

JÜPİTER'İN UYDUSU IO

İç Güneş Sistemi üstüne yapılan çalışmalar ve tecrübeler; Ay ve Merkür gibi küçük gezegenlerin küçük yapıları nedeniyle iç soğumalarının daha çabuk oluşarak bugünkü şekillerini aldıklarını; Dünya ve Venüs gibi gezegenlerinse büyük gövdeleri nedeniyle gelişimlerinin bugüne kadar süregeldiğini düşündürmektedir. Bu genelleme, halen Dış Güneş Sistemi için de geçerlidir. Jüpiter'in uydusu Ganymede ve Satürn'ün uydusu Titan'da da benzer karakterler vardır. Ancak Io uç bir örnek oluşturmaktadır.

1960 ortalarından sonra Jüpiter'den alınan dekametrik dış algılamalar (emissions), bu gezegenin yoğunluğunun azaldığını göstermektedir. Teorik çalışmalar, Galilei'nin bulduğu bu dört uydunun manyetik karakterlerinin Jüpiter'in manyetik alanı içine gömüldüğünü belirlemiştir. Jüpiter'in manyetik alanı, tüm diğer uydu rotalarını geçecek şekilde, hepsini etkilemektedir. İşte bu manyetik ortam içinde bu uydular elektrik olayları yaratan jeneratörler şeklinde; her biri kendi idari sistemini geliştiren ve yöneten yapılar olarak Jüpiter manyetosferinde ve iyonosferinde bulunurlar. Gerçekte bu cereyanın Io içinde oluşumunun 1 milyon amperlik bir güçle şekillendiği tahmin edilmektedir.

Diğer bir gariplik de Io'daki tutulma sonrası parlaklıklarla rapor edilmiştir. Jüpiter'in gölgesinin düşmesi esnasında çok kısa süreli bazı parlaklıkların belirdiği görülmüştür. Son olarak da 1973'de, yerden yapılan teleskop çalışmalarında kullanılan spektroskopik ölçümlerle, sodyum atomlarının Io uydusunu bir hale (halka) şeklinde çevrelediği saptanmıştır. Sodyum bulutlarının Jüpiter'de burgaçlanmış kabarcıklar halinde bulunurken, Io'da merkezde yer aldığı belirlenmiştir. Kısa bir süre sonra da dışa verilen değerlerden (uydudan çıkan gazların tetkiki sonucu), potasyum ve iyonize sülfür saptanmıştır.

Voyager'in uçuşu esnasında bir düzine aletle yapılan bu çalışmalar, olayların oluşum nedenine ışık tuttular (Tek istisna tutulma sonrası görülen parlaklıklardır). Bu bulgular Io yakınında bir büyük akım olduğu olasılığını kuvvetlendirdi. Elde edilen görüntüler yardımıyla da bu uydunun olağanüstü görüntüsü hakkında bilgi edinilebildi. Bu da Io'nun devamlı bir volkanik hareketle şiddetle sarsıldığıydı. Io'nun yüzeyi Napoliten pizzayı anımsatan görünümüleriyle sonsuz bir volkanik ova (düzlük) şeklindedir. Bu düzlük kırmızının, kahverenginin, sarı ve beyaz tonlarında renkler gösterir. Bu renk farklılıkları içinde rastgele saçılmış karanlık tabanlı kalderalar, volkanik bacalar, lav akımından oluşmuş tabakalı görünüm ve lav gölleri bulunmaktadır.

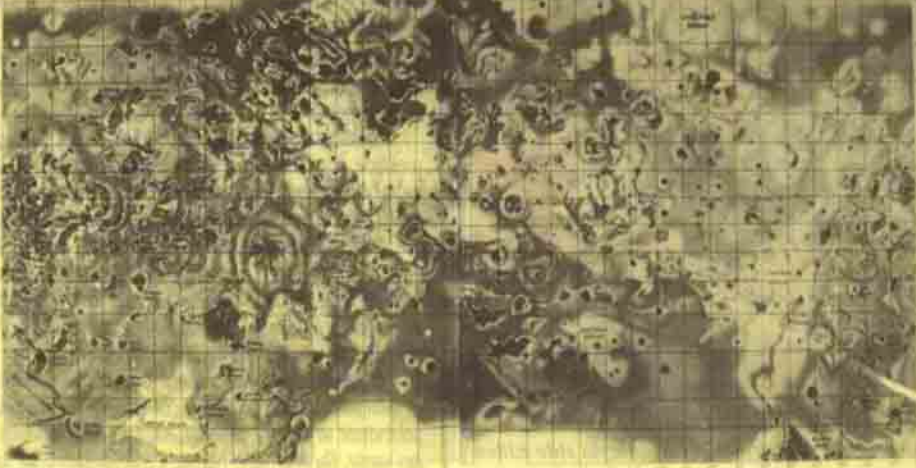
Buradaki volkanik akımın kanıtı, tartışma kabul edilemeyecek kadar doğrudan elde edilmiştir. Elde edilen birçok görüntüde, volkanik püskürmelerin bu gök cisminin yuvarlağı üstünde 200 kilometre yüksekliğe varan şemsiye biçimli kubeler şeklindeki püskürmeleri, özellikle yandan çekilen fotoğraflarda görülmüştür. Dikey yönden çekilen fotoğraflarda ise bunlar parlaklıklar olarak gözükmektedir. Voyager 1, bu faali-



Io'nun yüzeyi. Kahverengi, turuncu ve sarı kısımlar büyük olasılıkla sülfür veya sülfür içerikli bir karışımla kaplıdır. Beyaz yama halindeki şekiller sülfürdioksit karı, kabarık şekillerse yoğunluğu 200 km genişliğe kadar ulaşanlarıyla kalderalardır. Her iki kutupta bulunan dağlık bölgeler kendilerini çevreleyen arazinin üstünde 8 km'ye varan yükseltiler oluşturmaktadır.

yeti gösteren fotoğrafında sekizi birarada gözükten ardarda patlamalı aktiviteler görüntülenmiştir. Birkaç ay sonrasında Voyager 2 bu sekiz volkandan altısının hala aktif olduğunu görüntülenmiştir. Voyager'in infraruj spektrometrelle çalışmaları sonucu, bu volkanik çevreler yakınında birbirine uyan sıcak kısımlar bulunmuştur.

Bu beklenmedik volkanik faaliyetin Io'nun iç yapısında ki olağanüstü sayılamayacak bolluktaki radyoaktif elementler sayesinde oluştuğu düşünülmektedir. Ancak daha ilginç olan, Galilei'nin bulduğu bu uyduların yörünge hareketleridir. Io, Europa ve Ganymede bu sistem içinde senkron hareketli bir yörüngede görülmektedirler. Buna karşın Io, Jüpiter'in çevresini dönerken bu dönüşün yarısını Europa'nın periyodunda, diğer yarısını da Ganymede'nin periyodunda yapmaktadır. Io ve diğer iki uydu arasındaki bu çekimsel etkileneş nedeniyeler ki, (özellikle Europa ile) Io oldukça eğik bir yörüngede dönmektedir. Eğer Io'nun tam daire bir yörüngesi olsaydı, Jüpiter'in çevresinde dönmek için hep aynı yarıım küreyi kullanacaktı ve Jüpiter'in sahip olduğu dev gravitasyonel alanıyla da bu yörünge gerçek yapısına kavuşacaktı. Bu yörüngedeki dış merkezlik nedeniyle iç yapıda oluşan dışa doğru hareketlenme sonucu, fıskırmalar sürekli bir akımla yer almaktadır. Bu akıma, iç yapının tümünü eriyik halde tutabilecek miktarda bir sıcaklığın kumanda ettiği düşünülmektedir. Öyle görülmektedir ki, Io'nun içindeki büyük boyutlardaki sıcaklık, bu cismin varolduğu zamandan bu yana varlığını korumuştur.



IO'nun Voyager I ve II fotoğraflarından hazırlanan haritası (1° = 32 km).

IO ÜSTÜNE

Jeolog Kaya UYSAL

Çekilen resimlerden ve uzay araçlarından elde edilen görüntülerden hazırlanan haritalar şu önemli noktaları ortaya koyar:

- Diğer Jupiter uydularının aksine bu uydunun iç yapısı daha çok karasal tipte gezegenlere benzemektedir. Bu gök cisminin kabuğu altında sıcak bir mantosunun bulunduğu volkanik faaliyetten anlaşılmaktadır.

- Dünyamızın Ay'ında olduğu gibi, Io'da da bir atmosfer yoktur.

- Yapılan araştırma sonucu Io'daki volkanik faaliyetin kabuğu oluşturduğuna inanmak zordur. Çünkü volkanik faaliyetle, özellikle Io üstü büyük volkan dağlarının oluşması için öncelikle bir kabuk oluşması gerekir ki, görüntülerde görülen volkan dağları oluşabilsin. Bu da kabuğun volkanizmaya uğramadığı, esas kabuğun zayıf kısımlarından magma sokulmalarıyla volkanik arazinin oluştuğu düşüncesini kuvvetlendirir.

- Io'nun ortaya koyduğu önemli bir gerçek vardır. Ama bundan önce litosterik yapıyı şekillendiren öğeleri belirtmek gerekir. Bu öğeler:

Endojenik Kuvvetler: Bu kuvvetler tektonik kuvvetler ve volkanizmadır.

Eksojenik Kuvvetler: Bu kuvvetler erozyona yani aşınmaya neden olan tüm kuvvetlerdir. Örneğin su, rüzgâr, buzul hareketleri iklimsel yapıya göre etkisini gösteren erozyon kuvvetleridir.

Bilinen jeolojik açıklama, volkanizmada faaliyetin tümüyle yapı içinde hareketlenen magmanın yüzeye çıkması ya da sokulması şeklinde açıklanır. Faaliyetin sorumlusu tümüyle yüzey kalınlığından doğan baskıdır.

Io'daki şekillenme bu baskının fazla olması nedeniyle. Ama ilginç olan, bu baskının iç basınçtan çok, dev gaz gezegeni Jupiter'in uyguladığı çekim gücünden kaynaklanmasındır. Yani bu çekim gücü olmasaydı, yüzeyde gördüğünüz (haritaya bakınız) volkanik topoğrafya asla oluşamayacaktı. Bu özellik 2 yorum ortaya çıkarır. Bunlar:

(Devamı 18. sayfada)

Io'nun üstünde görülen bu püskürmeler, devamlı ve şiddetli miktardaki gaz ve ince kırıntılı materyal püskürmesi şeklinde olmaktadır. Bu nedenle, buradan çıkan materyal oldukça düşük çekim nedeniyle, zeminin hemen yakınında boşlukta asılı olarak kalmaktadır. Bu dışlama şiddetli saniyede 1 kilometre olarak hesap edilmiştir. Fışkıran gaz ve ince kırıntılı materyal yapılan tahmini hesaplara göre, her 3000 yılda 1 santimetrelik kalınlık yapacak şekilde geriye dökülmektedir. Püskürmeler bunlardan başka Io'nun en göze çarpan volkanı Pele'de gözlenmiştir. Io'nun yüzeylenme yapısına öncülük eden en önemli şekil lav akıntılarıdır. Bunlar birçok görüntüde saptanmıştır. Tartışmasız olarak Io'ya ait olan yüzey bir hayli gençtir. Bu nedenle bu cismin orijinal gelişimi-

le ilgili hiçbir kanıt bulunamamaktadır. Büyük olasılıkla tüm çehre volkanik malzemeden oluşmuştur. Buna göre fışkırmış, geri dönen materyal yüzeyde gömülerek tekrar iç yapıya katılmıştır. Bu uydudaki 4.5 milyar yıldır orijinal yapısını kaybetmemiş olmakla birlikte, uçucu maddelerin püskürme sonucu yok olması nedeniyle, yapısından bir miktar su, nitrojen, karbondioksit ve neon kaybetmiştir.

Buna karşın bu püskürmelerle, yine de kalıcı nitelikte olabilecek bazı uçucu gazlar çıkmıştır. Bu gazlara en kuvvetli adaylar sülfür ve sülfür bileşikleridir. Sülfür kozmik olarak oldukça bol bulunan bir element olmakla beraber, karasal volkanizma içinde önemli bir rol oynamadığı düşünülmektedir. Çünkü Dünya'daki sülfürün büyük bölümünün Dünya'nın çe-



IO üstündeki bir püskürmenin boyamayla elde edilen görüntüsü. Sarı renkli kısım gözle izlenir görüntülerde tespit edilebilirken, mavi hale ancak ultraviyole resimlerinde görülür. Fark 320 km devamlıdır ve büyük olasılıkla, sülfür tozu içerikli olabilecek çok küçük parçacıklardan oluşmaktadır.

kirdeğinde olduğuna inanılmaktadır. Io'nun kabartılı kısımlarında saptanan sülfür ve oksijen bu uydudaki sülfürün önemli rolünü kanıtlamaktadır. Bu gaz oluşumu içinde sülfürdioksit de saptanmıştır. Ayrıca yüzey üstünde sülfürdioksit buzu olduğunu gösterir kanıtlar da vardır. Volkanik yapıların Io'da oluşmasıyla ilgili bazı farklı görüşler vardır. Ama genelde Io'daki litosferik yapının katı sülfür ve sülfürdioksitten oluştuğu ve bunun kilometrelerce kalınlıktaki eriyik sülfür üstünde yüzeylendiği görüşü öne sürülmektedir. Sülfür benzeri diğer bir model de silikatlar üzerine kurulmuştur. Buna göre ara yataklanması, silikatlar ve sülfürlerin birlikte yüzeye akmaları sonucu kabuk oluşmuştur. Gerçekten de bazı çalışmalarda sıcak iç yapı üzerinde uzanan sülfür birikimleri gözlenmiştir. Ancak tüm bu yaklaşımlar bu gök cisminin, (ki benzeri yoktur) tek ve basit bir modelle açıklanamayacağını göstermektedir.

Çev.: Kaya UYSAL

IO ÜSTÜNE

(Baştarafı 17. Sayfada)

a) Topoğrafyanın oluşmasında manyetik ve çekimsel güçlerin de rol oynadığı bu gök cismi için söylenebilir. Atmosfer olmadığı için erozyonel faaliyet söz konusu değildir.

b) Bununla beraber, manyetik ve çekimsel güçlerin karasal tipte gezegenlerde topoğrafyayı şekillendirici bir güç olduğu söylenebilir mi?

Haritada bir diğer ilginç topoğrafik özellik daha gözlenmektedir. Haritalamada Io'daki en üst enlem dilimi 70 dereceye karşılık gelir. Bu konumda hazırlanan haritada 60 derece ile 70 derece enlemleri arasındaki şekillenme her iki kutupta çok farklıdır. Kuzey kutupta bu enlemlerarası yapıda bir olası büyük kaldera dışında hiçbir topoğrafik şekil yoktur. Sanki tüm yapı dümdüz gibidir. Buna karşılık aynı enlem dilimleri arasında güney kutbundaki yapıda birçok karasal tipte şekil gözlenmektedir. Bu fark haritada hemen göze çarpar.

Io'daki volkan dağlarının baca kısımları, yani volkanik materyalin püskürdüğü, çıktığı yer çok geniştir. Bunlar kalderalar şeklindedir ve kaldera genişliği 200 km'ye varan volkan dağları vardır. Bu önemlidir. Nedenini söylemeden önce kalderanın bir tanımını vermek gerekir. Volkan dağı ilk oluştuğu zaman volkan bacasının çapı küçüktür ve bu küçük bacadan materyal çıktığı sürece volkanik faaliyet devam eder. Eğer volkanik faaliyet durur ve dağ sönük duruma geçerse olay kapanmış olur. Ancak iç sıkışmalar yeniden bacayı zonarsa ve yeterli iç basınç sağlanırsa, alttan gelen yeni ve bol malzeme (volkanik gazlar ve özellikle lavlar) büyük bir şiddetle esas orijinal bacayı patlatır ve dağın üst kısmındaki küçük çaplı baca yerine oldukça geniş bir çukurluk oluşur. İşte bu yeni şekli göstermek üzere, oluşmuş olan çanakşık şekle verilen ad kalderadır. Bu açıklamanın ışığında şu soruyu sorabiliriz: Io üstündeki volkanların çoğunda görülen bu kalderalar volkan dağları Jupiter'in uyguladığı çekimle oluştuğuna göre, bu, çekimde belirli bir süre durgunluk olduğunu mu gösterir? Çünkü açıldığında gibi kaldera ikincil bir şekildir ve volkanda sakin bir dönemin geçtiğini gösterir. Bu nedenle kalderalar üstünde önemle durulması gerekmektedir.

Io'dan alınmış resimlerden elde edilen bilgilere dayanan tüm bu özellikler nedeniyle, inceleme alanı giderek gelişen jeolojik bilim dalında belki de yeni varsayımlar ileri sürülmesine yol açacak sonuçlar elde edilecektir.

• Geçtiğimiz yıl Güneydoğu Anadolu'da, Amerikalı arkeolog Prof. Robert J. Braidwood yönetiminde yapılan kazılarda, Mısır piramitlerinden ve Sümerler tarafından kurulan bilinen en eski toplumsal uygarlıktan 4000 yıl daha eski yapılar bulundu. Karbon tayini yöntemi ile yaşları yaklaşık 10.000 yıllık olarak hesaplanan bu yapılar konut değil, kesinlik-

le toplumsal amaçlı kullanım için yapılmışlardı.

Çayönü köyünde yapılan kazılarda, yapıların birinde 70 adet, enseden kesilmiş kafatası bulundu. Araştırmacılar, kesin olarak bilememelerine karşın bu binanın, bir tür ölüm ayınının yapıldığı çok eski bir tapınak olabileceğini belirtiyorlar.

Yaşamı olduğu gibi kabul etmelisin, fakat kabul edebileceğin gibi olması için de çaba göstermelisin.

ALMAN ÖZDEYİŞİ