

Güneş Sistemimiz



Ankara Üniversitesi Rasathanesi

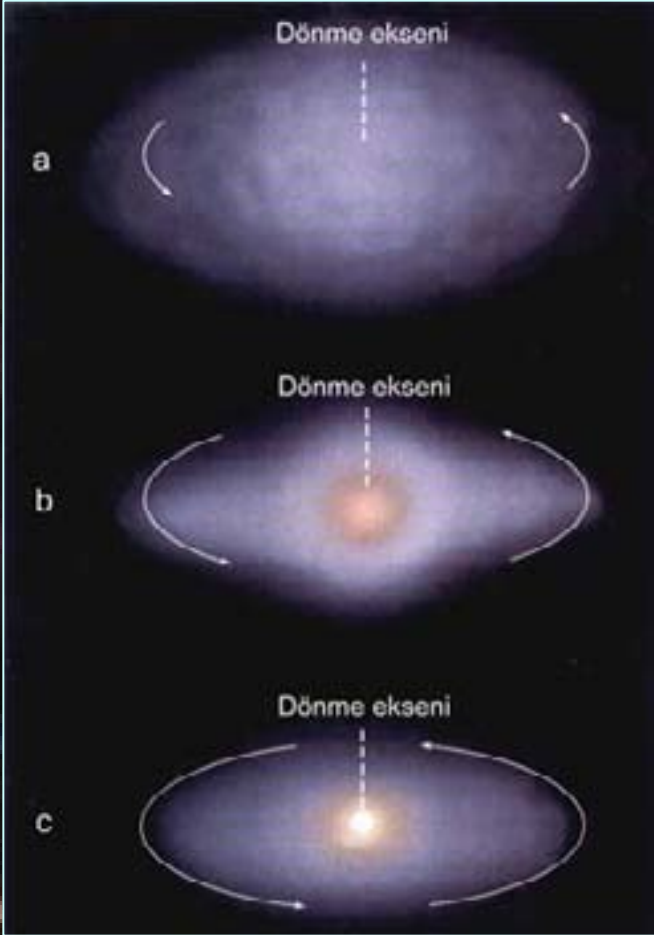
Güneş sistemimizin üyeleri

Güneş sistemimiz, birbirlerine dinamik olarak bağlı

- **Yıldızımız Güneş,**
- **8 gezegen ve bunların uyduları,**
 - *Güneş'ten uzaklık sırasına göre: Merkür, Venüs, Yer, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün*
- **Cüce gezegenler ve bunların uyduları,**
 - *şimdilik bu kategoriye girenler: Ceres, Plüto, Eris*
- **Güneş sisteminin küçük nesneleri:**
 - *Asteroidler (küçük gezegenler),*
 - *Neptün ötesi küçük cisimler (Kuiper Kuşağı ve Oort Bulutu),*
 - *Kuyruklu yıldızlar,*
 - *Meteorlar,*
- **Gezegenlerarası gaz ve tozdan**

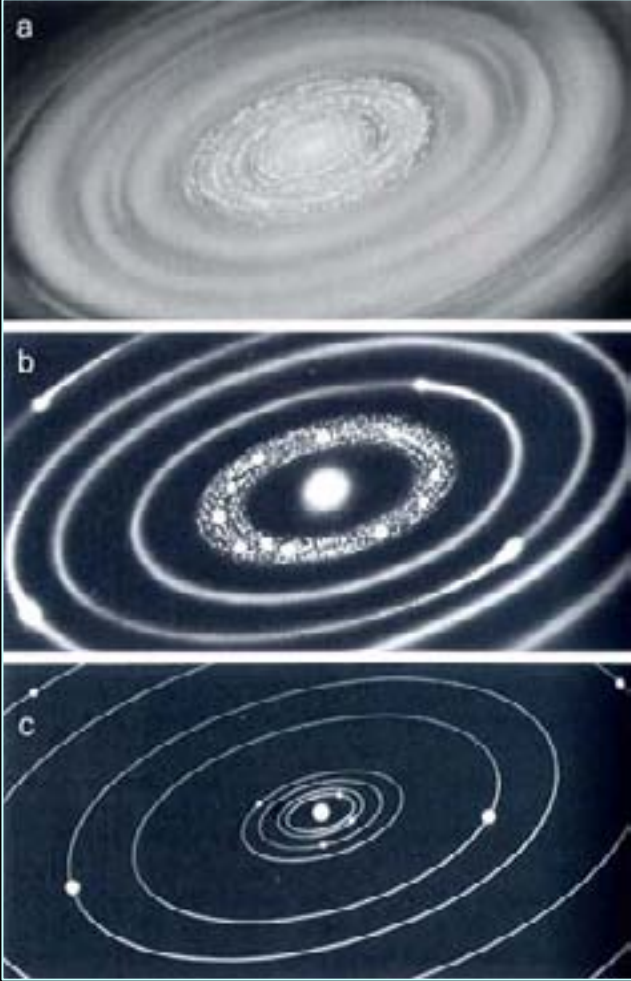
oluşmuş bir organizasyondur.

Güneş sistemimizin oluşumu



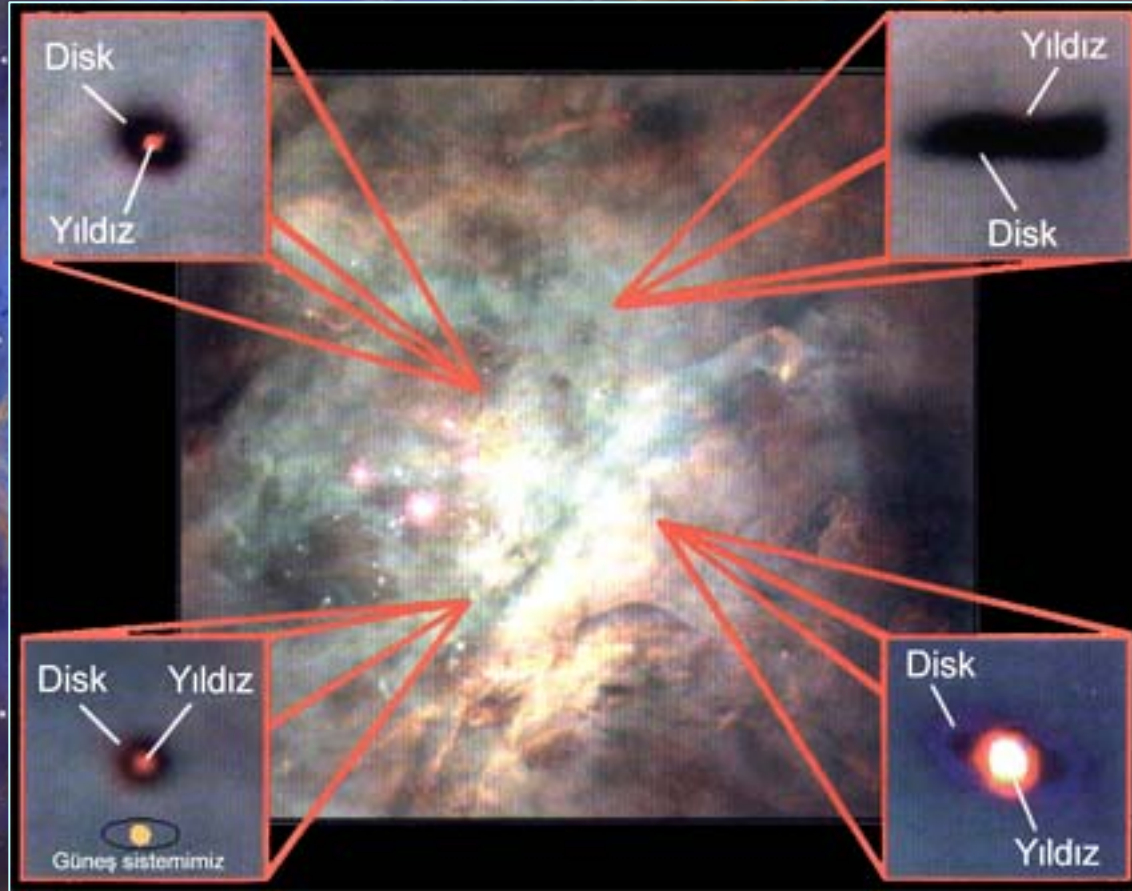
- Güneş sistemimiz, devasa boyutlu bir gaz ve toz bulutunun kendi eksenini etrafında dönmeye başlaması ve şıkışması ile oluşmuştur.
- Dönme etkisi ile bulut, dönme eksenini boyunca basıklaşmış ve dönme eksenine dik doğrultuda ise yaygınlaşmıştır.
- Dönme sonucu basıklaşmanın son aşamalarında merkezinde daha yoğun ve sıcak bir bölge oluşmuştur. Bu yoğun ve sıcak bölge daha sonra Güneş'imizi oluşturacak cisim olup “**ön-güneş**” adı ile anılır.

Güneş sistemimizin oluşumu



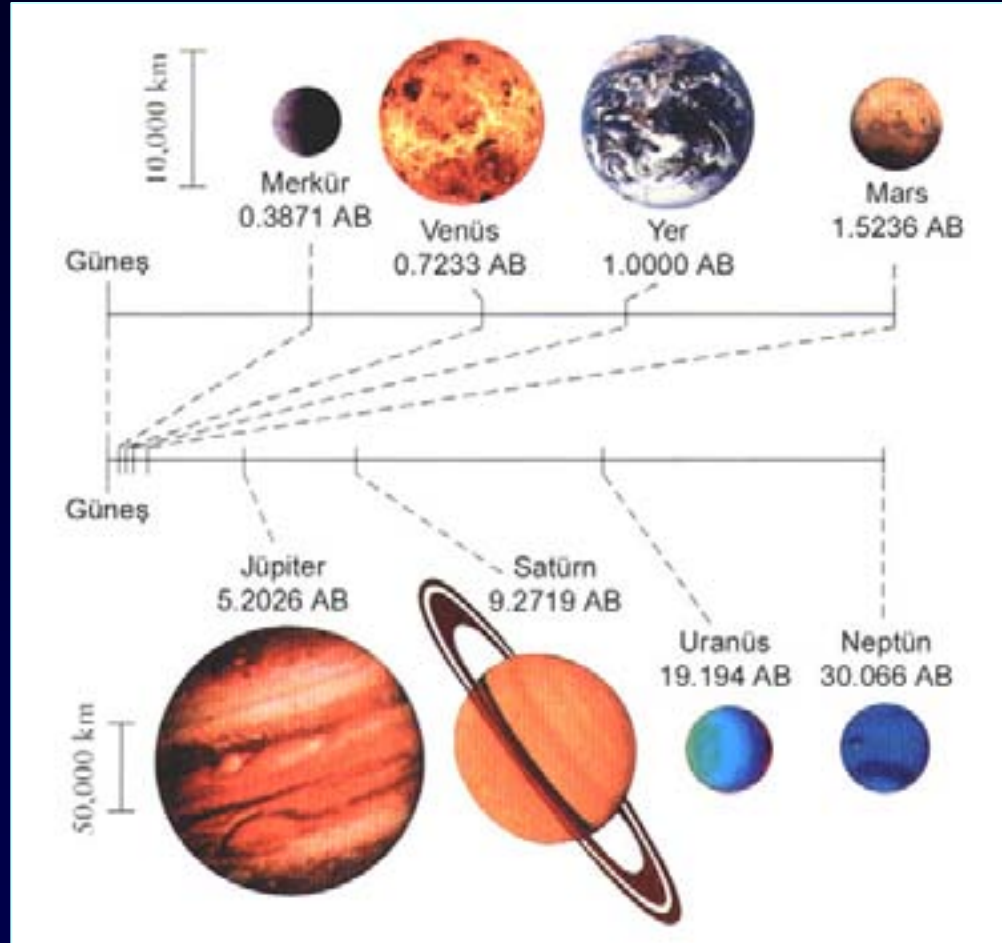
- a) Büzülme başlangıcından 10 milyon yıl sonra ön-güneş bölgesinin iç sıcaklığı birkaç milyon derece sıcaklığa ulaşır ve $H \rightarrow He$ dönüşümünü sağlayan nükleer yanma başlar. Merkezdeki sıcak bölge artık bir yıldızdır: **GÜNEŞ**
- b) Güneş etrafında bazı yoğunlaşma bölgelerinde kalan parçaların birleşmesiyle gezegenlerin atası olan “**ön-gezegenler**” oluşmaya başlar.
- c) Ön-gezegenler arası çarpışma ve birleşmelerle bugünkü gezegenler oluşmuştur.

Sistemimizin oluşum senaryosuna kanıtlar



Orion Bulutsusu'ndaki yıldız oluşum b6lgeleri:
Bebek yıldızları saran “**gezegen 6ncesi diskler – Propit'ler**”

Gezegener - Uzaklıklar

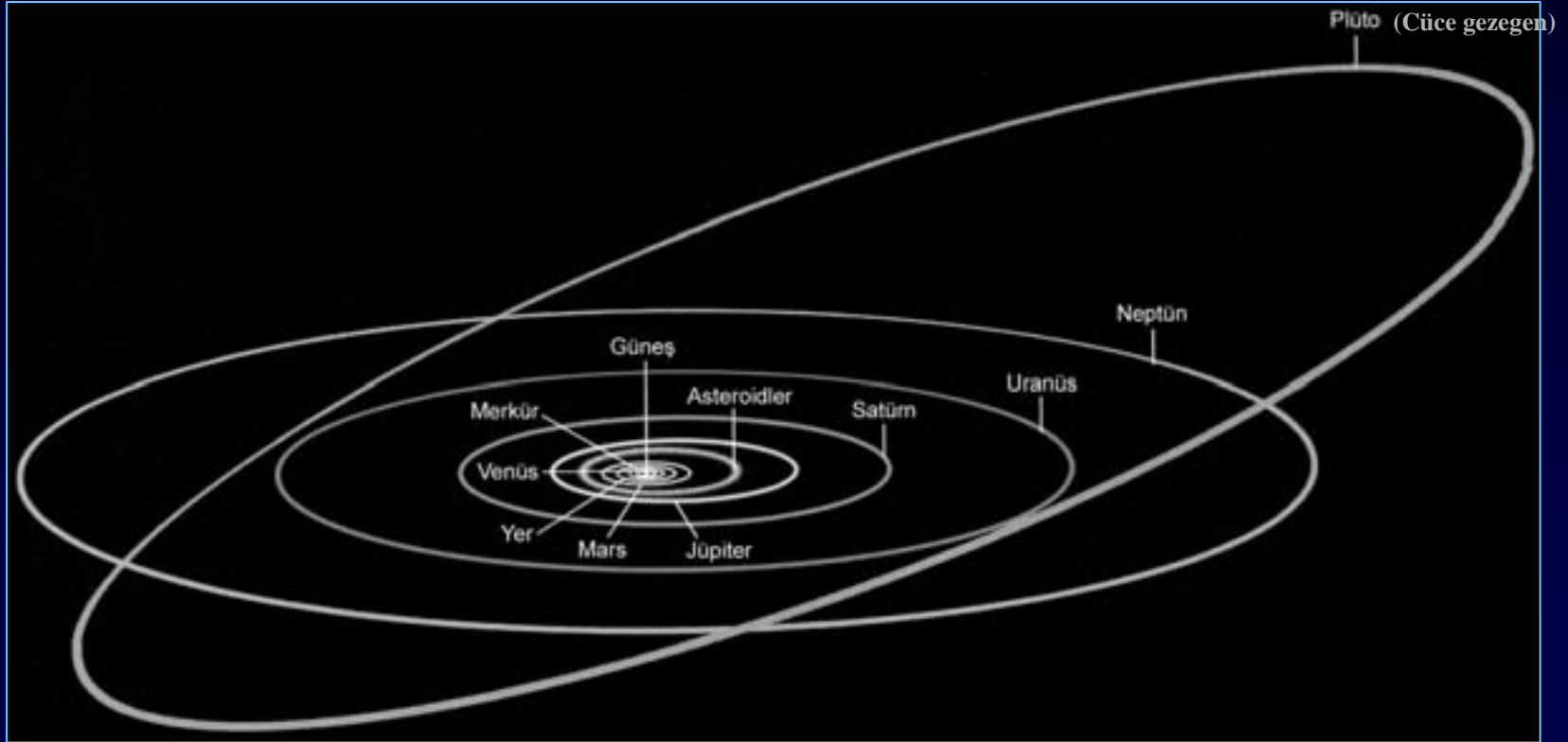


Güneş sistemi üyeleri arasındaki uzaklıklar Yer-Güneş arası ortalama uzaklık birim alınarak ifade edilir:

150 milyon kilometre = 1 Astronomi Birimi (AB)

Gezegener - Yörüngeler

Yer'in Güneş etrafındaki yörüngesinin belirttiği düzlem “**EKLİPTİK düzlemi**” adını alır. Diğer gezegenlerin yörünge düzlemleri de hemen hemen ekliptik düzleminde.



	Merkür	Venüs	Yer	Mars	Jüpiter	Satürn	Uranüs	Neptün	Plüto
Yörünge eğimi (derece)	7	3.4	0	1.9	1.3	2.5	0.8	1.8	17

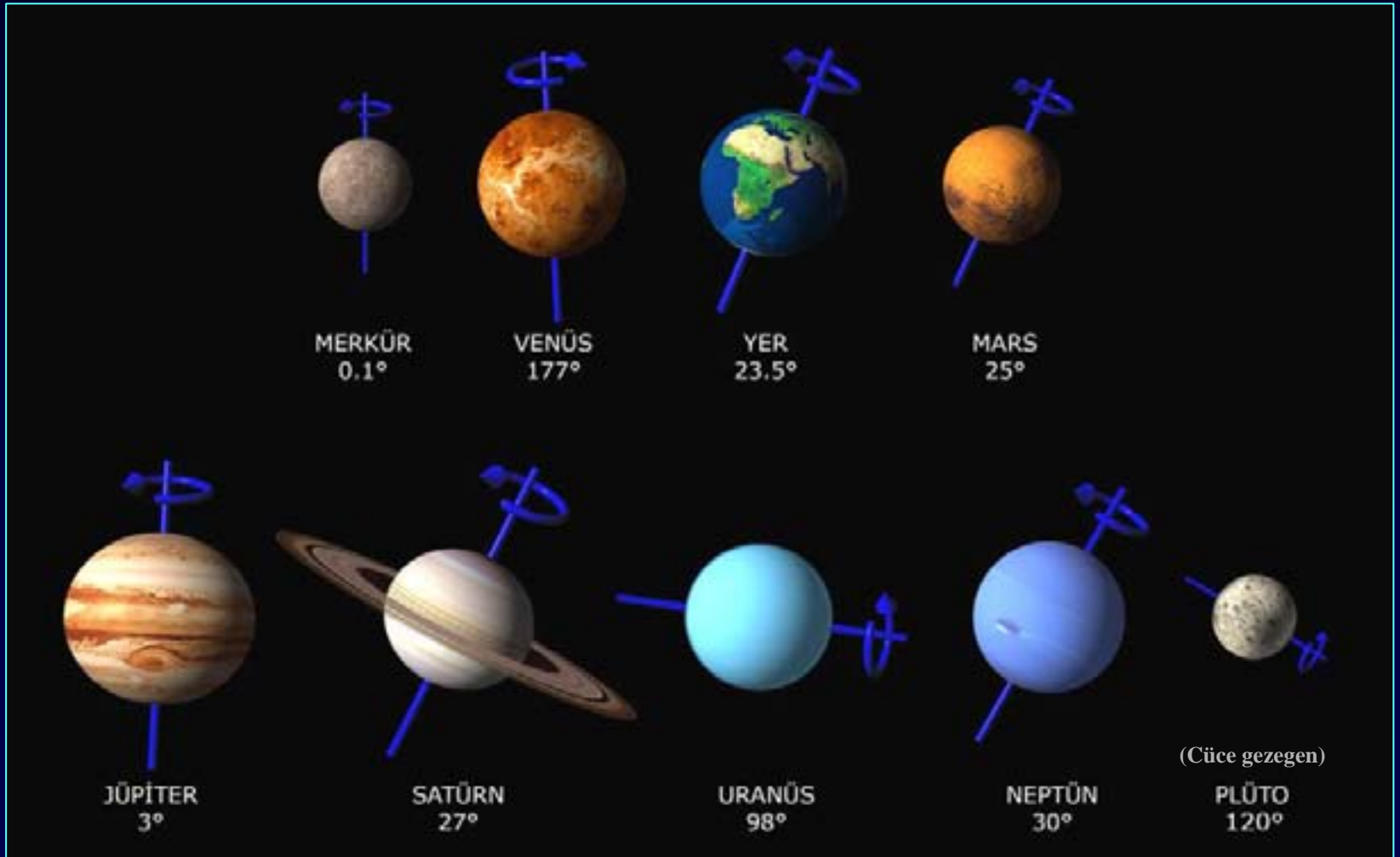
Gezegenler – Dönme ve dolanma özellikleri

- Ekliptik düzlemine üstten baktığımızda, saat ibrelerinin dönme yönünün aksi pozitif yön olarak dikkate alınır.
- Buna göre tüm gezegenler Güneş etrafında pozitif yönde dolanırlar.
- Venüs ve Uranüs hariç tüm gezegenler eksenleri etrafında pozitif yönde dönerler.
- Venüs ve Uranüs'ün ters yöndeki dönmeleri, sistemin oluşumu sırasında büyük boyutlu ön-gezegenlerle çarpışmalarına bağlanmaktadır.



Gezegener – Dönme Eksenleri

Gezegenerin dönme eksenlerinin, ekliptik düzlemine dik doğrultu ile yaptığı açılar birbirinden farklıdır.



Gezegener - Fiziksel özellikler

Güneş'e ve birbirlerine yakın gezegenler:

ORTAK ÖZELLİKLERİ: metalik çekirdek, sıvı-katı arası manto, katılaşmış kayalık yüzey, aktif veya sönmüş volkanlar, çarpma kraterleri, ağır elementlerin baskın olduğu temel kimyasal bileşim, atmosfer (Merkür hariç)

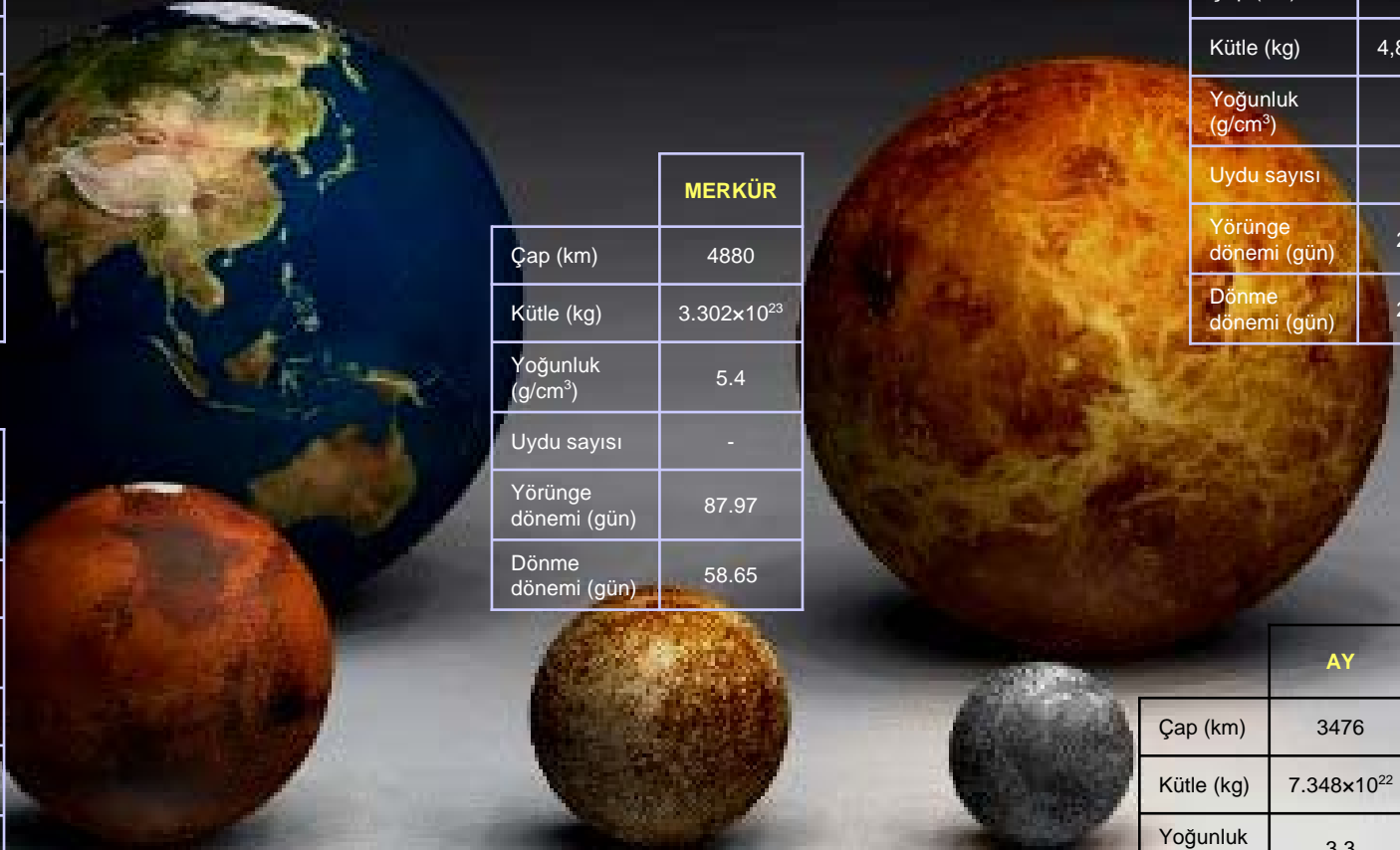
YER	
Çap (km)	12756
Kütle (kg)	5.974×10^{24}
Yoğunluk (g/cm ³)	5.5
Uydu sayısı	1
Yörünge dönemi (gün)	365.25
Dönme dönemi (gün)	1.00

MARS	
Çap (km)	6794
Kütle (kg)	6.418×10^{23}
Yoğunluk (g/cm ³)	3.9
Uydu sayısı	2
Yörünge dönemi (gün)	686.98
Dönme dönemi (gün)	1.03

MERKÜR	
Çap (km)	4880
Kütle (kg)	3.302×10^{23}
Yoğunluk (g/cm ³)	5.4
Uydu sayısı	-
Yörünge dönemi (gün)	87.97
Dönme dönemi (gün)	58.65

VENÜS	
Çap (km)	12104
Kütle (kg)	$4,869 \times 10^{24}$
Yoğunluk (g/cm ³)	5.2
Uydu sayısı	-
Yörünge dönemi (gün)	224.70
Dönme dönemi (gün)	243.02

AY	
Çap (km)	3476
Kütle (kg)	7.348×10^{22}
Yoğunluk (g/cm ³)	3.3



Gezegener - Fiziksel özellikler

Güneş'e ve birbirlerine uzak gezegenler:

ORTAK ÖZELLİKLERİ: kayalık çekirdek, sıvı manto, dış katmanlar gaz, görünen yüzeyleri kalın bulutlar, temel kimyasal bileşim: hafif elementler, çevresel halkalar, çok uydulu

JÜPİTER

Çap (km)	142984
Kütle (kg)	1.899×10^{27}
Yoğunluk (g/cm ³)	1.3
Uydu sayısı	63
Yörünge dönemi (yıl)	11.86
Dönme dönemi (saat)	9.84

SATÜRN

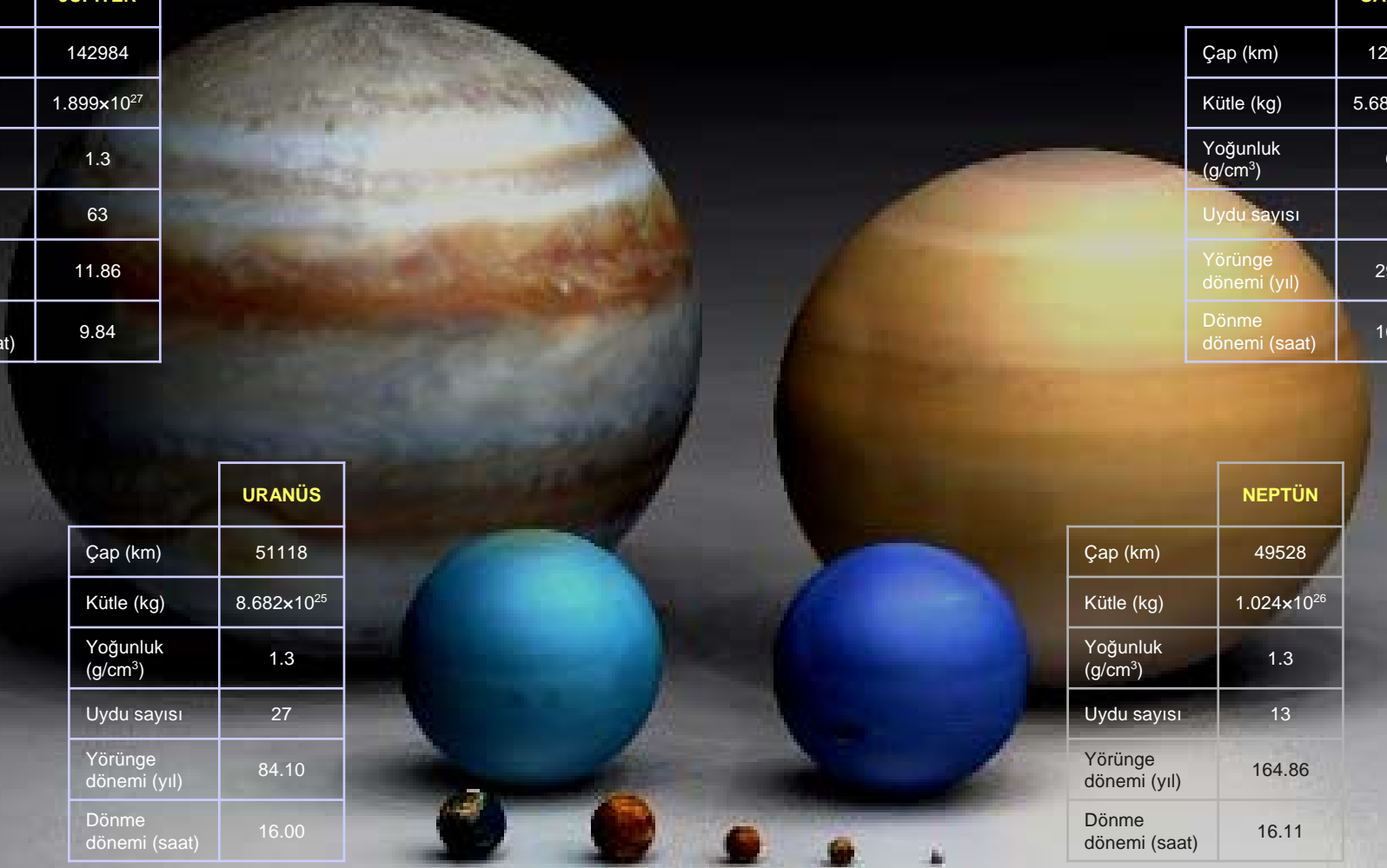
Çap (km)	120536
Kütle (kg)	5.685×10^{26}
Yoğunluk (g/cm ³)	0.7
Uydu sayısı	56
Yörünge dönemi (yıl)	29.37
Dönme dönemi (saat)	10.66

URANÜS

Çap (km)	51118
Kütle (kg)	8.682×10^{25}
Yoğunluk (g/cm ³)	1.3
Uydu sayısı	27
Yörünge dönemi (yıl)	84.10
Dönme dönemi (saat)	16.00

NEPTÜN

Çap (km)	49528
Kütle (kg)	1.024×10^{26}
Yoğunluk (g/cm ³)	1.3
Uydu sayısı	13
Yörünge dönemi (yıl)	164.86
Dönme dönemi (saat)	16.11



Gezegener - Sınıflandırma



Gezegener - Keşifler

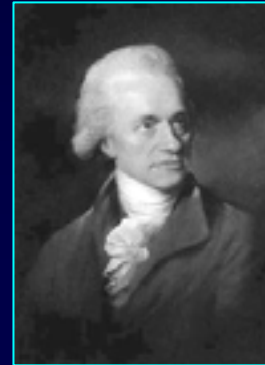
18. Yüzyılın son çeyreğine kadar Güneş sisteminde sadece altı gezegenin varlığı biliniyordu:

Merkür, Venüs, Yer, Mars, Jüpiter, Satürn

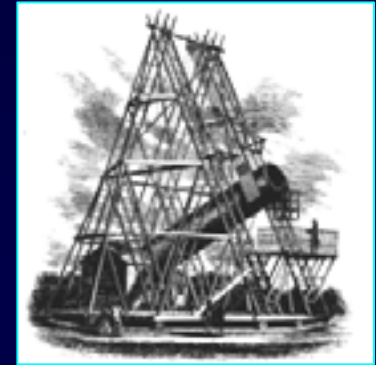
Bu gezegenler çıplak gözle görülebilecek kadar parlak olduklarından, varlıkları tarih öncesi çağlardan beri bilinmekteydi.

13 Mart 1781

Herschel kendi yaptığı teleskop ile başlattığı sistematik gökyüzü taramaları sırasında **URANÜS**'ü tesadüfen keşfetti.



Frederic William
Herschel
1738-1822



Herschel'in kendi
yaptığı 126 cm çaplı
teleskobu

Gezegener - Keşifler

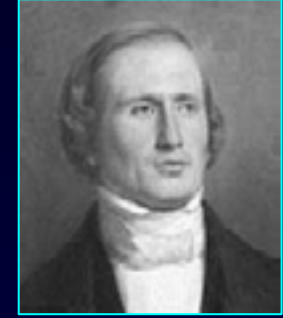
23 Eylül 1846

Uranüs'ün yörüngesinde izlenen
tedirginliklerden hareketle, Newton
mekaniği kullanılarak
“masa başında”

NEPTÜN'ün keşfi



John Couch
Adams
1819-1892



Urbain Jean-Joseph
Le Verrier
1811-1877

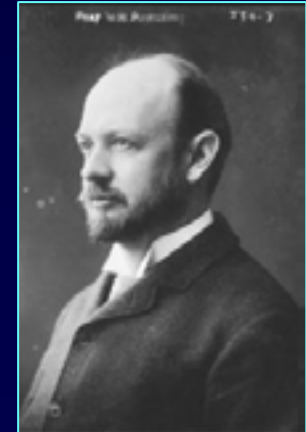
PLANET-X

Neptün ötesi gezegen araştırmaları
Neptün'ün yörüngesinde izlenen
tedirginliklerden hareketle, Newton
mekaniği kullanılarak
“masa başında”

SONUÇ VERMEDİ



Percival Lowell
1855-1916



William Pickering
1858-1938

Gezegener - Keşifler

PLÜTO (Cüce Gezegen)

18 Şubat 1930 Clyde Tombaugh

Lowell Gözlemevi – Flagstaff, Arizona



13" astrograf

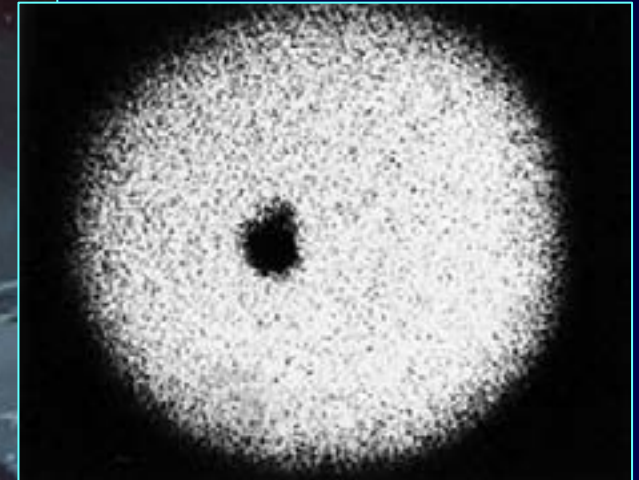
Plüto'nun uydusu

CHARON'un keşfi

22 Haziran 1978

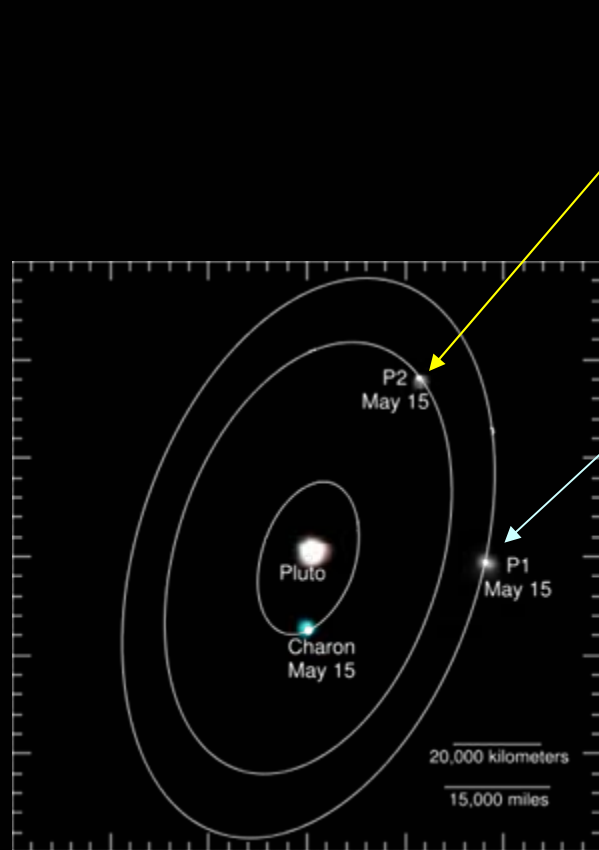
James W. Christy

U.S. Naval Observatory

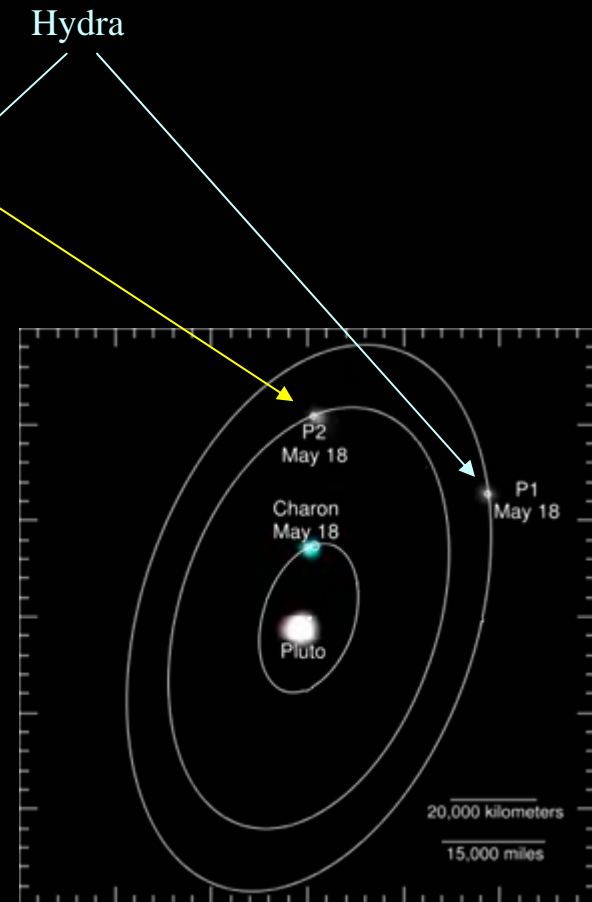


Pluto System

Hubble Space Telescope ACS



May 15, 2005



May 18, 2005



Yer Plüto Charon

Kütle	$6 \times 10^{24} \text{ kg}$	% 0.02 M_{yer}	‰ 0.02 M_{yer}
Yarıçap	6400 km	% 19 R_{yer}	% 9.5 R_{yer}
Ort. yoğunluk	5.5 g/cm ³	1.9 g/cm ³	1.7 g/cm ³
Yörünge dönemi	1 yıl	248 yıl	6.39 gün ←
Dönme dönemi	24 saat	6.39 gün ←	6.39 gün ←

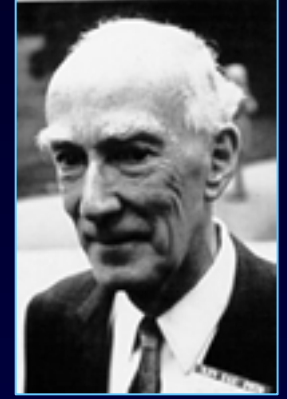
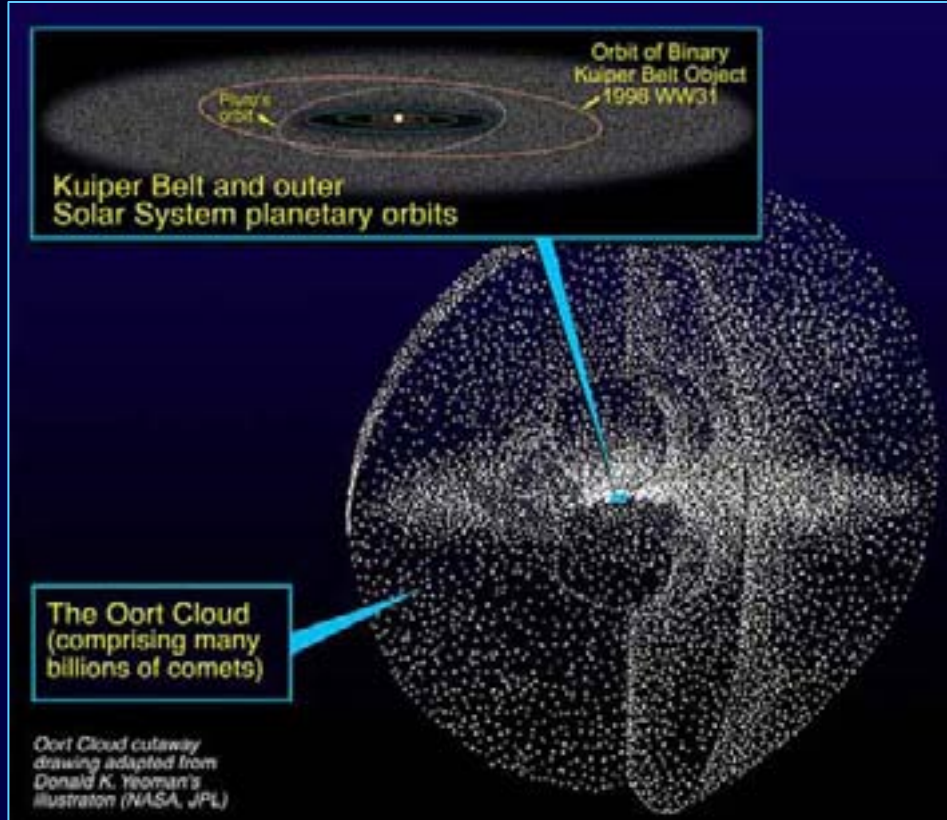
Neptün Ötesi Küçük Cisimler



Gerard Kuiper
1905-1973

Kuiper Kuşağı

- Güneş'ten 30 – 55 AB
- Güneş sistemini disk şeklinde saran
- Kısa dönemli kuyruklu yıldızlar



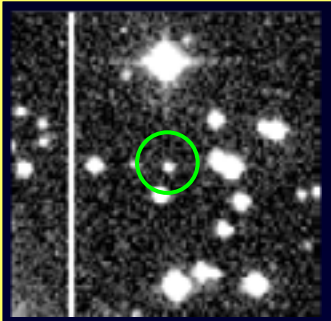
Jan H. Oort
1900-1992

Oort Bulutu

- Güneş'ten 50 000 – 100 000 AB
- Güneş sistemini küresel saran
- Çok uzun dönemli kuyruklu yıldızlar

**Güneş sistemimizi oluşturan devasa bulutsudan geriye kalan
buzlu ve kayalık kalıntılar**

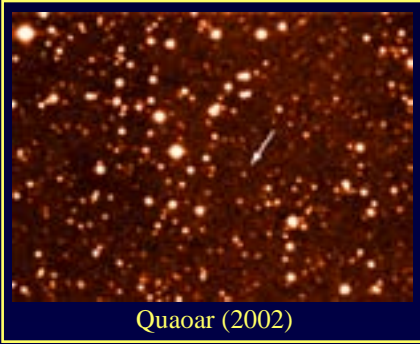
Neptün Ötesi Küçük Cisimler



Varuna (2000)

1992'den bu yana kırmızıötesi gözlem araçlarındaki ilerlemeler Neptün ötesi cisimlerin doğrudan gözlenmesine olanak sağladı.

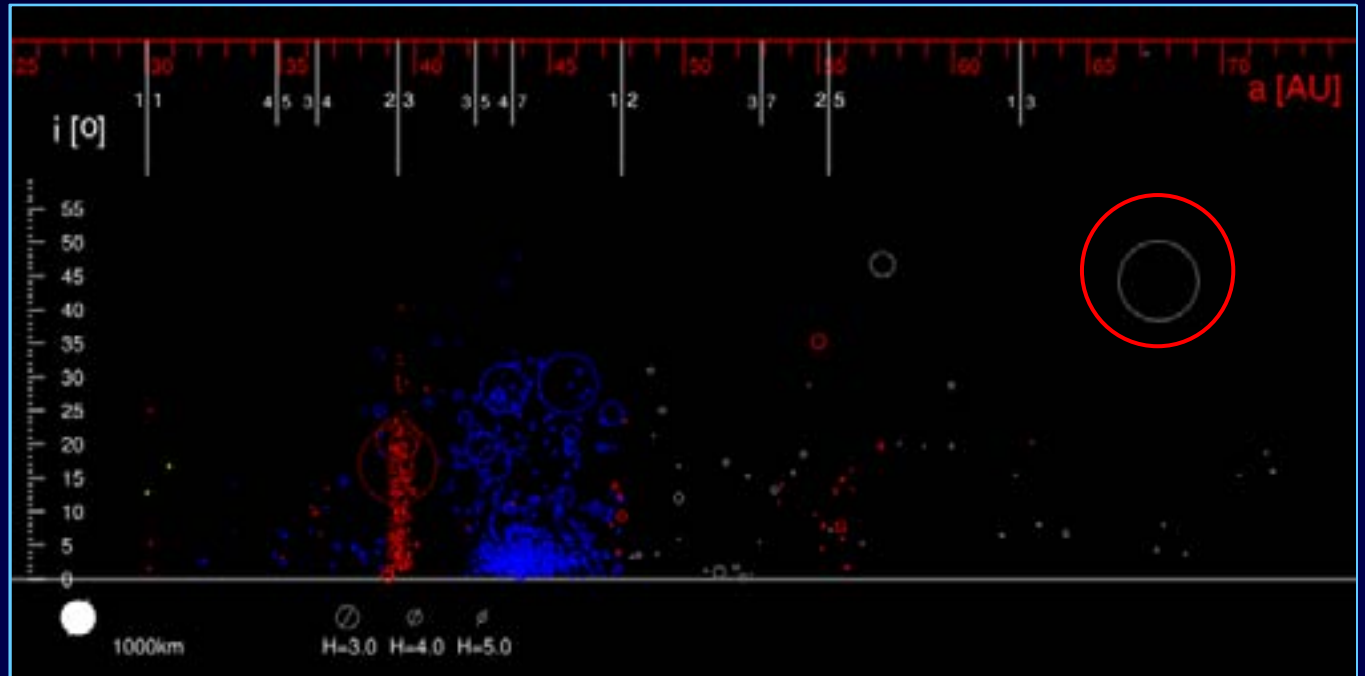
**Kuiper Kuşağı'nda
1000'den fazla cisim keşfedildi !**



Quaoar (2002)



Eris (2003)



ERIS ve uydusu DYSNOMIA

Plüto ile
özdeş
boyutlarda !...

10. GEZEĞEN ?



PROBLEM:

ERIS'in keşfine kadar “gezegen” adı verilen gök cisimlerinin resmi bir tanımının ortaya konmamış olması !

ÇÖZÜM:

Uluslararası Astronomi Birliği (IAU)

26. Genel Kurulu

Prag – Çek Cumhuriyeti

14-25 Ağustos 2006

24 Ağustos 2006 tarihli oturumu



Prof. Richard Binzel

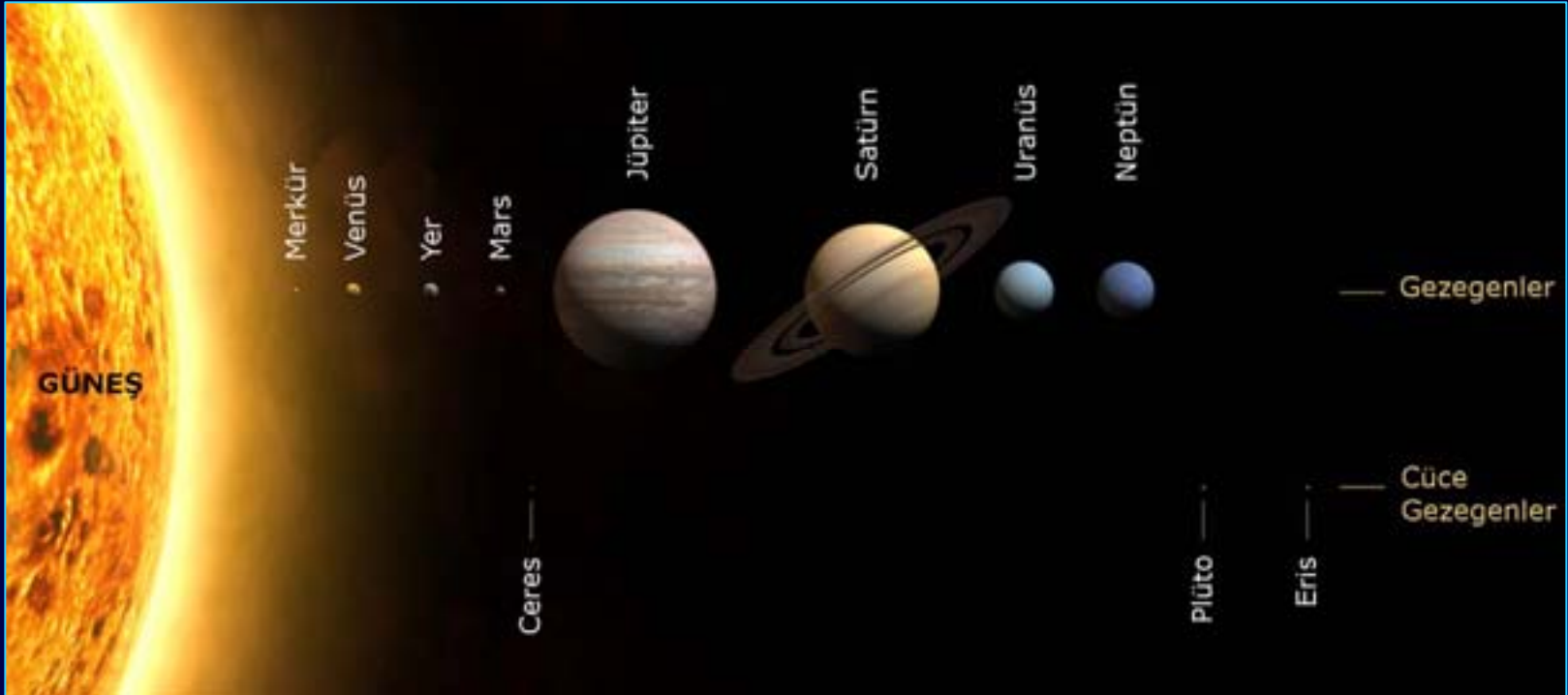
Gezegen Tanımlama Komisyonu

GEZEĞEN

- a) Güneş etrafında yörünge hareketi yapan,
- b) Kendi kütle çekim etkisi altında küresel bir şekil alacak (yuvarlaklaşacak) kadar kütleye sahip,
- c) Yörüngesinin yakın komşuluğunu "temizlemiş" olan

CÜCE GEZEĞEN

- a) Güneş etrafında yörünge hareketi yapan ve diğer bir nesnenin uydusu olmayan,
- b) Kendi kütle çekim etkisi altında küresel bir şekil alacak (yuvarlaklaşacak) kadar kütleye sahip,
- c) Yörüngesinin yakın komşuluğunu "temizlememiş" olan





Clyde Tombaugh (1906 – 1997)

1930'da Plüto'yu keşfettiğinde 24 yaşındaydı. Plüto'nun gezegenliği astronomide yıllardır tartışılıyordu. Tombaugh, birçok kereler kendi gözlemleri ile keşfettiği bu gökcisminin gezegenliğini savunmak zorunda kalmıştı.

Clyde Tombaugh'un Eşi Patricia:

"O bir bilim insanıydı, dolayısıyla tartışmaya, kanıtları ele almaya ve eleştiriye açıktı. Yeni bir bilginin keşfi önceki bilgiyi değiştirirse, bilim insanı kimliğiyle o da ikna olurdu."



Lowell Gözlemevi Müdürü Prof. Robert Millis:

"Tercihimiz Plüto'nun da gezegen sayılarak, Güneş Sistemi'ndeki gezegen sayısının 11'ye çıkmasıydı, olmadı. Artık yeni tip cüce Plütogiller'in isim babasıyız."



New Mexico Eyalet Üniversitesi Astronomi Böl. Bşk. Dr. Jim Murphy:

"Her ne kadar Tombaugh'un öğrencileri olarak bizler biraz mutsuzsak da, Plüto'nun yeni bir sınıfa konması, bilimin statik olmadığını gösteriyor. Yeni araştırmalar ve bilgilerle görüşlerini değiştirebilen bilim sabit fikirli değildir."



NEW HORIZONS

Atlas V roketi ile 19 Ocak 2006'da fırlatıldı

Pluto ve Kuiper Kuşağı cisimleri araştırmaları

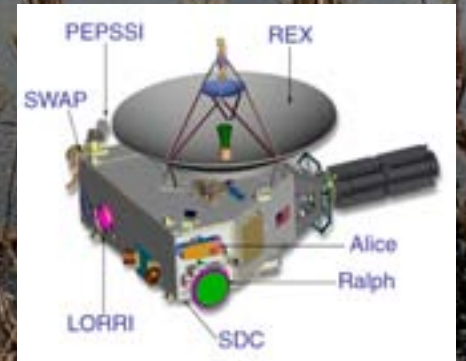
28 Şubat 2007 Jüpiter yakın geçişi

14 Temmuz 2015 Plüto yakın geçişi

2016-2020 Kuiper Kuşağı cisimleri ile karşılaşma

C. Tombaugh'ın küllerini taşıyor

http://pluto.jhuapl.edu/mission/whereis_nh.php



Asteroidler

1781 yılında Herschel'in Uranüs'ü keşfetmesinden sonra çok sayıda araştırmacı Güneş sistemimizde henüz keşfedilmemiş gezegenlerin var olabileceği konusunda kuşku duymaya başlamıştır.

18. yüzyıl sonlarında astronomların elinde, gezegen yörüngelerinin yarıçaplarını Güneş'ten olan uzaklık sıralarına bağlayan basit bir kural vardı,

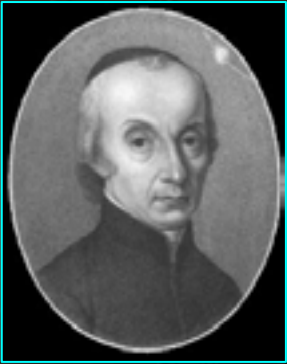
Titius-Bode kuralı: $a_n = 0.3 \times 2^n + 0.4$ ($n=-\infty$ Merkür, 0 Venüs, 1 Yer, ...)

	Merkür $n=-\infty$	Venüs $n=0$	Yer $n=1$	Mars $n=2$? $n=3$	Jüpiter $n=4$	Satürn $n=5$	Uranüs $n=6$
$a_n(AB)$	0.40	0.70	1.00	1.60	2.80	5.20	10.00	19.60
Gerçek değer (AB)	0.39	0.72	1.00	1.52	?	5.20	9.27	19.19

Mars ve Jüpiter arasında bir gezegen daha olmalıydı !!

Asteroidler

Tüm gezegenlerin yörüngelerinin ekliptik düzleminde olduğu gerçeğinden hareketle Mars ve Jüpiter yörüngeleri arasında yer alması olası Güneş sistemi üyesi için sistematik gözlemler başladı.



1 Ocak 1801

Giuseppe Piazzi CERES'i keşfetti.

Yörünge dönemi: $P = 4.6$ yıl

Güneş'e uzaklığı: $a = 2.77$ AB

Çapı: $D = 918$ km

HAYAL KIRIKLIĞI: Çok küçük olan bu cisim beklentileri açıklamaya yetmedi.

28 Mart 1802

Heinrich Olbers
PALLAS

$P = 4.6$ yıl
 $a = 2.77$ AB
 $D = 918$ km



1 Eylül 1804

Karl L. Harding
JUNO

$P = 4.4$ yıl
 $a = 2.50$ AB
 $D = 240$ km



29 Mart 1807

Heinrich Olbers
VESTA

$P = 3.6$ yıl
 $a = 2.36$ AB
 $D = 550$ km

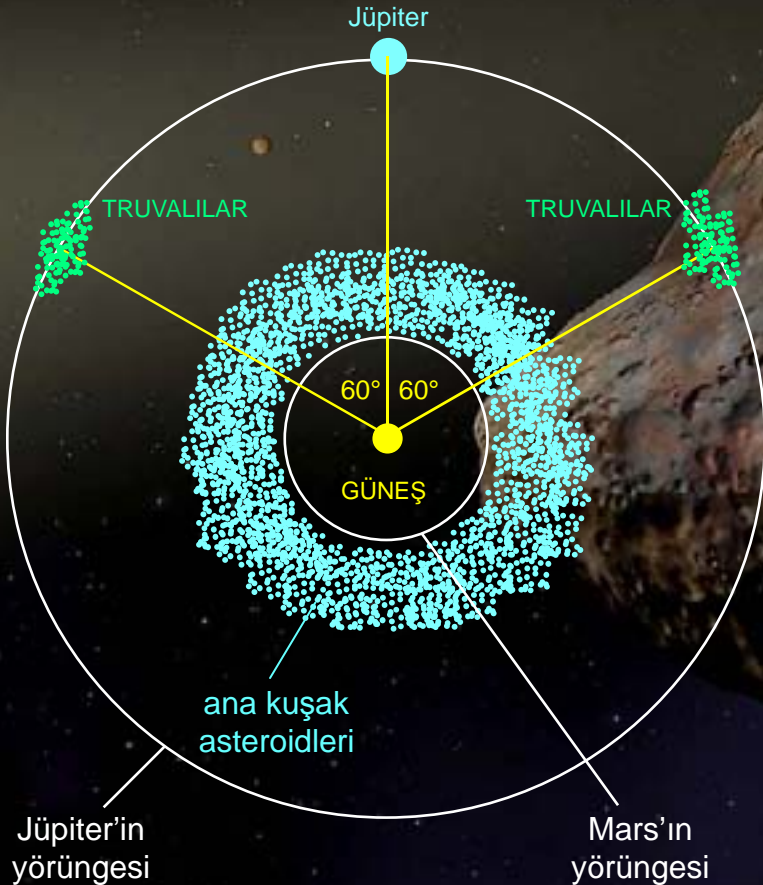


Asteroidler

Güneş sistemimizin oluşumu sırasında bir araya gelen, ancak Jüpiter ve Güneş'in ortak çekimi altında, şu andaki boyutlarında ve konumlarında kalmaya zorlanan artıklar.

1 Haziran 2007 tarihi itibarıyla keşfedilen ve kataloglanan asteroid sayısı: **376 537**

Tahmin edilen sayıları: **1.1 -1.6 milyon** arasında



Kaydedilen gökyüzü görüntüleri üzerinde yapılan sabırlı araştırmalarla keşfediliyorlar



Jüpiter ile aynı yörüngeyi paylaşan, gezegenin 60° önünde ve arkasında, Güneş etrafında dönen ilginç örnekleri de var:

TRUVALILAR

Asteroidler

Uzay araçları ile Güneş sistemi üyelerinin yakından incelenmesine başlanmadan önce asteroidler hakkındaki bilgi çok kısıtlıydı. Küçük boyutları ve bize olan uzaklıkları, Yer'deki en büyük teleskoplarla bile detaylı incelenmelerine engeldi.

Sistemimizin oluşumu sırasında, gelişimlerini belirli bir noktaya kadar tamamlayabilen ancak bir gezegenin parçası olamayan artıklardır. Dolayısıyla, Güneş sistemimizin iç bölgelerinin oluşum teorileri hakkında çok önemli ip uçları sunarlar.

Gaspra $18 \times 10 \times 9$ km



GALILEO 1991

Ida $54 \times 24 \times 15$ km



GALILEO 1993

Dactyl

$D = 1.5$ km

Mathilde $13 \times 13 \times 33$ km



NEAR-SHOEMAKER 1997

Braille $0.6 \times 0.6 \times 2.2$ km



DEEP SPACE-1 1999

Eros $13 \times 13 \times 33$ km



NEAR-SHOEMAKER 2001

Annefrank
 $6.6 \times 5.0 \times 3.4$ km



STARDUST 2002

HAYABUSA 2005



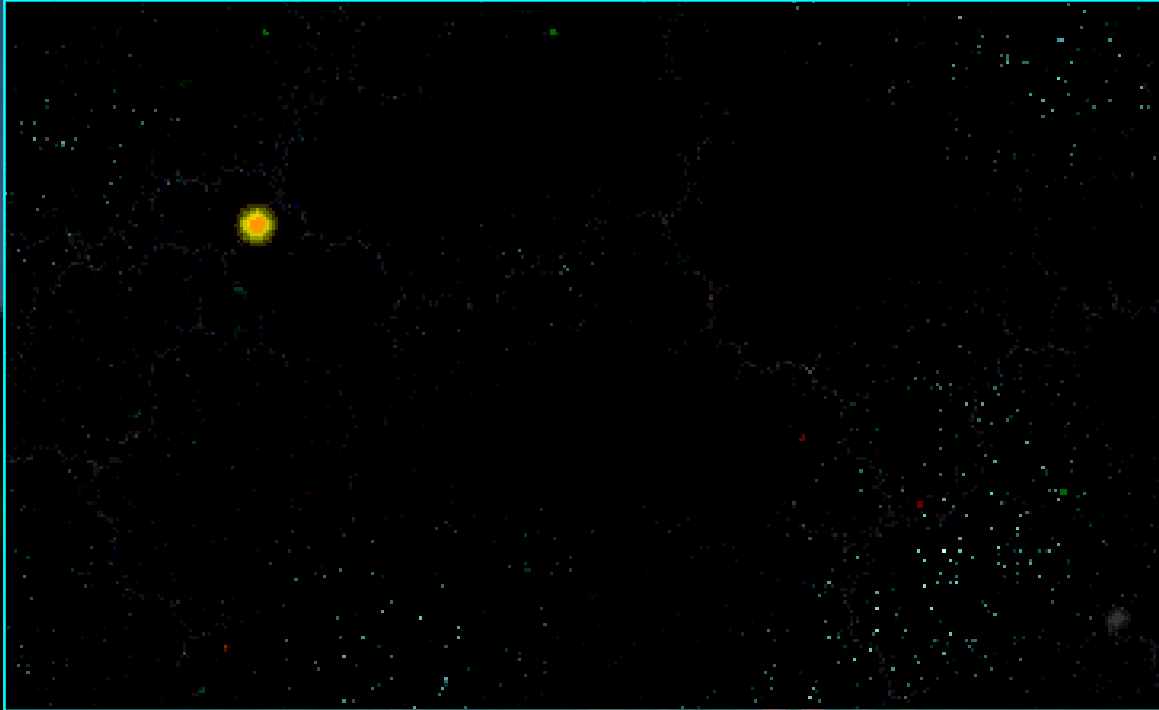
Itokawa $0.5 \times 0.3 \times 0.2$ km

Kuyruklu Yıldızlar

Çeşitli tedirginlik etkileri altında Kuiper kuşağı ve Oort Bulutu'ndaki cisimler olağan yörüngelerinden saptırılarak Güneş etrafında çok basık yörüngelerde dolanmaya zorlanırlar.

Kaya parçaları ve toz taneciklerinin, su, karbondioksit ve metan buzları ile birarada durduğu bu cisimlere, Güneş sisteminin “Kirli kartopları” da denir.

Basık yörüngeleri boyunca Güneş'e yaklaştıkça, bu cisimlerin üst tabakaları Güneş'in ışıınım basıncı ile buharlaşır ve Güneş'e bakan yönün aksi tarafında bir kuyruk oluşur.



Kuyruklu Yıldızlar



Kuyruklu yıldızlarda izlenen çift kuyruklu yapı dikkat çekicidir.

Güneş'in ısısı ile buharlaşan su, CO₂ ve metan buzu, Güneş'in yoğun UV ışınımı ile elektrik yüklü hale gelir (iyonlaşır). Gaz formundaki bu materyal Güneş rüzgarını ve Güneş'in manyetik alan çizgilerini takip edecek şekilde biçimlenir ve “**iyon kuyruk**” adını alır. Biçimi doğrusaldır ve doğrudan güneş yönünde uzanır.

Serbest kalan toz tanecikleri ise, Güneş rüzgarı ve manyetik alandan çok etkilenmezler ve kuyruklu yıldızın yörüngesi boyunca uzanan “**toz kuyruk**” yapısını oluştururlar. Bu nedenle toz kuyruk eğrisel biçimdedir.

Kuyruklu Yıldızlar

Kuyruklu yıldızlar, Güneş sisteminin oluşum süreçlerine en az katılmış cisimlerdir. Dolayısıyla sistemimizin oluşumuna ilişkin erken evreler hakkında çok önemli bilgiler sunarlar ve uzay araçları ile yapılan araştırmaların hedef cisimleri arasında yer alırlar.

HALLEY KUYRUKLU YILDIZI



HALLEY
1986

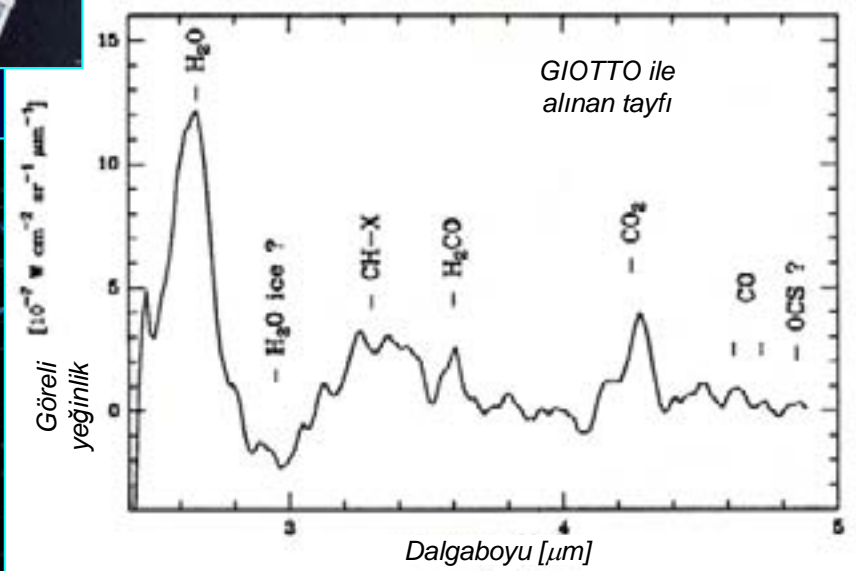
GIOTTO
uzay aracı



GIOTTO ile
görüntülenen
çekirdeği



GIOTTO
gözlemlerine
göre modeli





YILDIZI

keşfedildi

sırasında,
ile 22 ayrı
ğı anlaşıldı

rüngelerini
n parçalar
geçerken
ine kapılıp
ız 1994'de
ene düştü.

Düşen parçaların bıraktığı izler haftalarca izlendi.

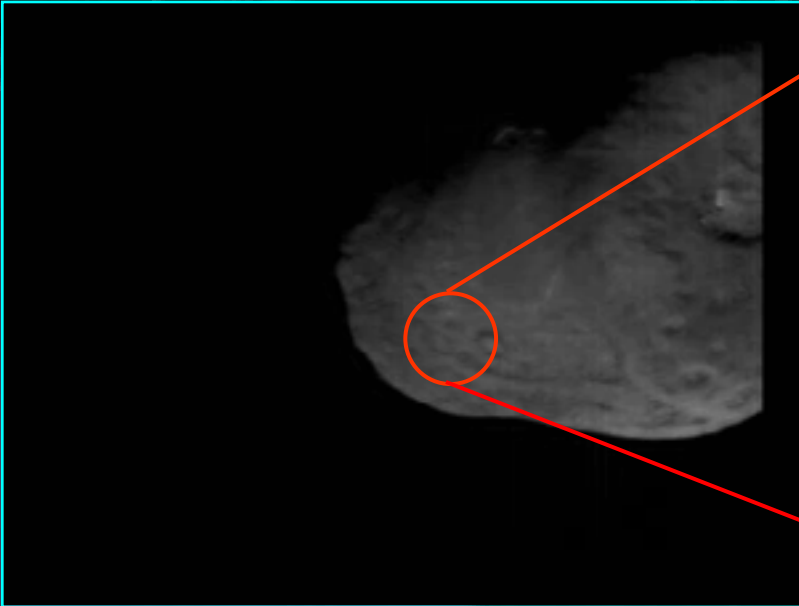
Çarpma anında oluşan ateş toplarının bilimsel gözlemlerinden Jüpiter atmosferinin özellikleri hakkında önemli bilgiler elde edildi.



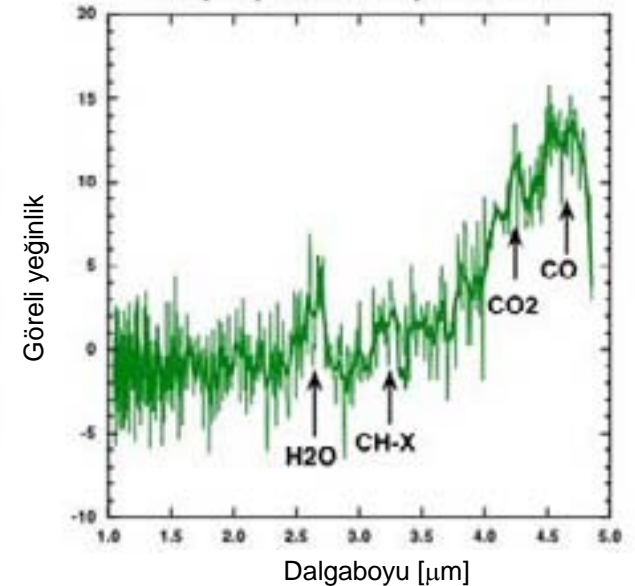
Kuyruklu Yıldızlar

TEMPEL-1 KUYRUKLU YILDIZI

4 Temmuz 2005 tarihinde DEEP IMPACT uzay aracından bırakılan bir “ÇARPIŞMA SONDASI” ile bombalandı.



Deep Impact HRI-IR Tayfçekeri



Meteorlar (Gökteşları)

Asterodiler arası çarpışmalarda veya
Kuyruklu yıldız geçişlerinde serbest kalan küçük parçalar

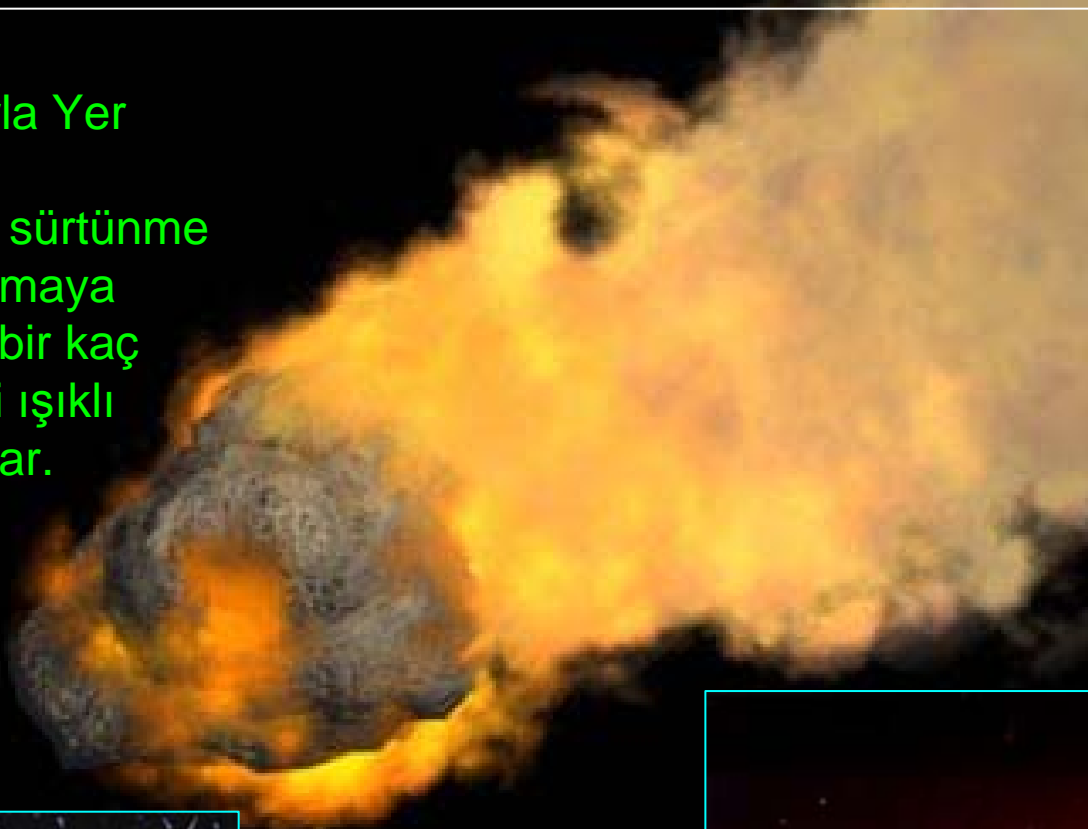


100 μ m ile 10m arasında
boyutlara sahip genel olarak
silyum ve metal içerikli toz
veya kayalar



Meteorlar (Gökteşleri)

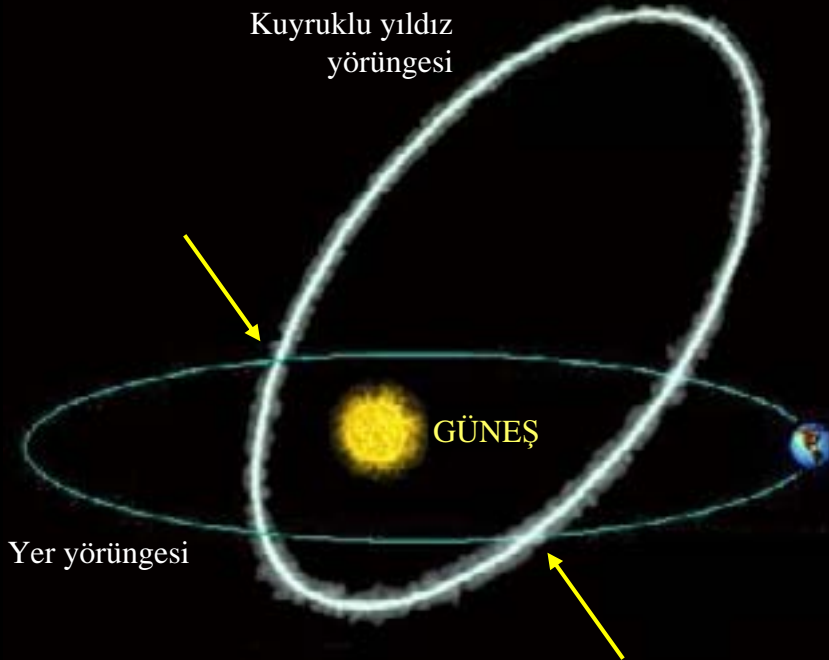
Büyük hızlarla Yer atmosferine girdiklerinde sürtünme etkisi ile yanmaya başlarlar ve bir kaç saniye süreli ışıklı bir iz bırakırlar.



Meteorlar (Gökteşları)

Genellikle kuyruklu yıldız yörüngelerini takip ederler.

Yer, yörüngesinin üzerinde kuyruklu yıldız yörüngeleri ile kesim noktalarına yaklaştığında yoğun gökteş yağmurları gözlenir.



Shower	time	parent object
Quadrantids	early January	2003 EH1 Asteroidi
Lyrids	late April	Thatcher KY
Pi Puppids	late April	Comet 26P/Grigg-Skjellerup
Eta Aquarids	early May	Comet 1P/Halley
June Bootids	late June	Comet 7P/Pons-Winnecke
Perseids	mid-August	Comet 109P/Swift-Tuttle
Draconids	early October	Comet 21P/Giacobini-Zinner
Orionids	late October	Comet 1P/Halley
Southern Taurids	early November	Comet 2P/Encke and others
Northern Taurids	mid-November	Minor planet 2004 TG10 and others
Leonids	mid-November	Comet 55P/Tempel-Tuttle
Geminids	mid-December	Minor planet 3200 Phaethon
Ursids	late December	Comet 8P/Tuttle

Meteorlar (Göktaşları)

1 günde Yer atmosferine giren bu türden cisim miktarı

300 TON !

Büyük bir çoğunluğu Yer atmosferinde buharlaşırken, nadiren büyük kütleli olanları yeryüzüne kadar ulaşabiliyor



Berringer krateri – Arizona, ABD



Tswaing krateri – Pretoria, G. Afrika Cum.