

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



# GÖKYÜZÜ GÖZLEM TEKNİKLERİ

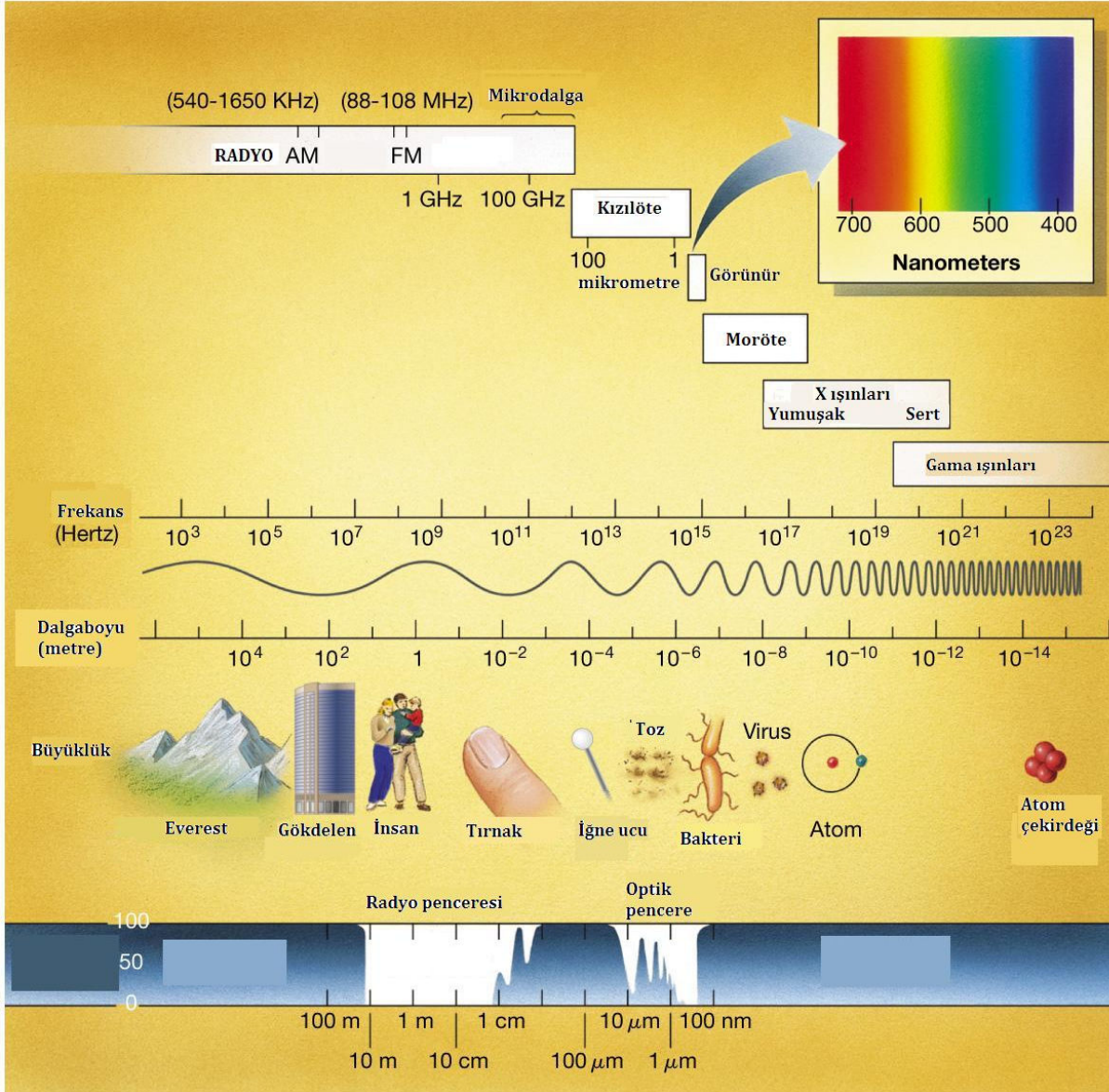
EMRAH KALEMCI  
SABANCI ÜNİVERSİTESİ

# Giriş

- Uzaydaki cisimleri nasıl algılarız
  - Elektromanyetik tayf ve atmosfer
  - Yer gözlemleri
    - Gözle görünür (optik) bölge
    - Radyo bölgesi
  - Uzay gözlemleri
    - Teknikler
    - Kızılöte – Moröte bölgesi
    - X-ışını bölgesi
    - Gama-ışını bölgesi



# Elektromanyetik dalgalar

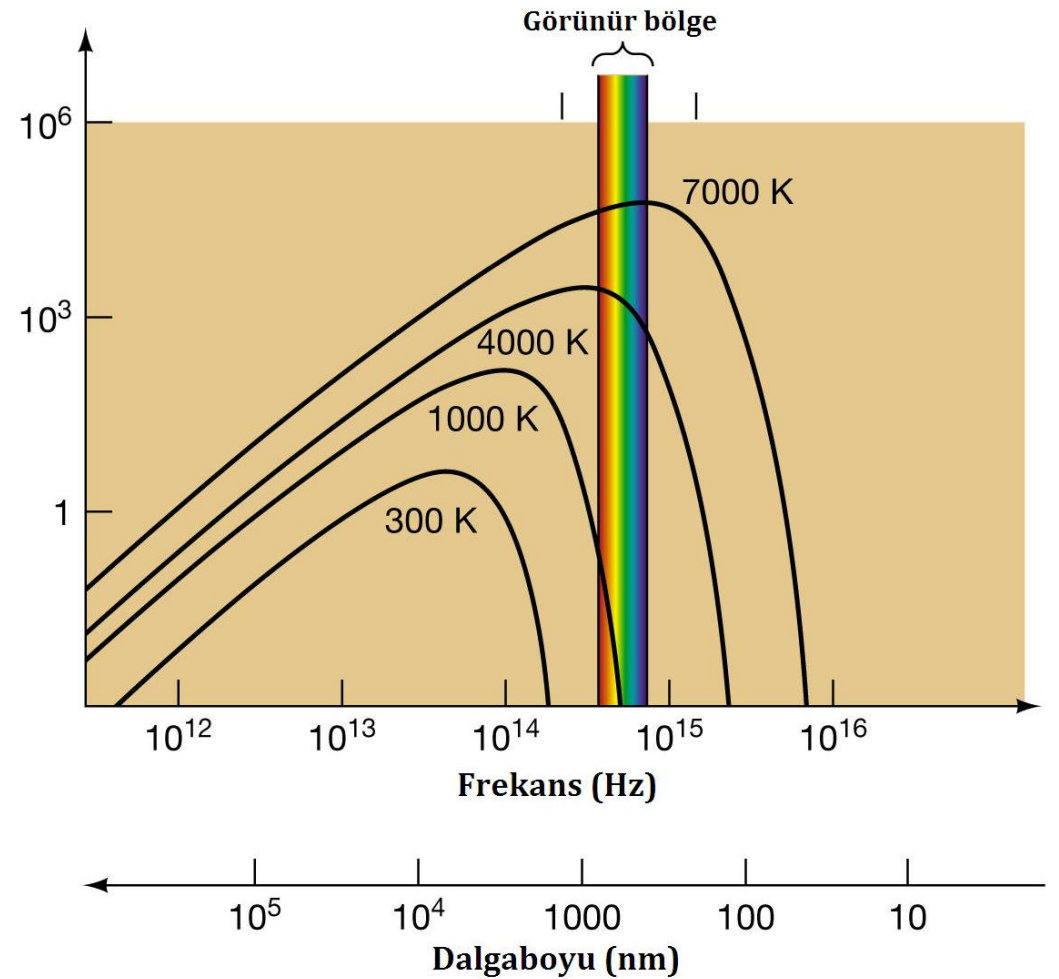
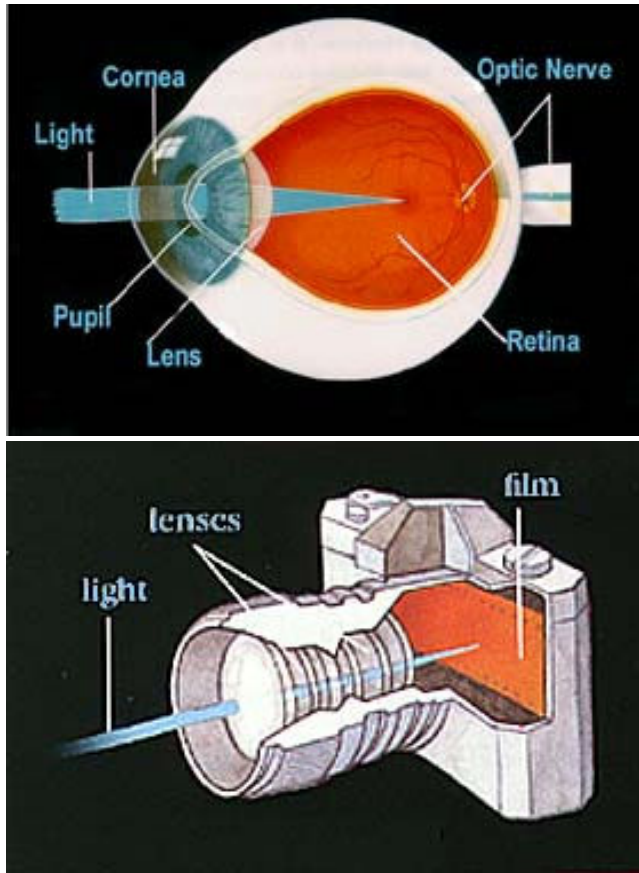


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Evreni inceleyebiliyoruz, çünkü evrendeki cisimler elektromanyetik dalgalar yaratıyorlar!
- Dalga: Genlik ve frekans (ya da dalgaboyu  $\lambda v=c$ )
- Parçacık – foton  $E=hv$

# Görünür bölge ve göz

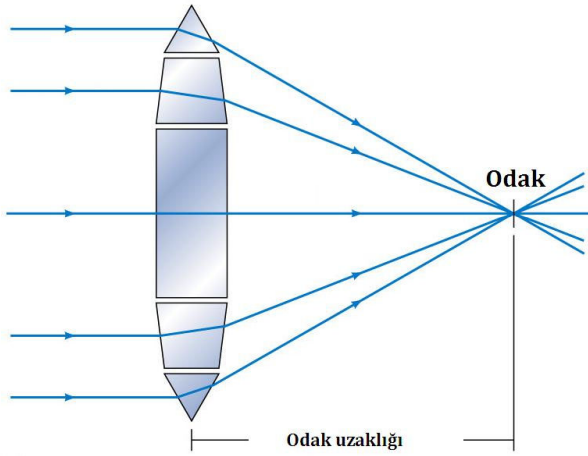
- Gözümüzdeki lens elektromanyetik dalgaları kırarak retina içine odaklar
- Neden görünür bölgede görürüz?



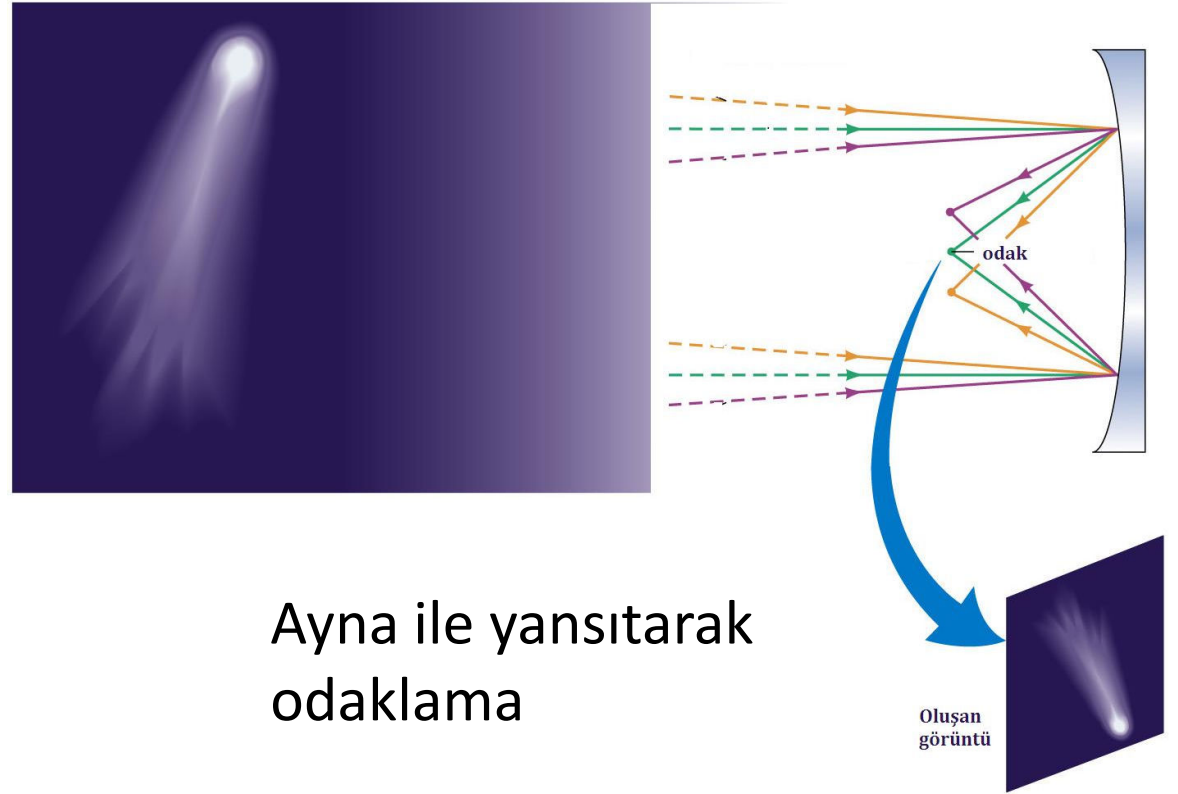


# Kırılma - Yansıma

- Amaç: belli bir bölgeyi algılayıcımızın üzerine odaklamak!



Mercekle kırarak  
odaklama

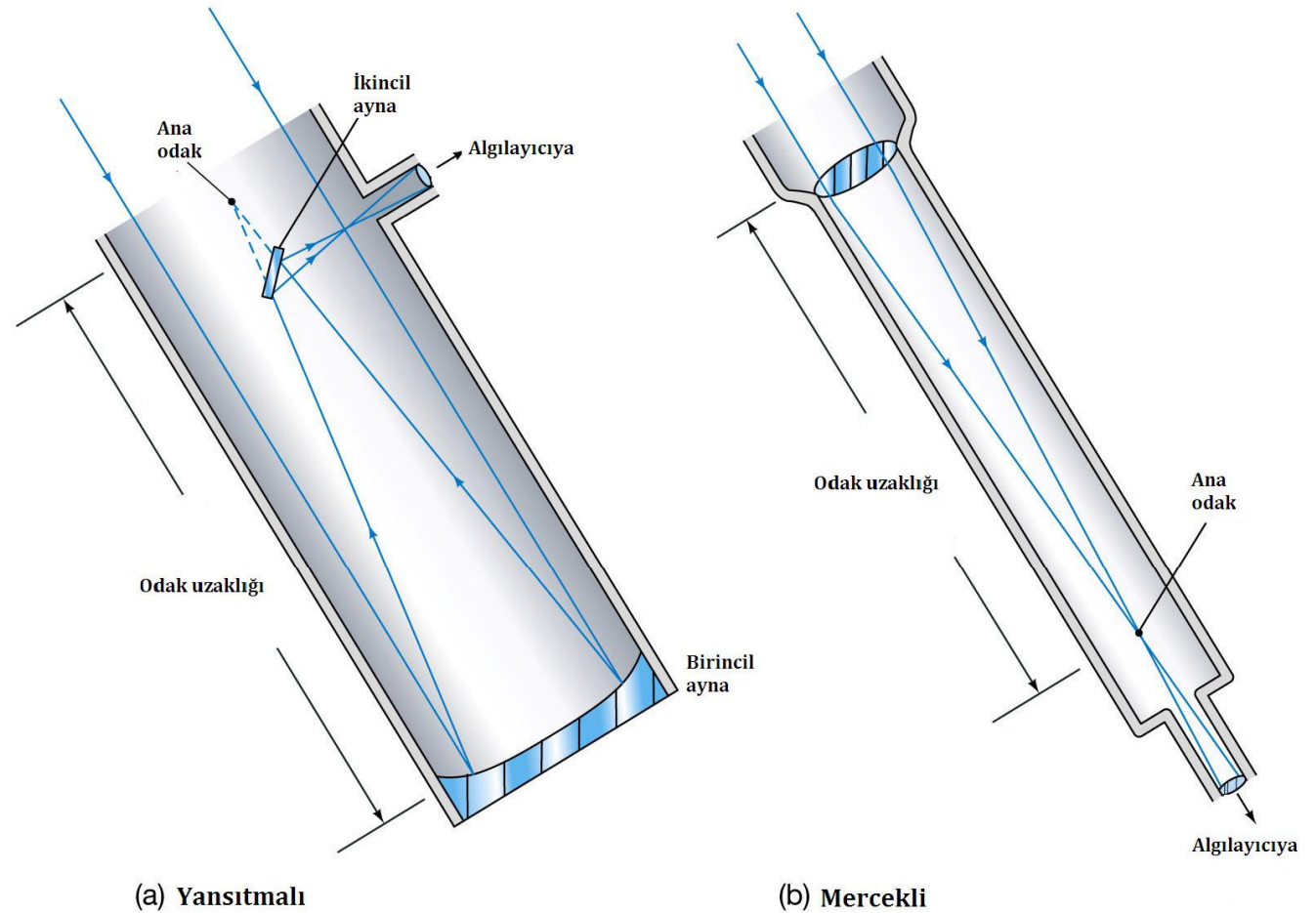


Ayna ile yansıtarak  
odaklama

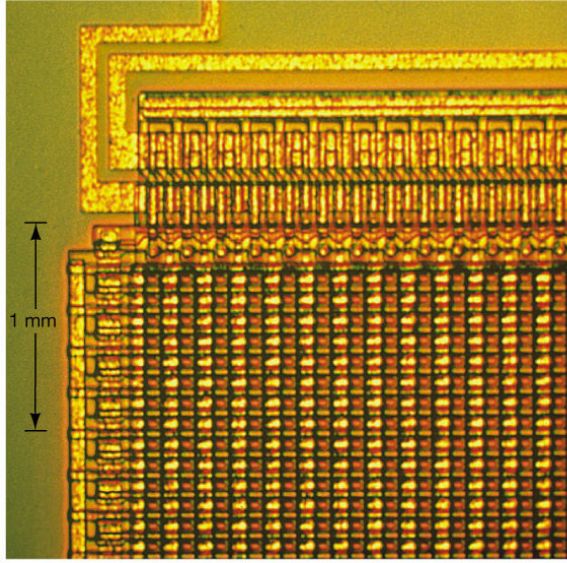
# Mercekli ve aynalı teleskoplar

Aynı ayna çapı için akromatik mercekli teleskoplar daha iyi görüntü sağlar. Fakat ayna çapı büyüdükçe aynalı teleskop daha avantajlı hale gelir:

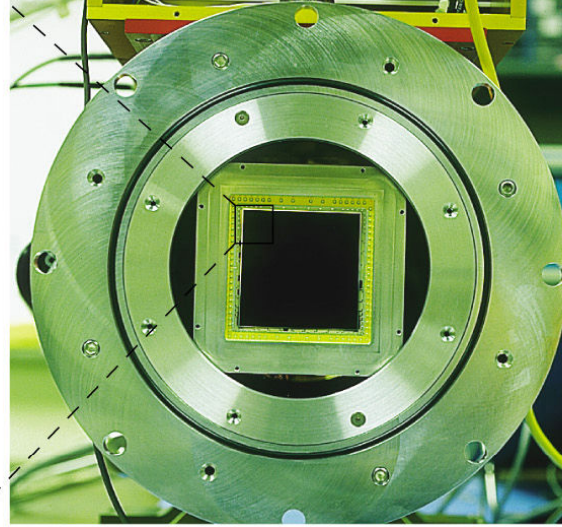
Daha az şekil bozulması  
Daha kolay üretim  
Daha küçük odak uzaklığı



# CCD'ler



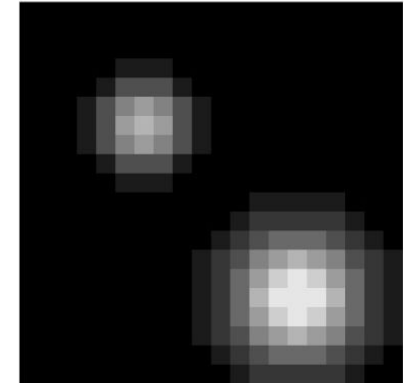
(a)



(b)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	3	5	6	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	3	6	7	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	3	5	6	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	4	4	3	2	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	6	7	6	5	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	6	8	9	8	6	4	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	7	9	9	9	7	4	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	6	8	9	8	6	4	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	6	7	6	5	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	4	4	3	2	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	1	0	0	0	0

(c)



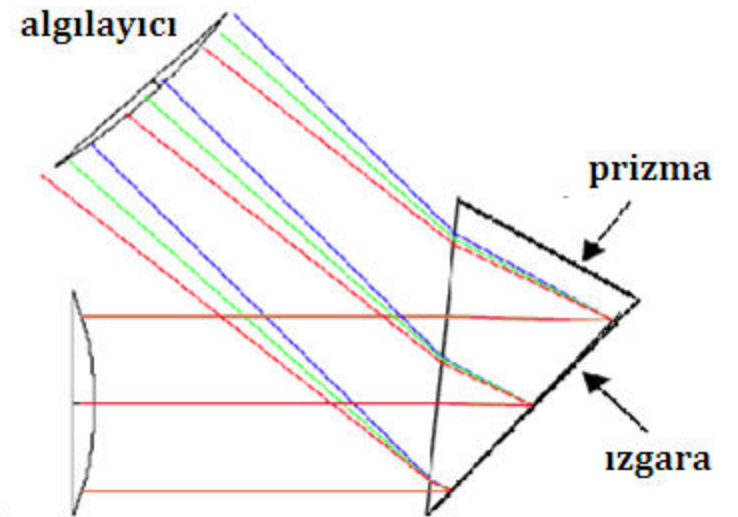
(d)

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Gelen ışığı kaydetmek için CCD'ler kullanılır. Daha önce kullanılan filmlere göre çok daha hassastır. Ayrıca görüntü dijital olduğu için işlemesi kolay ve internet üzerinden her yere kolayca gönderilmesi mümkündür.

# Bilimsel teleskopla ne yapılır?

- **Fotometri:** Teleskoba koyduğumuz filtreler ile değişik dalga boyu aralığında kaynağımızın parlaklığını ölçebilir, zamana göre nasıl değiştiğini bulabiliriz.
- **Tayfsal analiz:** Gelen ışığı daha küçük dalgaboyu aralıklarına bölüp tayf çıkarabiliriz.



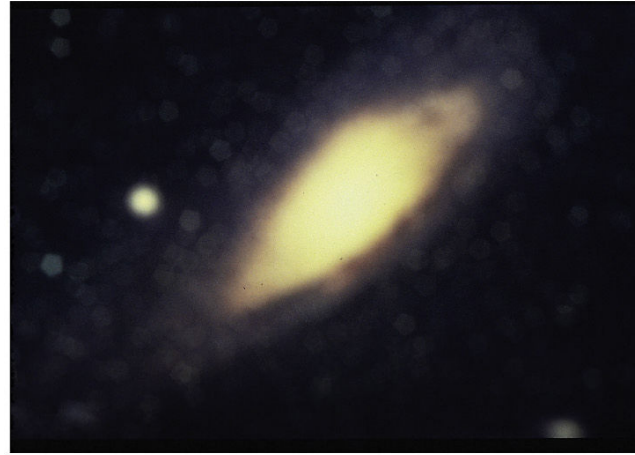


# Teleskoplar hakkında...

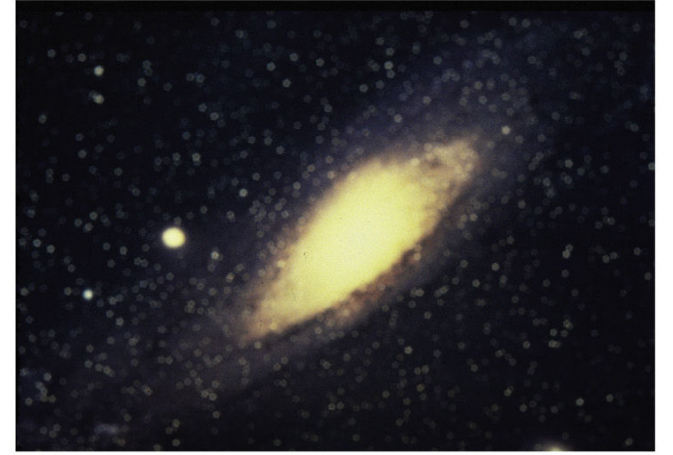
Büyük ayna = Daha iyi

1. Daha fazla ışık  
Topladığı için daha  
sönük cisimler  
görüntülenebilir.

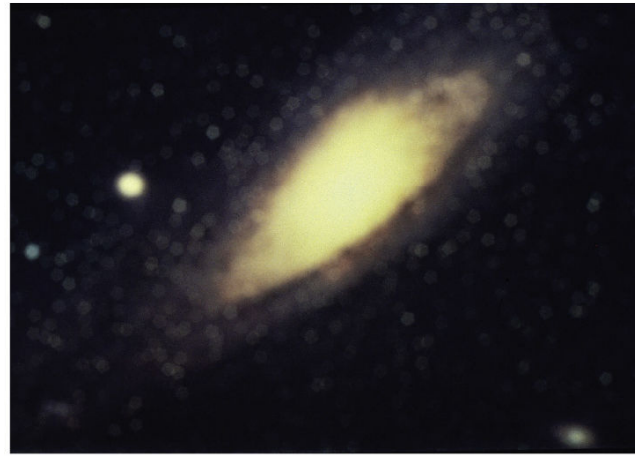
2. Daha iyi  
çözünürlüğü  
vardır.



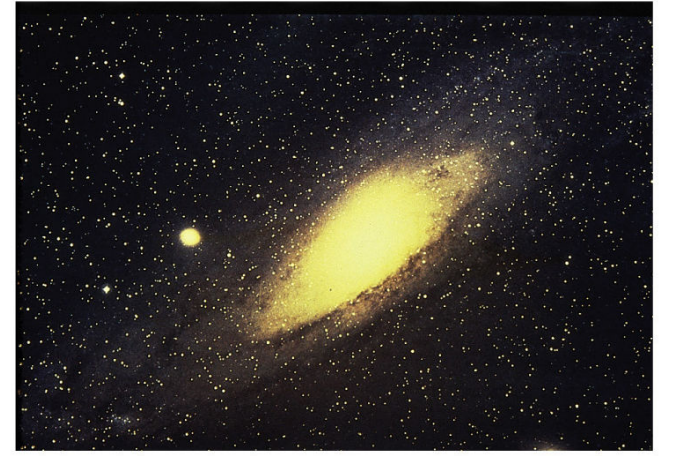
(a)



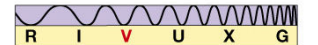
(c)



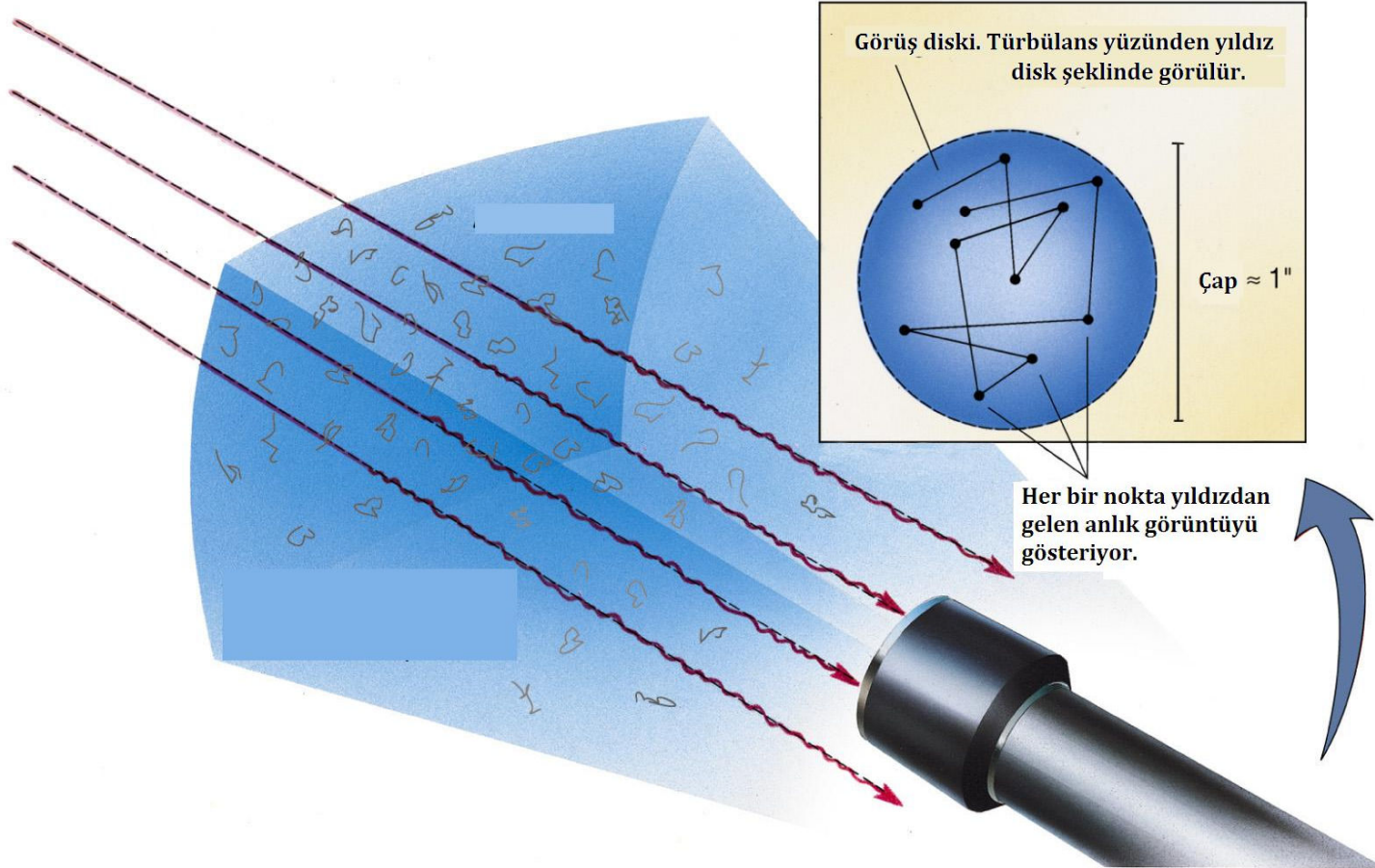
(b)



(d)



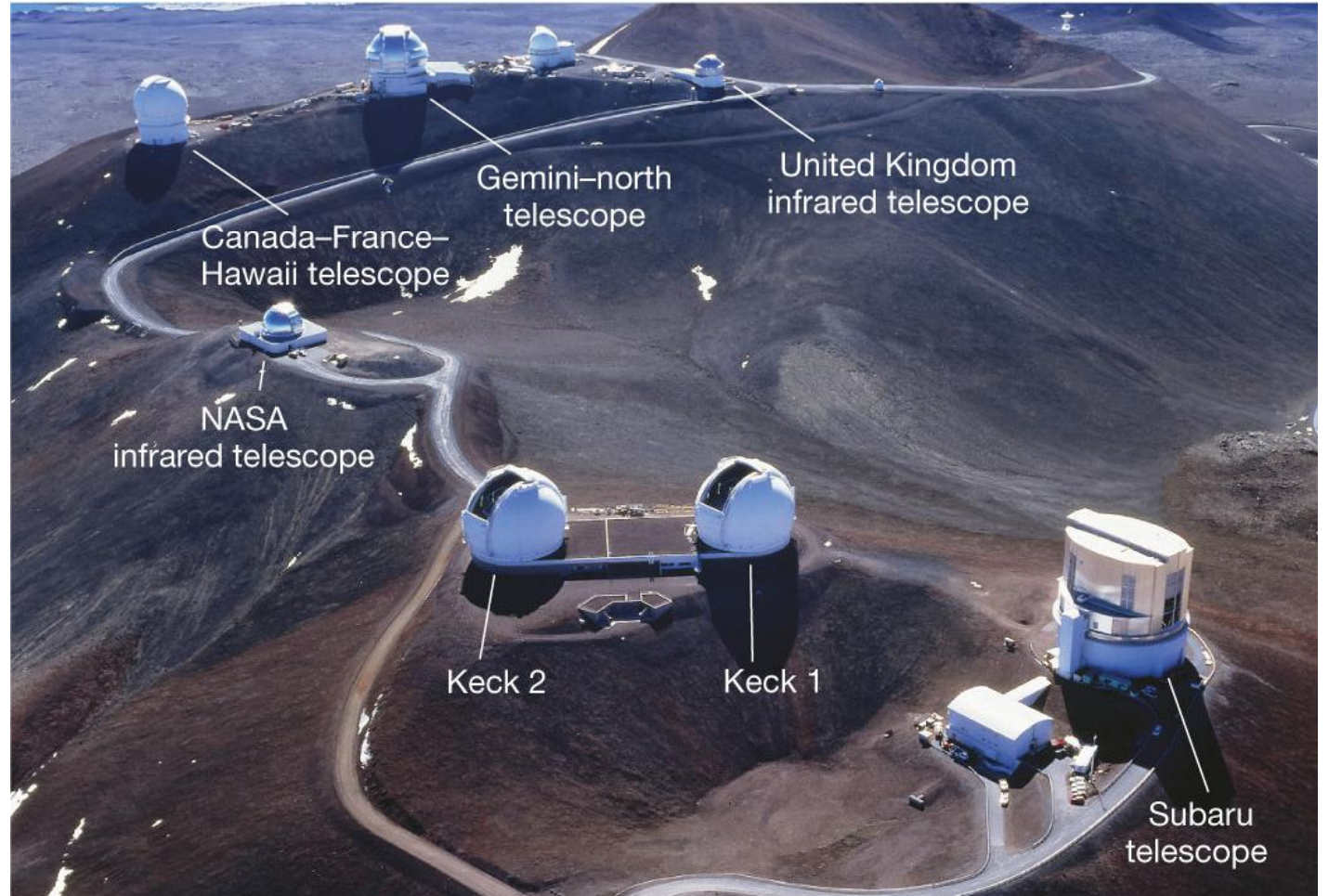
# Yıldızlar neden göz kırpar? Teleskop bunu nasıl görür?





# Daha iyi görüő....

- 1. Az atmosfer      2. Az nem      3. Az ışık
- Dağlara gel dağlara....



# Daha da yükseęe!



HUBBLE Uzay Teleskobu



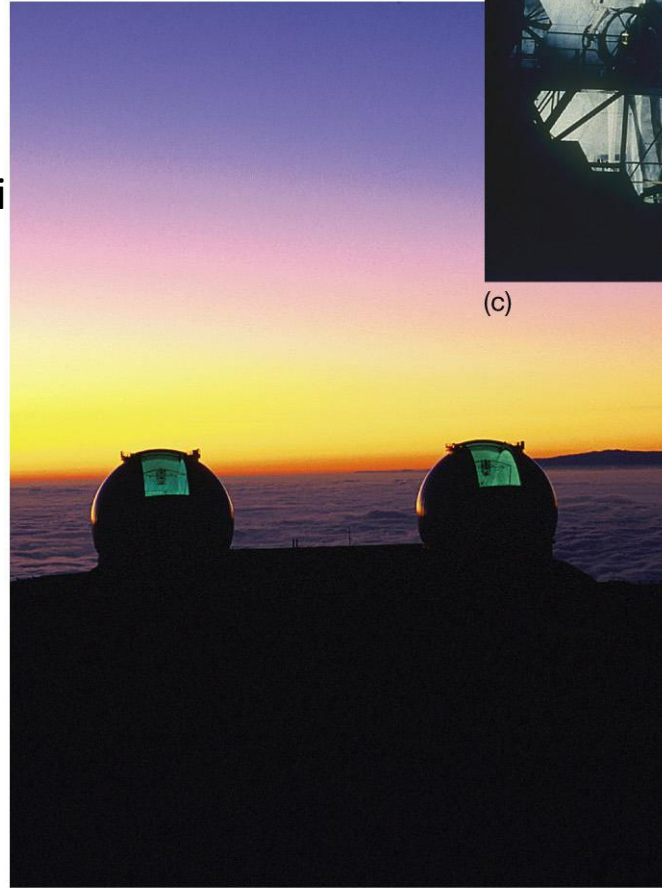
Hubble görüntüsü



# Daha akıllı

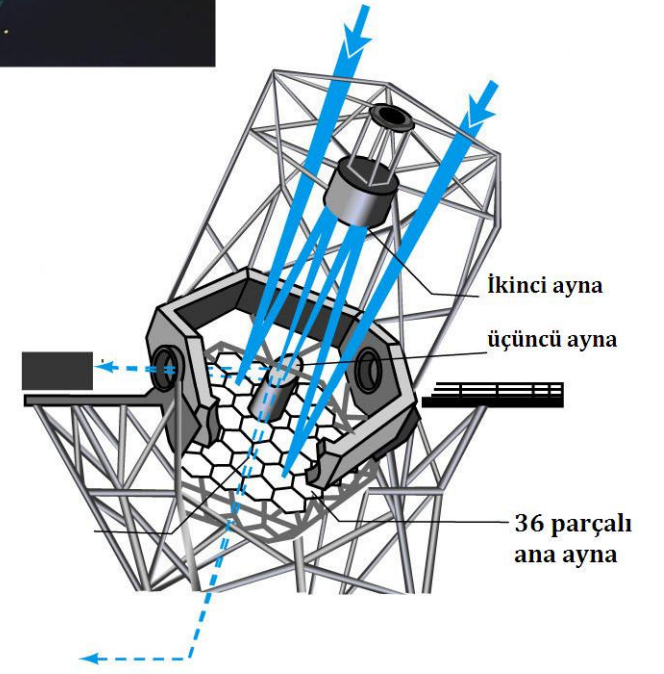
Adapte olan optik:

Parçalı ayna sistemi bilgisayar yardımı ile aynaları oynatarak en iyi görüntüyü elde edilmesini sağlar.



(a)

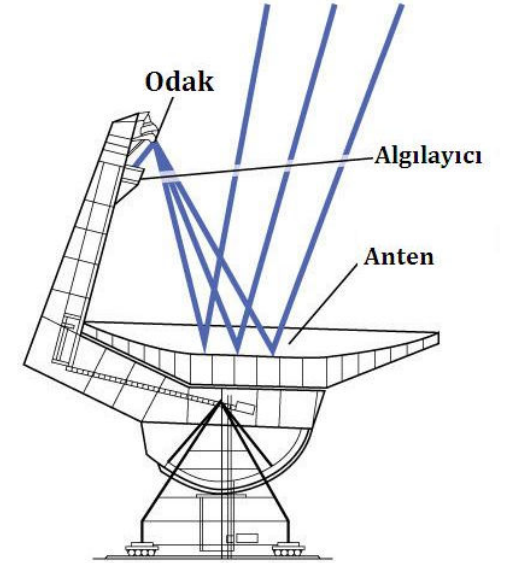
(c)



(b)

# Radyo teleskoplar

- Aynalı teleskoplara benzer yapıları vardır. Gözlemleri dar bir dalgaboyu aralığında yapabilirler. Tek başlarına optik teleskoptan çok daha kötü çözünürlükleri vardır.





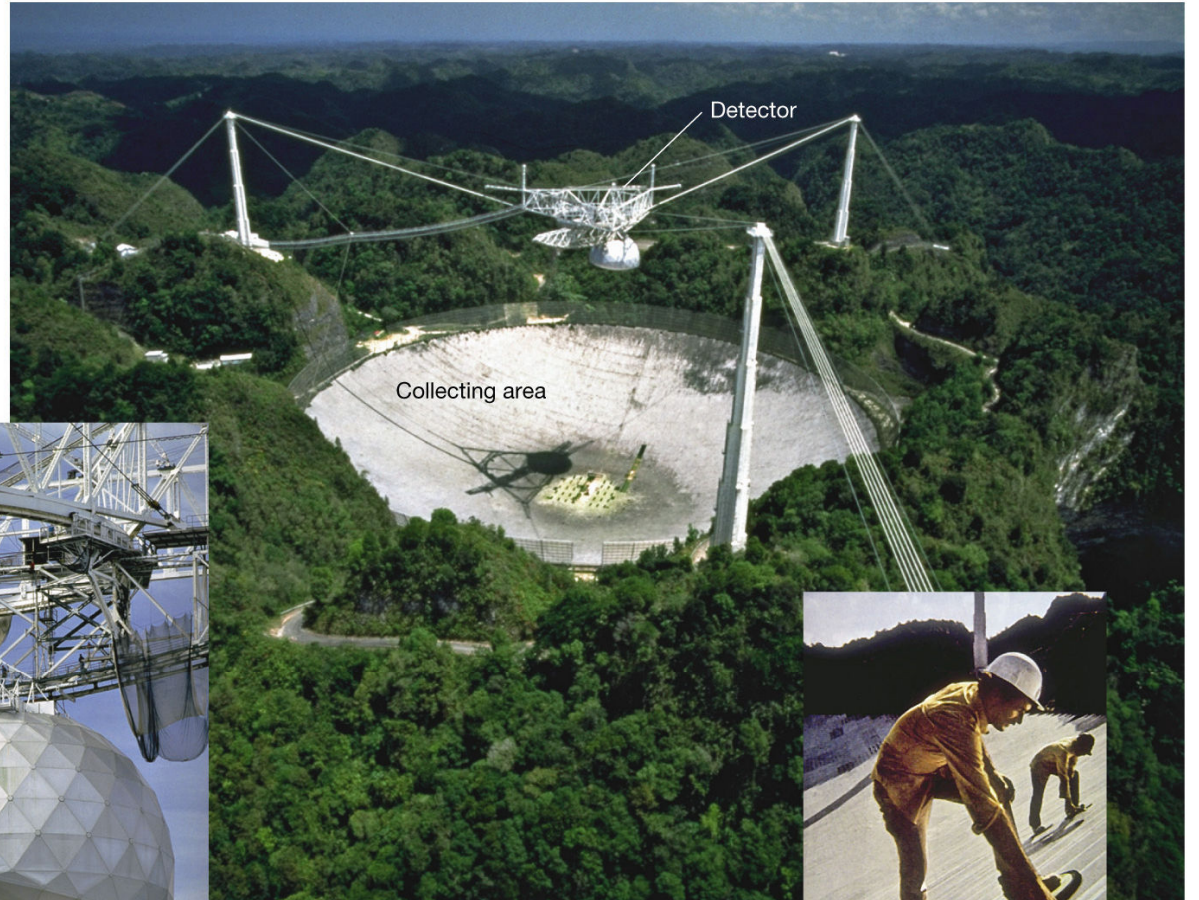
# Dev radyo teleskop

- Dalgaboyu uzun olduğu iim çok hassas yüzeyler gerektirmeyen radyo teleskopları çok büyük yapılabilirler!

Gece ve gündüz çalışırlar, bulutlardan etkilenmezler, hatta bazıları yağmur ya da kar yağarken dahi çalışır.

Radyo teleskopları ile gaz ve toz bulutlarının arkasını görebiliriz.

Bazı gök cisimleri şiddetli radyo ışınımı yaparlar.

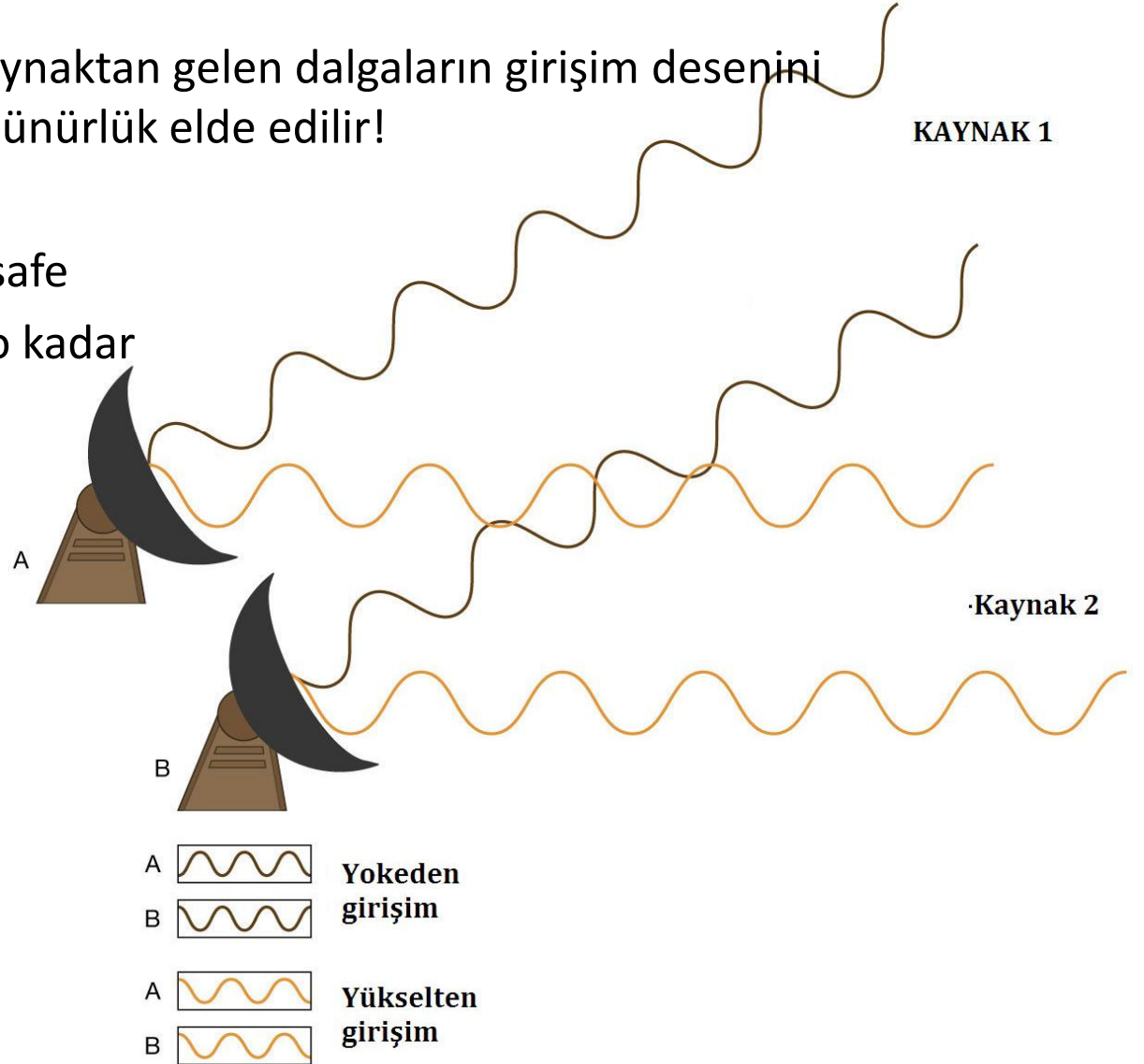


# Radyo Girişimi

- Birden fazla teleskop ve kaynaktan gelen dalgaların girişim desenini kullanarak çok daha iyi çözünürlük elde edilir!

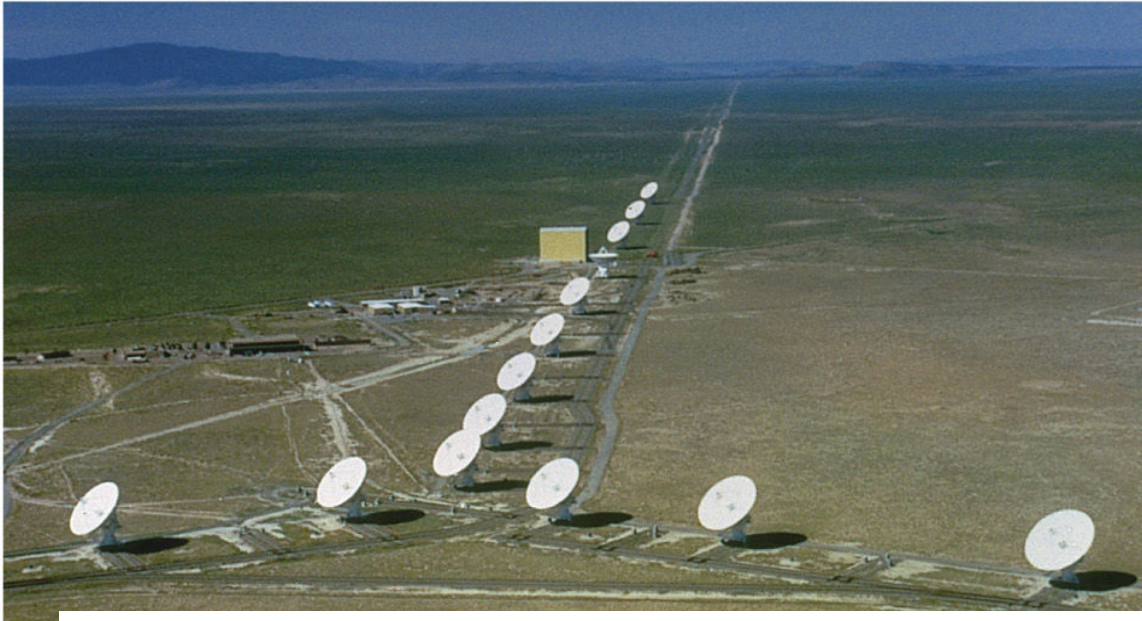
- Teleskoplar arasındaki mesafe ne kadar uzunsa, çözünürlük o kadar iyi olur.

- Günümüzde kıtalararası girişim ile 0.001 açı saniyesi çözünürlüğüne ulaşabiliyoruz.

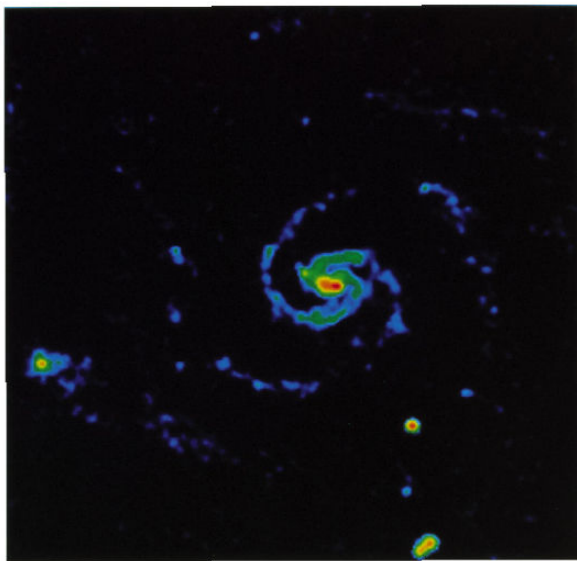




# VLA Girişim teleskopları



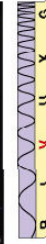
(a)



(a)

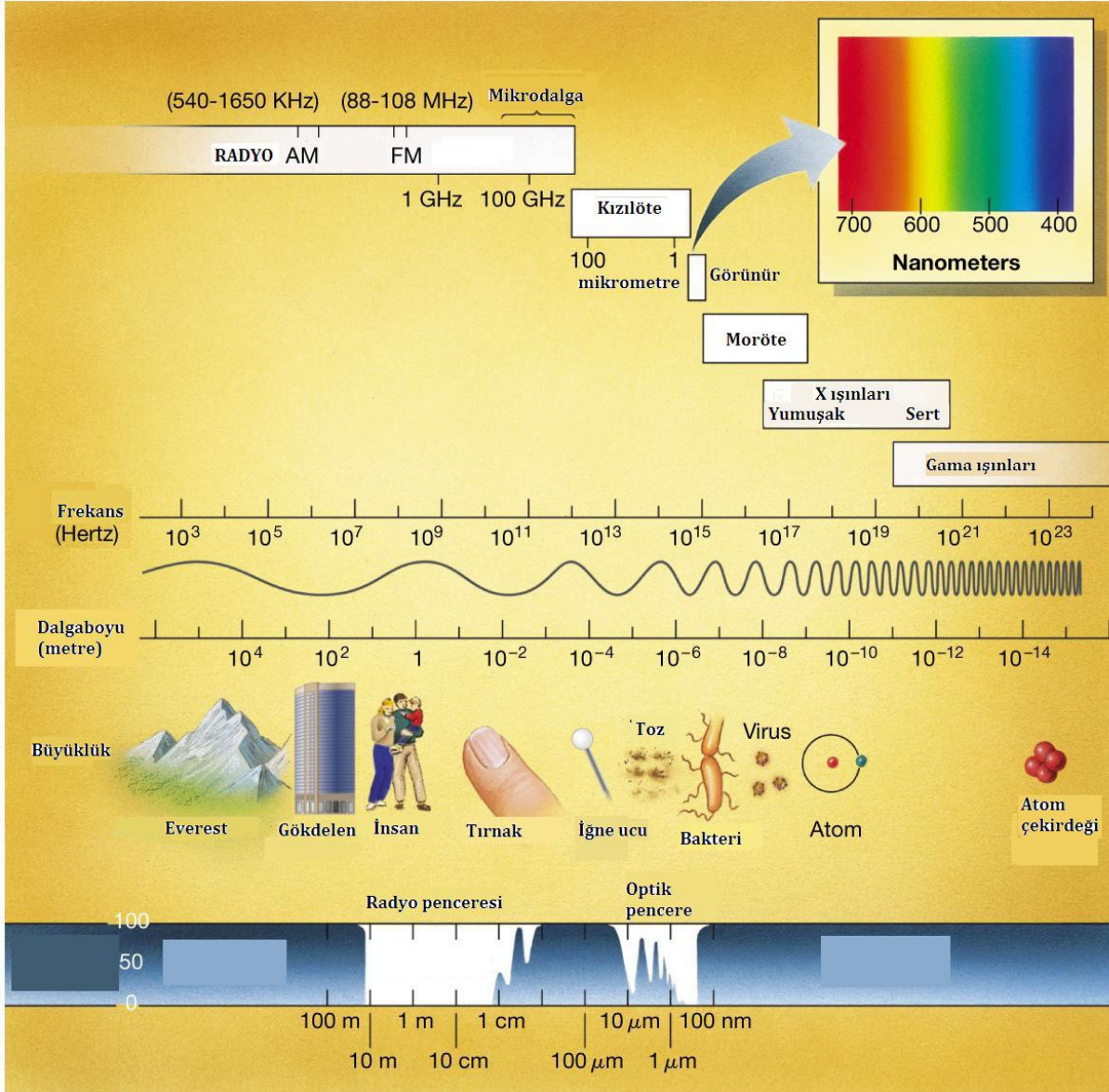


(b)



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

# Elektromanyetik dalgalar



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Evreni inceleyebiliyoruz, çünkü evrendeki cisimler elektromanyetik dalgalar yaratıyorlar!
- Dalga: Genlik ve frekans (ya da dalgaboyu  $\lambda v=c$ )
- Parçacık – foton  $E=hv$



# Uzay astronomisi ve teleskopları

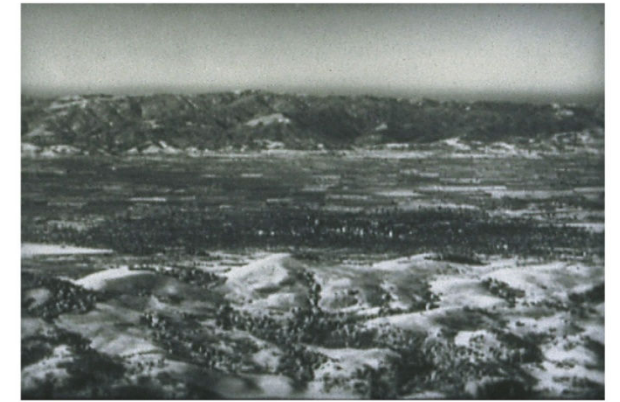
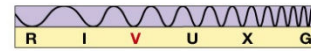
- Atmosferimiz elektromanyetik tayfın çok büyük bölümü için geçirgen değil. O yüzden teleskoplarımızı uzaya göndermek zorundayız!

Kızılöte astronomisi  
(1  $\mu\text{m}$  – 100  $\mu\text{m}$ )

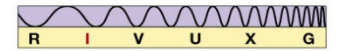
Yakın kızılöte bölgesi için  
yerde de yapılabilir de  
en etkili uzaydan yapılabilir.



(a)



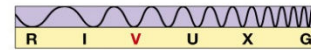
(b)



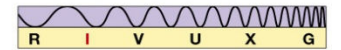
Gaz ve toz bulutlarının  
ardını görebiliriz.



(c)



(d)



# Uzay'dan kızılöte astronomi



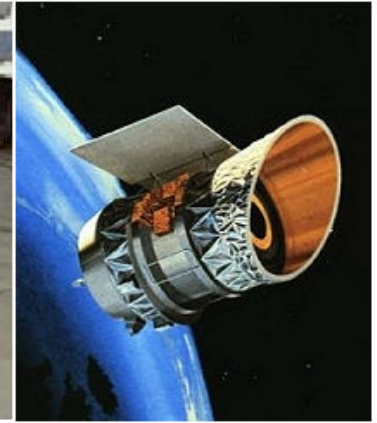
Balon



Roket



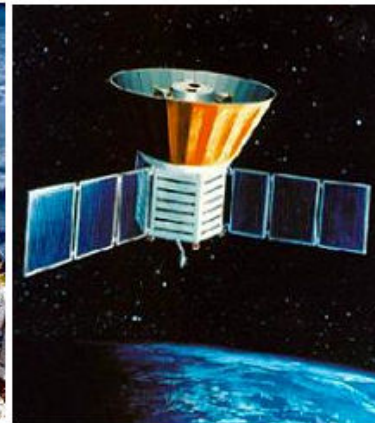
KAO



IRAS



Skylab



COBE !



NICMOS on HUBBLE



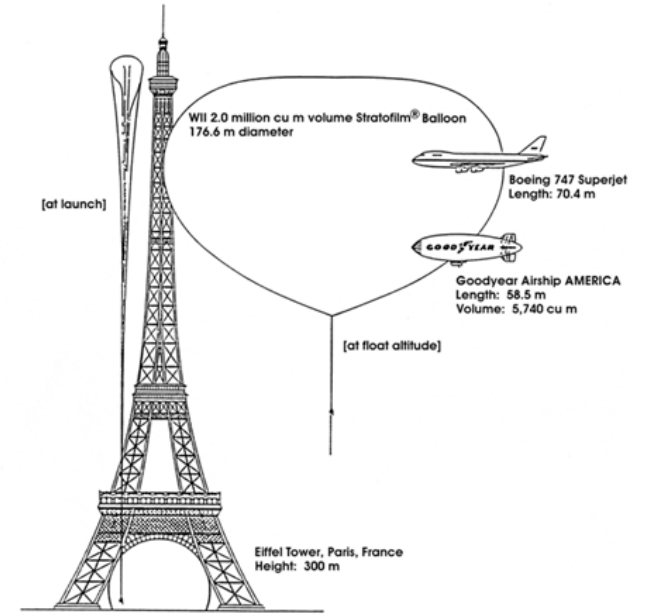
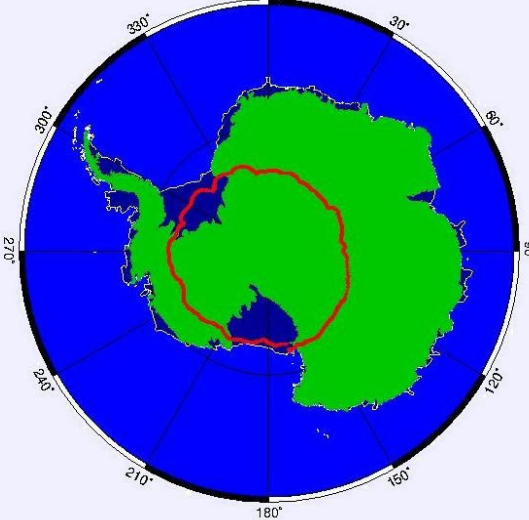
SPITZER



# Balonla astronomi



42 km çıkar  
Düzenli rüzgarları kullanır  
0.002 cm kalınlığında kuvvetli  
bir materyalden yapılır.  
Zor bir iştir ;)



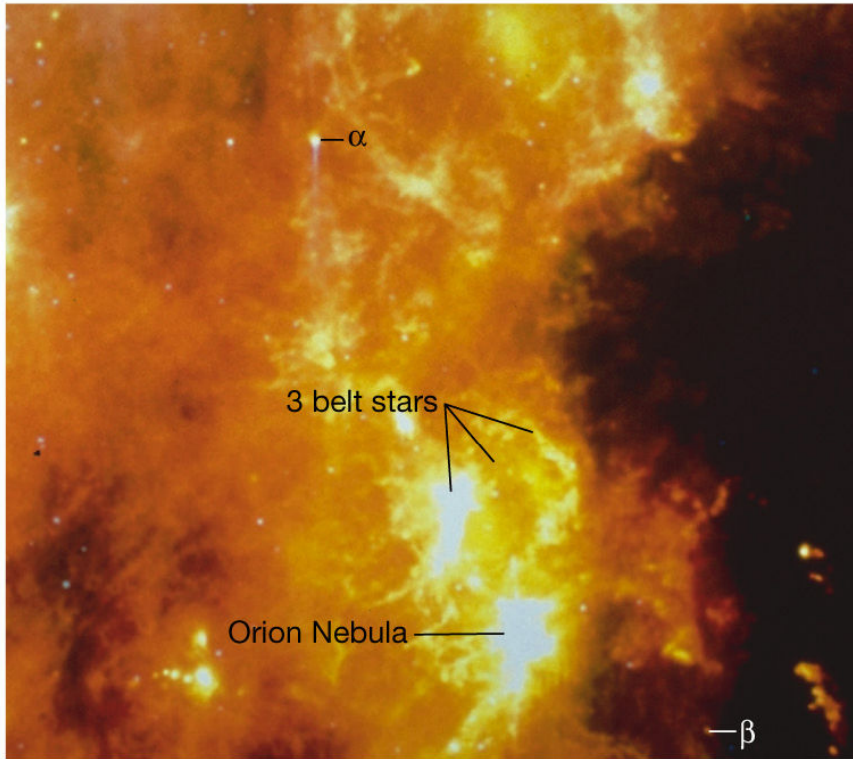
NASA balloon size

# Roketle astronomi

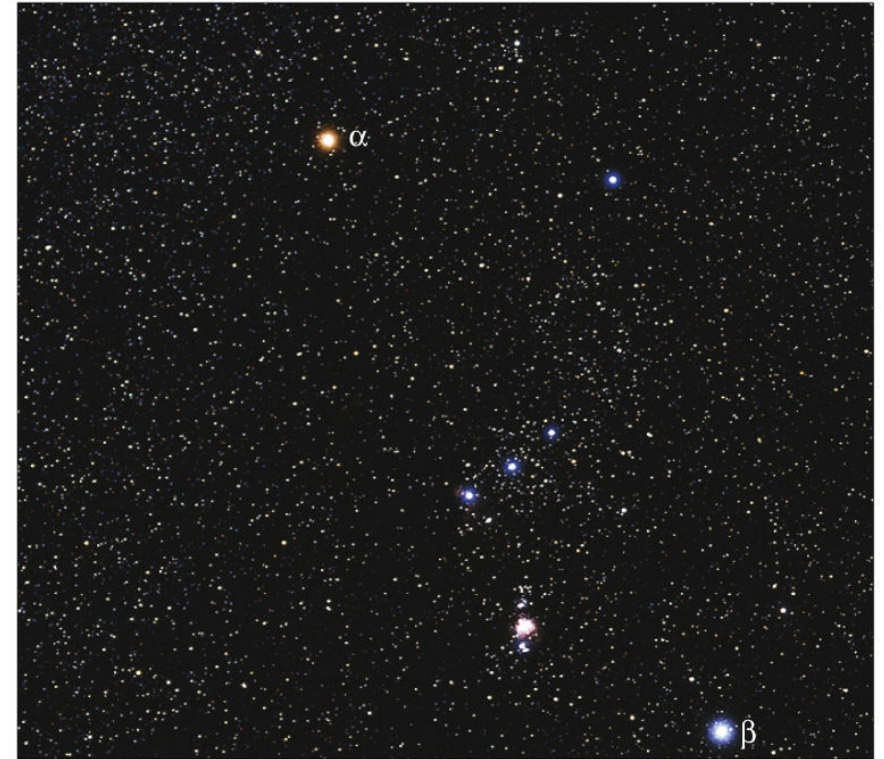
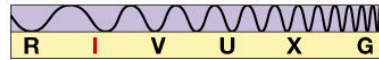
- Üst atmosfere kolay ve ucuz yoldan çıkmanın yolu. Şansınız yaver giderse düşen ekipmanı tekrar kullanabilirsiniz. 1400 km kadar çıkabilir ve çıktığı bölgede yüzlerce saniye kalabilir.



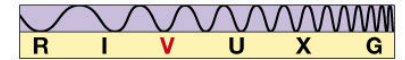
# Renklendirilmiş görüntüler



(a)



(b)



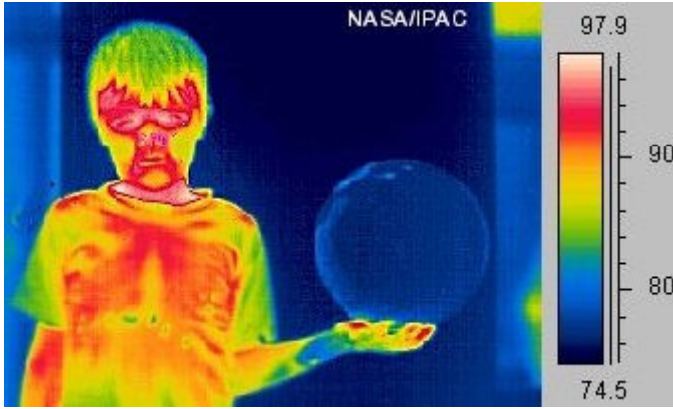
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Kızılötesi ışıma yapan gaz, sıcaklığına göre renklendirilmiş.

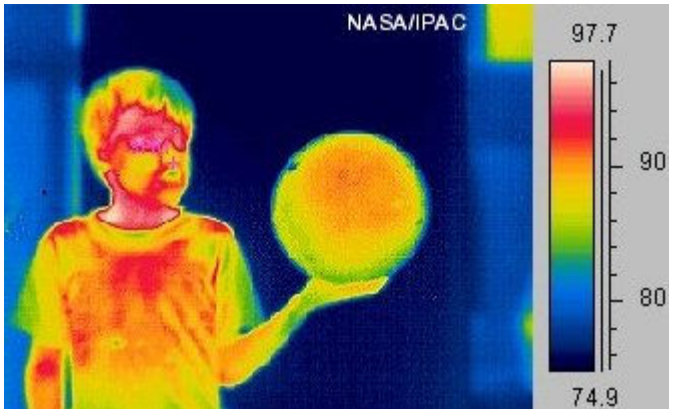


# Algılayıcıları soğutalım!

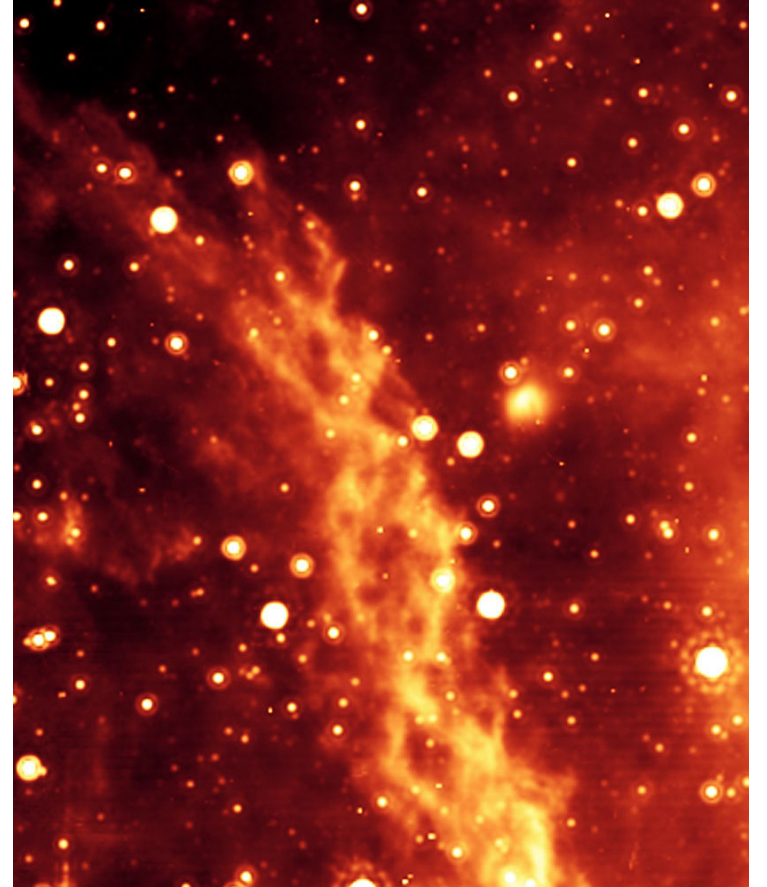
Bütün cisimler sıcaklıkları yüzünden elektromanyetik dalga yayarlar. Oda sıcaklığının yaydığı elektromanyetik dalgalar kızılöte bölgesindedir. O yüzden algılayıcının kendisi bir arkaalan oluşturur. Bu ışınımı kesmenin yolu algılayıcı soğutmaktır.



Zıplayan top ısınıp kızılöte ışınım yapıyor.



Spitzer uydusunun Soğutulmuş CCD Smüthiş bir görüntü.



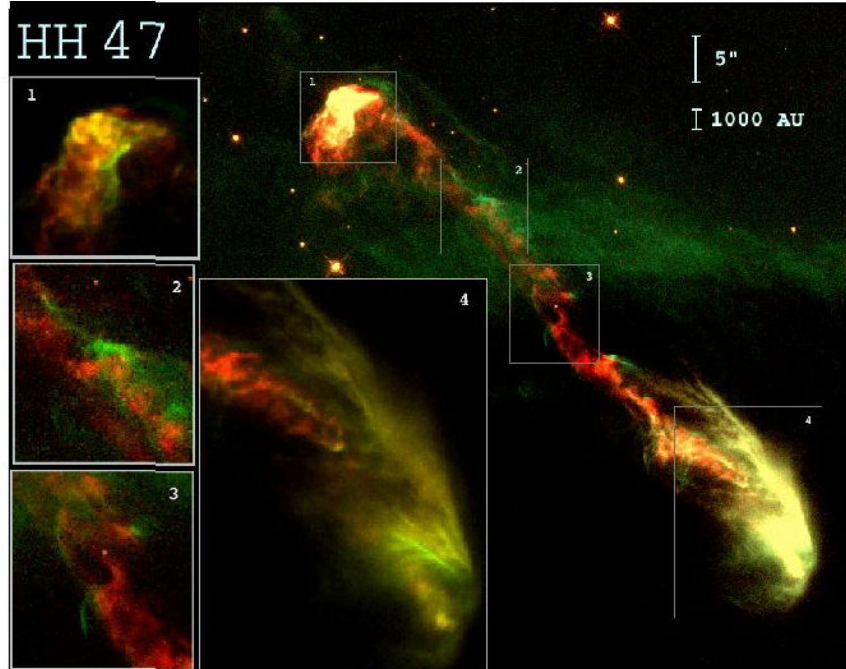
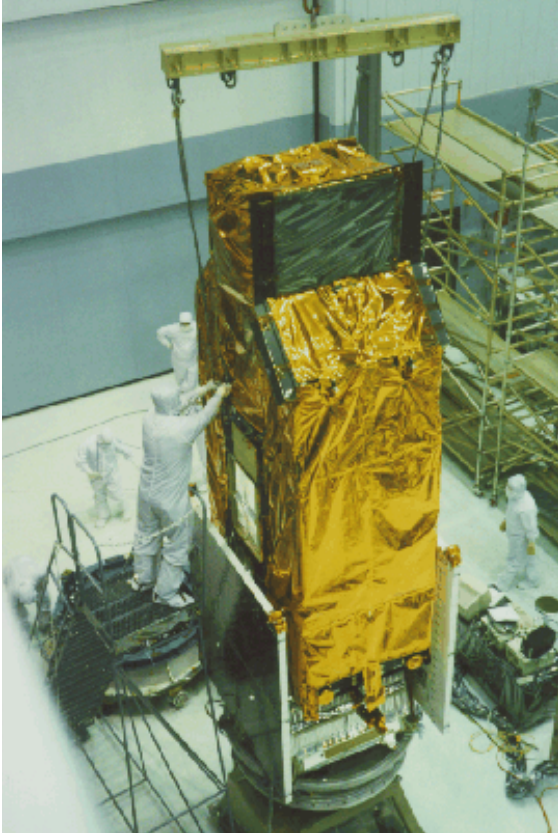
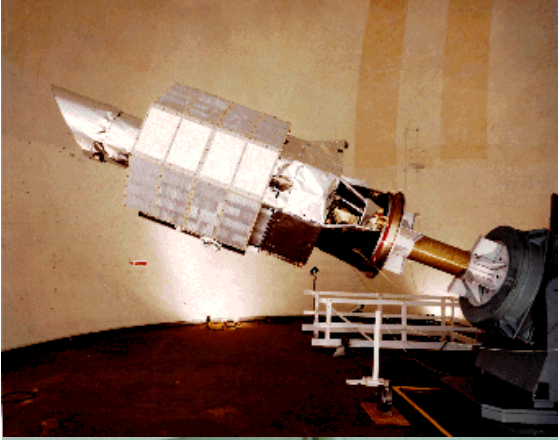


# Moröte astronomisi

Sıcak gaz ve yıldızları morötesi algılayıcılarla gözleyebiliriz.

IUE, uzayda en uzun çalışan uydu teleskop.

FUSE, ve teleskobu ile alınmış harika bir görüntü.

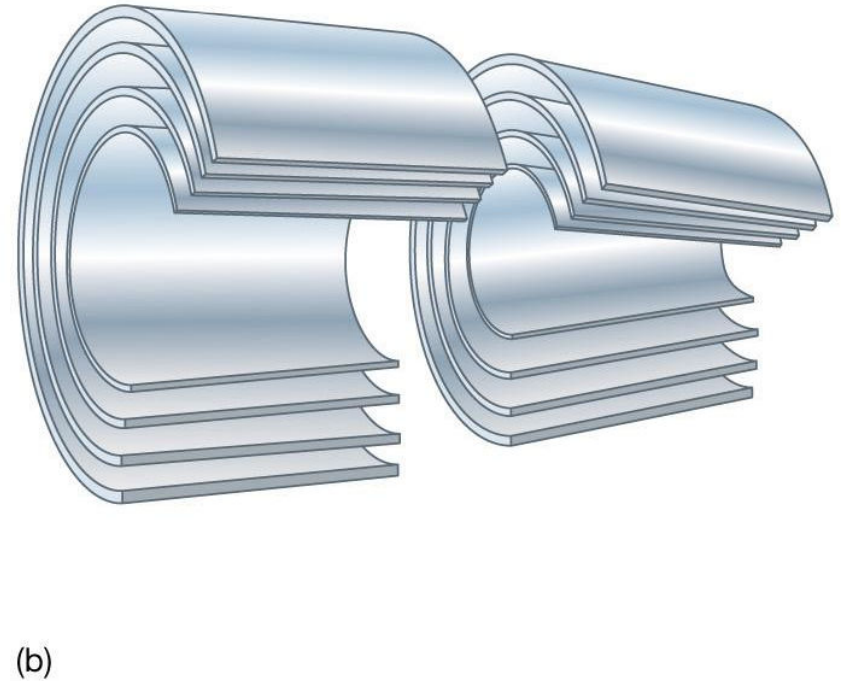
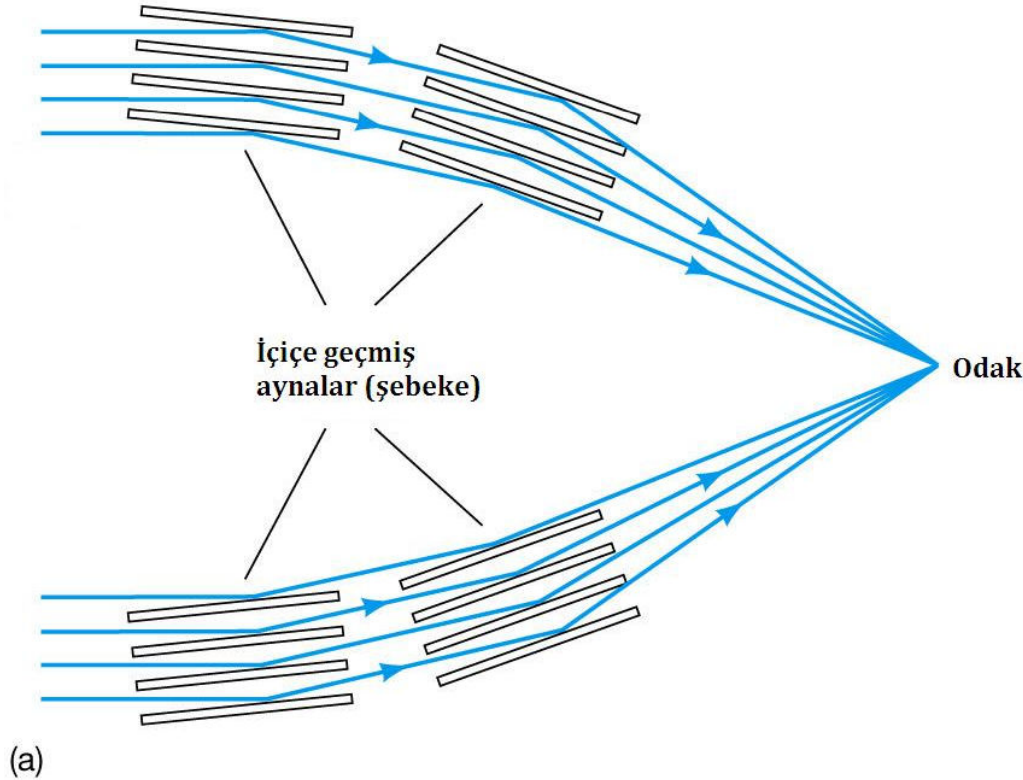


Kızılöte ve moröte Algılayıcılar normal Teleskopları kullanırlar.

Mesela HUBBLE üzerinde hem moröte hem de kızılöte algılayıcılar vardır.

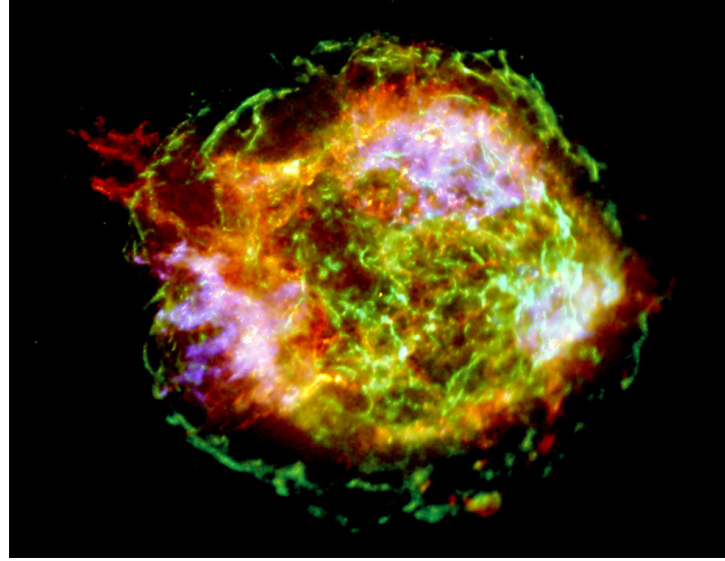
# X ışını astronomisi

- Müthiş sıcaklıklar (milyonlarca – milyarlarca derece) ve egzotik cisimler (nötron yıldızları ve karadeliikler) en iyi x ışınlarında gözlenir.
- Çok enerjili x-ışınlarının yansıtılmaları çok zordur, sadece çok ince bir açı ile metay yüzeyine geldiklerinde yansıtılabilirler. 10 keV'den daha düşük enerjili x ışınları içiçe geçmiş metal aynalar kullanarak odaklanırlar.



# X ışını CCD'leri

- X ışını CCD'lerinin çalışma prensibi optik CCD'lere benzer, ama en önemli özelliği gelen fotonun enerjisini ayırdedebilirler.



Chandra, ve Cas A  
Süpernova kalıntısı.



# 10 keV üzeri astronomi

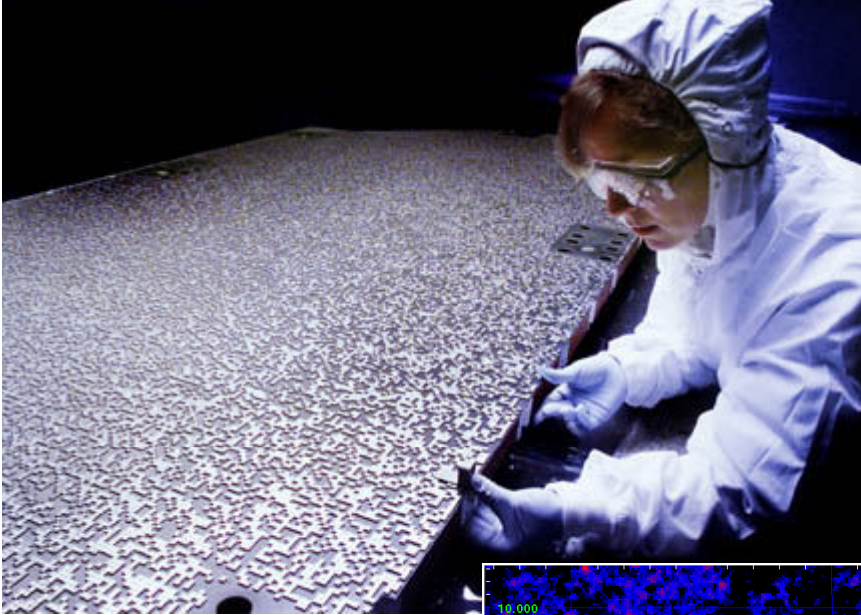
- Bu enerjilerde hem fotonları durdurmak zorlaşır, hem de görüntüyü odaklamak.



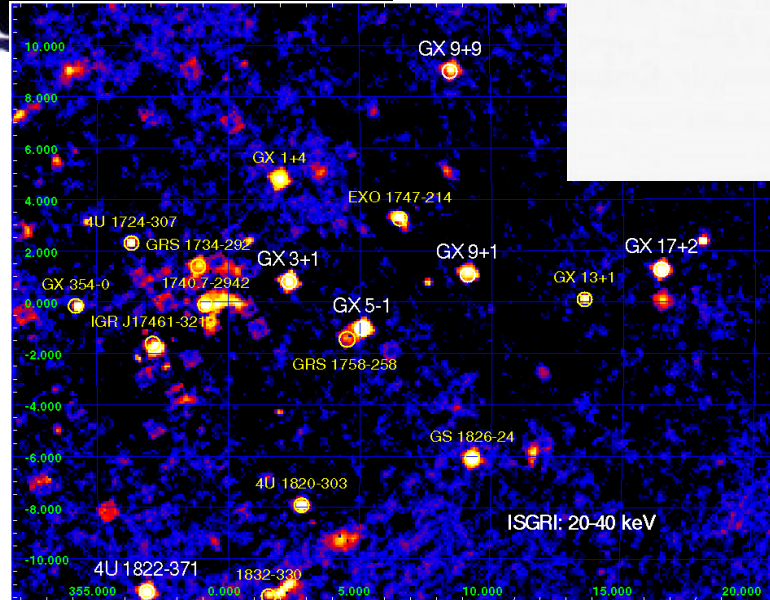
RXTE uydusunun algılayıcılarının üzerindeki metal Sınırlayıcı algılayıcılara sadece 1 derecelik bir açıktan Fotonların girmesini sağlar.

Algılayıcılar ise gaz dolu silindirler ya da x ışını düşünce Parlayan kristallerden oluşabilir.

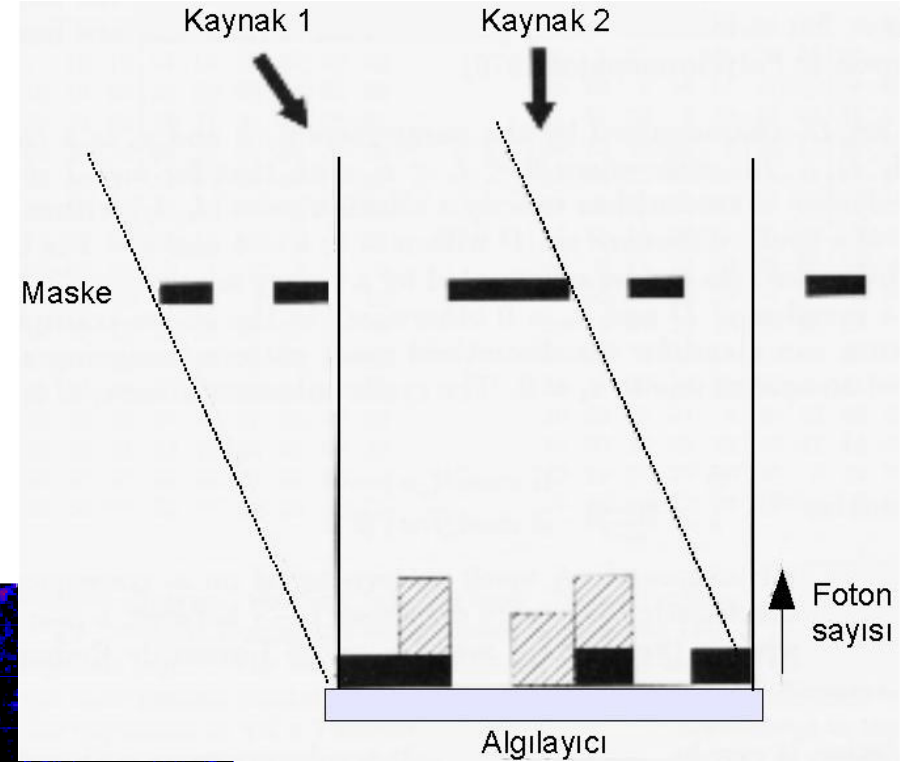
# Kodlanmış maske ile görüntüleme



SWIFT BAT maskesi

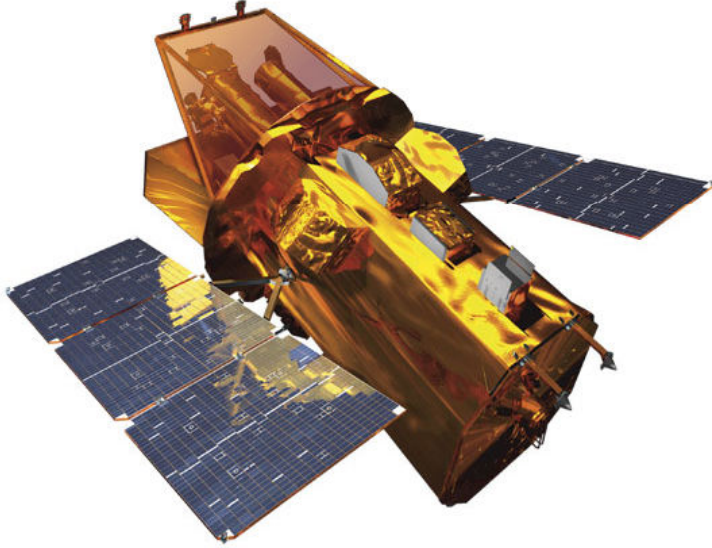


ISGRI 20-40 keV

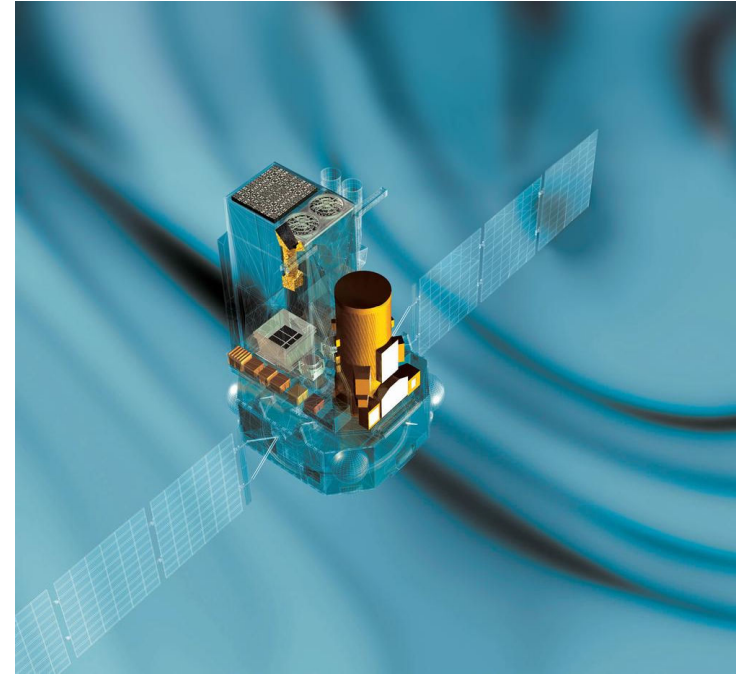


Değişik yönlerdeki kaynakların gölgesi üstüste biner. Bir algoritma ile tüm kaynakların pozisyonları ve akıları belirlenir.

# Sert x ışını ve gama ışınlarında çalışan bazı uydular



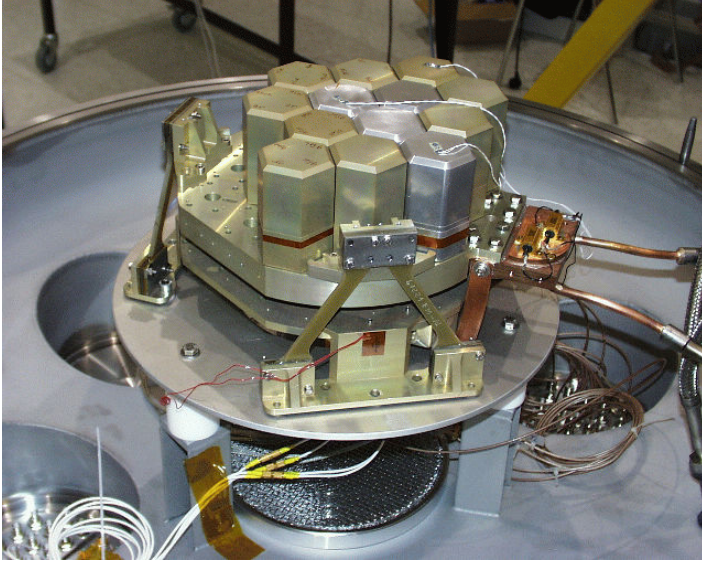
SWIFT



INTEGRAL



# Daha yüksek enerji daha kalın maske – daha kalın algılayıcı



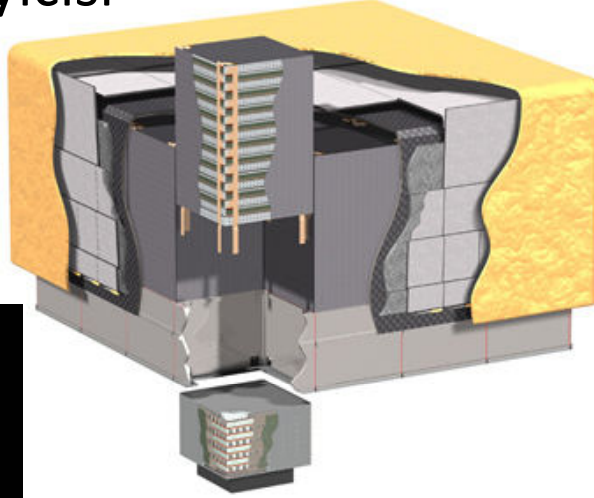
SPI algılayıcısı



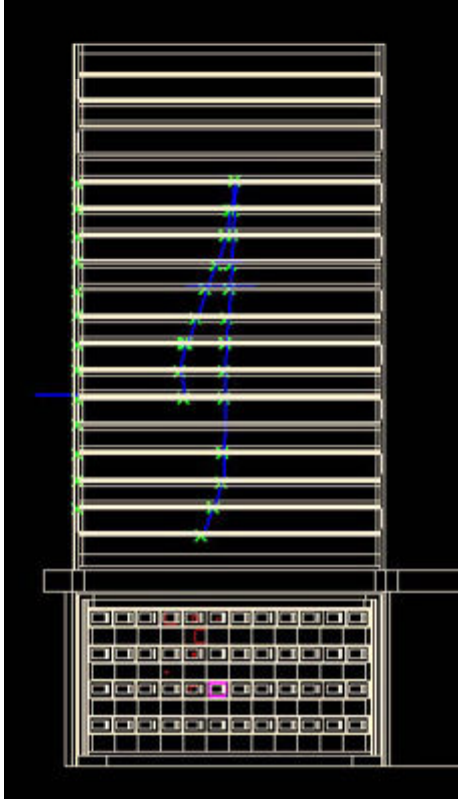
SPI maskesi

# Daha da yüksek enerjiler?

Fermi LAT algılayıcısı



Fermi artistik çizimi



Fotonların yarattığı parçacıklar takip edilerek görüntüleme yapılır.



# TEŞEKKÜRLER

- Daha fazla bilgi için beni bulun.... ;)
- [ekalemci@sabanciuniv.edu](mailto:ekalemci@sabanciuniv.edu)