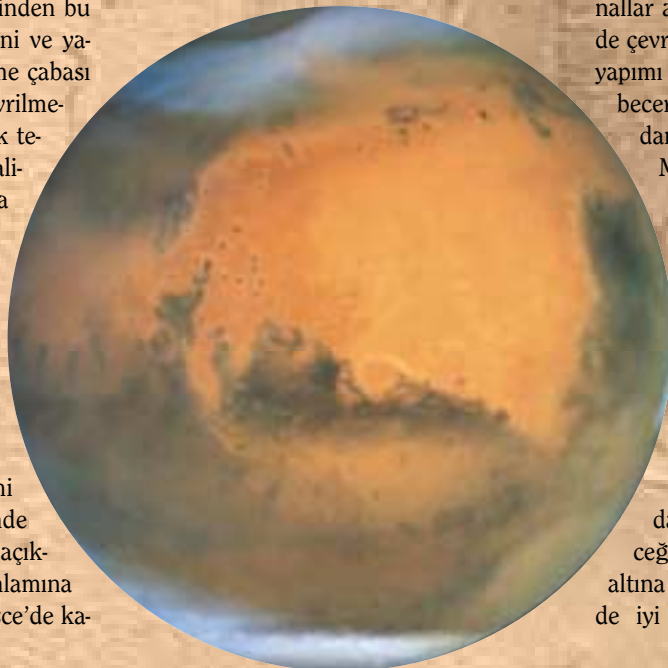


SULAK BİR GEZEĞEN: MARS

Kızıl renkli komşumuz, aslında hiç gündemden düşmese de, bu günlerde biraz daha fazla ilgi çekiyor. Çünkü Mars, bu ay içinde, yeryüzüne insanlık tarihinde hiç olmadığı kadar yakından geçecek. Bu sırada, Mars'ı her zamankinden daha büyük ve parlak olarak göreceğiz. Aslında bu durum, bilim adamlarından çok amatör gökyüzü gözlemcilerinin ilgisini çekiyor. Çünkü bu, küçük ya da orta boy teleskoplarla gezegenin yüzeyindeki açık ve koyu tonlu bölgeleri ve kutup buzullarını görebilmek için çok iyi bir fırsat. Bilim adamlarıysa, bu sıralar en çok gezegende suyun durumunu tartışıyorlar. Mars'ın bir zamanlar sulak bir yer olduğuna ve günümüzde de bu suyun bir yerlerde gizli olduğuna ilişkin sağlam kanıtlar var. Bu nedenle günümüzdeki Mars araştırmaları özellikle bu konuya yönelmiş durumda. Dünya'daki deneyimlerimiz, sıvı haldeki suyun bulunduğu her yerde yaşamın da bulunabileceğini söylediği için, suyun keşfinin ardından, ikinci adım, gezegende yaşamın araştırılması olacak.

İnsanoğlu, teleskopun keşfinden bu yana gezegenlerin hareketlerini ve yapılarını daha yakından inceleme çabası içinde. Teleskopun Mars'a çevrilmesi de 17. yüzyıla dayanıyor. İlk teleskoplu Mars gözlemlerini Galileo ve Huygens yaptı. Daha 1660'lı yıllarda, bir Mars gününün yaklaşık bir dünya günü kadar olduğu keşfedilmişti. Bundan kısa bir süre sonra da William Herschel, Mars'ın ekseninin Dünya'nınkine benzer bir biçimde eğik olduğunu farketti. 1877'de, İtalyan gökbilimci Giovanni Schiaparelli, Mars yüzeyinde birtakım kanallar gördüğünü açıkladı. İtalyanca'da "oluklar" anlamına gelen "canali" sözcüğü, İngilizce'de ka-



nallar anlamını taşıyan "canals" şeklinde çevrilince işler karıştı. Çünkü, kanal yapımı ancak insan gibi akıllı canlıların becerebileceği bir iştir. Bunun ardından, tüm Avrupa ve Amerika'yı bir Mars tutkusu sardı.

Plüton'u keşfiyle tanınan ünlü gökbilimci Percival Lowell, öyle hayaller kurmuş olmalı ki, 1894 yılında Arizona'da kurduğu gözlemevinde Marslıların kutuplardaki buzulları eritip kurak olan ekvator bölgesine kanallarla su taşıyan bir uygarlığın bulunduğunu öne sürdü. Doğal olarak, burada akıllı bir uygarlık bulunabileceği düşüncesi tüm dünyayı etkisi altına aldı. Bilim kurgu yazarları için de iyi bir malzeme haline dönüşen



Mars Odyssey

Mars ve oradaki akıllı canlılar, insanları için hem ilgi hem de korku kaynağı haline geldi.

Ancak, Mars'ı daha ayrıntılı incelemek için yeryüzündeki en büyük teleskopların bile yetersiz kalması nedeniyle, uzay çağıının başlamasının ardından gezegene birtakım uçuşlar yapılması planlanmaya başlandı. Mars'a doğru fırlatılan ilk uzay araçları, Sovyetler Birliği'ne ait Mars 1960A ve Mars 1960B oldu. Ancak bu araçlar Dünya'nın yörüngesine bile ulaşamadılar. Bundan sonra yine Sovyetler Birliği'nin fırlattığı Sputnik 22, Sputnik 24 ve Mars1 uçuşları başarılı olmadı.

Amerikalılar ilk araçlarını 1964 yılında fırlattılar. Mariner 3 adlı bu araç da başarısız oldu ve Mars'ı iskaladı. Ondan 22 gün sonra fırlatılan Mariner 4, gezegene ulaşan ilk başarılı araç oldu. Mariner 4, gezegene 10.000 km kadar yaklaşarak yüzeyle ait çeşitli görüntüler yolladı. Bunlar, Mars yüzeyinin ilk ayrıntılı fotoğraflarıydı. Fotoğraflardaki çarpışma kraterleri, H.G. Wells gibi bilim kurgu yazarlarının yarattığı Mars'la büyümüş olan nesli hayal kırıklığına uğratacak nitelikteydi. Gezegende, Lowell'in hayalini kurduğu gibi bir yaşam biçimi yoktu; tersine, bu gezegen bizim Ay'mız gibi kuru ve cansız görünüyordu.

Bu tarihten sonra da Sovyetler Birliği ve ABD Mars'a araçlar göndermeyi

sürdürdü. Bunların önemli bir bölümü başarılı olmadı. Bu nedenle, her iki ülke de bir süre Mars uçuşlarına ara verdi. Bu aranın ardından, NASA'nın gönderdiği Mariner 6, gezegene 3400 km kadar yaklaşarak 126 fotoğraf gönderdi, gezegenin atmosferini inceledi ve kutup bölgelerine ait ilk fotoğrafları çekti. Aracın en önemli keşiflerinden biri, gezegenin atmosferinin çok büyük oranda karbon dioksitten oluştuğunu bulmasıydı. Bir sonraki başarılı uzay aracı Mariner 9, gezegenin yörüngesine giren ilk uzay aracı oldu. Bu araç da çok sayıda görüntü gönderdi.

Bu arada, gezegenin yüzeyine araç indirme girişimleri de oldu. Bunların kimi daha inmeden, bir bölümü de indikten sonra kaybedildi. Gezegene yapılan uçuşlarda ilk ve en önemli veriler, Viking uzay araçlarıyla elde edildi. Viking 1 ve Viking 2 uzay araçlarının her ikisi de birer yörünge ve yüzey iniş araçlarından oluşuyordu. 1976 yılında gezegene ulaşan araçlarda bulunan iniş araçları başarılı bir şekilde, birbirinden 8000 km uzağa yüzeyle indi. Yörünge araçları 52.000, yer araçları da 4500 kaliteli fotoğraf çekti ve bunlar yeryüzüne ulaştırıldı. Bunun yanında çeşitli toprak analizleri, çeşitli sismik, jeolojik ve meteorolojik deneyler ve ölçümler yapıldı. Ayrıca gezegende olabilecek biyolojik etkinlikler araştırıldı.

Bu araştırmaların sonucunda, Mars yüzeyinin kimyasal olarak etkin bir özellikte olmasına karşın, en azından bildiğimiz anlamda herhangi bir mikroorganizmanın varlığına rastlanmadı. En önemlisi, bu uçuşlarda su bulunamamış olmakla birlikte, bir zamanlar suyun bolca bulunduğunu düşündüren vadi sistemleri gözlemlendi.

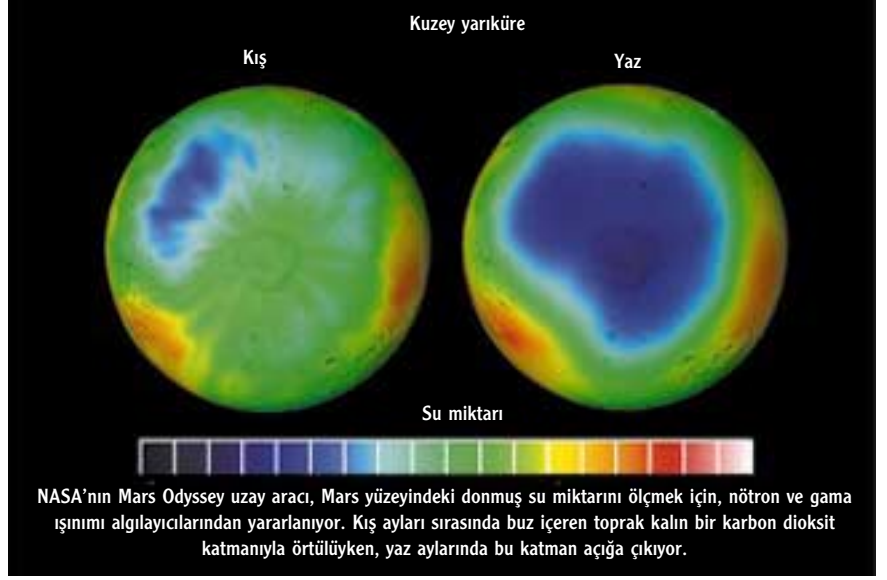
Hiç kuşkusuz gezegene yapılan en önemli uçuşlardan biri de Mars Pathfinder oldu. Pathfinder'in en önemli özelliklerinden biri, daha önce gerçekleştirilmiş projelerin aksine, gezegenin yüzeyine doğrudan iniş yapmış bir araç olması. Pathfinder, iki yüzey aracından oluşuyordu. Sabit bir yer istasyonunun yanında, hareketli bir yüzey aracı taşıyordu. Bu sayede araştırmacılar, gezegenin yüzeyinde yer istasyonunu çevresinde istedikleri yerde inceleme yapma olanağı buldular. Pathfinder'in gönderdiği veriler sayesinde Mars'la ilgili bilgilerimiz daha da pekişti. Bu araç, öncekilere göre çok daha duyarlı gözlemler yaptı ve bunları Dünya'ya ilette. Pathfinder'in gözlemleri de, Mars'ın geçmişte sulak bir gezegen olabileceğine ilişkin ipuçları sundu. Aracın indiği Ares Vallis bölgesinde çok ciddi bir sel akıntısının olduğu düşünülüyor. Bölgede bulunan kayaların da bu akıntılar sayesinde yüksek bölgelerden buraya taşınmış olabileceği düşünülüyor. Bu taşı-

nan kayaların dışında, buharlaşan suyun toprakta bıraktığı izler ve mineral birikintileri, aracın gönderdiği fotoğraflarda açıkça görülüyor.

Pek de uzak olmayan bir gelecekte, Mars'a insanlı uçuşların yapılması düşünülmüyor. Günümüzde ve yakın geçmişte yapılan uçuşlar, biraz da gelecekteki insanlı bir uçuşa hazırlık niteliği taşıyor. İnsanlı uçuşların önündeki en önemli engel, bu uçuşların hem çok pahalı oluşu hem de çok uzun sürmesi. Pathfinder Projesi'yse, gelişkin robotlarla yapılacak bir uçuşun görece ucuza da yapılabileceğini gösterdi. Elbette, söz konusu insan yaşamı olduğunda, iş oraya bir robot göndermek kadar kolay değil. Üstelik, geri dönüşü de düşünmek durumundasınız. Bu nedenle insanlı bir uçuş, normal uçuşlara göre en azından 10 kat pahalı olacaktır. Bunlara bağlı olarak insanlı uçuşların bu yüzyılın ortalarında önce yapılması düşünülmüyor.

Mars Cansız ve Kuru mu?

Mars, ilk uçuşlardan onlarca yıl sonra, günümüzde de uzaktan bakıldığında cansız ve kuru görünüyor. Ancak, gezegenin bu süre içerisinde gündemden hiç düşmemesi, onda kuru ve cansız görünümünün dışında da bir şeyler olduğunu gösteriyor. Bu süre içerisinde, Mars'ın beklenmedik bir çok aşırıliklar gösteren, devasa çarpışma izlerine, Güneş Sistemi'nin en yüksek yanardağlarına, en karmaşık ve uzun kanyonlarına sahip bir gezegen olduğu görüldü.



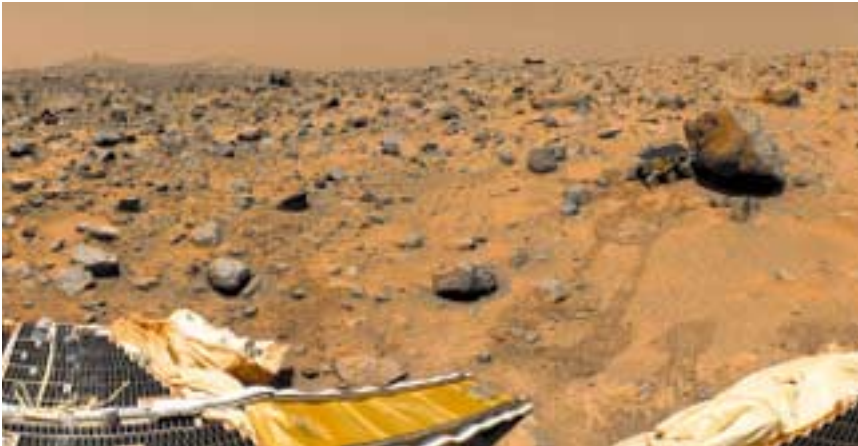
Büyük oranda aşınmış olan eski çarpışma izleri, gezegenin yüzeyinin önemli ölçüde erozyon etkisi altında kalmış olduğunu gösteriyor. Günümüzde Mars, 38 yıl önde olduğu gibi ölü bir gezegen olmaktan epeyce uzaklaştı.

Mars'la ilgili en önemli keşiflerden biri, suyun gezegenin geçmişinde önemli bir role sahip olduğuna ilişkin kanıtlar. Gezegendeki izler suyun geçmişte gezegenin hemen her yerinde bulunduğunu gösteriyor. Gezegen yüzeyindeki devasa vadiler ve sel izleri bunun önemli göstergeleri. Suyun gezegenin geçmişinde bu denli önemli bir yer tutması, kuşkusuz Mars'a olan ilginin hâlâ güncel kalmasının en önemli nedeni. Bu nedenle, günümüzde yapılan ve gelecek için tasarlanan Mars uçuşlarının temel hedefi gezegende suyun varlığının araştırılmasına yönelik.

Mars'ta ne kadar su bulunduğu ko-

nusunda tahmin yürütmek güç. İlk araştırmalar, Mars atmosferini oluşturan gazları Dünya atmosferiyle karşılaştırarak, bazı veriler elde etmeye yönelikti. Bunların, su da dahil olmak üzere, gezegenin bileşimiyle ilgili yeterli veriyi sağlayabileceği düşünülüyordu. Aslında bu yaklaşım da gezegende bir miktar su olduğunu söylüyordu. Buna göre gezegendeki su, en fazla 100 metrelik bir katman oluşturabilecek miktardaydı. Dünya'daki su miktarıysa, gezegenin yüzeyinde 2,8 km katman oluşturabilecek kadar kalın.

Mars'ın atmosfer bileşimini bir yana bırakırsak, gezegenin yüzeyi başka şeyler söylüyor. Onlarca km genişlikte, yüzlerce km uzunlukta ve yaklaşık 1 km derinlikteki kanallar, gezegende bir zamanlar çok yoğun bir su hareketinin yaşanmış olduğunu anlatıyor. Gezegendeki su kanallarının önemli bir bölü-



Mars Pathfinder'in gözlemleri, Mars'ın geçmişte sulak bir gezegen olabileceğine ilişkin ipuçları sundu. Aracın indiği Ares Vallis bölgesinde çok ciddi bir sel akıntısının olduğu düşünülüyor. Bölgede bulunan kayaların da bu akıntılar sayesinde yüksek bölgelerden buraya taşınmış olabileceği düşünülüyor.



Ütopya Düzlüğü. Bu fotoğraf, Viking 2 iniş aracı tarafından 18 Mayıs 1979'da çekildi. Kayaların ve toprağın üzerinde görülen beyaz katman su buzu.

mü, güneydeki yüksek bölgelerden, daha alçak olan kuzey düzlüklerine doğru uzanıyor. Buna en güzel örnek, Lowell'in gördüğü dev kanyon Valles Marineris (Denizler Vadisi). Bu vadi sistemleri, kendi içlerinde de ancak su akışının oluşturabileceği karmaşık izlere sahip. Günümüzden 3 ila 4 milyar yıl önce gerçekleşen bu güçlü su akıntıları, bir şekilde yüzeyin altına çekildi. Bilim adamları, daha düşük miktarlardaki suyun varlığını öngören ilk tahminlerin aksine, geçmişte gezegende 0.5 ila 1 km arasında kalınlığa sahip bir katman oluşturabilecek miktarda su olduğunu tahmin ediyorlar. Geçmişte deniz, göl ya da akarsular olarak gezegenin yüzeyinde varolan bu su, büyük olasılıkla buz olarak ve yer altı suları olarak gezegenin kabuğunda saklanıyor.

Mars'ta bir zamanlar okyanusların bulunduğu düşüncesi oldukça ikna edici olduğu halde, bu suyun kaynağı ve ne zaman var olduğu pek anlaşılmış değil. Yakın zamana kadar jeologlar gezegendeki suyun Mars'ın jeolojik tarihinde ortalarında bir yerde ortaya çıkmış olabileceğini düşünüyorlardı. Buna karşılık günümüzdeki gelişmeler, bazı bilim adamlarının, suyun gezegenin oluşumundan kısa süre sonra ortaya çıkmış olduğunu düşünmelerine yol aç-



17 Ekim 2000'de Mars Global Surveyor tarafından çekilen bu görüntüde sonbahara girerken, Güney yarıkürede karbon dioksit buzuyla kaplanmaya başlamış olan Lowell krateri görülüyor.

tı. Gezegende sel hareketleri etkin olduğu sıralarda, suyun güney yarıküredeki kaynak noktası, kuzey yarıküredeki düzlüklerden yaklaşık 4 km daha yüksekti. Bir başka deyişle, gezegenin sahip olduğu yer altı suyunun büyük bölümü yüksek bölgelerdeydi. Bu durum, o zamanın çok soğuk ikliminde olağan görünüyor.

Ancak, gezegenin erken tarihine baktığımızda, o zamanlar iç katmanlardaki radyoaktif elementlerin bozunması sonucu gezegende içten dışı ısı akışı çok daha güçlü olmalı. Gezegenin güney ve kuzey yarıkürelerindeki yükselti yapısının o zaman da şimdikiye benzer olduğunu varsayarsak, Mars,

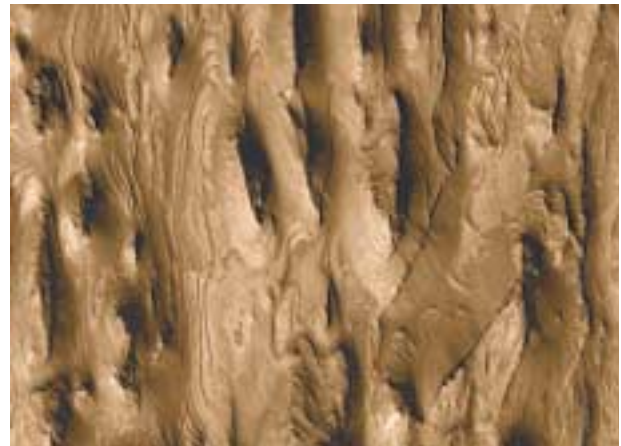
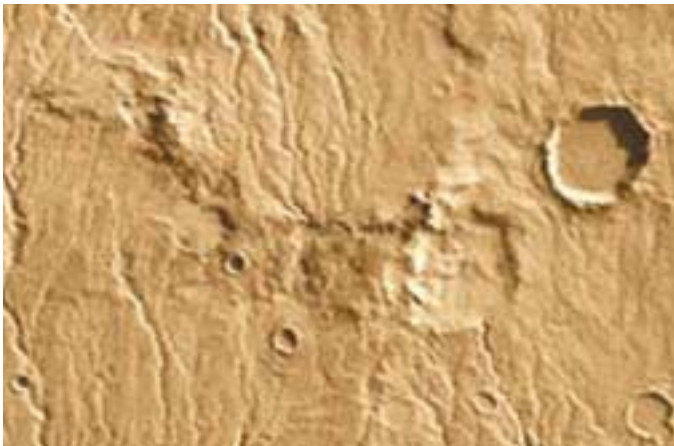
sanıldan çok daha fazla suya sahip olmalı. O kadar ki, bu da gezegenin birkaç kilometre derinlikte ve gezegenin dörtte üçünü kaplayacak miktarda su bulunduğu anlamına geliyor. Argyre ve Hellas gibi çarpışmalarla oluşmuş havzaların da büyük olasılıkla göllerle kaplı olduğu düşünülüyor.

Sulak Gezegen

Gezegen bilimcilerin çoğu, Mars'ın bir zamanlar "sulak" bir gezegen olduğu konusunda hemfikir olsalar da, iklimin sıcak mı yoksa soğuk mu olduğu konusunda daha kararsızlar. Bazı bilim adamları, eski ve kraterli yüksek bölgelerde bulunan küçük vadi sistemlerini, donma noktasının üzerinde ki sıcaklıklar ve şimdikinden çok

daha kalın bir atmosferin varlığı durumunda meydana gelebilecek yağmurun izleri olarak görüyorlar. Ayrıca, sıcaklığın bu düzeyde olabilmesi için etkili bir sera etkisi ve yaklaşık 5 milibarlık (yeryüzündekinin 5 katı kadar) bir atmosfer basıncı da söz konusu olmalıydı.

Eğer bu varsayım doğruysa, çok miktarda gaz bir şekilde ya uzaya kaçmış ya da gezegenin kabuğunun içinde hapsolmuş olmalı. Çünkü, Mars yüzeyindeki atmosfer basıncı sadece 6,1 milibar kadar. Gezegenin atmosferine ne olduğuna gelince, birkaç olasılık söz konusu. Büyük çarpışmalar ve güneş rüzgarı, atmosferin zamanla uzaya savrulmasına yol açmış ya da günümüzde



Solda: Mars'ta suyun oluşturduğu izlere hemen her yerde rastlanıyor. Sağda: Mars Global Surveyor uzay aracının çektiği bu fotoğraf, Valles Marineris (Denizler Vadisi) içinde bulunan 1,5'e 2,9 kilometrelik bir alanı gösteriyor. Bu fotoğrafta görülen alt katmanlar en azında 3,5 milyar yıl önce oluşmuş. Dünya'da, bu tür oluşumlar, ancak büyük su kütlelerinin altında, çeşitli çökeltiiler sayesinde oluşabiliyor.



Bu fotoğraf, Mars Global Surveyor tarafından, Haziran 2003'de çekildi. Mars'ta orta ve daha yüksek enlemlerde bulunan kraterlerin duvarlarında bulunan oluklar büyük olasılıkla suyun aşındırmasıyla oluşmuş. Ancak, bilim adamları, olukların sıvı ya da gaz halindeki karbon dioksit tarafından da oyulmuş olabileceğini de göz ardı etmiyorlar.

de atmosferin büyük bölümünü oluşturan karbon dioksit, suyla ve kayalarla tepkimeye girerek karbonatlı kayaları oluşturmuş olabilir. Neden her ne olursa olsun, atmosferi artık sıvı suyu yüzeyde tutunmasına elvermeyecek kadar seyreltilmiş.

İlkel Mars'ın sıcak bir yer olduğunu savunan varsayıma kuşkuyla bakanlar çoğunlukta. Çünkü, özellikle o zamanlarda Güneş'in yaydığı ısının günümüzdeki %75'i kadar olduğunu düşününce, atmosferin böyle güçlü bir sera etkisi yaratması çok zor görünüyor. Ayrıca, böyle bir atmosferin bir zamanlar var olduğuna ilişkin elde destekleyici pek kanıt da yok. Örneğin, bu gazlar bir karbonatlı kayaları oluşturup Mars'ın kabuğuna çekilmiş olsalardı, gezegeni saran yaklaşık 50 metre kalınlığında bir katman oluşturmaları gerekirdi, ki böyle bir katmanın varlığına ilişkin herhangi bir ipucuna da henüz rastlanmadı. İlkel Mars'ın soğuk bir iklimi olduğunu savunanlar, su içeren bir gezegenin jeolojik evrimi sırasında meydana gelen çeşitli olayların etkisiyle, yağmurlar ve sel baskınlarının görülebileceği tahmin ediyorlar.

Mars'taki birçok vadi sistemi, büyük kraterlerin çevrelerinde yer alıyor. New Mexico Üniversitesi'nden Horton Newsom, buna dayanarak, çarpışmaların etkileriyle kayaların ve bunlarla birlikte bol miktarda bulunan buzun

eriyip çok güçlü su baskınlarına yol açmış olabileceğini ve bu sırada oluşan nehirlerin de gezegenin kabuğunu oyarak vadi sistemlerini oluşturmuş olabileceğini ileri sürüyor. Bu konuda birçok bilim adamı da Newson'a katılıyor. Üstelik, çarpışmaların etkilerinin sadece bölgesel olmayacağı, büyük çarpışmaların tüm gezegeni etkileyerek kutuplar gibi bolca su içeren bölgelerde ve yeraltında bulunan buzun eritmesi, hatta buharlaştırmış olması üzerinde duruluyor. Böyle bir çarpışmanın gezegenin yüzey sıcaklığını yaklaşık 1000 yıl süreyle donma noktasının üzerinde tutması ve bu süre içerisinde küresel yağışların meydana gelmiş olması işten bile değil. Elbette, sadece çok büyük çarpışmalar (yüzlerce kilometre genişliğinde kraterler oluşturan türden) bu tür küresel etkiler yaratabiliyor. Artık bu tür çarpışmalar olmadığı için, yakın geçmişte oluşmuş vadi sistemlerine rastlanmıyor.

Kayıp Su Nerede?

Eğer Mars bir zamanlar 1 km derinlikte küresel bir okyanus oluşturabilecek kadar suya sahiptiyse, bu gün bu su nerede olabilir? Suyun başma neler gelmiş olabileceğine ilişkin çeşitli varsayımlar var.

Güneş'ten kaynaklanan morötesi ışı- nım, suyu bileşenleri olan hidrojen ve

oksijene ayırır. En hafif gaz olan hidrojen, atmosferin üst katmanlarına ulaşarak kolayca uzaya kaçabilir. Suyun bir bölümü bu yolla kaçmış olabilir. Ancak, bir km'lik okyanusumuzdan, bu yolla kaybedilen suyun miktarı en fazla birkaç on metre olabilir. Bu durumda geriye suyun depolanabileceği üç temel yer kalıyor. Bunlar atmosfer, kutup buzulları ve üst kabuk. Atmosferin ne kadar su içerdiği biliniyor. Eğer atmosferdeki suyun hepsi gezegenin yüzeyinde yoğunlaşmış olsaydı yaklaşık 15 mikron (0,0015 cm) kalınlığında bir katman oluşturabilirdi. Bu, dikkate bile alınmayacak kadar küçük bir miktar.

Uzay çağının başlangıcından çok daha önceleri, ilk teleskoplu gözlemciler, Mars'ın kutuplarındaki beyaz takkelerin mevsime göre genişlediğini ve küçüldüğünü gözlemlediler. Gezegenin eksenindeki 25 derecelik eğiklik, atmosferdeki miktarın dörtte biri kadar karbon dioksitin kış mevsiminin yaşandığı kutup bölgesinde yoğunlaşmasına neden olur. Bu sırada, 50° enlemnden yukarısı, en azından 1 metre kalınlıkta kuru buzla (karbondioksit buz) kaplanır. Baharın sonlarına doğru, bu buz katmanı süblimleşir (katı halden doğrudan gaz hale geçer) ve yaz mevsimi süresince oldukça az miktarda karbondioksit buz kalır.

1969 yılında Mars'a ulaşan Mariner 7, gezegenin kutup bölgelerindeki buzun karbon dioksitten oluştuğunu doğruladı. Ancak, yaz mevsimlerinde küçülen buzulların içeriğinin ne olduğu tam olarak anlaşılmadı. 1976'da gezegene ulaşan Viking'lerin yörünge araçlarının ölçümleri, kuzey kutbunun karbon dioksit buzı için fazla sıcak olduğunu gösterdi. Ayrıca, kuzey bölgelerdeki atmosfer de neredeyse suya doymuş durumdaydı. Bu, kutuplarda en azından yaz mevsiminin yaşandığı sıralarda önemli ölçüde su bulunabileceğini gösterdi.

Bilim adamları, bu bulguların üzerine, güney kutbunun da su buzunu içerebileceğini düşünüyorlardı ki, yine Viking araçlarının bulguları, güney kutbunun kuzey kutbuna göre daha soğuk olduğunu ve yıl boyunca karbon dioksitle kaplı olduğunu gösterdi. Karbon dioksitin burada neden bu kadar kalıcı olduğu hala bilinmese de, başta güney kutup bölgesi olmak üzere, her iki kutup bölgesinin de atmosferdeki

su için bir tuzak olduğu düşünülüyor. Sürekli soğuk oldukları için, atmosferde bulunan su ve onunla birlikte toz ve başka maddelerin kutup bölgelerinde, milyonlarca yıl içinde kilometrelerce kalınlıkta katmanlar oluşturmuş olduklarına inanılıyor. Bu nedenle, günümüzdeki ve gelecekteki Mars uçuşlarının önemli hedefini kutup bölgeleri oluşturuyor.

Kutup bölgelerinde bulunan suyun miktarı tam olarak bilinmese de, bilim adamlarının tahminlerine göre bu bölgelerdeki su, küresel okyanusumuzu yaklaşık 20 ila 30 metre kadar doldurabilecek miktarda olabilir. Bu durumda, gezegenin tahmin edilen 0,5 ila 1 km derinliğindeki küresel okyanusunun yaklaşık % 5'inin kaynağı atmosfer ve buzullar. Geriye, suyun gizlenebileceği bir yer kalıyor: yüzeyin altı. Su, yüzeyin altında yer altı suyu olarak sıvı halde ya da buz halinde bulunuyor olabilir.

Mars, çok ince bir atmosfere sahip olduğu ve yörüngesi de Güneş'ten oldukça uzak olduğu için, soğuk bir iklim sahip. Gezegendeki yüzey sıcaklığının yıllık ortalaması, ekvatorda -55°C, kutuplardaysa -19°C'dir. Ayrıca, gezegenin iç katmanlarından kaynaklanan ısı da Dünya'nınkinin %40'ı kadardır. Bu durumda, suyun yüzeyin altında kalabilmesi için ortam oldukça uygun görünüyor. Bu su, ekvatorda yüzeyin 2,5 ila 5 km altına kadar, kutuplarda da 6,5 ila 13 km altına kadar uzanıyor olabilir.

Yeraltında bulunan buz, özellikle kuzeydeki düzlüklerde büyük miktarlarda depolanmış olabilir. Buradaki iş-



Mars'ın çok ince olan atmosferi, %95 oranında karbon dioksitten oluşuyor.

leyiş, oldukça karmaşık olmalı. Gezegenin geçmişinde bu buz zaman zaman yüzeye çıkarak nehirleri oluşturmuş, sel baskınlarına yol açmış ve ardından yeniden donarak yeraltına gömülmüş. Bu olaylar, büyük olasılıkla, gezegenin iklimindeki küresel değişimlere bağlı olarak bir zincirin halkaları gibi tekrarlanmıştır.

Arizona Üniversitesi'nden William V. Boynton ve çalışma arkadaşları, NASA'nın 2001'de Mars Odyssey aracının gönderdiği verileri incelerken, orta ve yüksek enlemlerdeki Mars toprağının hemen altında hidrojenin izlerini gördüler. Bu, büyük olasılıkla su olmalıydı, çünkü hidrojen bileşimli başka bir

maddenin Mars koşullarında bu kadar yoğun biçimde bulunması olası görülüyor.

Mars Odyssey uzay aracı gezegendeki donmuş katmanların özellikleriyle ilgili çok önemli veriler sağlıyor. Uzay aracının nötron ve gama ışınımı algılayıcıları, kuru buzdaki mevsimsel değişimleri duyarlı biçimde inceliyor. Odyssey'in verileri, karbondioksit buzunun kış mevsiminin yaşandığı kutupta biriktiğini, baharda da bu birikimin azaldığını doğruluyor. Çekilen karbon dioksit buz katmanlarıysa, geride su bakımından zengin topraklar bırakıyor. Odyssey'in son gözlemlerini inceleyen Rus Uzay Araştırma Enstitüsünden Igor Mitrofanov, kuzey yarıkürede gözlenen su buzunun geçen yıl güney yarıkürede gözlenenden daha fazla olduğunu 27 Haziran tarihli Science dergisine yazdığı bir makalede duyurmuştu. Mitrofanov'a göre, bazı bölgelerde bulunan buzun oranı %90'ı buluyor.

Mars Odyssey'in gama ışınımı algılayıcıları, gezegenin toprağının yaklaşık 1 metre altına kadar bulunan tüm elementleri saptayabiliyor. Yüksek enerjili nötron algılayıcısıysa, kutuplar dışında kalan bölgelerdeki karbon dioksit miktarını belirliyor. Bunun yanında, Mars Observer'da bulunan lazer yükseklikölçeri, buzullarda meydana gelen mevsimsel değişimleri duyarlı olarak ölçüyor. Mars'ın çevresinde dolanan bu iki



Mars'ın kuzey kutbunun Hubble Uzay Teleskopu'nun çektiği fotoğraflardan oluşturulan görüntüleri. Buzulun mevsime göre değişimi açıkça görülebiliyor.

uzay aracının yaptığı ölçümlerden elde edilen verilerin ışığında, gezegendeki karbon dioksit ve su döngüsünün nasıl işlediği anlaşılmalıya çalışılıyor.

Küçük Vadiler

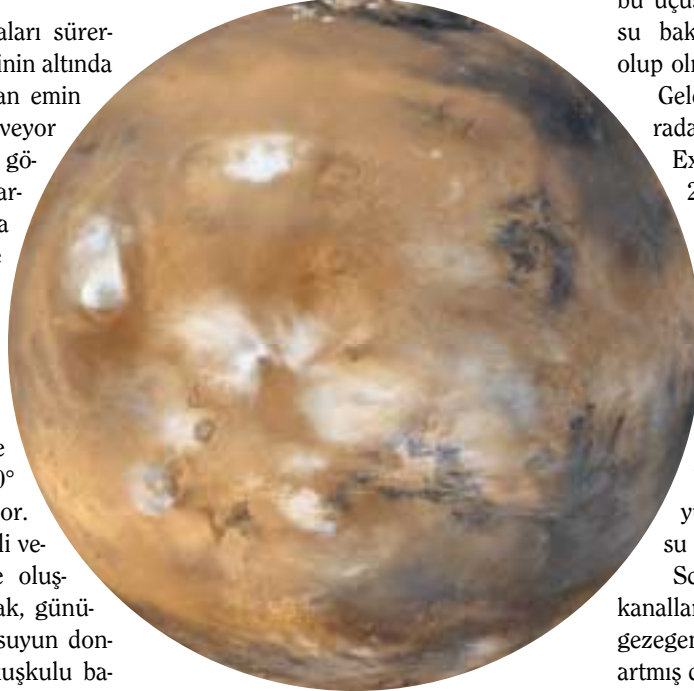
Elbette, Mars'ta yer altı sularının hiç bulunmama olasılığı da var. Bu sular, jeotermal etkinliklere bağlı olarak zaman zaman ortaya çıkmış da olabilir. Gezegen zaman için de soğumayı sürdürdükçe, giderek daha fazla miktarda su kabuğun altındaki buzlu katmanın genişlemesine yol açmış olmalı. Bu olasılık, gezegende son bir iki milyar yılda neden herhangi bir vadi oluşumu gözlenmediğini açıklayabilir.

Mars'taki bu su tartışmaları sürerken, kimse gezegenin yüzeyinin altında sıvı halde su bulunduğundan emin değil. 1999'da, Global Surveyor uzay aracının gönderdiği görüntülerde, kraterlerin duvarlarında ve birtakım başka yerlerdeki eğimli bölgelerde suyun oluşturmuş olabileceği küçük vadilere yani oluklara rastlanmıştı. Bu oluklar, genellikle çevre düzlüklerden 100 ila 500 metre aşağıda yer alıyor ve her iki yarıkürede 30° ila 70° enlemler arasında bulunuyor. Bu oluklara ilişkin en önemli verilerse yakın zaman içinde oluşmuş gibi görünmeleri. Ancak, günümüzün Mars koşullarında, suyun donmadan akabileceğine çok kuşku bakılıyor. Zaten, Dünya'dakinden 100 kez ince olan Mars atmosferi, suyun sıvı halde bulunabilmesine pek olanak tanımıyor. Bu ancak, sıcaklık 0°C ile 10°C arasında olduğu durumda mümkün. Bunun altında su katı halde, üzerindeyse gaz halinde bulunabilir.

Üstelik, bu olukların konumları, jeotermal etkinliklerin olabileceği yerlere de yakın değil. Bulunduğu yüzeyler de genelde kutuplara doğru dönük. Bu özellikler, araştırmacıların başka varsayımlar, örneğin olukları oluşturan sıvının su değil, sıvı karbon dioksit gibi çok daha ilginç bir sıvı olabileceğini ortaya atmalarına neden oldu.

Bu varsayım, Mars'ın yüzeye yakın katmanlardaki buzulların dönemsel olarak eriyip sonra yeniden donduğunu öne süren varsayımla tutarlılık gös-

teriyor. 1990'lı yıllarda iki farklı araştırmacı birbirinden bağımsız olarak Mars'ın ekseninin eğikliğinin 10 milyon yıllık dönemlerle 0° ile 60° arasında değiştiğini hesapladılar. Bu önemli salınım, iklimde de çok önemli değişimler ortaya çıkarıyor olmalıydı. Eğikliğin yüksek olduğu dönemlerde, güneş ışınları aylarca kutuplara yöneleceğinden, bu bölgelerdeki sıcaklığın suyun donma noktasının üzerine çıkmasına ve önemli miktarlarda buzun erimesine yol açmış olması kaçınılmaz. Bu sırada katı halden gaz haline geçen buzlar, atmosferin de kalınlaşmasına, dolayısıyla atmosfer basıncının artarak yüzeyde suyun sıvı halde bulunmasına olanak



sağlamış olmalı. Orta enlemlerde, yüzeye yakın bölgelerdeki buzun erimesi, suyun eğimli yüzeylerden dışarı çıkmasına ve olukların oluşmasına yol açmış olabilir. Bu varsayımlara karşın, olukların nasıl oluştuğu sorusu tam olarak yanıtlanmış değil. Ancak, kuşkusuz bunlar gezegende suyun hareketine yönelik en önemli ipuçlarından birini oluşturuyor.

Suyun Peşinde

Yeryüzünde nerede sıvı halde su varsa orada yaşamın izine rastlayabilirsiniz. Öyle ki, yaşam için hiç elverişli olmadığı düşünülen okyanusların altında, ya da yerkabuğunun içlerinde hiç beklenmedik bir şekilde çeşitli canlı

türleri yaşıyor. Mars'ta da olası yer altı sularının yakınlarında eğer yaşam bir kez başladıysa, bu bölgelere uyum sağlamış canlı türleri olabilir. Gezegenin bir zamanlar açıkça suyla biçimlendirilmiş olması; yani okyanusların, göllerin ve nehirlerin bulunuyor oluşu, yaşamın başlayabilmesi için gerekli koşulları yaratmış olabilir.

Mars'ın zamanında sulak bir gezegen olduğuna ilişkin eldeki kanıtlar oldukça sağlam görünüyor. Ancak, bir yandan da kimse bundan emin olamıyor. Bu nedenle, günümüzde sürdürülen uzay uçuşlarının yanı sıra, yakın gelecekte de Mars'a çok sayıda uzay aracı gönderilmesi düşünülüyor. Elbette, bu uçuşların en büyük hedefi Mars'ın su bakımından zengin bir gezegen olup olmadığını ortaya çıkarmak.

Gelecekteki uçuşlar arasında ilk sırada Avrupa Uzay Ajansı'nın Mars Express yörünge aracı ve Beagle 2 yüzey aracı var. Bu araçların bu yılın sonlarında fırlatılması düşünülüyor. Mars Express'in temel görevi, gezegenin yüzeye yakın katmanlarındaki su buzunun haritasını çıkarmak. 2005 yılında NASA'nın fırlatmayı planladığı Mars Reconnaissance Orbiter (Mars Keşif Yörünge Aracı), yerin birkaç yüz metre altında bulunabilecek su rezervlerinin yerini saptayacak.

Schiapparelli'nin Mars yüzeyinde kanalları görmesinden 130 yıl sonra, gezegene ilişkin bilgilerimiz oldukça artmış durumda. Mars'ta ne akıllı canlıların yapmış olduğu kanallar, ne de Dünya'ya saldırmak için hazırlık yapan küçük yeşil adamlar var. Ancak, şimdilik kuru ve cansız olarak görünen bu gezegenin içlerinde bir yerlerde yaşamın temel gereksinimi olan suyu barındırıyor olması büyük olasılık. Bu su keşfedildiğinde Mars bizim için daha farklı bir görünüme sahip olacak. İnsanoğlu belki de bir gün Mars'ı ikinci evi olarak görecektir.

Alp Akoğlu

Kaynaklar:
Clifford S.M., The Iceball Next Door, Sky & Telescope, Ağustos 2003
Hartmann W.K., What is Mars Trying to Hide, Astronomy, Ağustos 2003
McSweeney H.Y., The Planet Next Door, American Scientist, Kasım-Aralık 2002
Zorpette G., Why Go Mars?, Scientific American, Mart 2000
<http://mars.jpl.nasa.gov/>
<http://www.marsdaily.com/>
<http://www.spacedaily.com/>