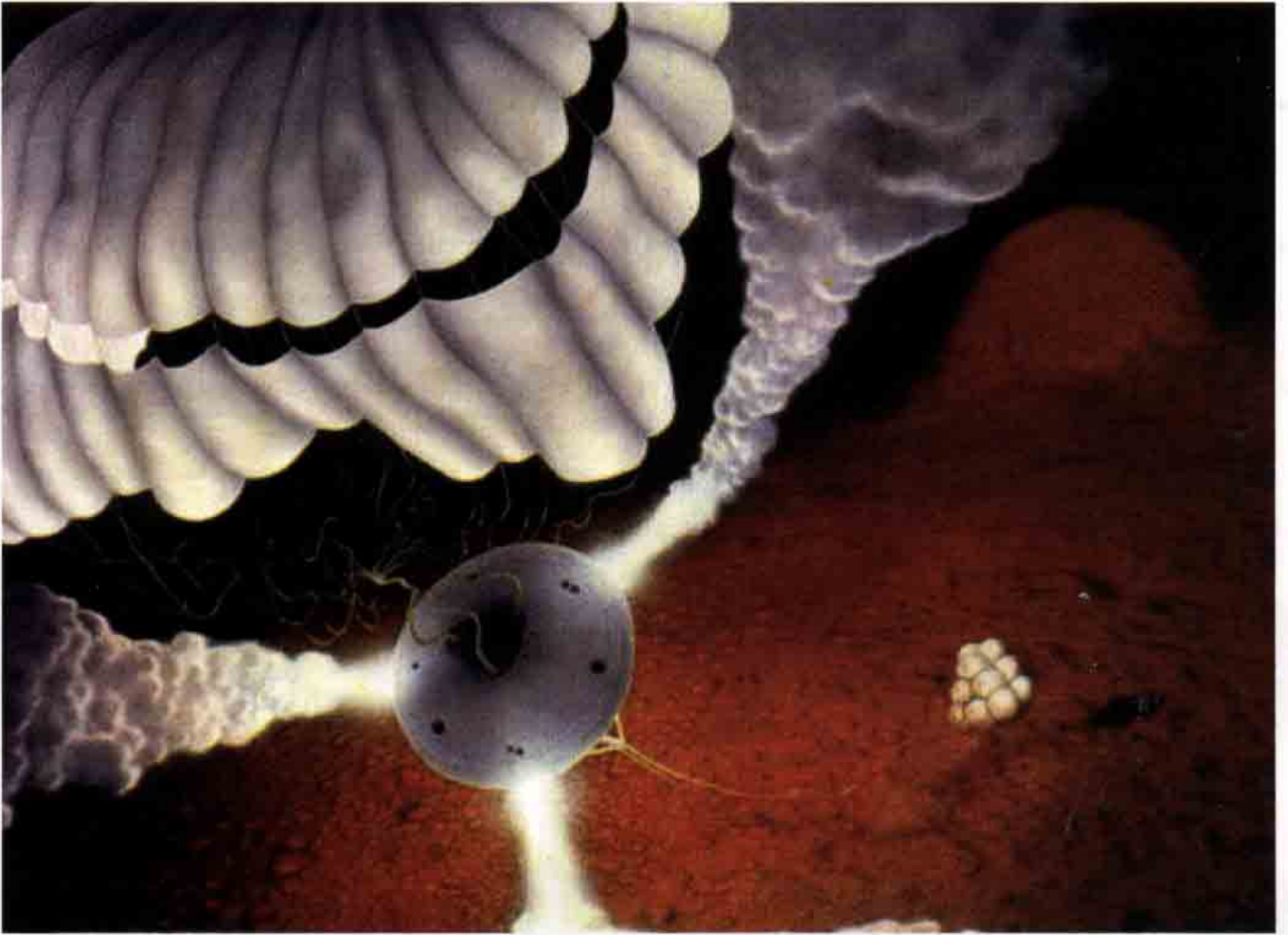




Kızıl Gezegen Yeniden Keşfediliyor Mars Pathfinder

NASA'nın Keşif Programının bir parçası dahilinde, 2 Aralık 1996 tarihinde fırlatılan *Pathfinder*, yaklaşık 500 milyon kilometrelik bir yolculuktan sonra, 4 Temmuz 1997'de Mars'a ulaştı. Bugüne kadar, gezegenlere gerçekleştirilen projelerden farklı olarak, *Pathfinder* yeni birtakım özellikler taşıyor. 20 yıl önce gerçekleştirilen Viking projelerinden sonra Mars'a inen ilk araç olması, gezegen hakkında merak konusu olan ve bu güne kadar tam olarak açıklığa kavuşmamış bir takım gerçekleri ortaya çıkarabilecek.

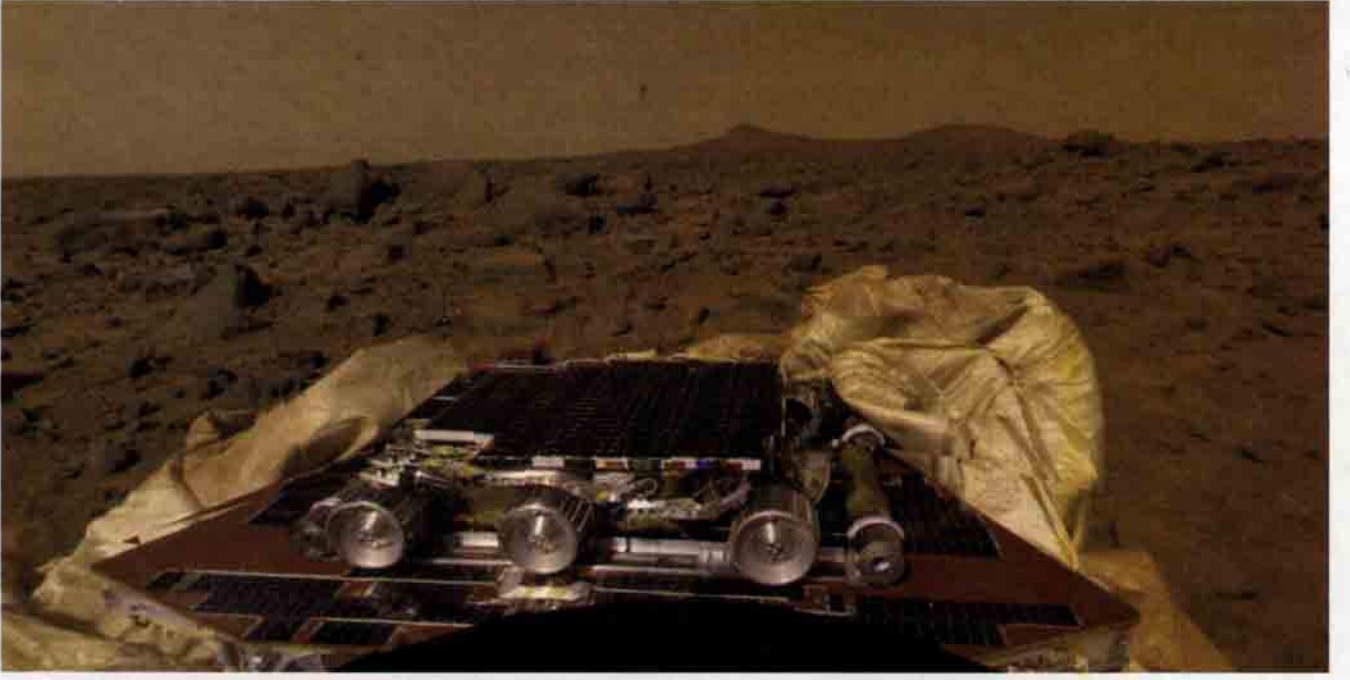
Pathfinder projesinin başarısı, bundan sonra gerçekleştirilecek uçuşlar için çok büyük önem taşıyor. Projenin en büyük özelliği, bu güne ka-

dar gerçekleştirilen projelerin aksine, gezegenin yüzeyine doğrudan inen bir araç olmasıdır. Daha önceki inişler, aracın önce yörüngeye yerleştirilerek, bir iniş modülü ile yüzeye inilmesi esasına dayanıyordu. *Pathfinder* projesinin başarısı, gezegenlerarası seferlerin, hızlı ve etkin olmalarının yanında, ucuza da mal edilebileceğinin bir göstergesi oldu.

NASA'nın standart roketlerinden birisi olan Delta II roketiyle fırlatılan *Pathfinder*, daha önce benzerine rastlamamış bir iniş gerçekleştirmek üzere tasarlandı. Yörüngeye girmeyen uzay aracı, saatte 27 000 kilometre hızla atmosfere girecek, bu sırada, sürtünme sonucu ortaya çıkacak yüksek sıcaklığa karşı bir koruma kalkını ara-

cı koruyacak; daha sonra açılacak olan dev paraşütler ve roket motorları yardımıyla araç yüzeyden yaklaşık 30 metre yukarıda durdurulacaktı. Bu noktadan sonra, serbest düşme yapacak araç, iki saniye içerisinde şişebilen hava yastıkları ile çarpmanın etkilerinden korunacaktı. Saatte yaklaşık 35 kilometre hızla yere çarpan araç, bu hava yastıkları sayesinde zarar görmeyecek, bir miktar zıplayıp yuvarlandıktan sonra duracaktı. Hava yastıklarının sönmesiyle, kapakları açılacak ve görevine başlayacaktı.

Pathfinder'in bir önemli özelliği de, sabit yer istasyonunun yanında, hareketli bir yüzey aracı taşımasıdır. *Sojourner* olarak adlandırılan bu araç, istasyonun yakın çevresindeki toprak



Pathfinder'in Mars yüzeyine indiği gün olan 4 Temmuz'da çekilen bu fotoğrafta, "Taç Yaprakları" olarak adlandırılan kapaklardan birisinin üzerine monte edilmiş halde duran hareketli yüzey aracı Sojourner ve henüz açılmamış iniş rampaları görülüyor. Tam olarak sönmeyen hava yastığı, iniş rampalarının indirilmesinde sorun çıkarmıştı; ancak, daha sonra bilim adamları bu sorunun üstesinden gelmeyi başardılar.

ve kayaların analizlerini yapmak üzere tasarlandı.

Pathfinder'in yapacağı deneyler, üç ana başlık altında toplanıyor. Bunlar, teknoloji deneyleri, bilim deneyleri ve proje deneyleri olarak adlandırılıyor.

Teknoloji deneyleri kapsamında, toprak ve kayaların dayanıklılık testlerinin yapılması, uzay aracının etrafındaki yüzey yapısının incelenmesi, toprak üzerinde yapılacak bir takım mekanik deneyler ve araçların sıcaklık değişikliklerine dayanıklılığını ölçen deneyler yer alıyor.

Bilim deneyleri kapsamında ise, kayaların ve toprağın kimyasal analizleri, atmosferin basınç, sıcaklık ve bileşenleri ölçülüyor.

Proje deneylerinin amacı ise, ilk defa gerçekleştirilen böyle bir inişin sonrasında, uzay aracının durumunu öğrenmek. Herhangi bir hasara rastlanması durumunda, bundan sonraki inişler için gerekli önlemler alınacak.

Hem istasyon hem de Sojourner, enerjilerini Güneş'ten sağlıyorlar. Her iki aracın da yüzeylerine yerleştirilen Güneş panelleri, gerekli enerjiyi sağlamaya yeterli oluyor.

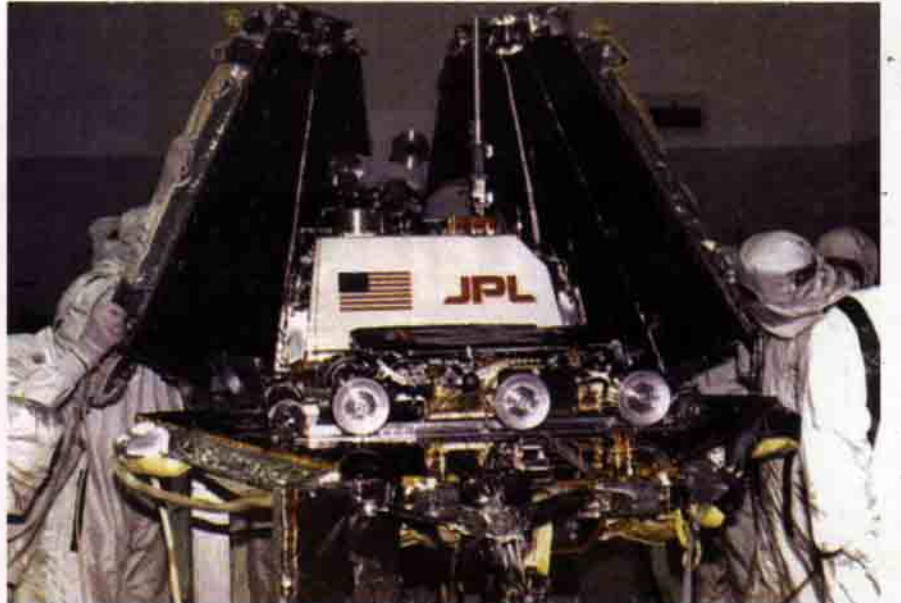
Sojourner, çevredeki seçilen kayalar ve toprak üzerinde analizler yapacak, fotoğraflar çekecek. Sojourner'in ağırlığı sadece 14 kg ve boyutları yapabileceği işlere oranla çok küçük (63 cmx 48 cm). Altı tekerlekli araç, gezegenin kayalık yüzeyinde ilerleyebilecek bir donanımına sahip.

4 Temmuz 1997

4 Temmuz 1997 günü, Pathfinder'dan gelen ilk veriler aracın başarılı bir şekilde gezegene iniş için seçilen Ares Vallis bölgesine indiğini gös-



Yukarıda: Sojourner henüz deneme aşamasında.
Sağda: Pathfinder uçuşa hazırlanıyor. Mars'a herhangi bir mikroorganizma taşınmaması için araç steril koşullarda tutuluyor.





İniş 37 dk. / 13 000 km:
İniş aracı taşıyıcıdan ayrılıyor.

İniş 5 dk. / 130 km:
Sıcaklık kalkanı, atmosfere
giriş sırasında ortaya çıkan
yüksek sıcaklıktan aracı koruyor.

İniş 2 dk. / 10 km:
Paraşüt açılıyor ve 20
saniye sonra sıcaklık
kalkanı ayrılıyor.



Sıcaklık
kalkanı

Pathfinder ve
paraşütler bu
kapagın
altında

MARS PATHFINDER

İnişinden 37 dakika önce Pathfinder, saatte 27 000 kilometre hızdan, bir dizi otomatik gerçekleşen manevralarla saatte 38 kilometre hıza düşüyor. Bu noktadan sonra, serbest düşme yapan araç, iki saniye içerisinde şişebilen hava yastıkları ile çarpmanın etkilerinden korunuyor. Saatte yaklaşık 35 kilometre hızla yere çarpan araç, bu hava yastıkları sayesinde zarar görmeden, bir miktar zıplayıp yuvarlandıktan sonra duruyor. Hava yastıklarının sönmesiyle, kapakları açılıyor ve görevine başlıyor.

İniş 80 sn. / 7-15 km arası:
İniş aracı bir halatla aşağıya
sarkıtılıyor; aynı zamanda
radar yüzeye olan uzaklığı
ölçmeye başlıyor.

İniş 8 sn. / 100 m:
Araç çarpışmanın etki-
lerinden koruyacak hava
yastıkları şişiyor.

İniş 4 sn. / 75 m:
Roketlerin
ateşlenmesinden
sonra, araç hemen
hemen duracak
duruma geliyor ve
yaklaşık 30 metre
yukarıdan yüzeye
serbest düşüyor.

Spektrometre,
toprak ve
kayaların bileşimini
ölçmek üzere
geliştirildi.

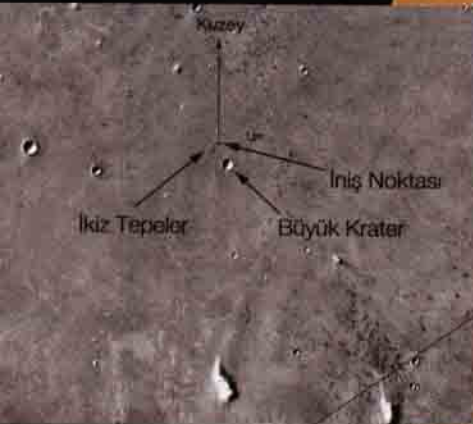
İstasyonla
bağlantıyı, bu
anten sağlıyor.

Kamera ve lazerler,
aracın önündeki
cisimleri algılıyor.



Sojourner
yüzey aracının
boyutları
63cm x 48cm.

İstasyonla
bağlantıyı, bir
radyo modem
yönetiyor.



Kuzey

İniş Noktası

İkiz Tepeler

Büyük Krater

Mars

Planum
Boreum

Acidalia
Planitia

Temp
Terra

Lunae
Planum

Ares Vallis

Syrtis
Major
Planum

Valles Marineris



Mars Pathfinder, yaklaşık 500 milyon kilometrelik yolculuğuna, 4 Aralık 1996'da Cape Canaveral Uzay Üssü'nden başlamıştı.



Dört hava yastığıyla korunan Pathfinder, Mars yüzeyine saate 38 km hızla düşüyor ve 95 saniye zıplayıp yuvarlandıktan sonra duruyor.



Yuvarlanma durduktan sonra, hava yastıkları sönmeye başlıyor. Bu işlem yaklaşık 1,5 saat sürüyor.



Hava yastıklarının sönmesiyle, "Taç Yaprakları" olarak adlandırılan kapaklar açılıyor. Daha sonra, iniş rampaları da açılarak, Sojourner yüzeye indiriliyor.

teriyor. Veriler, Pathfinder'in durmadan önce, yaklaşık 95 saniye boyunca zıplayıp, yuvarlandığını gösteriyor. Projenin uçuş sistem müdürü Brian Muirhead, Pathfinder'den gelen ilk verilerin, beklenenin ötesinde, inişin çok sağlıklı olduğunu gösterdiğini belirtiyor. İlk verilerin, araç indikten üç dakika sonra gelmeye başladığını ve her şeyin mükemmel görüldüğünü söylüyor.

Saatte yaklaşık 27 000 kilometre hızla atmosfere giren araç, beş dakika içerisinde neredeyse tamamen duracak hale geldikten sonra, hava yastıkları şişti ve araç yere düştü. Aracın başarılı inişini belirten sinyal, aynı zamanda, Pathfinder'in yuvarlandıktan sonra, şans eseri tabanının üzerinde durduğunu belirtiyordu. Böylece, kapaklar açılırken, aracın kendisini düzeltmesine gerek kalmadı.

İnişten yaklaşık 90 dakika sonra, hava yastıklarının inmesiyle, kapaklar tamamen açıldı ve sıra Güneş'in doğmasını beklemeye geldi; çünkü hem sabit istasyon, hem de hareketli yüzey aracı enerjilerini Güneş'ten sağlayacaklardı.

Projenin uçuş takımının belirttiğine göre iniş, planlanan noktanın yaklaşık 20 kilometre güneybatısına gerçekleşti ve aracın tabanı oldukça düz bir yüzeye (sadece 2.5 derece eğimli) oturdu.

Düşük erişim anteniyle gönderilen ilk veriler, Pathfinder ve yüzey aracının durumuyla ilgili bilgiler, uzay aracının yüzeydeki durumu ve atmosferle ilgili bir takım değerlerden oluşmaktaydı. İlk gönderilen atmosfer verilerine göre, iniş bölgesinde sıcaklık -64 °C'ydi.

İlk fotoğraflar, inişten birkaç saat sonra gelmeye başladı. Aracın indiği bölgenin çevresini gösteren fotoğrafların yanında, aracın kapaklarının, özellikle de Sojourner'in monte edildiği kapağın fotoğrafları incelendi. Fotoğraflar, aracın ve Sojourner'in sağlıklı bir şekilde durduğunu gösteriyordu; ancak, iniş rampasının bulunduğu bölgedeki hava yastığının tam olarak sönmeye başladığı görüldü.

Sojourner'i yüzeye indirecek rampanın açılması için, kapağın kenarındaki bu hava yastığının iyice indirilmesi gerekiyordu. Günün geri kalanını, gelen görüntüleri inceleyerek geçiren ekip, sonunda bir çözüm buldu. Hazırlanan yeni bir yazılımla, yüzey aracının üzerinde bulunduğu kapak 45 derece kaldırılıp, yastığın iyice sönmeye sağlanacak, sonra, kapak yeniden indirilecekti. Aynı günün akşamı, bu plan uygulandı ve kapak başarıyla hava yastığından kurtarıldı.

Pathfinder'in Mars'a inişinin ilk gününün akşamı, Dünya Mars'ta batmak üzereyken yeni bir sorunla karşı-

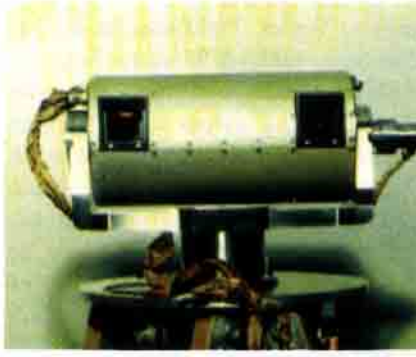


9 Temmuz akşamı çekilen bu fotoğrafta, Sojourner, Yogi ile birlikte görülüyor. Bu aşamada, aracın kayaya biraz fazla yaklaştırılması, ölçümlerin yapılabilmesini engelliyor. "Sürücü hatasından" kaynaklanan bu kazadan sonra, yazılımdaki bir sorundan dolayı araçla bağlantı kesiliyor ve 12 saatten uzunca bir süre araç böylece kalıyor.

laşıldı: Sojourner, Pathfinder'la sağlıklı bir şekilde bağlantı kuramıyordu. Dünya Mars'ta battıktan sonra, artık araçla bağlantı kurulamadığından, bir sonraki günün sabahı beklendi (Mars günü yaklaşık olarak Dünya gününe denktir. Bu nedenle, Pathfinder'la bağlantı günde 12 saat boyunca kurulabilmektedir). Bu arada, sorunun, iki aracın bilgisayarları arasındaki zamanlama yanlışından kaynaklandığı keşfedildi. İkinci günün sabahı, problem, yapılan bir takım yeni ayarlamalarla çözüldü. Artık, Sojourner'in yüzeye inmesi için çalışmalar başlayabilirdi.

İkinci günün akşamı, Sojourner'in başarılı bir şekilde yüzeye indiği haberi geldi. Rampadan aşağıya yaklaşık beş dakikada inen Sojourner, Mars'a inen ilk hareketli araç olma ünvanını kazandı.

Sojourner, uzaktan kumanda ile, Dünya'dan yönetiliyordu. Pathfinder'in çektiği üç boyutlu fotoğrafları kullanarak, yüzey aracının bulunduğu bölgenin üç boyutlu bir sanal görüntüsü oluşturuluyor ve araç yönlendiriliyordu. Aslında bu görüldüğü kadar kolay bir sonuç değil, çünkü Dünya ile Mars arasındaki yaklaşık 200 milyon kilometrelik mesafe, gönderilen sinyallerin araca ulaşmasının yaklaşık 11 dakika sürmesi demek. Tabii, araçtan gelen sinyallerin de aynı sürede



Sojourner'in stereo (üç boyutlu) görüntü alabilen IMP kamerası.

geldiğini düşünerek olursak, Mars'taki bir aracı sürmenin zorluğunu kavrayabiliriz.

En son çekilen üç boyutlu fotoğraflar yardımıyla oluşturulan sanal görüntüler, istenilen yönden izlenebiliyor ve bu da sürücülerin aracı yönlendirmelerini kolaylaştırıyordu. Bu sanal ortamda yönlendirilen sanal Sojourner'e verilen komutlar, daha sonra gerçek Sojourner'e gönderiliyor ve araç bu sayede seçilen hedefe doğru yöneliyordu.

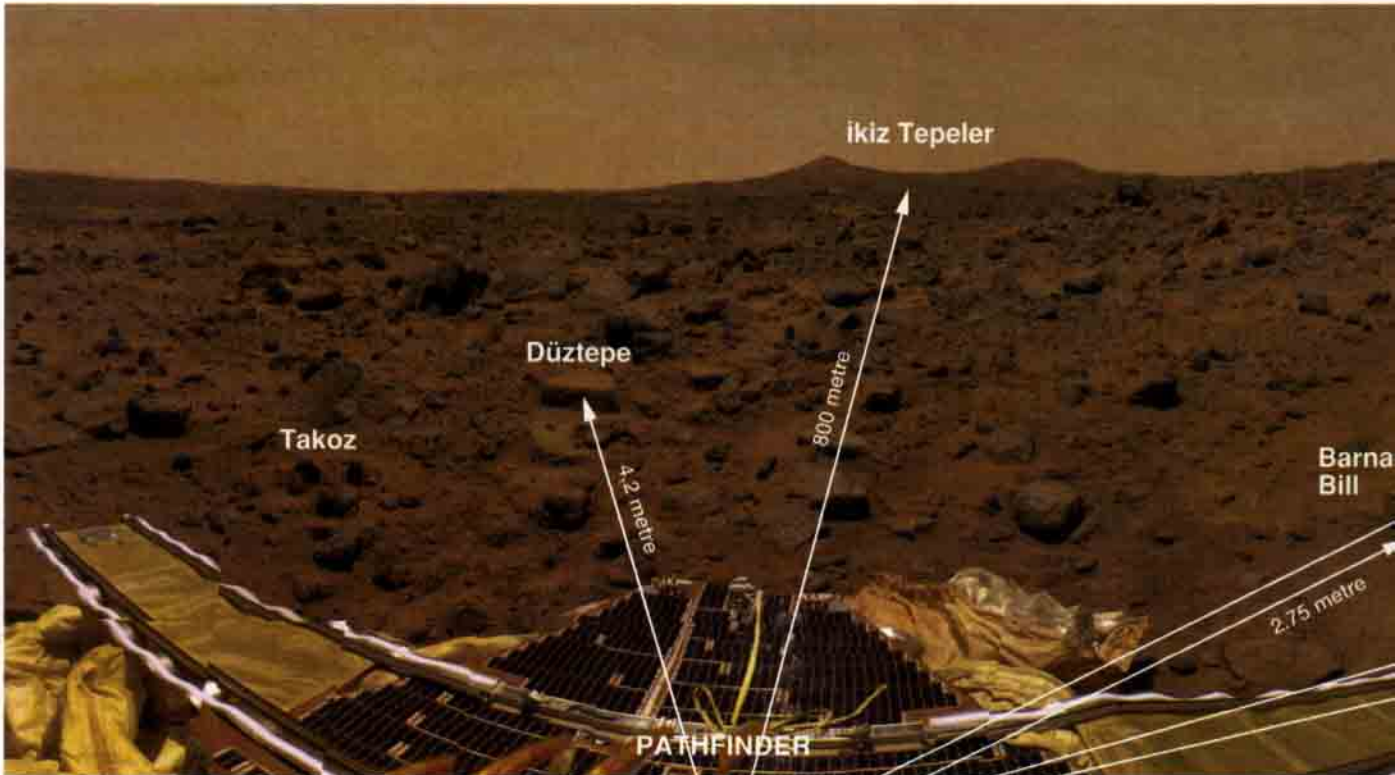
Sojourner, üç kameraya sahip; ancak, aracı hareket ettiren bu kameralar değil, Pathfinder'in üzerindeki ana kameradan faydalanılıyor. Yüksekten ve stereo görüntü alan bu kamera, aracı yönlendirmek için daha iyi bir perspektif yaratıyor.

Fotoğraflar, Mars'ın Sel Kurbanı Olduğunu Gösteriyor

Bu gün, bir çölü andıran Ares Vallis bir zamanlar, sel felaketlerinin gerçekleştiği bir bölgeydi. Pathfinder'in gönderdiği fotoğraflar bunu kanıtıyor. Bu fotoğrafları inceleyen bilim adamları, yüzlerce kilometre genişliğindeki Ares Vallis bölgesinde, Akdeniz'in içerdiği miktarlarda suyun akmış olduğunu belirtiyorlar. Bölgede bulunan kayaların da, bu seller sayesinde, yüksek bölgelerden buraya taşındığı düşünülüyor. Bu taşınan kayaların dışında, buharlaşan suyun toprakta bıraktığı izler ve mineral birikintileri, fotoğraflarda açıkça görülebiliyor.

Bölgede, çok miktarda suyun bulunduğu bir göstergesi de, fotoğraflarda görülen ve İkiz Tepeler olarak adlandırılan tepelerdeki yatay çizgilerdir. Bu çizgilerin, hareketli suyun oluşturabileceği teraslar olabileceği üzerinde duruluyor.

Mars'ta, bir zamanlar, bol miktarda su olduğu, Pathfinder'in gözlemleriyle de kanıtlanmış oldu. Bu gün, suyun gezegenden tamamen buharlaşıp uzaya dağıldığı ya da en azından bir kısmının, hala gezegende, özellikle yer altında donmuş halde bulunduğu ihti-



malleri üzerinde duruluyor. Projei yürüten bilim adamlarından Matthew Golombek, Mars'ın, su açısından Dünya'dan bile daha zengin olabileceğini belirtiyor. Ancak, Pathfinder'in araştırmaları, bu suyun varlığını tespit edebilmek için yeterli değil. Bunun için, yer altında da ölçümler yapabilen özel araçlar gönderilmesi gerekiyor.

Toprak ve Kaya Analizleri

Yüzeydeki kayalara verilen isimler, projeyi yürütmekte olan bilim adamlarının hayal güçlerinin hiç de zayıf olmadığını gösteriyor. Bu kayalardan bazılarının isimleri şöyle: Barnacle Bill, Yogi, Scooby Doo, Köpekbalığı, Düztepe, Casper. İncelenmesi için seçilen kayalar, doğal olarak, uzay aracına en yakın kayalar. İlk seçilen kaya Barnacle Bill oldu. Alfa Proton X-ışını Spektrometresi'yle yapılan incelemeler, bu kayanın volkanik kökenli olduğunu gösteriyor. Barnacle Bill, andezit (Bir tür volkanik taş, ülkemizde Ankara taşı olarak da biliniyor.) benzeri yapısıyla, Dünya'daki kayalarla benzerlik gösteriyor.

İncelenmek üzere seçilen ikinci kaya, bölgedeki en büyük kaya olan Yogi. Yogi, Barnacle Bill'e oranla, dü-



Bu fotoğraf Sojourner'in kamerasıyla çekilmiş. Fotoğrafta Pathfinder (ya da şimdiki adıyla Carl Sagan Hatıra İstasyonu) görülüyor. Sojourner'in tekerlek izleri, iniş rampası ve istasyonun etrafında sönmüş haldeki hava yastıkları görünüyor. Rampanın sağındaki küçük kaya ise Barnacle Bill.

şük kuartz içeriğiyle ve daha eski oluşuyla, farklılık gösteriyor. Bu kaya daha çok, Dünya'da sık rastlanan bir bazalta benziyor. Toprak üzerinde yapılan analizler ve mekanik deneyler, genellikle Pathfinder ve Yogi arasındaki alanda gerçekleştirildi. Çünkü, bu bölgede kayaların bulunmadığı geniş bir alan bulunuyor.

Aslında Sojourner'in çalışması için düşünülen süre yaklaşık bir haftaydı. Bu süre aşıldığı halde, Sojourner hala sağlıklı bir şekilde çalışıyor. Bu nedenle, Yogi üzerindeki çalışmaların

bitmesiyle birlikte, Yogi'den yaklaşık 7 metre uzaklıkta yer alan Scooby Doo'ya yönlendirildi. Kaya ve Toprak analizleri, Sojourner "hayatta" kaldığı süre boyunca devam edecek. Gelen verilerin ve görüntülerin detaylı incelemeleriyle, Mars hakkında merak konusu olan bir çok gerçek ortaya çıkacaktır.

Alp Akoğlu

Kaynaklar
Newsweek, 14 Temmuz 1997
Newsweek, 21 Temmuz 1997
<http://www.jpl.nasa.gov/>
<http://pathfinder.bi.net.tr/>
http://www.yahoo.com/News_and_Media/Current_Events/Mars_Pathfinder

