

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 representing different temperature fluctuations. The colors range from dark blue (cooler) to dark red (warmer), with yellow and green in between. The pattern is highly irregular and noisy, characteristic of the CMB. The map is centered on the sky, with the Earth's position at the center.

**SU Lise Yaz Okulu**

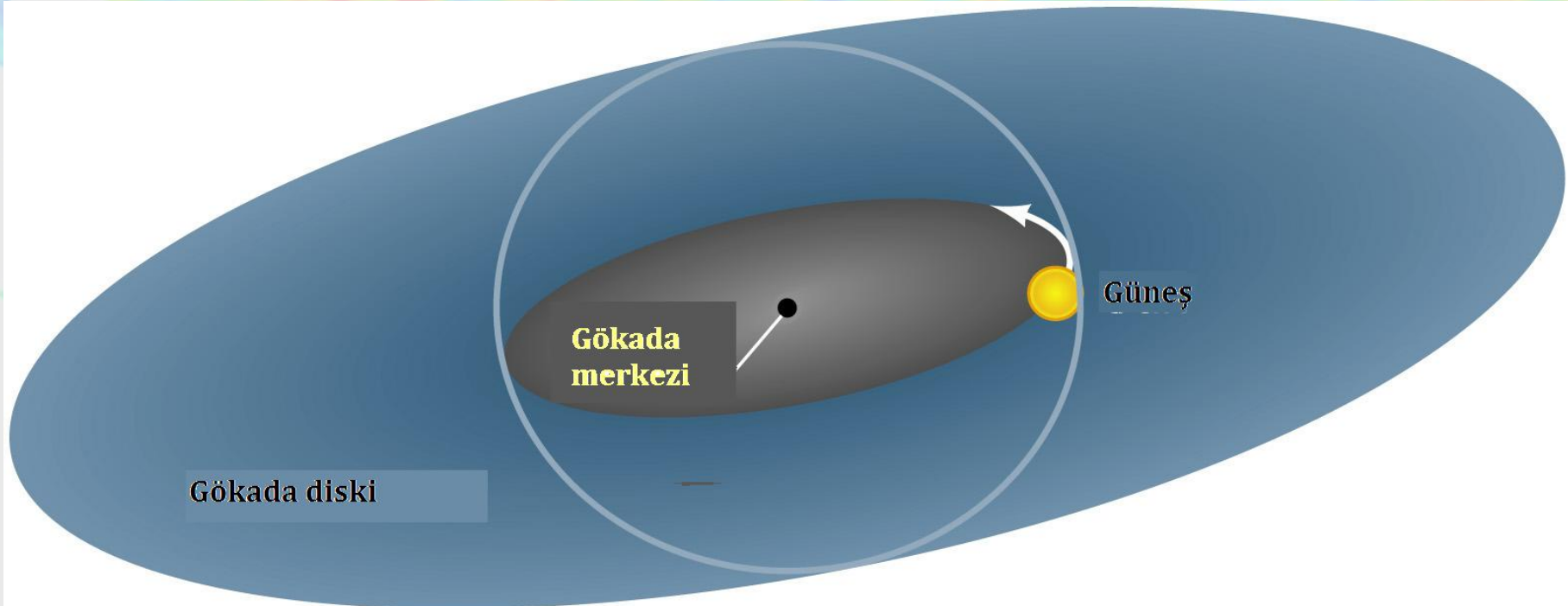
**Karanlık Madde**

# Gökadamızın kütle dağılımı

Diskteki yıldızlar ve gaz bulutları merkez etrafında Kepler yörüngelerinde dolaştıkları için gökada diskinin kütlesi yıldızların hareketi incelenerek bulunabilir.

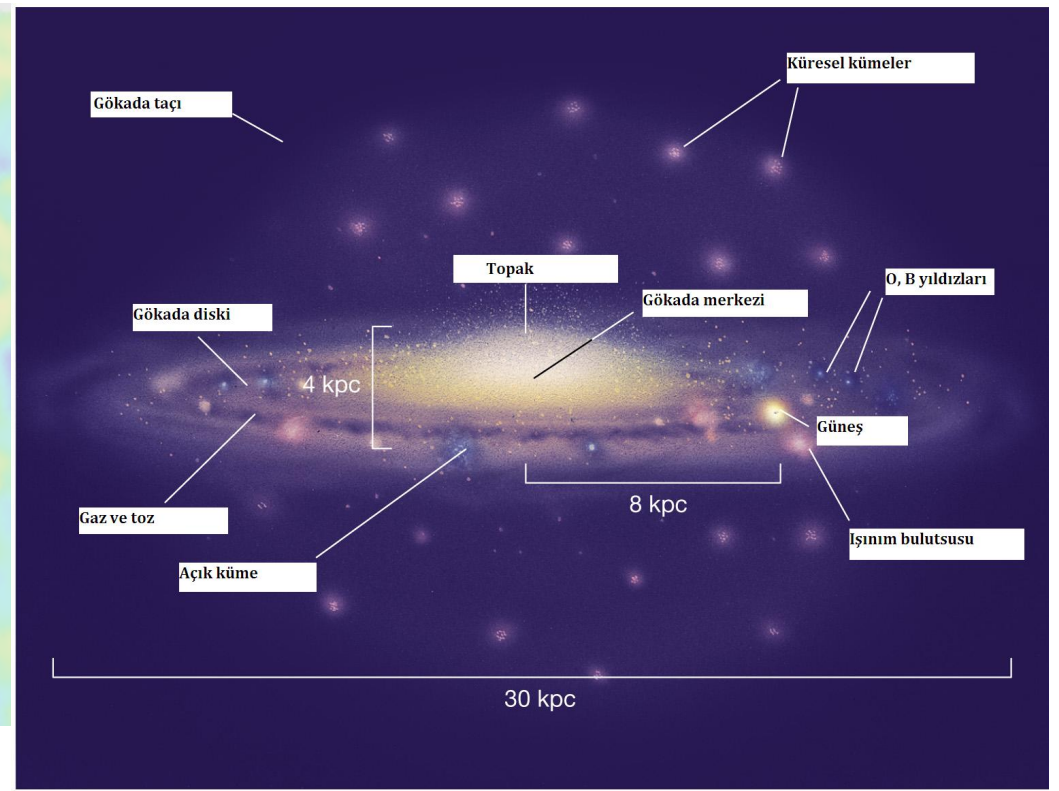
Yörünge içindeki toplam Güneş kütlesi =  $(\text{AU biriminde yörünge yarıçapı})^3 / (\text{yıl biriminde periyot})^2$

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

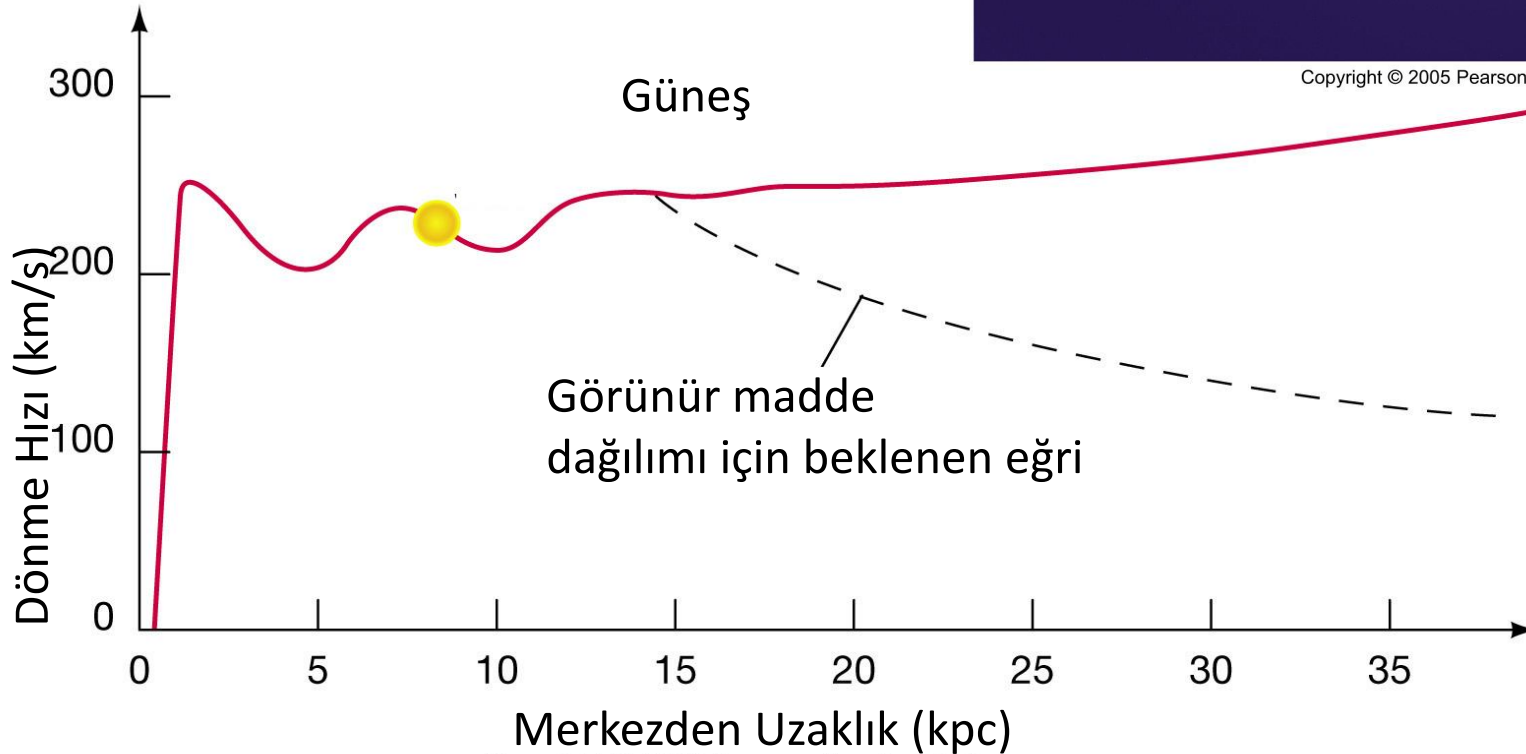


# Gökada dönme eğrisi

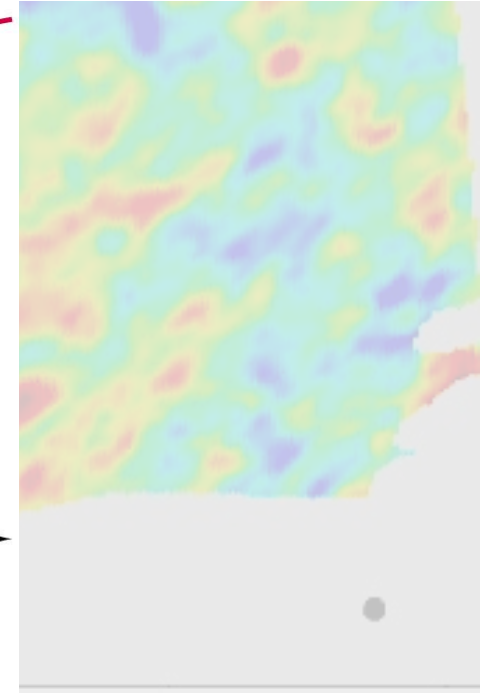
- Gökada'da kütle dağılımını bulmak için dönme eğrisi kullanılır



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



# Karanlık madde!

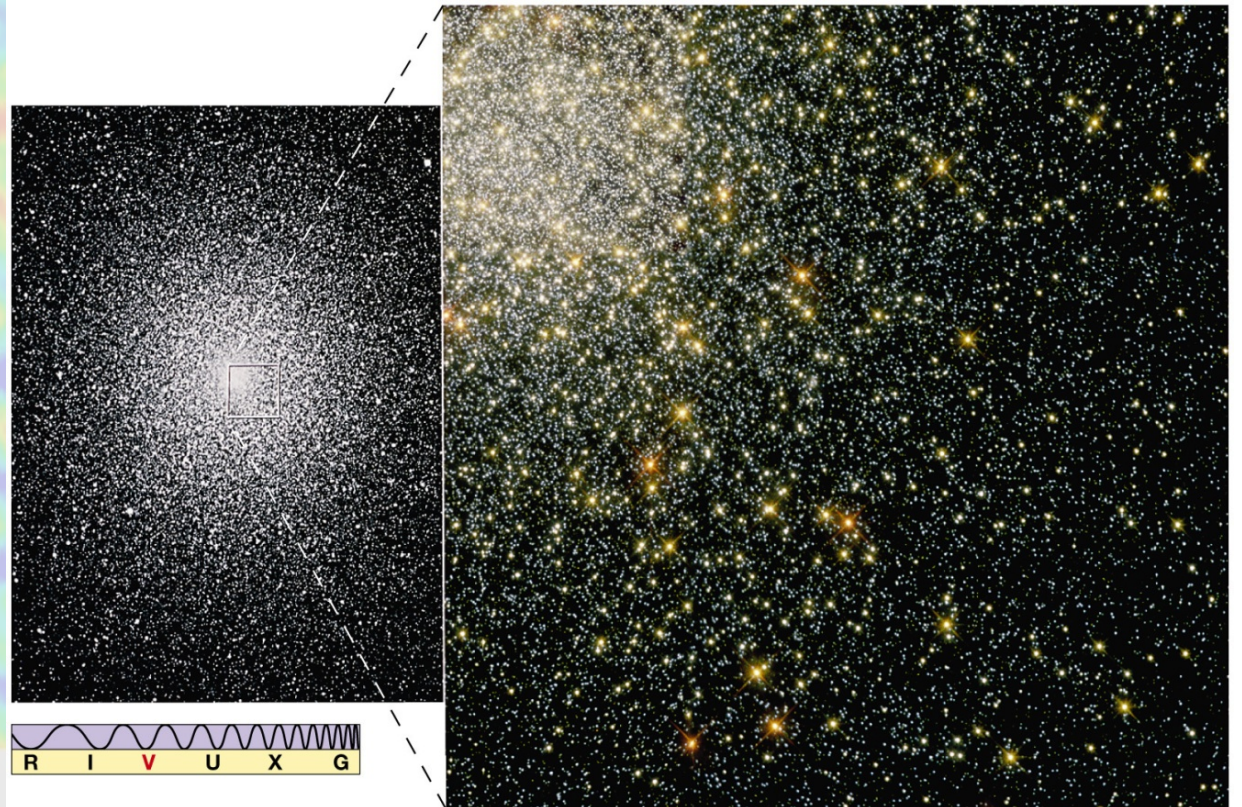
- Eğriye göre 15 kpc'e kadar  $2 \times 10^{11} M_{\odot}$  , 40 kpc'e kadar ise  $6 \times 10^{11} M_{\odot}$  var. Yani karanlık madde görünen maddenin en az iki katı!
- Kayıp kütle hiçbir dalga boyunda gözlenmiyor. Gaz ya da normal yıldızlar olamaz!
- Karanlık madde adayları:
  - Kara delikler (fazla 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

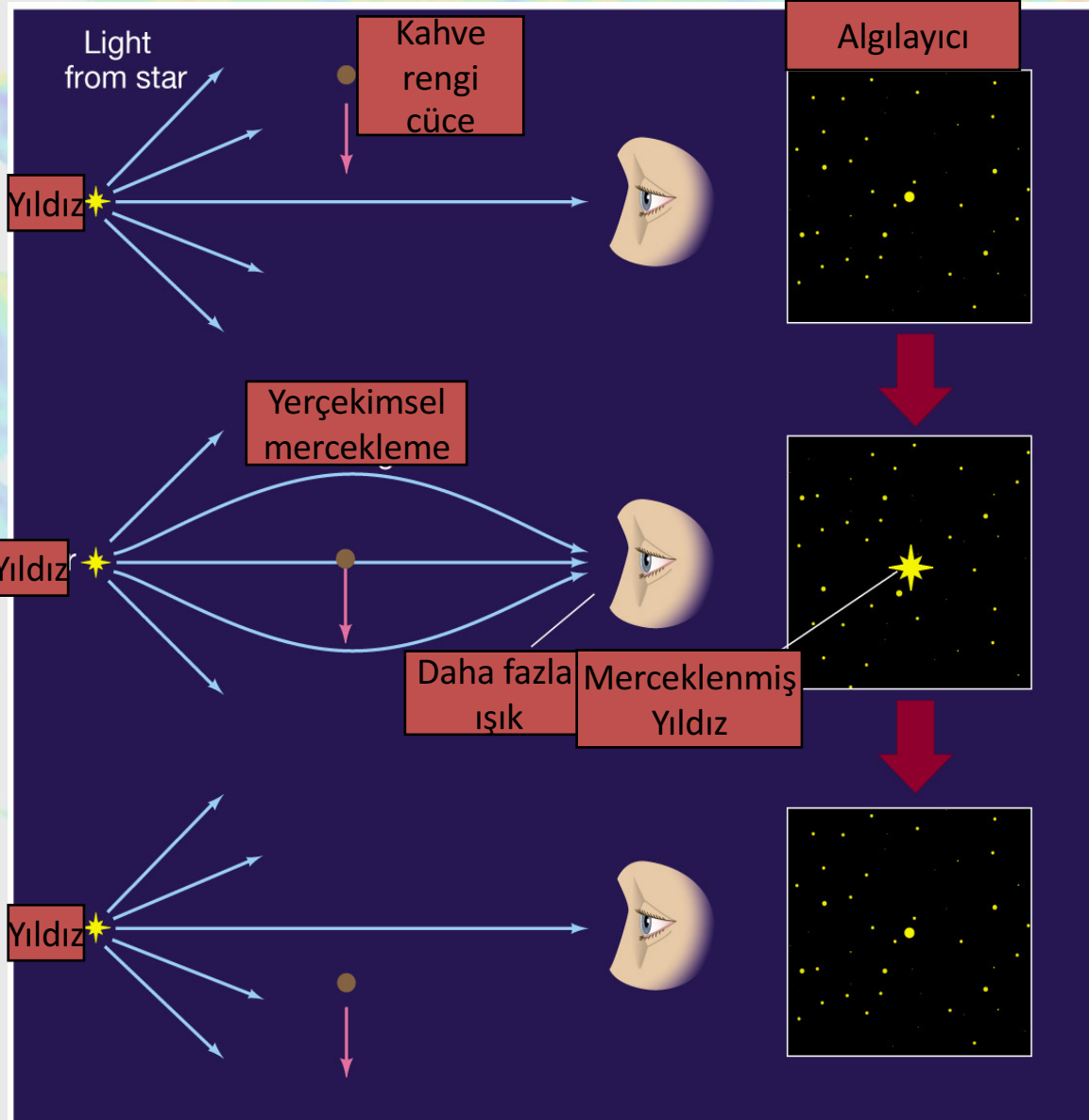
Yıldızsı, ama sönük nesnelere: kahverengi cüceler (ışım yapmazlar), sönük beyaz ve kırmızı cüceler.

Sayısı çok olabilirler ve bulunmaları zordur.

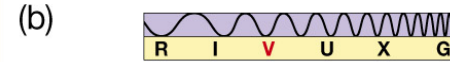
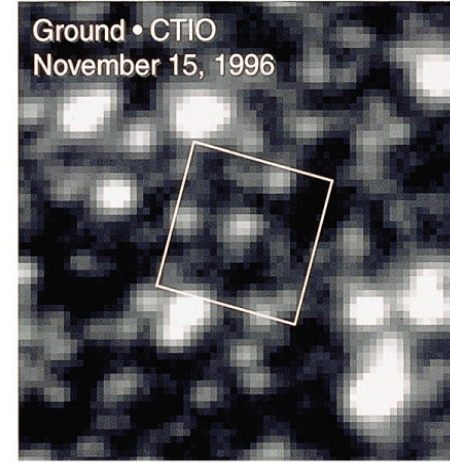
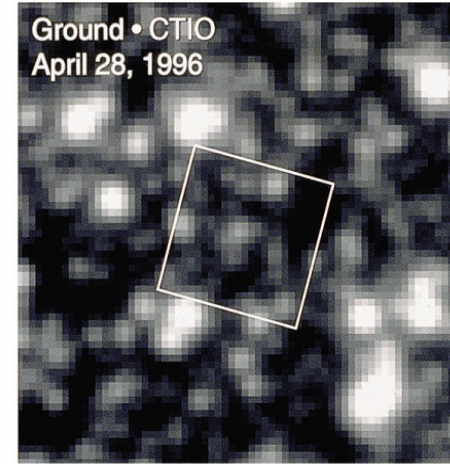
Hubble gözlemleri bazı MACHO adaylarını elemiş durumda. Mesela kırmızı cücelerin yeterli sayıda olamayacağı yakın küresel küme gözlemleri sayesinde öğrenilmiş durumda.



# Mikro-mercekleme

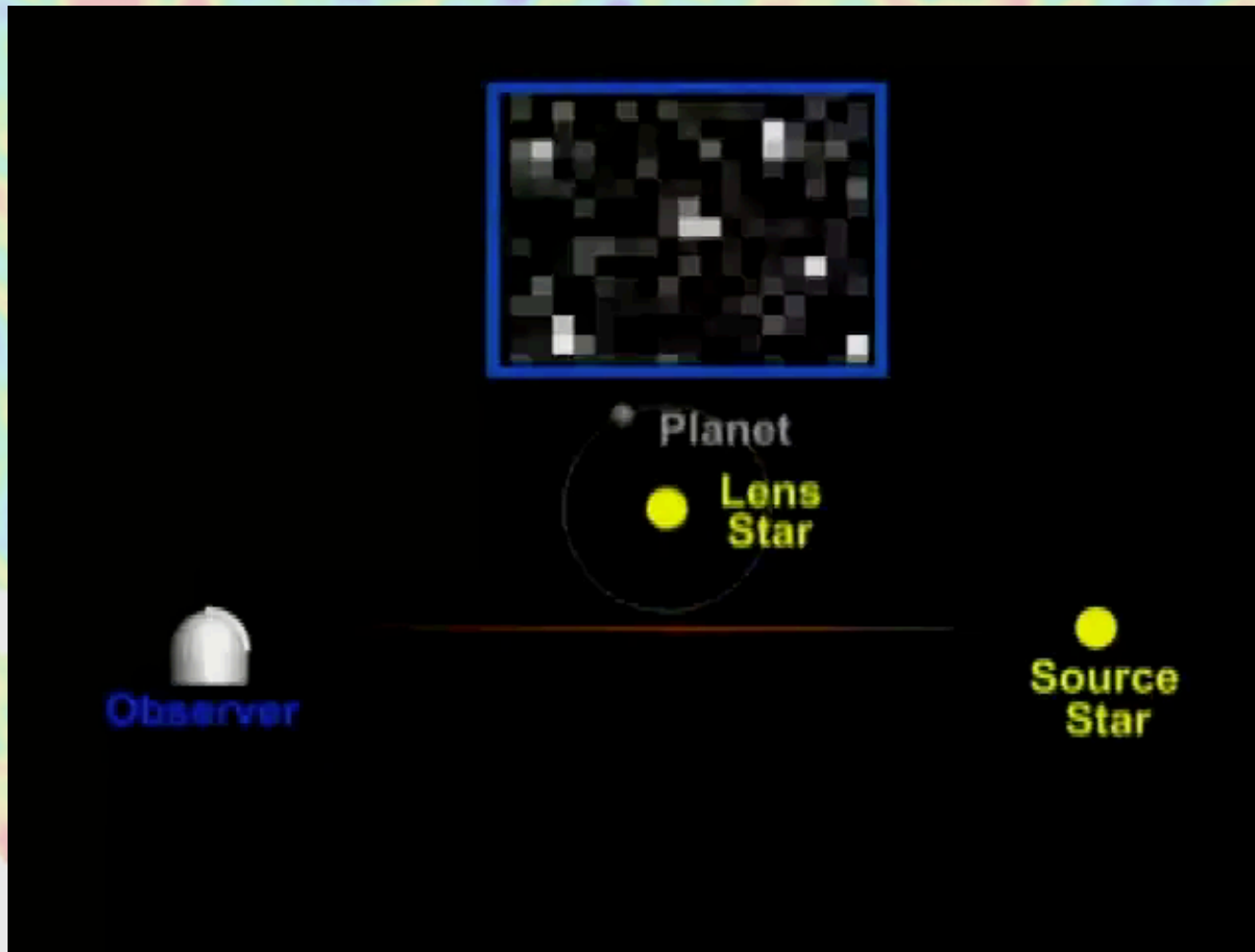


(a)



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

# Mikro-merckeleme



# 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 gökadalar 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.

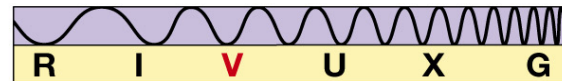


# Evrende karanlık madde II

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

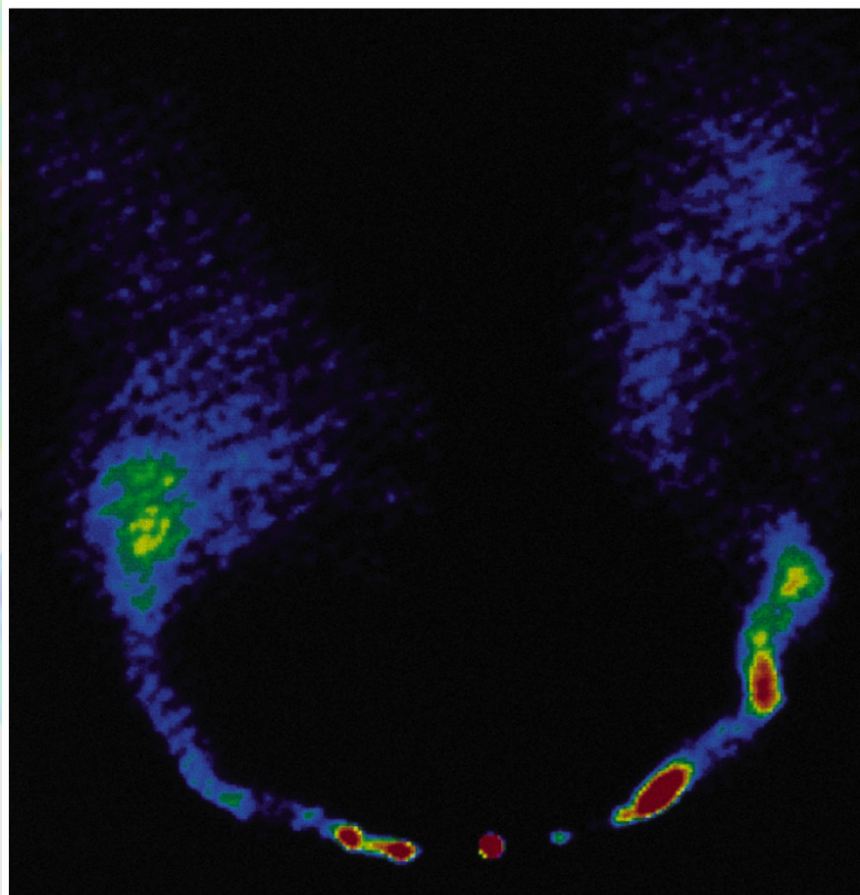


15 -17 Ağustos

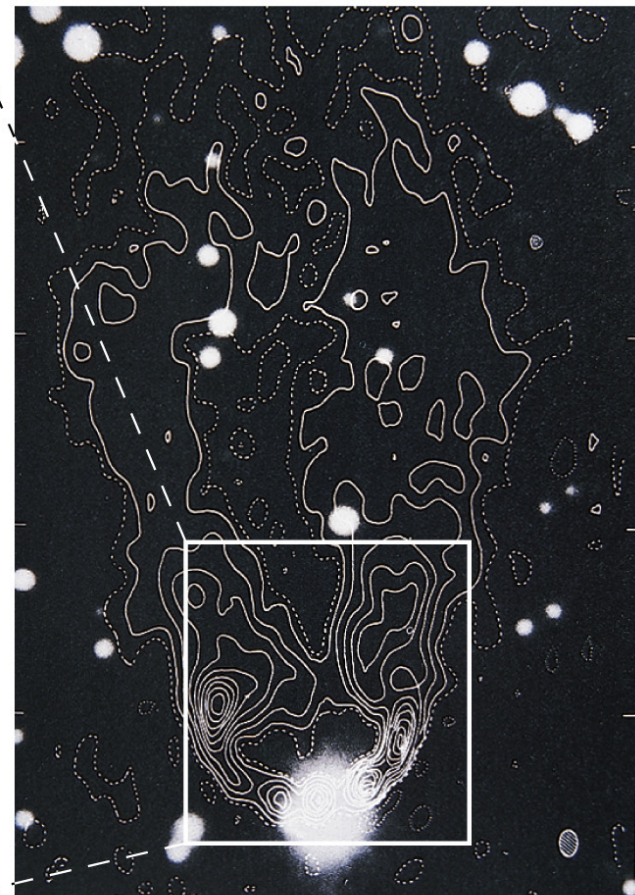


# Karanlık madde III

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

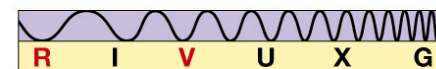
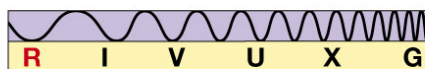


(a)



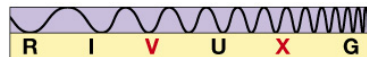
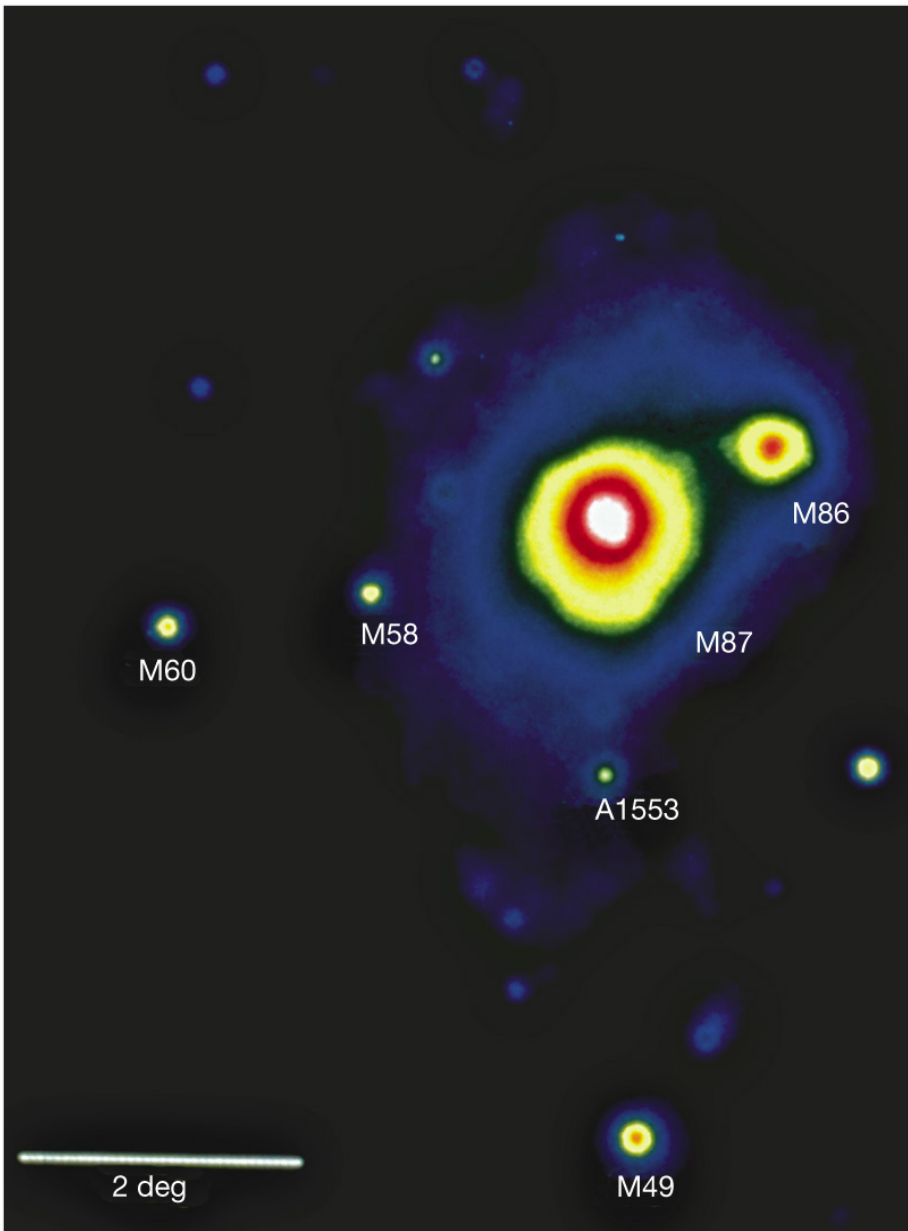
(b)

15 -17 A

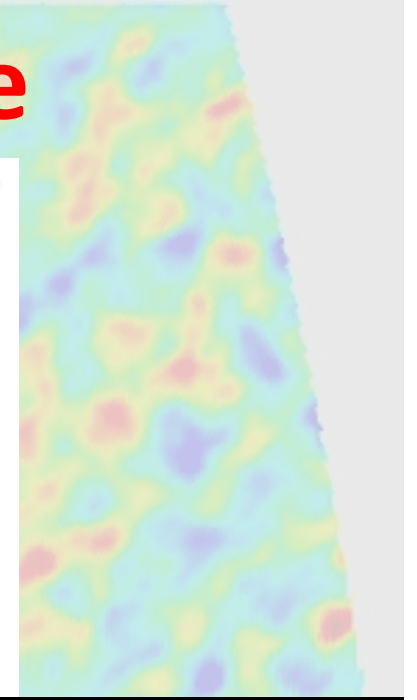
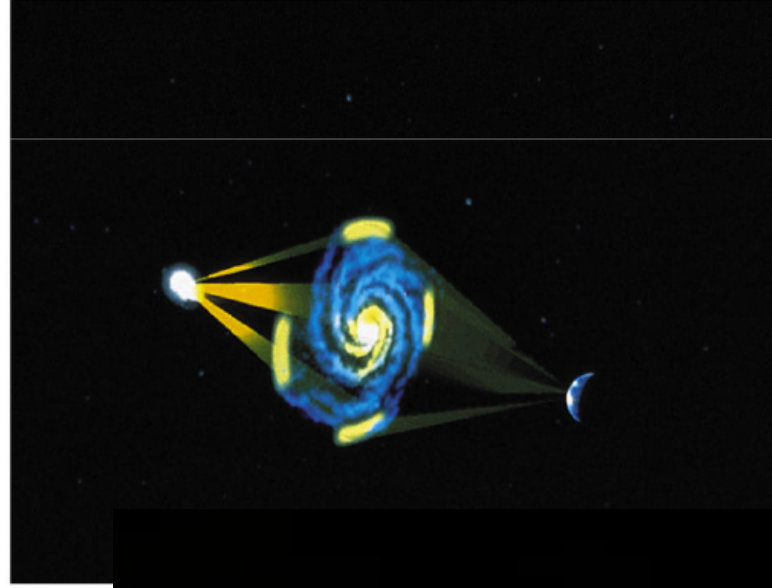
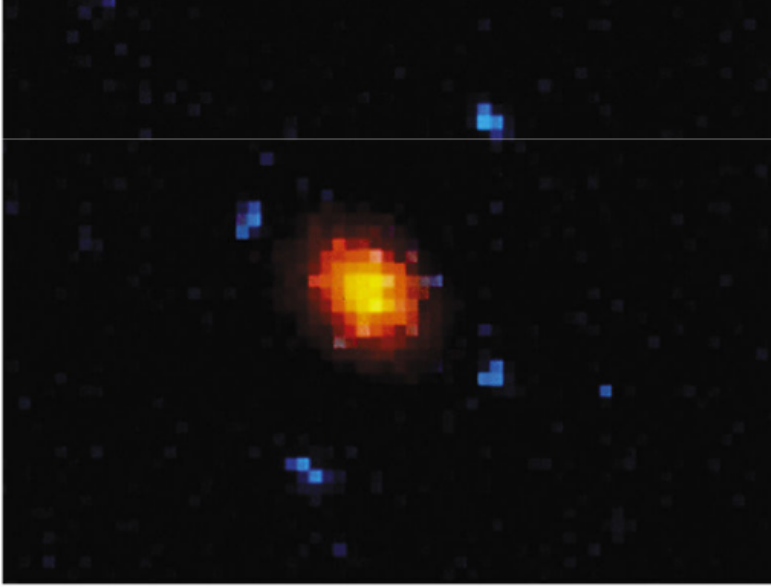


## Karanlık madde IV

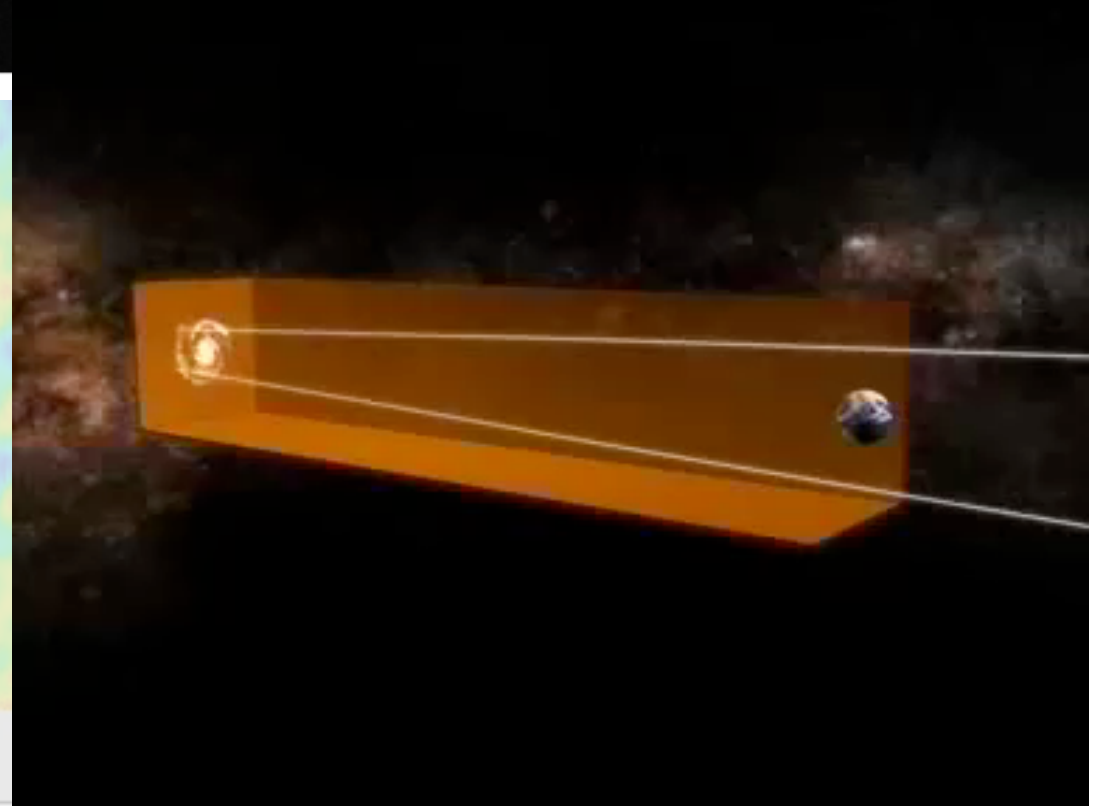
- Virgo Gökada Kümesi'nin X-ışını ve optikte görünümü.
- Sıcak gazı yerinde tutacak kadar görünür madde yok!



# Kütleçekimsel Merceklenme

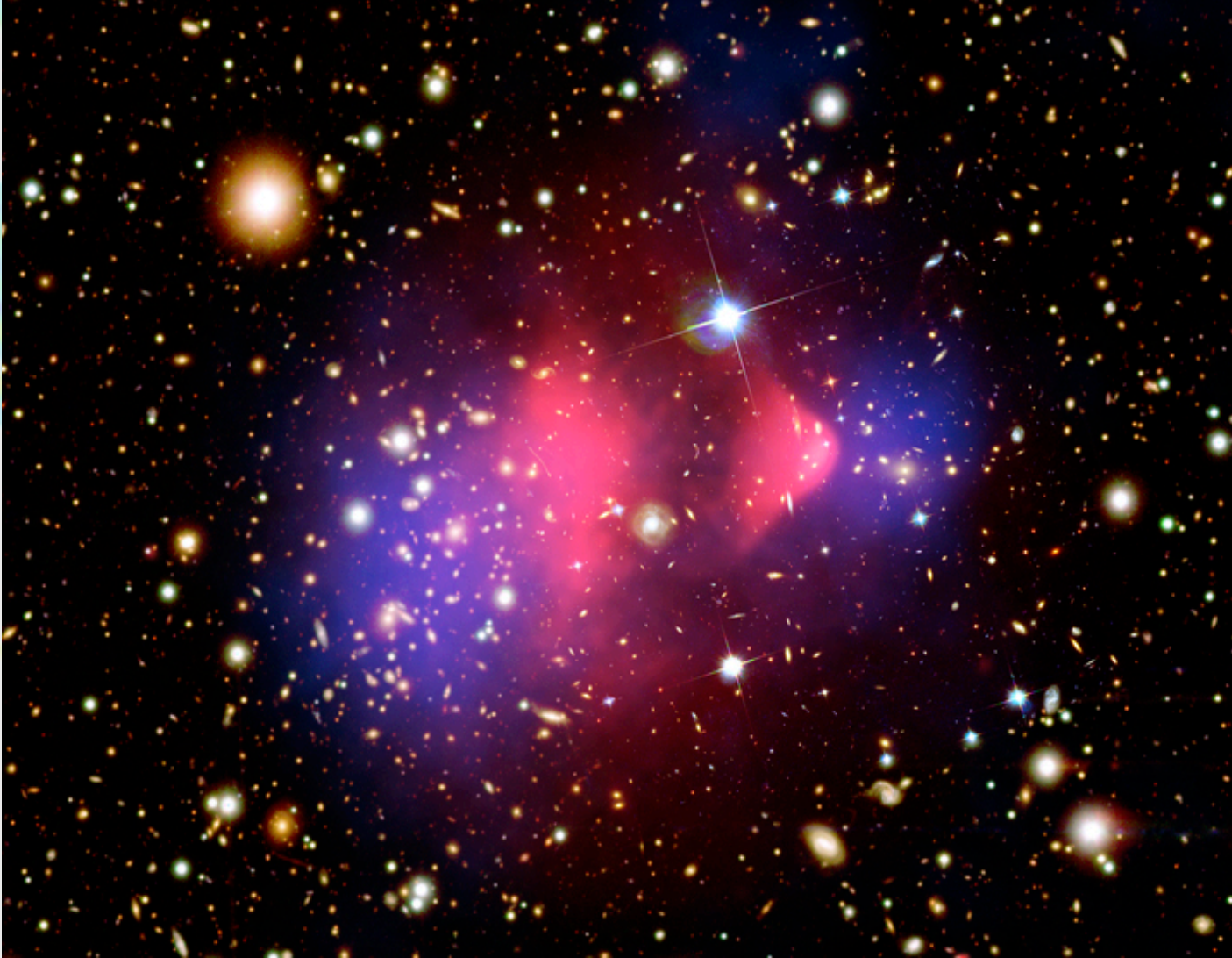


Kütleçekimsel merceklenme hem merceklenen kaynak, hem de mercekleyen kütle dağılımı konusunda bilgi sağlar.



# Karanlık madde V

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



# Mermi kümesi

