

Jüpiter'in Gazlı Çölleri

Bu yazıda Fransa Devlet Bilimsel Araştırma Merkezi Araştırma Müdürü, Paris Meudon Gözlemevi gezegen atmosferleri araştırmacısı ve Galileo atmosfer sondasının NIMS kızılötesi aygıtı ekibinden P. Drossard Galileo uzay aracının ve Jüpiter gezegeninin gerçeklerini anlatıyor.

GALILEO sondası ilk kez Aralık 1995'te dev gezegen Jüpiter'in atmosferine girdi. Gezegende suyun şaşılacak kadar az olduğunu gösterdi. Bugün biliyoruz ki bu bir rastlantıydı. Gerçekte sonda gezegenin öteki bölgelerinden 100 kez daha kurak bir alana düşmüştü. Bu, gökbilimcilerin Jüpiter'e özgü şiddetli gaz akımlarının dinamiğini anlamaları bakımından iyi bir fırsattı. Böylece Jüpiter atmosferinin üst katmanlarındaki şaşırtıcı sıcaklıkların açıklanması için yeni mekanizmalar düşünelirlerdi.

Aralık 1995'ten bu yana Jüpiter'in çevresinde yapay bir uydu dönüyor ve çeşitli aygıtlarıyla elde ettiği verileri Dünya'ya gönderiyor. Bu uydu Galileo'dur.

Galileo 1989'da uzay mekiğine yüklenmiş olarak uzaya çıktı ve Güneş Sistemi'nde serüvenlerle dolu gerçek bir yolculuğa başladı. Bilindiği gibi Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'e "dev gezegenler" denmektedir. Bunlar özünde hidrojen ve helyum gazlarından oluşmuş, yoğunluğu çok az olan gezegenlerdir. Katı

bir yüzeyleri olmadığından onlara bazen gazlı gezegen de denir. Galileo, Jüpiter'in çevresinde yörüngeye oturmadan önce, Jüpiter atmosferine, bir saat süreyle kimyasal ve dinamik analizler yapan bir iniş modülü bıraktı. O günden bu yana Jüpiter ve uydularından elde edilen veriler birbirini izlemektedir; Ganimede uydusu etrafında beklenmedik bir manyetik alan; giz dolu çatlaklar içeren buzdan yapılmış Europa uydusunun görülmeye değer manzaraları; Jüpiter'in küresel manyetik alanında (manyetosfer) radyo dalgalarıyla yeni ölçümler ve gezegenin etrafındaki ince halkalar üzerinde bazı gözlemler. Bu buluşlar, ana antenindeki arızaya karşın, Galileo'nun gezegende, bugüne değin görülmemiş çok yönlülükle görevini yapmasına bağlıdır. NASA mühendislerinin bütün çabalarına karşın anten açılmadı. Verimi azalan Galileo'nun görevi zorunlu olarak sınırlandı. En büyük sınırlama meteorolojik gözlemlerde oldu; yalnız bölgesel olaylar incelenebildi; Jüpiter'in tümü üzerindeki veriler pek çok imge naklini gerektiriyordu. Neyse ki 1997 yılı Aralık ayında Galileo'nun asıl görevi sona erdiğinde,

bilimsel amaçların çoğuna varılmıştı. Yine de Galileo'nun görevi 1999 yılı Aralık ayı sonuna değin uzatıldı; bu kez ağırlıklı olarak Europa, Io uyduları ve Jüpiter'deki su sorunu üzerinde durulacaktı.

İniş modülünün ölçümlerine göre Jüpiter atmosferinde su buharı, amonyak ve kükürtlü hidrojen çok azdı (ilk ikisi buz kristalleri halindeydi; üçüncüsü amonyakla katı bir cisim olan amonyum sülfür yapmıştı). Dünya'dan yapılan ölçümlere ve 1979'da Voyager uzay araçlarının naklettiği verilere göre, bu maddelerin daha fazla olması bekleniyordu. Bulut yapısı da öngörülen termodinamik modellerden çok uzaktı; bulut örtüsü belli belirsizdi. Sanıldığı gibi gezegenin merkezinden 71 400 km uzakta, referans basıncının (sıfır düzeyinin) 50 km altında donmuş sudan oluşmuş bir bulut yoktu (Jüpiter'de kara olmadığı için, Jüpiter atmosferinde basıncı 1 bar olan düzey 0 km olarak alınır. Yüksek bulutlar sıfır düzeyinin 20 km yukarısında -0,5 bar- bulunur; sıfır düzeyinin -50, km -90 km ve -130 km altında basınç sırasıyla 5 bar, 10 bar ve 20 bardır. 1bar=1milyon din /cm²).

Dünya'dan yapılan eşzamanlı gözlemler şunu gösterdi: Galileo'nun iniş modülü, Jüpiter'in kuzey ekvatorial kuşağında "kırmızı leke" denilen çok özel bir bölgesine girmişti.

Peki, şimdi Galileo'nun yolladığı verilerden hangisinin Jüpiter'e, hangisinin meteorolojik bir anormallik olan "sıcak nokta"ya bağlı olduğu nasıl ayırt edilecekti? Birinci durumda Jüpiter'in bütünü sorgulanacaktı; ikinci durumdaysa önce "sıcak nokta"ların meteorolojik dinamiği aydınlatılmalı, ancak bundan sonra ölçümler Jüpiter için genelleştirilmeliydi.

Bu soruyu yanıtlamadan önce, iniş modülünün 1996'da açıklanan ilk sonuçlarına gelelim. Daha derin incelemeler ve daha iyi ayarlanmış aygıtlarla suyun, amonyak ve kükrütlü hidrojen için düşük bulunmuş değerlerin derinliklerde (-140 km) daha yüksek olduğu gösterildi. Buna göre Jüpiterin derinliklerinde, kükrüt ve azotun ortalama miktarı Güneş'teki miktarının 2-2,5 katıydı (Güneş'teki değerler, Jüpiter'i de oluşturan ilkel güneş bulutsusunda olduğu kadardı. İlkel güneş bulutsusu, güneş sistemini yaratan gaz ve toz bulutudur). Jüpiter'de karbon oranı da Güneş'e göre 2,9 kat daha yüksektir. Jüpiter'de oksijen de giderek artmaktadır; fakat tavana değmemiştir; Güneş'e göre daha azdır. İniş modülü, görevi erken bitirildiğinden, Jüpiter'in derinliklerindeki oksijeni ölçemedi! Bu ölçümlerin önemi, Jüpiter'in oluşum senaryosu-

nu geçerli kılmaktır. Karbon, Kükrüt, Oksijen gibi ağır elementlerin fazlalığı, bir türden olmayan akresyon" (madde birikimi) modelinde öngörülmüştür. Bu modelde, ilkel bulutsu gazları, ağır elementlerce zengin bir öngezegeen oluşturmak üzere birikmeden önce, merkezde kayalar oluşur. Jüpiter'de oksijenin az olduğu kesinleşirse bugün geçerli olan model sarsılmış olacaktır.

Üst atmosferde bulut örtüsünün incecik oluşu, bu bulutları oluşturmak için yoğunlaşması gerekli maddelerin çok az oluşuna bağlıdır. Galileo'nun getirdiği iki sürpriz - bulutların çok az oluşu ve yoğunlaşabilir maddelerin sıcak noktalarda çok az oluşu - demek ki anlamlı bir şekilde birbirini tamamlamaktadır. Fakat bu sıcak noktalar bu dev gezegenin acaba hangi ölçüde en kuru yerleridir?

NIMS (Near Infrared Mapping Spectrometer= Yakın Kızılötesi Haritalama Spektrometresi) ile yapılan ölçümlerden elde edilen veriler, iniş modülünün ölçümlerine göre oluşturulmuş bir atmosferde, suyun sıcak noktalar dışında 100 kattan daha fazla arttığını göstermiştir.

Galileo sondasının rastlantı sonucu bu kurak bölgelerden birine düşmesi, bu bölgelerin dinamiğinin daha iyi incelenmesi olanağını yaratmıştır. Aşağı inici gaz akımları, çevresindeki bulutları buharlaştıracak, üst atmosfer gazlarını alt atmosfere sürükleyerek üst atmosferde yoğunlaşabilir gazların azalmasına yol açacaktır. Yine de -90 km'den daha de-



rin düzeylerde atmosferin bileşiminin normalden çok uzak oluşu, -50 km'deki su bulutlarının değerlerinden çok daha aşağıda oluşu, sıcak noktalarda çok güçlü gaz hareketlerinin varlığını ortaya koymaktadır. Sıcak noktalar aşağı doğru çok şiddetli ısıyayım (konveksiyon) akımlarının bulunduğu bölgelerdir, bu bölgeler Jüpiter'deki genel ısıyayım akımlarının dinamiğine katılırlar. ısıyayım akımları, Jüpiter'in çekirdeğinde helyum ile metalik hidrojenin birbirinden ayrılmasıyla oluşan ısıyı boşaltarak Jüpiter meteorolojisinde büyük rol oynarlar. Jüpiter'in çekirdeğindeki ısı, Dünya'da Güneş enerjisinin depolanmasına karşılıktır; her iki halde de ısı, meteorolojinin termodinamik motoru rolünü oynar.

Jüpiter atmosferindeki gaz dolaşımının en kendine özgü yanları, "büyük kırmızı leke"nin oluşmasında rol oynamalarıdır. Bu 26 000 km çapındaki antisiklon, kuşkusuz bütün Güneş Sistemi'nin en büyük meteorolojik olayıdır (antisiklon, güney yarımkürede saatin tersi yönde, kuzey yarımkürede saat yönünde dönen bir girdaptır). Galileo sondası buralarda şaşılacak kadar karmaşık bir bulut yapısı ortaya koydu. Büyük kırmızı lekede bulutların antisiklonik dönmelerinin hızı merkeze doğru gittikçe azalır ve merkezde sıfır olur (hatta merkezde karşıt yönde bir dönme görülür). Daha önceki modellerde görülmeyen bu sonuçlar, bu dev antisiklonun meteorolojik modelinin oluşturulmasına yeni bir hız vermektedir.

Galileo sondası Jüpiter'in yüksek atmosferinde +20 km'den başlayarak sıcaklık ölçümleri de yaptı. Fakat 20 km'nin üstünde de atmosferin sıcaklığı dolaylı olarak hesaplanabilirdi. İniş modülünün çizdiği yo-



Bu resim Jüpiter'in kızılötesiyle alınan üç resminden hazırlanmıştır. Resimler NIMS (Near Infrared Mapping Spectrometer= Yakın Kızılötesi Haritalama Spektrometresi) aygıtı tarafından 1,61 mikron (mavi) ve 4,99 mikron (kırmızı) dalgaboylarında alınmıştır. Kırmızı renk sıcak bölgelere karşılıktır; kuzeyde sıcak noktalar düzensiz kırmızı bantlar şeklindedir. Büyük Kırmızı Lekeyi (burada mavi!) çevreleyen kırmızı bantlar da vardır. Yeşil renk troposferin düşük sıcaklığını göstermektedir. Mavi renk, Büyük Kırmızı Leke üzerinde ve ekvatora doğru alt atmosferin en yüksek bulutlarını göstermektedir. Nihayet kutuplardaki mor renk, yayılan küçük parçacıklardan yapılmış incecik bulutlardan gelmektedir.



Galileo uzay aracı kamerasının görünür ışıkta çektiği sıcak nokta resmi. Sıcak nokta merkezdeki koyu renk bölgedir. Renkler yapay renklerdir; bulut benzeri yapıların kontrastını ve dikine oluşumu belirtmek için kullanılmışlardır. Bulutlar sıcak noktalara yakın dağılırlar; bu büyük olasılıkla aşağı inen gaz akımlarının buharlaştırıcı etkisine bağlıdır.

la ve atmosfer tarafından frenlenmesine bakılarak her an gaz yoğunluğu ölçülebilir. Böylece en üst katmanlardan bulutların 1000 km altına kadar basınç / sıcaklık profili hesaplanabilir. Bu yöntemle Jüpiter atmosferinin ısı küre (termosfer) en üst katmanlarında çok yüksek bir sıcaklık bulunmuştur (1000 Kelvin derecesinden fazla). Bu yüksek sıcaklıklar Galileo sondasının yaptığı örtülme (okültasyon) ölçümleri sırasında da şaptanmış, fakat açık bir yorum yapılamadığından tartışmalı kalmıştı (okültasyon, gün batımı sırasında Güneş'in giderek azalan akısını ölçerek atmosferin yoğunluk ve sıcaklığını belirlemektir). Bu sıcaklıklar, Güneş'in morötesi ışınlarının verebileceğinden çok daha fazladır. Morötesi atmosferin üst katmanlarını 200 Kelvin'den daha fazla ısıtamaz. Ek bir ısı kaynağı olmalıdır. Aynı olay ISO (Infrared Space Observatory= Kızılötesi Uzay Gözlemevi) uydusunca Satürn'de de şaptanmıştır ve bütün dev gezegenlerde aynı olayın olması olasılığı vardır.

ROSAT(ROentgen SATellite X ray observatory= Röntgen Uydusu, Jüpiter yüksek atmosferinde elektrik yüklü parçacıkların, çökerken üst atmosfer moleküllerine çarparak X ışınları yaydığını ve üst atmosferi ısıttığını gösterdi. Jüpiter'de olsun, Dünya'da olsun, yüklü parçacıkların çökmesi yüksek enlemlerde olur; çünkü bu bölgelerde yüklü parçacıklara yol

gösteren manyetik kuvvet çizgileri, atmosfere dik olarak gelirler.

Jüpiter'de ise bu parçacık çökmeleri ekvatora yakın yerlerde de görülür; bunun nedeni büyük olasılıkla manyetik küredeki karmaşık olayların, tuzağa düşmüş parçacıkları daha alçak enlemlere yaymasıdır.

Üst atmosferdeki bu yüksek sıcaklıkları açıklayabilmek için bir başka görüş ileri sürülmüştür: Gravite dalgaları üst atmosferde kırılarak enerjilerini oraya bırakmaktadır (Gravite dalgalarını kütleçekim dalgalarıyla karıştırmamak gerekir). Gravite dalgaları, gaz hareketlerinden doğar. Bir atmosfer içinde bir gaz kütlesi, çevresiyle ısı değişimi yap-

madan dikey olarak yükseldiğinde kendini daha yoğun (aşağı doğru) ya da daha az yoğun (yukarı doğru) bir gaz içinde bulursa, Arşimet kuvveti etkisi altında başlangıç durumuna geri döner; bu sırada bir dalga oluşabilir. Bu tip gravite dalgaları bugün Dünya üst atmosferinde görülmektedir; orada karmaşık girdaplara yol açarlar ve ısı bilançosunu etkilerler. Galileo'nun üst atmosferde yaptığı ölçümler, buradaki sıcaklığın bir inip bir çıktığını ortaya koymuştur; bu bir dalgaya işaret etmektedir. Jüpiter'in ısı küresinin (termosfer) ısınmasını açıklamak için her iki görüşün de dikkate alınması gerekebilir.

Bugün Galileo sondasının ölçümleri sürmektedir; kesin sonuçlara varılmadan önce bunlar aralarında karşılaştırılmalı ve yorum süzgeciden geçirilmelidir. Jüpiter bugün Voyager zamanından çok daha iyi bilinen bir gezegendir; bu nedenle bilgilerin işlenmesi de o denli uzun bir zaman alacaktır. Bununla birlikte dev gezegenlerin iç ısı düzenleri ve kendilerine özgü meteorolojileri gibi temel sorunlar hakkında henüz çok az şey biliyoruz. Jüpiter'den sonra Satürn de 2004 yılında, Ekim 1997'de fırlatılan Huygens adlı başka bir uzay aracını taşıyan Cassini uzay aracına ev sahipliği yapacaktır. Dev gezegenlerin incelenmesi, bugüne değin olduğundan çok daha büyük ölçüde gündemdedir.

Drossart, P., Recherche, Şubat 1998
Çeviri: Selçuk Alsan

Jüpiter'in Sıcak Noktaları

İlk kez 1969'da gözlenmiş olan Jüpiter'in sıcak noktaları, son derece ilginç özellikler taşır. Bunların ilk ayrıntılı fotoğrafları, dalga boyu 5 mikron olan kızılötesi ışınlarıyla alınmıştır. Bu bölgeler bu dalga boyunda şiddetli bir ısı yaymaktadırlar (adları buradan geliyor). Görünür ışıkta sıcak noktalar aksine çok koyu renk gözüktürler (şekil 1). Bunlar aslında bulutların az bölgeleridir (o halde koyu renk) ve Jüpiter'in derin ısı ışımasını kolayca geçirirler. Uzunlukları binlerce, enleri yüzlerce metredir. Sıcak noktalar Jüpiter yüzeyinin % 1'ini kaplar ve kuzey ekvatorial kuşakta bulunurlar. Bu kuşak meteorolojik olarak çok etkin bir bölgedir. Sıcak noktaların ömrü birkaç aydır; fakat hızla yeniden oluşurlar; bu sırada parlaklıklarında önemli değişimler olur.

İŞE İNANARAK BAŞLADIK...

VE BUGÜN

BEKO OLARAK 38 AYRI ÜLKEDEYİZ...

HER ZAMAN İNSANA DEĞER VERDİK...

VE ŞİMDİ

BEKO MARKASI İLE

MİLYONLARCA İNSANIN HİZMETİNDEYİZ...

BEKO

DÜNYA EKONOMİSİNE

TÜRKİYE'DEN "BİR DÜNYA MARKASI"

KAZANDIRMANIN GURURUNU

HEP BİRLİKTE YAŞIYORUZ.

www.bekoticaret.com.tr

BEKO
Bir dünya markası