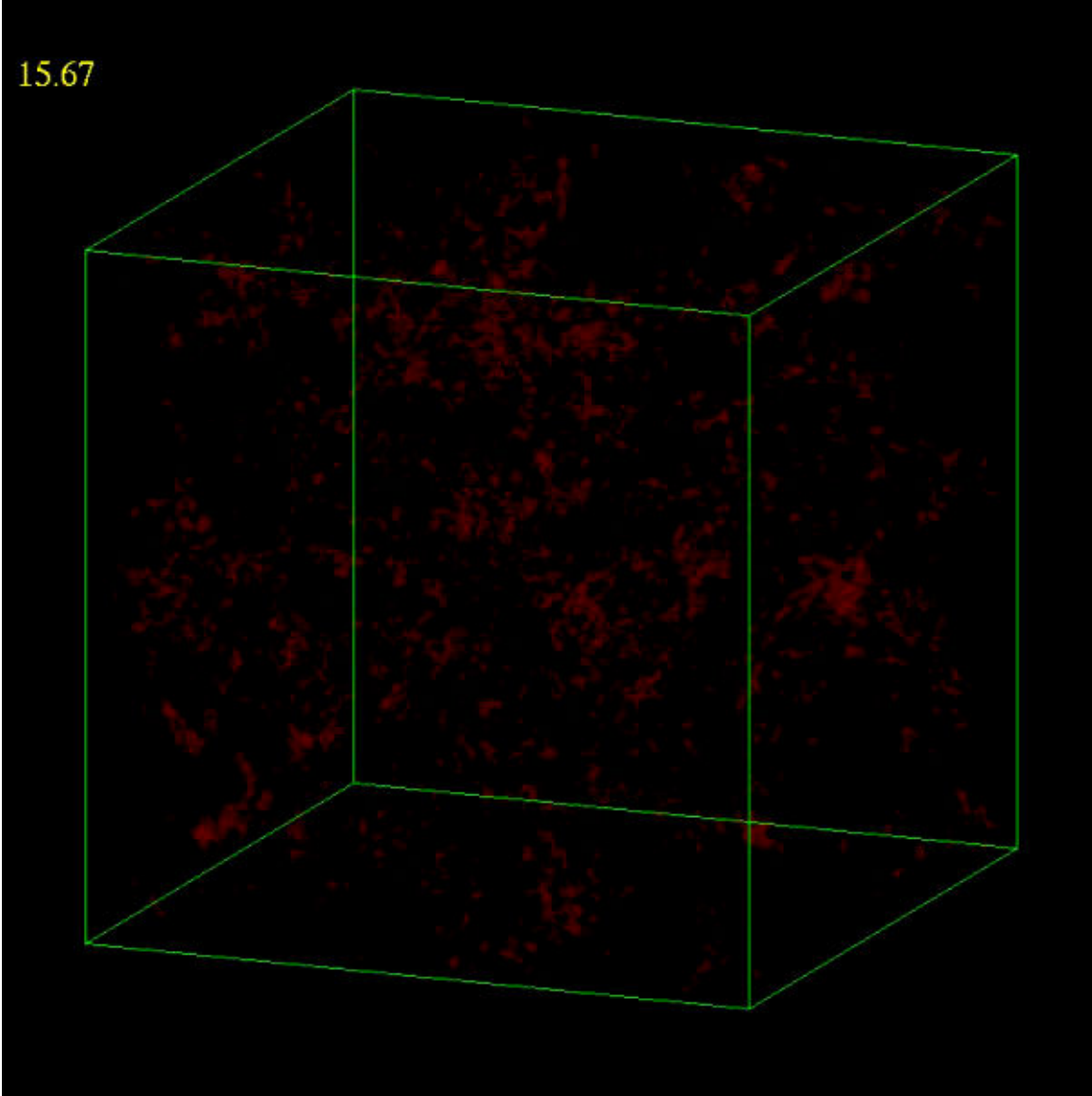
- Peki sorun ne?
 - Jean Dengesizliđi koşullarında madde ve ışık birbirinden ayrılmasıyla gözlenen ilk gökadalaraın oluşması arasında çok az zaman var! Bu kadar az zamanda gökadalaraın oluşamaması gerekiyordu.
 - Sorunu karanlık madde çözüyor. Karanlık madde elektromanyetik dalgalarla etkileşime girmediği için ışığın görünür maddeden ayrıldığı dönemden çok önce çökmeye başlıyor. Bu da gökadalaraın oluşması için yeterince zaman var demek.
 - Görünür madde de karanlık maddenin çekim gücü altında topaklanarak teleskoplarla inceleyebildiğimiz gökadalaraı oluşturuyorlar.



Karanlık Madde ve Kozmoloji

- Görünür madde karanlık maddeyi takip eder!

Gökada kümelerinin oluşumu - modelleme



- Hiyerarşik oluşum modellemesi.

Gökada çeşitleri

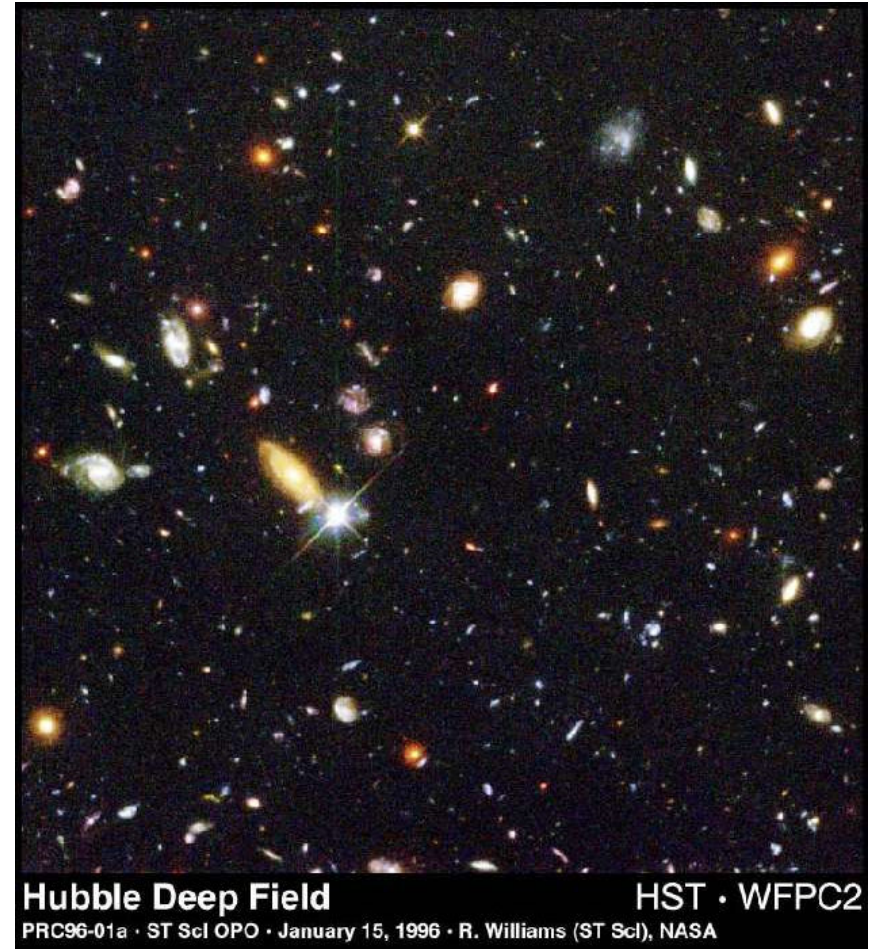
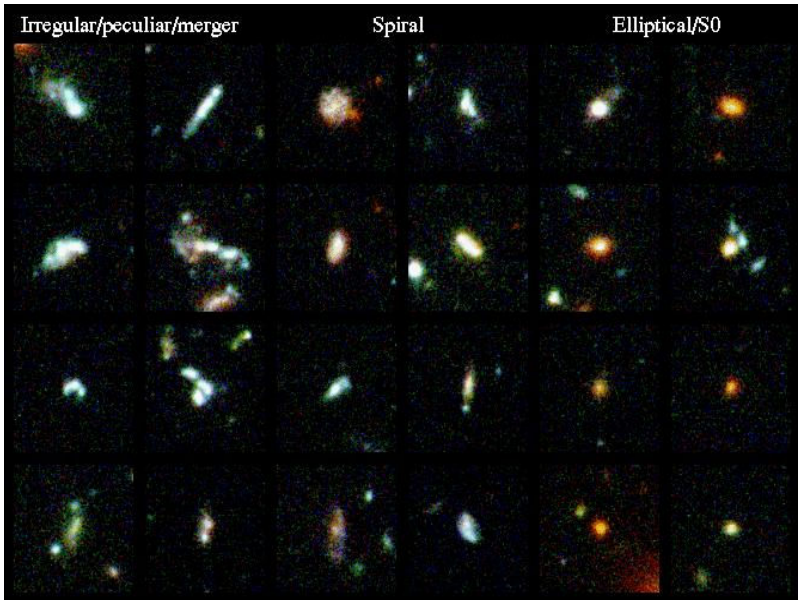
Hubble sınıflandırması:

Sarmal

Çubuklu Sarmal

Eliptik

Düzensiz



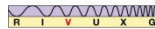
Sarmallar

- Düz, parlak bir disk içinde sarmal kollar.
- Tacında sönük yıldızlar.
- Yıldızların yoğunluğu merkeze yaklaştıkça artar.
- Gaz, toz ve yıldız oluşumu sarmal tanımlamasına

yeterlidir.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



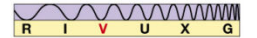
(a) M81 Type Sa



(b) M51 Type Sb



(c) NGC 2997 Type Sc



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Eliptik gökadar

- Sarmal kol, disk, gaz toz, yıldız oluşumu yok!
- Merkeze yaklaştıkça yoğunluk artar.
- Görünen şekline göre sınıflandırılır.



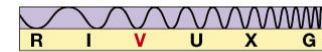
(a) M49 Type E2



(b) M84 Type E3



(c) M110 Type E5



Eliptikler

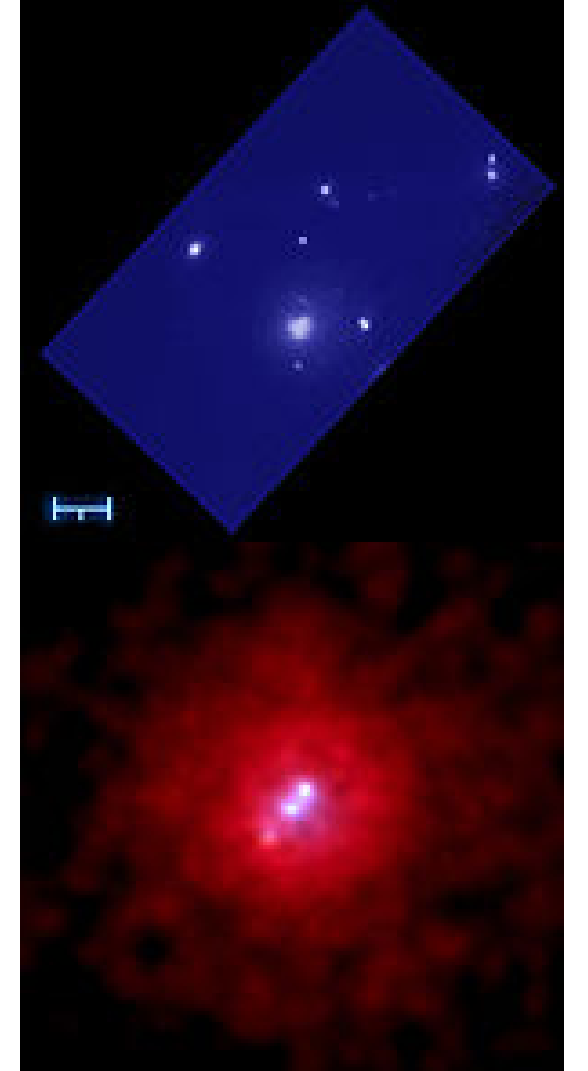
Eliptik gökadar büyüklükleri ve taşıdıkları yıldız sayısı bakımından büyük farklılık gösterir:

Dev eliptikler: trilyonlarca yıldız, birkaç Mpc

Cüce eliptikler: Milyonlarca yıldız, birkaç kpc

“Soğuk” gaz ve toz bulundurmazlar, yeni yıldız oluşumu yoktur, yıldızların merkez etrafındaki hareketi rastgeledir.

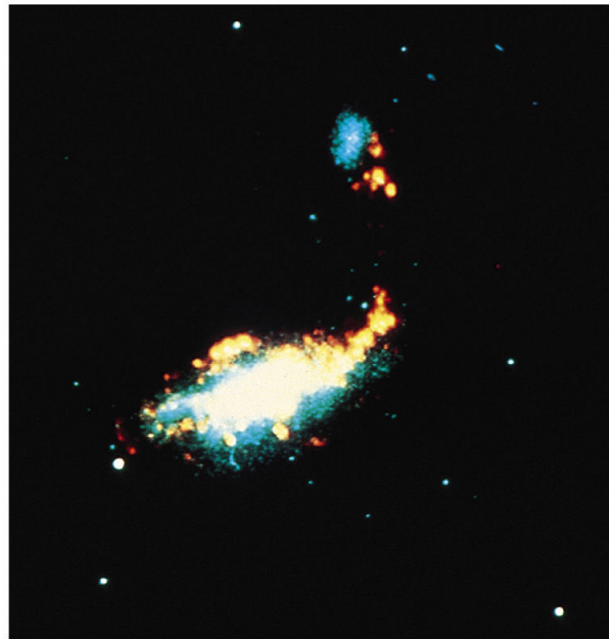
Ama çok büyük bir alanda “sıcak” gaz bulundurabilirler!



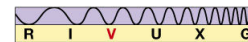
3C 295, Optik ve X ışını

Düzensizler

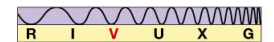
- Gaz toz ve genç yıldızlar açısından zengindirler.
 - 1. tip – sarmalları andıranlar
 - 2. tip – hiçbir şeye benzemeyenler!
- Sarmallardan küçük, cüce eliptiklerden büyüktürler.



(a) NGC 4485/4490



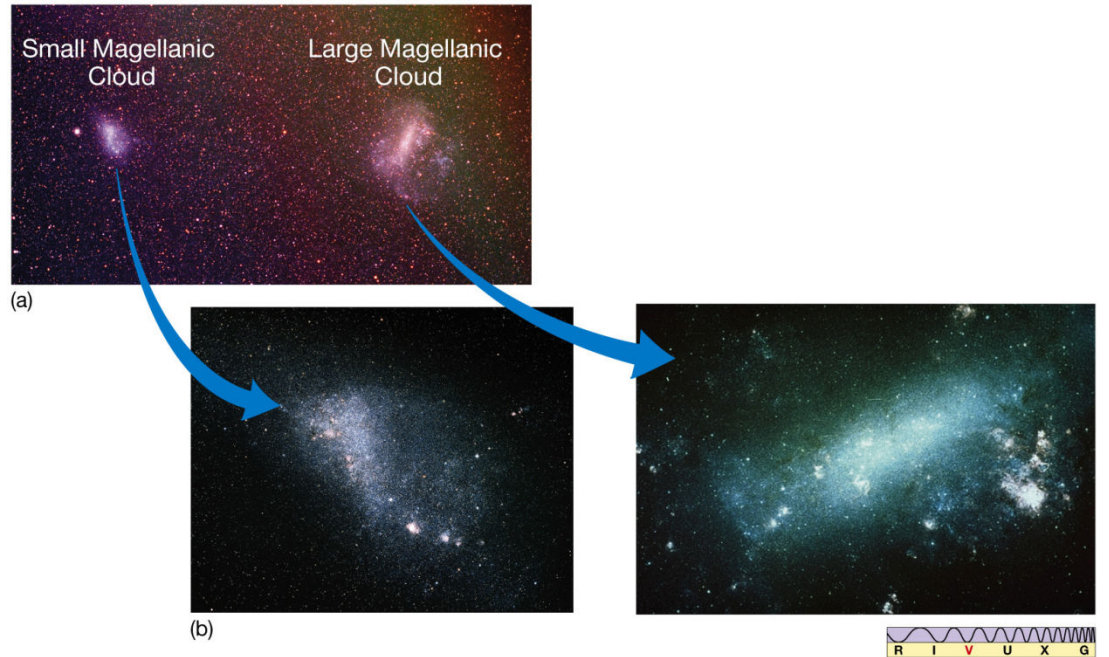
(b) M82



Macellan Bulutları

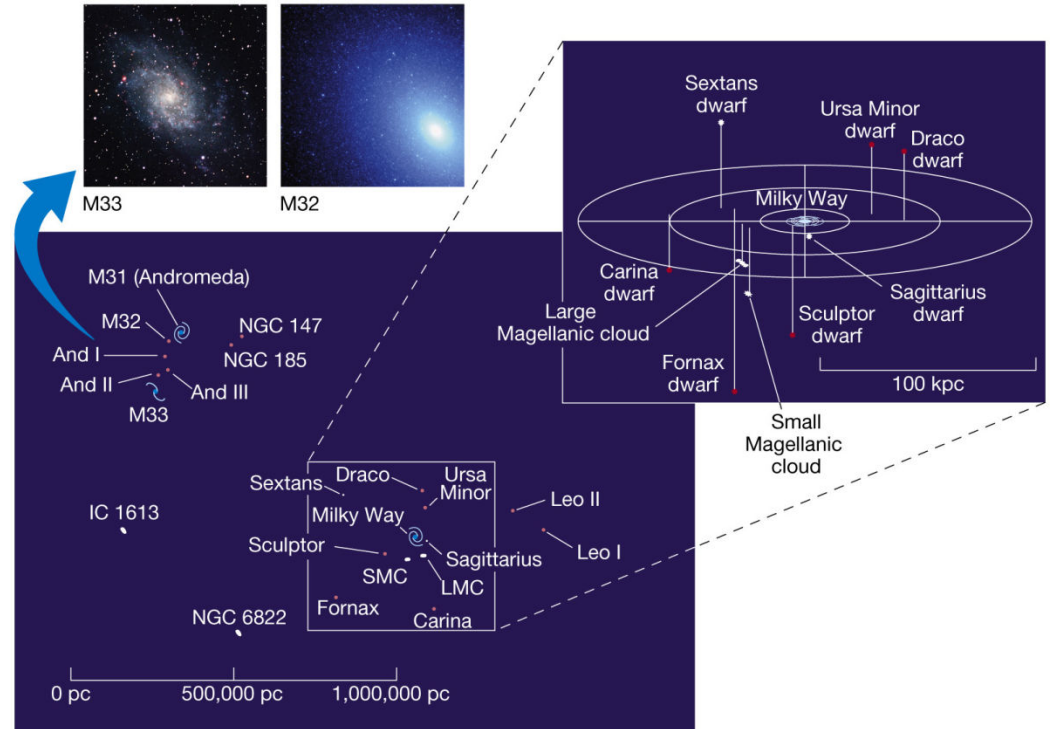
- Samanyolu çevresinde dönen bir çift düzensiz gökada.
- 50 kpc uzakta
- Yıldız oluşumu çok. Samanyolu onların şeklini değiştirirken

onlar da
Samanyolu'nu
büküyorlar.



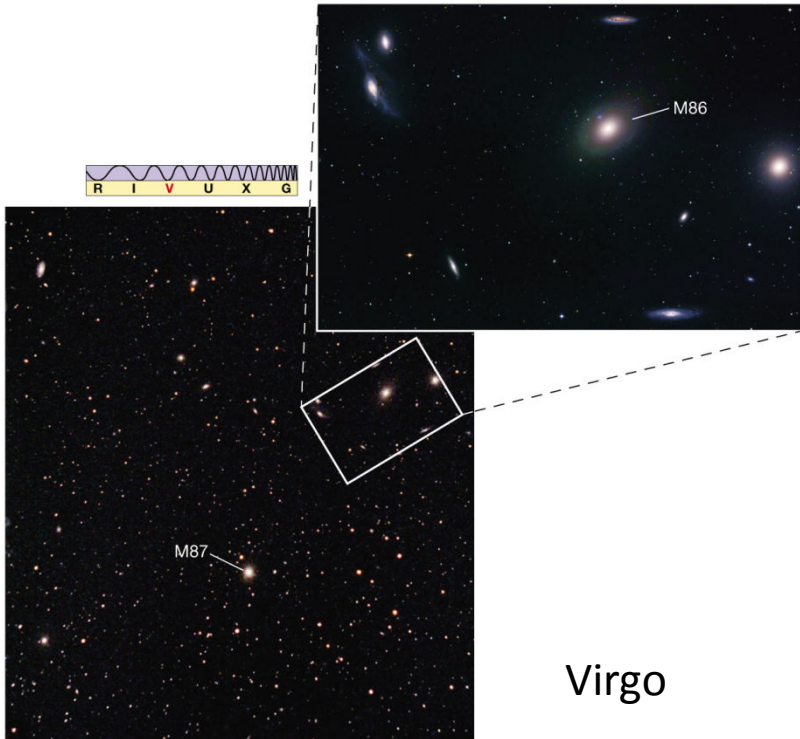
Lokal grup

- Samanyolu, Andromeda ile beraber Lokal Grup'un en büyük gökadarındandır.
- 45 gökadan 42 tanesi cücedir.
- 1 Mpc
- Küçük bir kümedir.



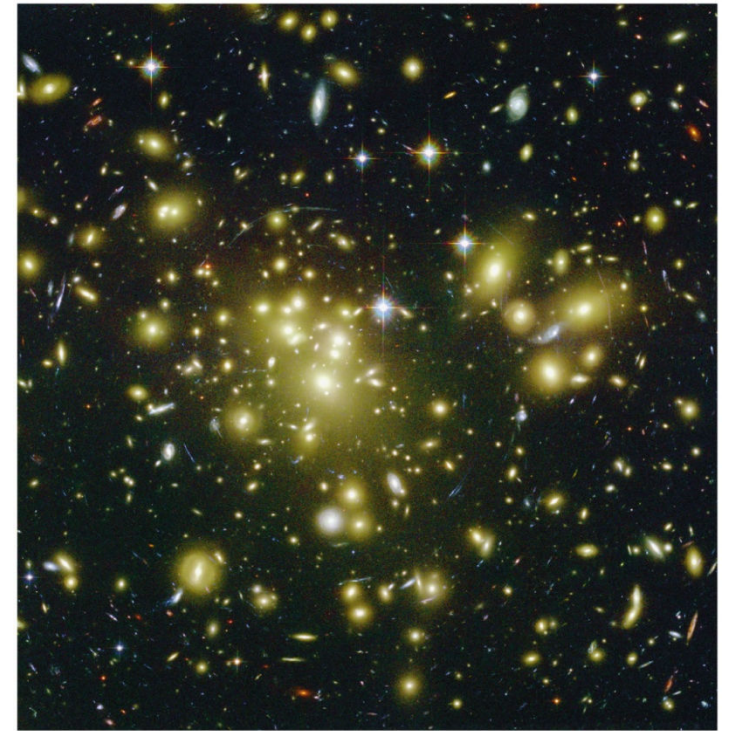
Gökada kümeleri

- En yakın küme Virgo 3 Mpc içinde 2500 gökada barındırır.
- Gökadaların çoğu (%70) kümelindedir.



Virgo

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

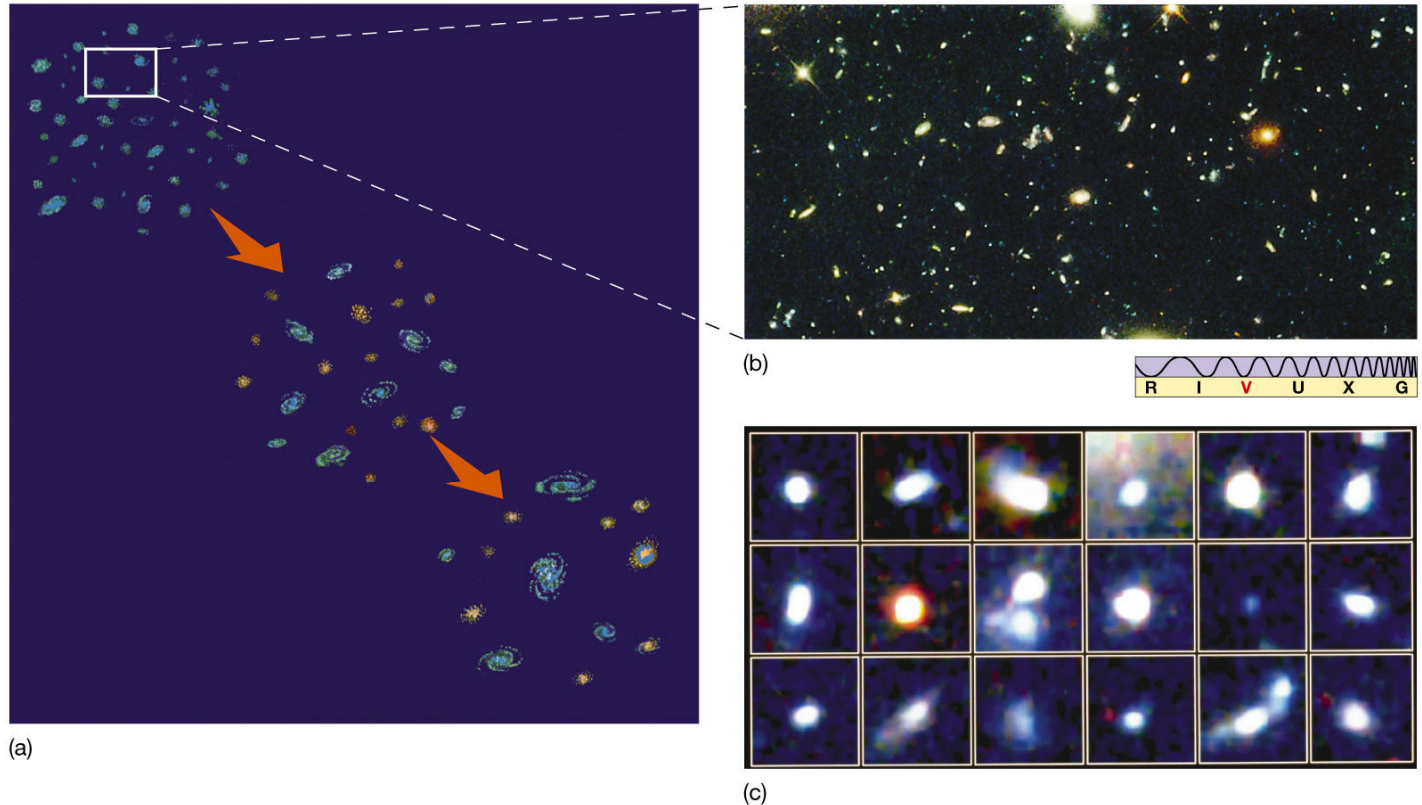


Abell 1689

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

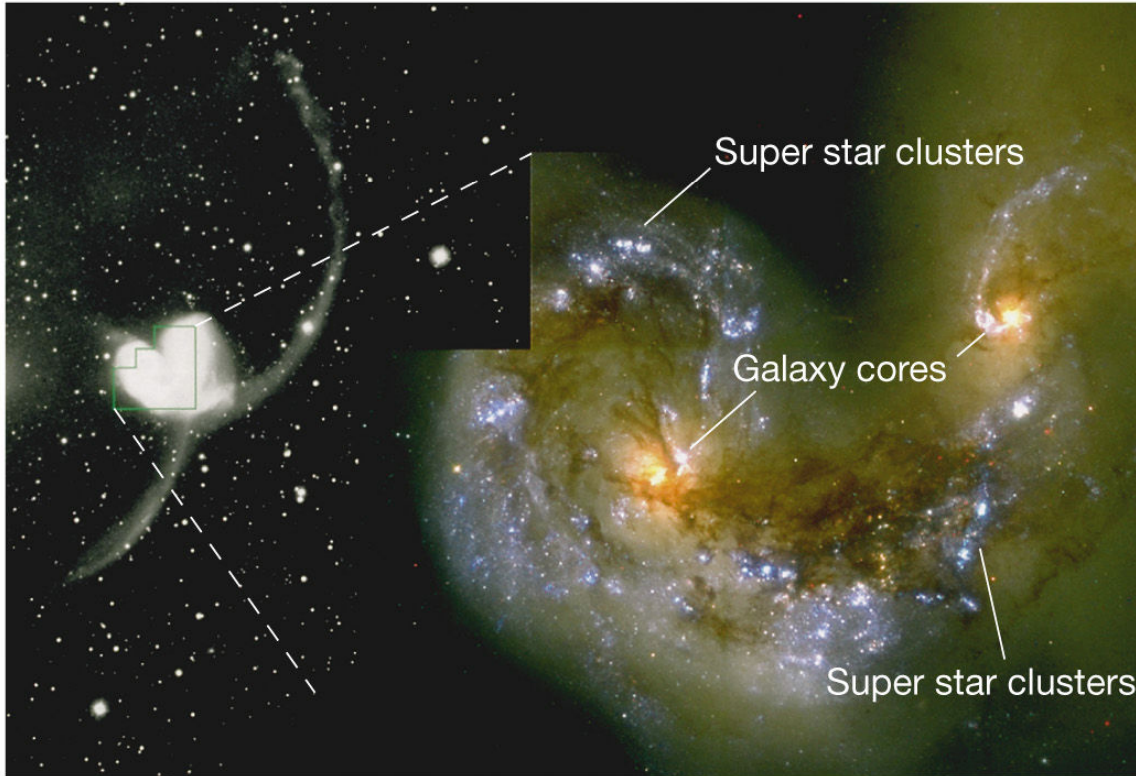
Gökada Evrimi

- Gökadalar birbirleriyle etkileşerek ve birleşerek evrimleşirler. Hubble Deep Field'da görülen uzak gökadalardan düzensiz oluşu bu teoriyi destekler.

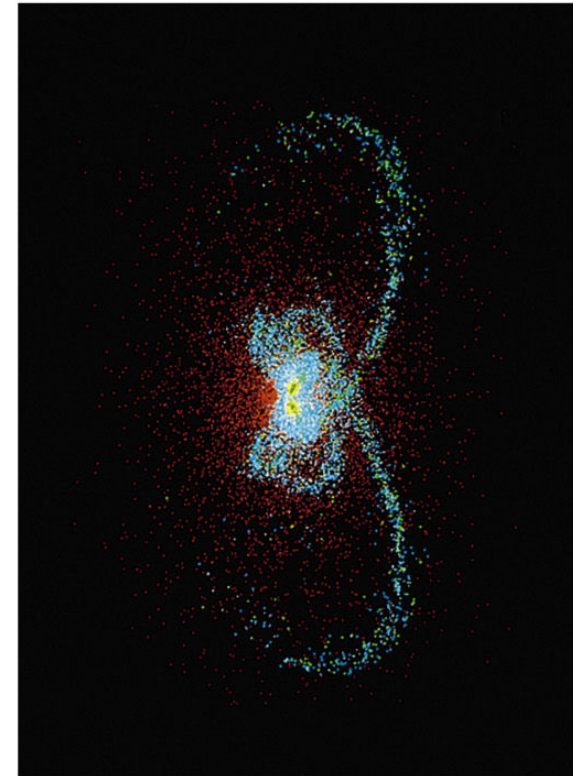


Gökada evrimi

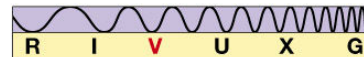
- Gökada çarpışmalarına ve birleşmelerine çevremizde birçok örnek vardır.
- Çarpışan yıldızlar değil gazdır!



(a)

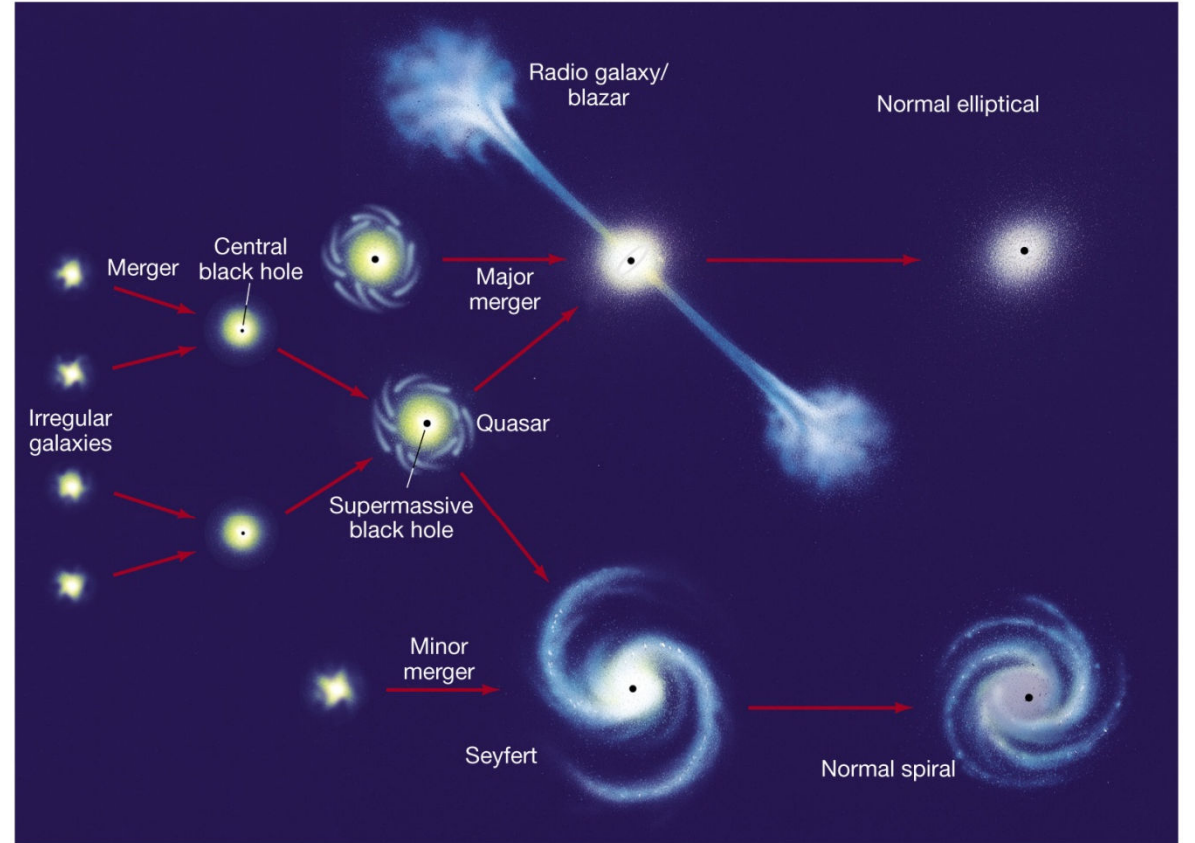


(b)



Gökada Evrimi

- Önce küçük düzensiz gökadarlar birleşir
- Küçük gökadarların birleşmesi Kuvazarları oluşturur.
- Kuvazar küçük gökadarlarla birleşirse sarmalları oluşturur.
- Büyük kuvazarlar birleşirse oluşan dev kara delik etraftaki gaz ve tozu jetlerle püskürterek eliptik gökadarları oluşturur.



Haydi eyvallah!