

Galileo ve Jüpiter

Voyager uzay araçlarından sonra, adını Jüpiter'in dört büyük uydusunu keşfeden Galileo Galilei'den alan Galileo Uzay Aracı, Aralık 1995'te Jüpiter'i yeniden keşfetmek üzere görevine başladı. Araç, dev gezegen Jüpiter ve Galileo Uyduları'la ilgili pek çok yeni görüntü ve veri sağladı.

Galileo Galilei'nin bilim adına attığı en büyük adımlardan birisi, daha sonraları onun adıyla anılan Jüpiter'in dört büyük uydusunu keşfetmesidir. Galileo, bu uyduları, ilk kez, kendi yaptığı bir teleskopla 7 Ocak 1610'da gözledi. Gözlemine yaptığı ilk akşam, bu uydulardan üçünü (Io, Europa ve Callisto) Jüpiter'in raslantıyla aralarına girmiş gibi görüldüğü yıldızlar sandı. Bir sonraki akşam gezegene yeniden baktığında, bu "yıldız"ların yer değiştirdiğini gördü. Bu olay, Galileo'nun ilgisini çekmişti. Sonraki akşamlarda da gözlemlerini sürdüren Galileo, ayın 11'inde, dördüncü uyduyu da (Ganymede) farkettiler. Bu cisimlerin hareketlerini bir süre izleyen Galileo, bunların aslında yıldız değil, Jüpiter'in çevresinde dolanan uydular olduğunu anladı. Galileo'nun bu keşfi, bütün gök cisimlerinin Dünya'nın çevresinde dön-



Galileo Galilei'nin 1610 yılında Jüpiter ve uydularıyla ilgili aldığı notlar

mediğini söyleyen Kopernik sisteminin doğruluğunu kanıtlıyordu.

Jüpiter dev bir gezegendir. Kütleli, Dünya'nınkinin 318 katıdır. Güneş Sistemi'ndeki Güneş dışında tümü cisimlerin yani gezegenlerin, uyduların, asteroidlerin, göktaşlarının ve kıvrıkluyıldızların toplam kütlelerinin 2,5 katı bir kütle vardır. Haemi ise Dünya'nınkinin yaklaşık 1400 katıdır.

Jüpiter'in yoğunluğunun düşük olması (1330 kg/m³) onun ağırlıklı olarak Hidrojen ve Helyum gibi hafif gazlardan oluştuğunu gösteriyor. Voyager uzay araçlarının yaptığı ölçümler bu gazların oranlarını yaklaşık olarak belirledi. Buna göre, gezegen, %82 hidrojen, %17 helyum ve çok düşük oranlarda, metan, amonyak, su buharı ve diğer gazları içeriyordu.

Dünya'dan bakıldığında, Jüpiter, üzerinde bantlar bulunan bir disk

olarak görünür. Sarıdan kahverengiyeye, değişik renk ve tonlardaki bu bantlar, gezegendeki yoğun atmosfer hareketlerinin bir ürünüdür. Koyu renkli kırmızı-kahverengi bantlar "kuşak", açık renkli bantlar ise "bölge" olarak adlandırılır. Gezegendeki karmaşık rüzgar hareketleri sonucunda, leke benzeri, dairesel fırtına bölgeleri ortaya çıkmaktadır. Güney yarımkürede yer alan ve "Büyük Kırmızı Leke" olarak adlandırılan bir bulut hareketi bunlara güzel bir örnektir. Bu lekelerin sadece birkaç hafta görülüp kaybolanları olduğu gibi, özellikle büyük olanlar çok uzun süre kalabiliyorlar. Örneğin, Büyük Kırmızı Leke, ne zaman ortaya çıktığı bilinmemekle birlikte, 1600'lerin başlarından bu yana gözlenmektedir. Büyük Kırmızı Leke öylesine büyüktür ki, çapı Dünya'nınkini bile aşmaktadır.

Bugün, Jüpiter ve öteki gaz yapılı gezegenler hakkında bildiğimiz pek çok şeyi Voyager uzay araçlarına borçluyuz. Bu uzay araçları, bize, Dünya'dan elde edilmesi mümkün olmayan, çok değerli bilgiler sağladı. Alman görüntüler, Jüpiter'in ve uydularının bilinmeyen pek çok özelliğini ortaya çıkardı.

Adını, Jüpiter'in dört büyük uydusunu keşfeden Galileo'dan alan ve 18 Ekim 1989'da fırlatılan Galileo Uzay Aracı, Jüpiter'e çabuk ulaşabilmek için, Venüs ve Dünya'nın kütleçekiminden yararlandı. 10 Şubat 1990'da, Venüs'ün 1,3 milyon km yakınından geçen araç, gezegenin fotoğraflarını çekti. Aralık 1992'de Dünyanın yanından geçerkense, hem onun hem de Ay'ın arka yüzünün fotoğraflarını çekti.



Galileo, sadece yolu üzerindeki gezegenlerin değil, iki büyük asteroidin de görüntülerini yeryüzüne ulaştırdı. Uzay aracı, 29 Ekim 1991'de Gaspra'yla, 28 Ekim 1993'te ise Ida'yla buluştu. Bu ikinci buluşma, bilim adamlarına bir de sürpriz sundu. Ida'nın bir uydusu vardı. Dactyl olarak adlandırılan bu uyduda, asteroidlerin de uydularının olabileceğini kanıtladı.

Galileo, kendisinden önceki uzay araçlarının sağladığı bilgiler ışığında, Jüpiter'in çok daha ayrıntılı bir incelemesini yapıyor. Projenin en büyük ayrıcalıklarından birisi ise, gaz yapılı bir gezegene girmek üzere tasarlanmış özel bir atmosfer sondası taşımasıydı. Bu sonda, 7 Aralık 1995'te Jüpiter'in atmosferine girdi. Bugüne kadar gerçekleştirilmiş en zor atmosfer girişi olarak kabul edilen bu giriş sırasında sonda çok ağır koşullarda kaldı. Saatte 170 700 km hızla atmosfere dalan araç, Dünya'daki yerçekiminin yaklaşık 230 katı bir sürtünme kuvvetinin ve bunun sonucu olarak da 15 500°C sıcaklığın etkisinde kaldı.

Tüm bu zor koşullara dayanabilecek biçimde tasarlanmış olan araç, gezegenin atmosferindeki olağanüstü koşullara yenik düşmeden önce, 57 dakika 36 saniye boyunca, yörüngedeki Galileo Uzay Aracıyla kurduğu radyo bağlantısı sayesinde elde ettiği verileri doğrudan araca ilettili. Galileo Sonda Projesi, gezegenin atmosferinde yaptığı doğrudan ölçümlerle, bugüne kadar gezegen hakkında bilinmeyen ya da yanlış bilinen birçok gerçeğin anlaşılmasını sağladı. Galileo Sonda Projesi'yle ilgili ayrıntılı bilgiyi, Bilim ve Teknik'in 339. ve 340. sayılarında bulabilirsiniz.



Hidrojen ve helyum başta olmak üzere, çoğunlukla hafif elementlerden oluşan Jüpiter'deki en belirgin yapı, Büyük Kırmızı Leke'dir. Bununla beraber, gezegenin çeşitli bölgelerinde pek çok benzer yapı vardır. Bunlar, gezegenin dinamik atmosferindeki bulut hareketleri ve "fırtınalar" sonucu ortaya çıkmaktadır. Yukarıdaki görüntüler, Şubat 1997'de Galileo tarafından alınmıştır.

Io



Galileo Uzay Aracı, 7 aralık 1997'de Io'ya 1000 km kadar yaklaştı. Bu yakınlaşma, uyduyu görüntülemek ve birtakım ölçümler yapmak için iyi bir fırsattı; ancak, aracın kayıt aygıtında ortaya çıkan bir aksaklık sonucu bu fırsat tam anlamıyla değerlendirilemedi. Atmosfere giren sondanın gönderdiği verileri kaybetmemek için, bilim adamları, Io yakın geçişi sırasında veri almaktan kaçındılar.

Io, Jüpiter'e en yakın uydudur ve onun güçlü manyetosferinin içinde kalır. Bu güçlü manyetik alandaki yüksek enerjili parçacıklar, her ne kadar Galileo'nun elektronik donanımı radyasyona korunaklı olsa da elektronik devrelere zarar verebilecek güçtedir. Bu nedenle, Galileo'nun bu yakın geçişten sonraki yörüngeleri, genellikle Europa'nın yörüngesinin dışında yer alıyor.

Io'nun ilk ayrıntılı görüntüleri, Voyager 1 tarafından gönderildi. Bu görüntüler bilim adamlarını çok şaşırttı; çünkü, kimse, bu uydunun üzerinde püsküren yanardağlar görmeyi beklemiyordu. Uydunun yüzeyi, volkanik bakımdan çok aktiftir ve

yanardağlardan püsküren lavların yüksekliği 300 km'yi buluyordu. Io'nun bu volkanik kimliğindeki en önemli etkenlerden birisi, Jüpiter'in güçlü kütleçekimidir. Dünya'da da, Güneş ve Ay'ın etkisiyle gerçekleşen gelgit olaylarında olduğu gibi, Jüpiter'in kütleçekimi, Io'nun şeklinde bozulmalara yol açar. Bir lastik top gibi, hareket eden Io'nun içerisindeki kayalar sürtünmeyle ısınır ve erir. Uydunun günümüze değin sıcak kalmasının en önemli nedeni budur.

Yüzeyinin bu denli aktif olması nedeniyle, Io'da Ay'daki gibi kraterler bulunmuyor. Yüzey sürekli yenileniyor. Yüzeyin, 100 milyon yıldan genç olduğu tahmin ediliyor.

Io'nun yüzeyindeki yanardağlar, çok miktarlarda kükürt ve kükürt dioksit gazı püskürtüyorlar. Kükürt normalde sarı renge sahiptir ancak, ısınıp aniden soğuduğu zaman, turuncu ve kırmızı renk alabilir. İşte, Io'nun bu parlak sarı-kırmızı rengi yüzeyindeki yoğun volkanik aktivite



sonucu ortaya çıkan kükürten kaynaklanmaktadır.

Galileo'nun verilerinden elde edilen bilgiler, Io'nun iki ana katmandan oluştuğunu gösteriyor. Merkezde, yaklaşık 900 km'lik, demir ve demir sülfitten oluşmuş metalik bir çekirdek, onun dışında ise, kısmen erimiş bir kaya katmanı bulunuyor.

Galileo'nun en azından iki yıl daha sürmesi planlanan görevi sırasında, Io'nun özellikle volkanik aktivitesi daha ayrıntılı olarak incelenecek. Projeyi yürüten bilim adamları, bu sürenin uzama olasılığının yüksek olduğunu ve bu sayede, Io'ya en azından bir yakın geçiş daha yapılabileceğini belirtiyorlar.



1. Bu fotoğraf, 4 Mart 1979'da Voyager 1 tarafından çekilmiştir. Uydunun kenarında püskürmekte olan Loki yanardağı görülüyor.
2. ve 3. Io'nun yüzeyi, o kadar aktiftir ki birincisi 4 Nisan 1997, ikincisi 19 Eylül 1997'de Galileo tarafından çekilen fotoğraflarda yüzeydeki değişiklikler çok belirgin olarak görülüyor.

Europa



Hubble Uzay Teleskopu görüntüsü

Io, Jüpiter sistemindeki iç katmanları sıvı ve yüzeyi aktif olan tek uydudur.

Jüpiter'in kütleçekiminin neden olduğu gel git olayları sonucunda dış tabakanın çatlaması ve sıvı haldeki suyun yüzeye çıkarak donması sonucu oluştuğu tahmin ediliyor.

Bazı bilim adamları, Europa'nın Mars'tan sonra, yaşam bulunma olasılığı yüksek olan ikinci gezegen olduğunu düşünüyorlar. Geçmişte, Güneş Sistemi'nin ilk aşamalarında, henüz gezegenler gençken, çoğunlukla gazdan oluşan dev gezegen Jüpiter sıkışmanın sonucu ismarak, ikinci bir Güneş gibi parlıyordu. Bu sıcaklık, Europa'daki suyun sıvı kalmasını ve uydunun bir de atmosfere sahip olabilmesini sağlamış olabilir.

Galileo projesinin normal süresinin Jüpiter'in etrafında 11 dönüştür sonra, Aralık 1997'de dolması planlanmıştı. Ancak, hala iyi durumda

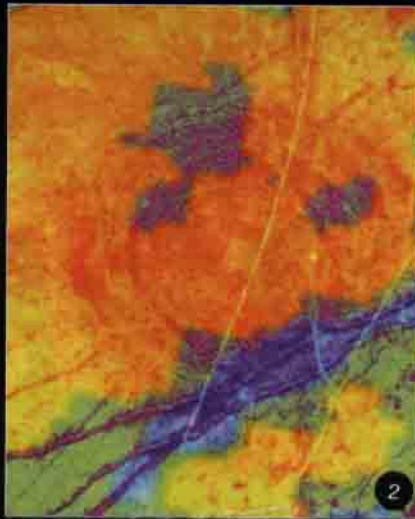


olan uzay aracının yeni bir göreve başlamasına karar verildi. Bu proje, Galileo Europa Görevi olarak adlandırılıyor. İki yıl sürmesi amaçlanan yeni proje sekiz Europa yakın geçişini, dört Callisto yakın geçişini ve son olarak da Io yakın geçişlerini içeriyor.

Bu yakın geçişler sayesinde, daha önce hiç alınmamış kalitede görüntüler elde edilecek.

Europa'nın buzdan oluşan yüzeyi, onu, Güneş Sistemi'ndeki en düzgün ve parlak yüzeyli uydusu yapmıştır. Ay'dan çok az küçük olan Europa'nın çapı 3140 km'dir. Voyager uzay araçlarının göndermiş olduğu görüntüler, Europa'nın üzerinde uzun, koyu renkli çizgiler bulunan, neredeyse bir bilardo topu kadar düzgün bir gökceismi olduğunu gösterdi.

Galileo'nun gönderdiği, yüksek çözünürlükteki yüzey görüntüleri, bu koyu renkli çizgilerin, yüzeydeki çatlaklar olduğunu açığa kavuşturdu. Dıştaki donmuş tabakanın altında yaklaşık 100 km derinliğe sahip sıvı halde su bulunduğu tahmin ediliyor. Yüzeydeki koyu renkli çizgilerin ise,



1. Conamara olarak adlandırılan bir bölgenin ayrıntılı görüntüsü. Buradaki mavi ve beyaz renkler, yaklaşık 1000 km güneyde yer alan Pwyll kraterinden çarpışma sonucu gelen buz parçacıklarından oluşmuştur. Kırmızı-kahverengi renkler ise, suyun buharlaşması sonucunda, artakalan minerallerden kaynaklanmaktadır.

2. Yüzey şekillerini belirginleştirmek için, gerçeginden farklı renklerle oluşturulan bu görüntüde, Europa'nın yüzeyindeki 140 km çapındaki bir çarpışma krateri görülüyor. Bu krater, bir asteroid ya da kuyruklu yıldız çarpışması sonucunda oluşmuştur. Fotoğrafta, kırmızı renkler çatlaklardan yüzeye çıkarak donmuş suyu; mavi-yeşil renkler ise basınç sonucunda oluşmuş dağ-vadi sistemlerini gösteriyor.

3. Fotoğrafta, Pwyll Krateri görülüyor. 26 km çapındaki bu çarpışma kraterinin bu fotoğrafı, 19 Aralık 1996'da çekilmiştir.

Ganymede



Hubble Uzay Teleskopu görüntüsü

Ganymede, Güneş Sistemi'ndeki en büyük uydudur. Sistemin en büyük gezegenleri

Merkür ve Plüton'dan daha büyüktür.

Ganymede, Galileo Uzay Aracı'nın yakın geçiş yaptığı ikinci uydudur. Gezegenler üzerinde araştırma yapan bilim adamları, önceleri, bu uydunun üzerindeki koyu renkli bölgelerin, eskiden oluşmuş; dağ-vadi sistemlerinin ise daha yeni oluşmuş yüzey şekilleri olduklarını düşünüyorlardı. "Galileo Regio" olarak adlandırılan bu koyu bölgelerin, yeni elde edilen görüntülerden derin yarıklarla biçimlenmiş olduğu anlaşılıyor.

Ganymede, Güneş Sistemi'nin en büyük uydusu olmasının yanında, bir başka ayrıcalığa daha sahip: Sistemdeki, manyetik alanı olan tek uydudur. Ganymede'nin manyetik alanı, 1996 yılında, Galileo'nun uyduya yaptığı iki yakın geçiş sonucunda fark edildi. Bu manyetik alan, Ganymede'nin boyutlarının yaklaşık iki katıdır. Uydunun manyetik alana sahip olmasından, bilim adamları, onun metalik demir ya da demir sülfürleri içeren bir çekirdeğinin olduğunu tahmin ediyorlar. Elde edilen verilere göre, Ganymede, dört katmandan oluşuyor. Bu katmanlar, özellikle, Voyager Uzay Araçları ve Galileo'nun gönderdiği görüntüler, uydunun kütlesi, boyutları ve yoğunluğuyla ilgili verilerin değerlendirilmesiyle elde edildi.

Görüntüler, yüzeyin, su (donmuş halde) açısından zengin olduğunu ve jeolojik ve tektonik hareketler bakımından bir zamanlar aktif olduğunu gösteriyor. Dünya'da da olduğu gibi, bu tip jeolojik şekiller, Ganymede'nin alt katmanlarındaki hareketliliğin bir sonucu olarak ortaya çıkıyor.

Jeokimyasal ve jeofiziksel modeller üzerinde yapılan çalışmalar, iki ayrı görüşü ortaya çıkardı. Bu görüşlerden birincisine göre, Ganymede'nin boyutlarının yaklaşık iki katıdır. Uydunun manyetik alana sahip olmasından, bilim adamları, onun metalik demir ya da demir sülfürleri içeren bir çekirdeğinin olduğunu tahmin ediyorlar. Elde edilen verilere göre, Ganymede, dört katmandan oluşuyor. Bu katmanlar, özellikle, Voyager Uzay Araçları ve Galileo'nun gönderdiği görüntüler, uydunun kütlesi, boyutları ve yoğunluğuyla ilgili verilerin değerlendirilmesiyle elde edildi.

Jeokimyasal ve jeofiziksel modeller üzerinde yapılan çalışmalar, iki ayrı görüşü ortaya çıkardı. Bu görüşlerden birincisine göre, Ganymede'nin boyutlarının yaklaşık iki katıdır. Uydunun manyetik alana sahip olmasından, bilim adamları, onun metalik demir ya da demir sülfürleri içeren bir çekirdeğinin olduğunu tahmin ediyorlar. Elde edilen verilere göre, Ganymede, dört katmandan oluşuyor. Bu katmanlar, özellikle, Voyager Uzay Araçları ve Galileo'nun gönderdiği görüntüler, uydunun kütlesi, boyutları ve yoğunluğuyla ilgili verilerin değerlendirilmesiyle elde edildi.

de kaya ve buz karışımından oluşuyor. İkincisine göreyse, uydur, birbirinden ayrı katmanlardan oluşuyor. Buna göre, demir bir çekirdek, onun üzerinde yer alan kayadan manto, onun üzerinde yumuşak bir buz tabakası, en dışta ise çok soğuk ve katı bir buz tabakası yer alıyor. Galileo'nun, Ganymede'ye yaptığı yakın geçişlerdeki ölçümleri, ikinci görüşü destekliyor. Alınan veriler, bu tabakaların kalınlıklarının belirlenmesine de yardımcı oldu.



Ganymede üzerindeki yüzey şekilleri, uydunun bir zamanlar jeolojik bakımdan aktif olduğunu gösteriyor.



Ganymede'nin bu kesiti Voyager ve Galileo uzay araçlarının görüntü ve verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Uydur, dört ana tabakadan oluşmaktadır. Merkezde yer alan ve demir açısından zengin olan çekirdek, uydunun bir manyetik alana sahip olmasında en büyük etkidir.

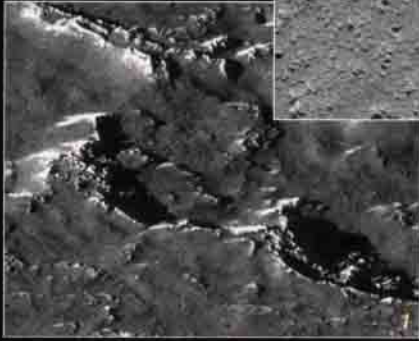
Callisto



Hubble Uzay Teleskopu görüntüsü

Jüpiter sistemindeki su içeren uydular arasında, Ganymede ve Europa'nın yanında, Callisto da yer alıyor. Io ve Europa'nın aktif ve genç yüzeyine karşın, Callisto ve Ganymede kraterli yüzeylere sahiptir.

Callisto, Galileo uydularının en dışta yer alan üyesidir. Kraterli, koyu renkli ve buzdan oluşmuş yüzey şekilleri bakımından Ganymede'yle benzeşse de, ayrıldıkları bir nokta var. Callisto'nun yüzeyi tamamen eski, tek-



tonik hareketlerin olmadığı bir yüzeydir. Bunun nedeni, belki de uydunun Jüpiter'den uzakta yer alması, bu nedenle de çok daha hızlı ve derin donmuş olmasıdır. Callisto, Güneş Sistemi'ndeki en eski yüzey şekillerine sahip uydudur. Hattâ bilim adamları, Callisto'yu jeolojik bakımdan "ölmüş" bir uydü olarak değerlendiriyorlar.

Callisto'nun üzerinde yer alan yüzey şekillerinden

1. Bu görüntü Galileo tarafından 4 Kasım 1996'da çekilmiştir. Fotoğraftaki krater dizisi 1994'de Jüpiter'e çarpan

Shoemaker-Levy gibi bir dizi kuyruklu yıldızın çarpması sonucu oluşmuş olabilir.

2. Callisto, yüzeyi diğer uydular arasında en eski olanıdır. Bu nedenle bu uydü kraterli ve dağ sistemlerinden oluşmuş yüzey şekillerine sahiptir.



en belirgin olanı, Valhalla olarak adlandırılan bir çarpışma krateridir. Uydunun Jüpiter'e bakan yüzünde yer alan bu krater, yaklaşık 3000 km çapındadır ve iç içe geçmiş 50-200 km aralıklı dairelerden oluşmaktadır. Bu çarpışmanın henüz kabuğun yumuşak olduğu, yaklaşık 4 milyar yıl önce gerçekleşmiş olduğu varsayılıyor.

Alp Akoğlu

Kaynaklar
http://www.jpl.nasa.gov/galileo
K. Beatty, *Sky & Telescope*, Mart 1997
S. Goldman, *Sky & Telescope*, Aralık 1997
M. Carrel, *Sky & Telescope*, Aralık 1997
A. Akoğlu, *Bilim ve Teknik*, Ocak 1996
A. Akoğlu, *Bilim ve Teknik*, Mart 1996

Jüpiter'in Uyduları

Uydü	Çap (km)	Kütle (kg)	Jüpiter'e uzaklık (km)
Metis	20	9,56x10 ¹⁶	127 969
Adrastea	12,5x10x7,5	1,91x10 ¹⁶	128 971
Amalthea	135x84x75	7,17x10 ¹⁸	181 300
Thebe	55x45	7,77x10 ¹⁷	221 895
Io	1815	8,94x10 ²²	421 600
Europa	1569	4,80x10 ²²	670 900
Ganymede	2631	1,48x10 ²³	1 070 000
Callisto	2400	1,08x10 ²³	1 883 000
Leda	8	5,68x10 ¹⁵	11 094 000
Himalia	93	9,56x10 ¹⁸	11 480 000
Lysithea	18	7,77x10 ¹⁶	11 720 000
Elara	38	7,77x10 ¹⁷	11 737 000
Ananke	15	3,82x10 ¹⁶	21 200 000
Carmeme	20	9,56x10 ¹⁶	22 600 000
Pasiphea	25	1,91x10 ¹⁷	23 500 000
Sinope	18	7,77x10 ¹⁶	23 700 000



Jüpiter'in halkası

Fotoğraf: Galileo Uzay Aracı



Amalthea