

Magellan'dan Sonra, Hâlâ Sırrını Koruyan Venüs

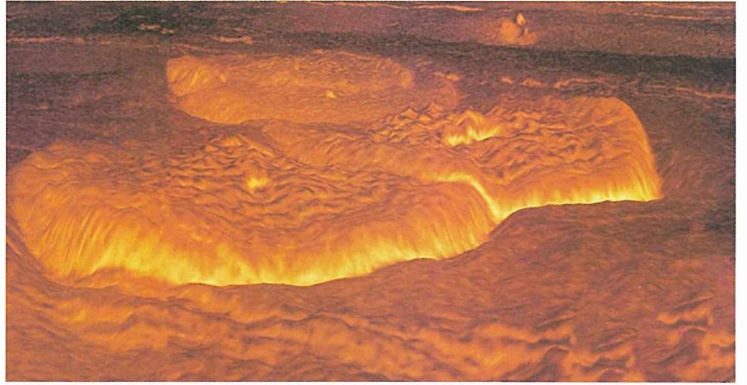


Sülfürik asit bulutları ile kaplı atmosferi, devasa büyüklükte volkanları ve Dünya'ya benzerliğiyle bilim adamlarının hep dikkatini çekmiştir. Venüs Magellan uydusu bu gezegenin sakladığı sır perdesini bir parça olsun aralamayı başardı.

Venüs'ün haritası Magellan uydusu tarafından 1993 yılında tamamlandı. Magellan, radarı sayesinde gezegeni kaplayan kalın sülfürik asit bulutlarını geçerek bir futbol stadyumu büyüklüğündeki yüzey şekillerini görüntüleyebildi.

Ancak, Magellan görevini başarmasına ve gezegen hakkında bir çok soruyu aydınlatmış olmasına rağmen, yeni birçok soruyu da beraberinde getirdi.

Bu soruların yanıtlarının bulunabilmesi için, bundan sonra da, dünyanın kardeşi sayılan bu gezegenin incelenmesine devam edilmesi gerekmektedir. Bize en yakın gezegen olan Venüs büyüklük, kütle ve Güneş'e uzaklık bakımından Dünya'ya çok benzemektedir. Ancak, diğer birçok açıdan farklı bir dünyadır. Yörüngesini güneş sistemimizdeki birçok gezegenin aksl yönünde, sadece 243 dünya gününde tamamlar. Başlıca karbondioksitten oluşan sülfürik asit bulutlu atmosferi, dünyanın buhar bulutları ile kaplı, genelde azottan oluşan atmosferinden 90 kez daha yoğundur. Bu yoğun atmosferde gerçekleşen sera etkisi, güneş ışınlarının tutularak, yüzey sıcaklığının 480 °C (900 °F) civarına yükselmesine neden olmuştur.



Pankek domları, Magellan'ın Venüs'te keşfettiği belirgin jeolojik yapılardan biridir. Bunlardan üçü, 3-boyutlu bir harita elde etmek için radar görüntüleri ve allimetre bilgilerinin birleştirilmesi ile yaratılan bu bilgisayar görüntüsünde sunulmaktadır. Alfa Regio'nun yüksek kesimlerinde gözlenen bu volkanlar, kesif, viskoz lavın, her yönde düzgün bir yayılım sağlayan düz zemindeki yarıklardan sızması sonucu oluşmuş olabilirler. Ortalama çapları 25 km (15 mil), maksimum yükseklikleri 750 m'dir (yaklaşık 2500 feet).

Çeviri: Jülide Yapmış
ODTÜ, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
julide@metu.edu.tr

Venüs Yüzeyinde Hiç Su Akışı Oldu mu?

Magellan'ın Venüs'e ulaşmasından önce bazı iyimser bilim adamları elde edilecek radar görüntülerinin, Venüs'te bir zamanlar yağmur, nehir ya da okyanus oluşturabilecek kadar su olduğunu gösterecek bazı kanıtları ortaya çıkaracağını umuyorlardı. Bu umudun kaynağı Mars deneyimiydi: 1970'li yılların başında Mariner 9'un elde ettiği görüntüler, Mars yüzeyinde şüpheye yer bırakmayacak şekilde suyun meydana getirdiği kanalların varlığını ortaya çıkarmıştı.

Fakat Magellan'ın radar görüntülerinden buna benzer bir kanıt çıkmadı. Aksine, Venüs yüzeyinin yaşı olarak tahmin edilen 500 milyon yıl içinde gezegende su bulunmasının mümkün olmadığı kanıtlandı. Magellan'ın uydular görüntülerinde gezegenin küçük çarpışma kraterlerinden yoksun olduğu görülmektedir. Bu da küçük meteorların yüzeye ulaşmadan önce yoğun atmosferde yandığını kanıtlamaktadır. Eğer daha yaşlı görünen bazı bölgelerde çok sayıda küçük krater görülsedydi, daha önceleri bu atmosferik kalkanın olmadığı sonucuna varılabilirdi. Ancak durum böyle değil. Yani küçük kraterlere rastlanılması, 500 milyon yıldan beri atmosferin bu günkü kadar yoğun olduğunu kanıtlamaktadır. Böyle bir atmosferde su uzun süre var olamaz.

Gerçekten Venüs atmosferinin evriminde temel sorun suyun miktarıdır. Venüs atmosferinde ve yüzeyinde, dünyanın atmosferindeki ve okyanuslarındakinin binde biri kadar su olduğunu tahmin ediyoruz. Venüs'te bir zamanlar daha fazla su olup olmadığı gezegen bilimcileri arasında ateşli bir tartışma konusudur.

Bir hipoteze göre Venüs, nispeten su bakımından zengin bir dünya olarak oluşmuştur. Fakat, daha sonra yeni oluşmaya başlamış olan okyanusu şiddetlenen sera etkisi sonucu yok olmuştur. Güneş ısısının kalın karbondioksitli atmosferde tutulması sonucu okyanus suyu atomlarına, yani hidrojen ve oksijene ayrışarak buharlaşmış, ardından daha hafif olan hidrojen uzaya kaçmıştır.

Alternatif hipoteze göre Venüs, nispeten kurak bir gezegen olarak oluşmuştur. Saptayabildiğimiz az miktardaki atmosferik su ise denge halindedir. Yani, buharlaşan ve uzaya kaçan su miktarı, volkanik aktivite sonucu açığa çıkan ya da düşen kuyruklu yıldız ve asteroidler tarafından gezegene getirilen su ile dengelenmektedir.

Venüs Atmosferinde Neler Oluyor?

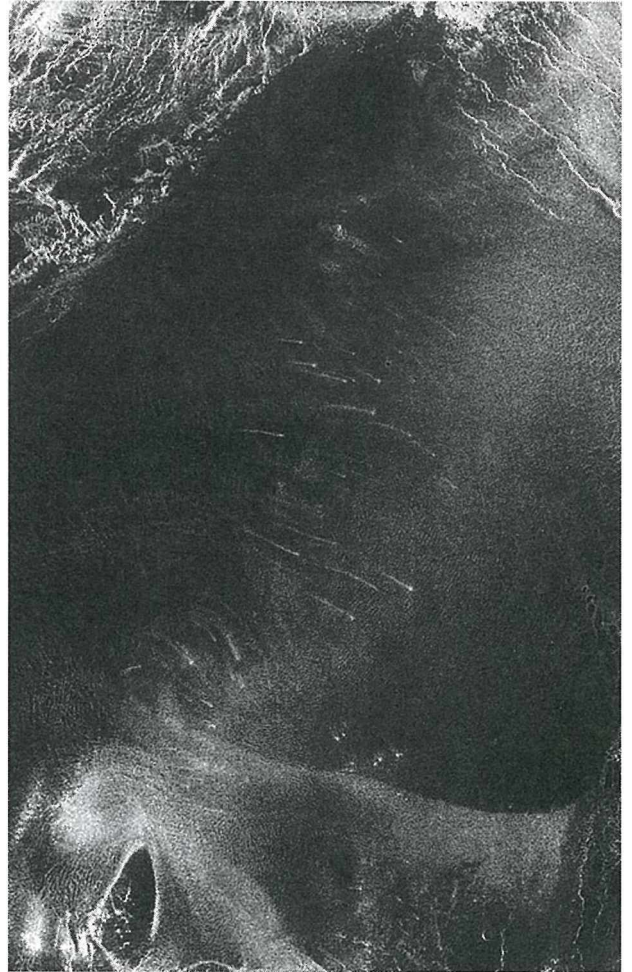
Venüs atmosferinde suyun bu kadar az olmasının nedeni, bileşiminin anlaşılmasında öncelikle çözülmesi gereken bir sorundur. Bununla birlikte, atmosferik dinamiklerin ve termal yapıların diğer yönlerinin de incelenmesi gerekmektedir.

Örneğin Venüs'te bulutların dönüş hızı incelenmeyi gerektiren ilginç bir gözlemdir. Bulutlar gezegen yüzeyin-

den neredeyse 60 kez daha hızlı dönmektedir. Bu olayın mekanizmasının ipuçları belki atmosfer bileşiminde ve atmosferin yüzeye yakın termal yapısında bulunmaktadır. Dünyadan yapılan radyo ve uzay aracı gözlemleri sonucu yıllardır Venüs'ün yüzey sıcaklığını biliyoruz, fakat sıcaklığın alt atmosferde yüksekliğe göre nasıl değiştiğine ilişkin sadece birkaç gözlemimiz var.

Atmosferik dinamiklerin araştırılmasında, atmosferde düşerken rüzgar ve ısıyı doğrudan ölçebilen araçların kullanılması gerekebilir. Rüzgarla hareket edebilen uzun ömürlü balonlar rüzgarın hareketlerini izlemede en iyi yöntem olacaktır. Farklı atmosferik tabakaları izleyebilen, mor ve kızıl ötesi ışınlarla duyarlı kameralar taşıyan uydular, bulut döngüsünü olduğu kadar, üst atmosfer döngüsünü de analiz etmemize yardımcı olacaktır.

Venüs atmosferinde sülfürün çok önemli bir rol oynadığını biliyoruz. Magellan'ın radarı sayesinde görüntülediği yüzeyi, ancak görünür ışıkta inceleyebilen teleskoplar-



Bilimadamları muhtemelen bir kumul alanını gösteren bu tip görüntülerden yararlanarak alt atmosfer döngüsüne bir açıklama getirebilirler. Kumulların yonleri ve rüzgarın bıraktığı izler, hakim rüzgar yönünü gösterir. Rüzgar bu bölgenin güneyinde güneybatıdan kuzeydoğuya doğru esmiş, ardından kuzeyde, batıya doğru dönmüş gözüküyor. Magellan görüntülerinin bu mozaiği 340 km uzunluğunda ve 190 km genişliğinde bir alanı kapsamaktadır.

dan ve kameralardan saklayan bulutlar, esas olarak sülfür asitten meydana gelmektedir. Sülfür gazı yüzey şekillerinin aşınmasına neden olmakta ve Venüs'ü bu kadar sıcak tutan sera etkisine katkıda bulunmaktadır. Venüs'ü daha iyi anlayabilmek için sülfür gazının dağılması, toplanması ve zaman içinde geçirdiği değişiklikler hakkında daha fazla bilgi edinmemiz gerekmektedir. Uzay aracı, sülfür gazı konsantrasyonundaki değişimleri ölçmektedir. Bu değişimler son zamanlardaki volkanik patlamaların atmosfere gaz sağladığını gösterebilir. Bir başka atmosferik gazın, metanın ölçümleri Venüs'teki aktif volkanların yönünü de işaret edebilir: Pioneer Venüs uydusu, volkanik patlamayla açıklanabilecek bir miktar metan gazı tespit etmiştir. Atmosfer bileşimi ve volkanizma arasındaki bu bağ bizi başka önemli sorulara götürmektedir.

Venüs'ün Yüzeyini Şekillendiren Nedir?

Volkanizma Venüs'te yüzeyi şekillendiren en önemli olaylardan biridir. Venüs pankek ve domlarının doğası gibi bir çok volkanik bilmece bulunmaktadır. Bazılarının çapı yaklaşık 65 km (40 mil) olan bu devasa volkanlar kabuktaki kırıklardan sızmış gibi görünmektedir. Dünyada da benzer fakat çok daha küçük ölçekli yapılar vardır. Bu dev yapıları ne çeşit bir lav meydana getirmektedir? Bu yapılar Venüs'ün evrimi hakkında neler söylemektedir?

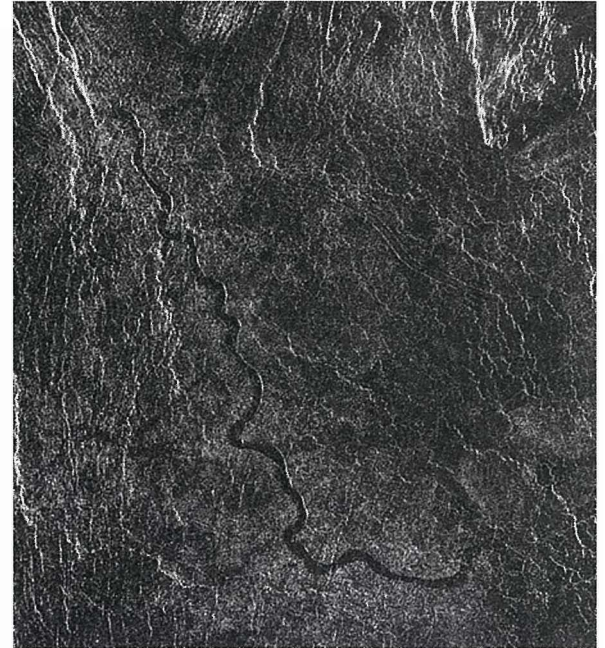


Bu görüntüde birkaç belirgin Venüs'e özgü yapı gösterilmektedir. Ortada sağda görülen düzgün olmayan dairesel yapı bir koronadır. Veneras 15 ve 16 tarafından keşfedilen ve Magellan tarafından detaylı olarak görüntülenen koronalar, bir çeşit halkaya benzer yapılardır. Bu görüntüde görülen korona, yaklaşık 100 km çapındadır (60 mil). İki tarafından yanlara doğru birkaç yüz kilometre uzanmaktadır. Üstte soldaki koyu iz, Venüs'ün atmosferinden geçerken parçalanan bir meteorun, çarpıldığı yerde iki küçük krater bırakmasıyla oluşmuş. Tozun kendisi yoğun bir şok dalgası yüzeye vurduğu zaman ya da ince taneli malzemenin, çarpma sırasında yanlara doğru yığılmasıyla oluşmuş olabilir.

Şüphesiz en ilginç volkanik yapıları yılankavi kanallar meydana getirmektedir. Bir çoğu yaklaşık 1,5 km genişliğinde (yaklaşık 1 mil) ve oldukça sıgı, belki 150-300 m (500-1000 feet) derinliğindedir. En uzununu, dünyadaki en uzun nehir olan Nil'i geçerek, 6800 km devam eder (4200 mil'den fazla). Eğer benzer yapıları Dünyada yada Mars'ta görsük büyük bir ihtimalle bunları suyun oluşturduğunu düşünürdük. Ancak Venüs'te su mevcut değil. Bu yüzden akla en yakın seçenek bir çeşit çok ince ve akışkan lav olan sıvılaşmış kayadır.

Birçok lav yaklaşık 480 °C sıcaklıkta bile en fazla birkaç yüz km akabilmekte, sonra hantallaşmakta ve soğumaktadır. Ne çeşit erimiş bir malzeme muhtemelen binlerce km akabilmektedir? Bu malzemenin bir karbonat-kireçtaşının malzemesi- çeşidi yada sülfür olduğu tahmin edilmektedir. Bu malzemelerin akıntıya nasıl karıştığı açıklanamadığı için sır henüz çözülememiştir.

Magellan üç haritalama evresini tamamlamıştır. Evreler arasında lav akıntısı gibi büyüklüğü ve şekli değişebilen volkanik yapıların görüntüleri incelenerek Venüs'te aktif volkanların olduğu söylenebilir. Bu volkanizma sayesinde sülfür ve metan gazlarının fazla miktarda bulunması gibi atmosferik sırlar açıklanabilecektir. Bu aynı zamanda Venüs'te volkanik yıldırımların olduğuna dair uzun süredir devam eden bir tartışmaya da çözüm olabilir. Magellan'ın radarı volkanik biçimleri tarif etmekte mükemmel bir araç olmasına rağmen ka-



Venüs'te lav bazen Dünya'da suyun akmasına benzer şekilde akmaktadır. Bu radar mozaikinde lav tarafından kesilen, 200 km uzunluğunda (124 mil), 2 km genişliğinde (1,2 mil) sinüzoidal bir kanal parçası görülmektedir. Bu tür kanallara Venüs'ün düzlüklerinde sıkça rastlanmaktadır ve mendereslerle, oksbov göllerle ve ayrıntılı kanal parçaları ile karasal nehirleri andırmaktadır. Bu tür bir akıntıya neden olan lavın bileşimi, Magellan verilerinin gündeme getirdiği ama yanıtlayamadığı sorulardan biridir.

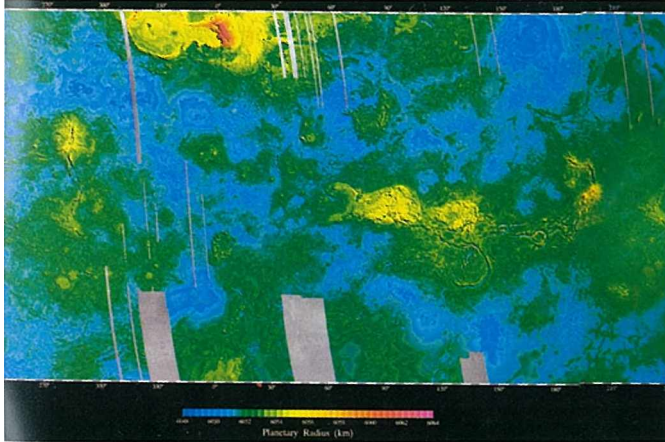
rada hareket edebilen araçlar yüzey bileşimi ve onu şekillendiren kuvvetler hakkında daha fazla bilgi verecektir. Yerinde yapılan ölçümler volkanizma ve atmosfer arasındaki bağın kurulmasına yardımcı olacaktır.

Magellan'ın haritalama görevine başlamasından önce radar görüntülerinden Venüs'ün tektonik rejiminin tespit edilebileceğine dair umutlar yüksekti. Fakat bu güne kadar kesin bir cevap bulunamadı. Sovyet Venera 15 ve 16 uyduları belirgin tektonik yapılar olan ve "Korona" olarak adlandırılan büyük yapıları keşfettiler. Kabuğun oluştuğu dünyadaki gibi küresel yayılma zonlarına ilişkin bir kanıt bulunamadı, fakat rifte benzeyen daha küçük yapılar gözlelenebildi. Belki dalmanın ve riftleşmenin gerçekleşemediği yerel tektonik ileri sürülebilir ancak tartışma devam etmektedir.

Bir gezegenin yüzeyini şekillendiren kuvvetleri anlayabilmenin anahtarı sahip olduğu enerjidir. Venüs yada dünya gibi dinamik bir gezegende oluşumundan arta kalan ya da radyoaktif bölünmeyle oluşan ısı içeride tutulmaktadır. Bu ısı dışarı doğru akma ve kabuktan kaçma eğilimindedir böylece kayaların kırılması, kıvrınlanması ve volkanik patlamalar için gerekli olan enerji ortaya çıkmaktadır.

Bir gezegenin iç ısı iç yapısını da belirlemektedir. Venüs için şu tür sorular yanıtlamak zorundayız: Erimiş bir dış çekirdek var mı? Çekirdeği çevreleyen manto katmanlara ayrılmış mı? Magma kabuğu nasıl etkilemektedir ve kabuk kalınlığındaki ve yükseklikteki değişimlerle ilgisi nedir?

Bir gezegenin iç dinamiği ile yüzey mekanizmaları ve atmosferik evrim arasında bir bağlantı vardır. Örneğin bu dinamikler volkanların dağılımını, hangi yüzeyin yükseklikleri, hangisinin çukurlukları oluşturacağını ve içteki erimiş kayalardan hangi gazların atmosfere bırakılacağını belirler.



24 aylık radar altimetre verileri çalışılarak, Magellan araştırma görevileri tarafından Venüs'ün bu topografik haritası hazırlandı. Kırmızı alanlar en yüksek yerleri, mavilerse en alçak alanları oluşturuyor. Magellan'ın veri alamadığı yerde, görüntüde gri gözüken yerlerde, Pioneer Venüs ve Venera 15 ve 16'nın sağladığı bilgiler kullanılmıştır. Kuzeyde gezegenin ortalama yüksekliğinden (6,05 km) 11 km daha yukarıda, Venüs'teki en yüksek dağ olan Maxwell Dağları'nı barındıran Ishtar Terra yükseltisi bulunur. Ishtar'ın doğusunda, kuzey-güney doğrultulu bir rift zonu tarafından kesilen Beta Rio ve Phoebe Regio uzanır. Ekvatorda görülen akrep şeklindeki yapı, şahane birkaç volkanıyla dikkat çeken, karaya benzer bir yükselti olan Aphrodite Terra'dır.

Venüs'teki tektonizma ile ilgili olan ve yanıtlarını Magellan'ın radar bilgilerinde aradığımız bir çok soru mevcuttur. Neyseki uygulayacak bir başka teknoloji daha var. Magellan şu anda yüzey şekillerinin radar haritasını tamamlamak için Venüs'ün çekim kuvvetinin küresel haritasını çıkarıyor. Uydu üzerindeki çekim kuvveti yüksek yoğunluklu alanlarda artmaktayken düşük yoğunluklu alanlarda azalmaktadır. Bu bize gezegenin iç yapısı hakkında daha fazla şey anlatmaktadır.

Bir Gezegenin Yüzeyinin Yaşını Kraterler Saptayabilir mi?

Magellan'ın haritalanmasının getirdiği en büyük tartışmalardan biri Venüs'ün yüzeyinin yaşı ile ilgilidir. Diğer gezegenlerde yüzeyin yaşını ölçmek için krater sayısı kullanılıyordu.

Venüs'ün çok az krateri vardır ve Ay'dan çok Dünya'ya'ya andırmaktadır. Bu düşük krater sayısı Venüs'ün yüzeyinin ortalama 500 milyon yıl yaşında olduğunu göstermektedir. Bu konuda iki teori vardır.

Birisi, Venüs lav seli tarafından 500 milyon yıl önce büyük küresel bir felakette basıldı ve o andan beri 900 çarpma dışında fazla bir şey olmadı. 3 milyar yıl önce, denize benzeyen, koyu renkli bazalttan oluşan lunar maria lav akışları sonucu oluşurken Ay'da da benzer şeyler olduğunu biliyoruz.

Alternatif bir yorum, akararak kraterleri örten küçük volkanik olaylarla kraterlerin oluşum hızı arasında bir denge olduğunu göstermektedir. Bu görüşe göre Venüs'ün yüzeyi tarihi boyunca hemen hemen aynı görünmüştür.

Magellan verilerinin şaşırtıcı yanıtlarından biri Venüs kraterlerinin çoğunun aşınmış görünümleriydi. Dünya'da plaka tektoniği ile yok edilemeyen bu çarpma kraterleri, çarpma şekilleri olarak tanınmalarını zorlaştıran volkanik patlama ve başka olaylarla aşınmaktadır. Venüs'te su aşındırıcı bir etken değildir. Bununla birlikte kraterlerin daha genç lav akıntıları ile kısmen örtüldüğünü tektonik olaylarla yıkıldığını ve rüzgarla aşındığını görmekteyiz.

Gelecekteki Venüs araştırmalarında alt atmosferin nasıl davrandığına ve atmosferin yüzeyi nasıl şekillendirdiğine ilişkin sorulara yanıt aranmalı. Ancak karasal bir gezegen olarak Venüs'ü anlamakta gerçek anlamda bir ilerleme yapabilmek için yüzeyine araçlar yerleştirmeli. Nasıl ki dünyadaki araştırmacılar gezegenimizin iç yapısını anlamak için depremlerde yayılan şok dalgalarının hızını ve şiddetini ölçmektedir, Venüs'teki sismografik aletler de orada aynı şeyi yapmamızı sağlayabilir. Dünya'mızı anlamak için çok önemli olan Venüs araştırmalarına devam etmeliyiz.

Kaynak

The Planetary Report, Cilt 13, Sayı 3, Mayıs/Haziran 1993 R. Stephen Saunders