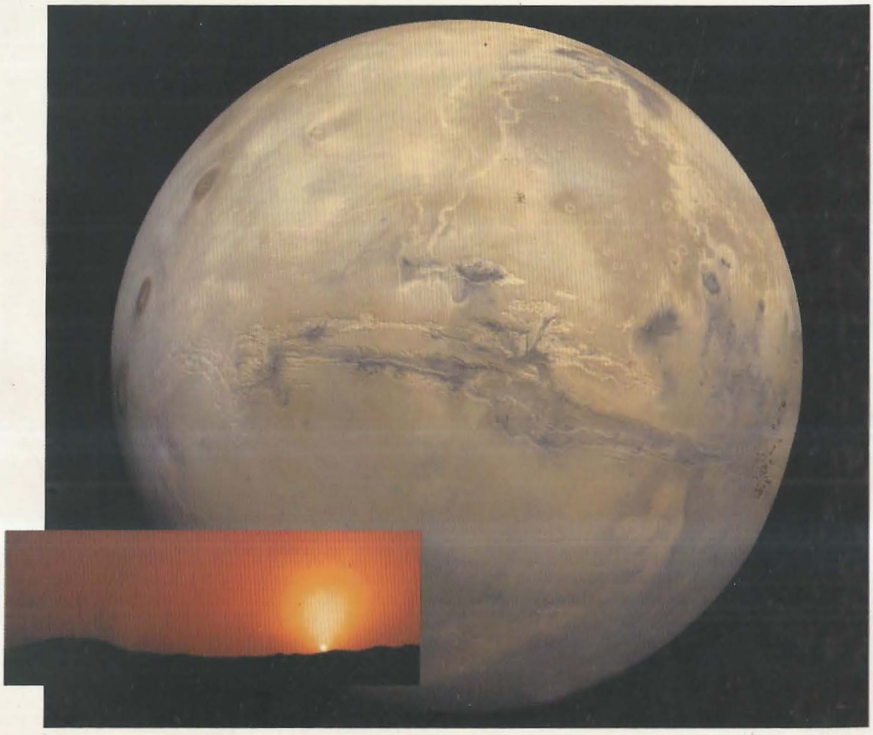
GÜNCEL YAYINCILIK

AÇIK BİLİM

KIZIL GEZEGENİN GİZEMİ

Mars'ta Yaşam



CHARLES FRANKEL

Türkçesi: Rıfat Madenci

CHARLES FRANKEL

Mars'ta Yaşam

GÜNCEL YAYINCILIK

Mars'ta Yaşam

GÜNCEL YAYINCILIK: 84
Açık Bilim: 3

ISBN 975-8020-93-5
Mars'ta Yaşam
Charles Frankel

•

Kitabın orijinal adı: La vie sur Mars

•

Kapak: Talip Aktaş

•

Birinci Basım: Şubat- 2001

•

Ofset Hazırlık
Güncel Yayıncılık Ltd.

Baskı: Kitap Matbaacılık
Cilt: Fatih Mücellit

© Editions du Seuil, avril 1999
© Güncel Yayıncılık Ltd.Şti.
Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında
yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

GÜNCEL YAYINCILIK LTD. ŞTİ.
Çatalçeşme Sok. No:19 Kat, 3
Cağaloğlu - İstanbul
Tel: 0 212 511 22 37, Fax: 0 212 522 86 68
e- mail: kontiki@turk.net

KIZIL GEZEGENİN GİZEMİ

Mars'ta Yaşam

Charles Frankel

Türkçesi: Rıfat Madenci

GÜNCEL YAYINCILIK

İçindekiler

Önsöz 5

Birinci bölüm: Gizemli Kızıl Gezegen 9

İkinci bölüm: Gizleri Açığa Çıkan Mars 35

Üçüncü bölüm: Mars'ta Yaşam Arayışı 79

Dördüncü bölüm: Mars Taşında Yaşam Var mı? 115

Beşinci bölüm: Mars Fosilleri: Alanların Durumu 143

Altıncı bölüm: Kızıl Gezegene Dönüş 185

Yedinci bölüm: İnsanoğlu Mars'ta 225

Sonuç: Dünya Dışı Yaşam ve Uygarlıklar 253

Kayrakça 285

Önsöz

Evrende yalnız mıyız? Yaşam mucizevi ve yalnızca yeryüzüne mi ait? Yoksa yaşam, birbirinden ileri uygarlıklar ve sayısız gelişmişlik düzeyleri ve biçimleriyle bütün evrende yaygın olarak var mı? İnsanoğlu, kendine bu soruyu sorduğundan bu yana, bakışlarını Mars gezegenine yöneltti. Kısa bir süre öncesine kadar, Mars yüzeyinde görülen çizgiler, ileri bir uygarlık tarafından inşa edilmiş olan yapay su kanalları olarak yorumlanıyordu.

1970'li yıllardaki ilk uzay araştırma dalgası, bomboş görünen çok güzel manzaraları gözler önüne serdi. Günümüzdeyse kızıl gezegen daha çok konuşulur durumda: Göktaşı şeklinde yeryüzüne düşen Mars kayası, başka biyolojik ipuçlarıyla birlikte olası bakteri fosilleri içeriyordu. Bu tartışmaya açık buluş hakkında değişik görüş bildirmeler devam ediyor.

Biz bu satırları yazdığımız sıralarda tartışma sürüyor. Bu tartışma yirmi yıl aradan sonra yeniden alevlendi, büyük uzay güçleri artık Mars'ı fethetmeyi ve gerçeğin ortaya çıkmasını istiyorlar. Pathfinder uzay araştırıcısı ve Sojouner uzay arabası, Temmuz 1997'de yüreklere su serpti. Bilinen uydu, Mars Global Surveyor, Mart 1999'da kızıl gezegenin ayrıntılı bir haritasını çıkarmaya başladı ve 1999 yılının Aralık ayında yeni bir sonda, biyolojik yaşam için vazgeçilmez olan su ve diğer hammaddelerinin saptanması amacıyla Mars'a, bu kez Güney Kutbu yakınına inecek.

İnsanoğlunun hayalleri yalnızca bunlarla sınırlı değil. NASA şimdiden, 2008 yılından itibaren, Mars'a insanlı uçuş gerçekleştirmeye hazırlanıyor. Böylece, kızıl gezegen üstünde diğer yaşam belirtilerini aramak için robotların yerini insan alacak.

Günümüzde yaşadığımız bu büyük serüveni bundan sonraki sayfalar boyunca anlatmaya çalışacağız. Mars'ta bulacaklarımız evrendeki yaşamımızı ve burada oynadığımız basit ya da ayrıcalıklı rolü sonsuza kadar biçimlendirecek.

Jeoloji eğitimi gördüğüm ve güneş sistemi uzmanı olduğum için, Mars'a karşı her zaman büyük bir ilgi duydum. İşte bu yüzden Mars'ın tarihini ve yaşam barındırma olasılığını anlatabilecek olmaktan ötürü çok mutluyum. "Mars'ta Yaşam" da, çağlar boyunca, özellikle son yıllarda düşüncelerin nasıl geliştiğini göstererek, kronolojik şekilde anlatmayı yeğledim. Bazı bölümlerin okunması diğerlerine oranla daha ayrıntılı ve zordur. Bu arada, herkesin aradığını bulması için yeterli değişik açı ve konuyu ele aldığımı umuyorum.

Birinci bölüm, önce bu kutsal gökcismini, sonra ilk teleskopların merceğinde kızıllaşan tekeri, sırayla hayvanlar ve likenlerle, yapay su kanallarıyla ve yok olmuş uygarlıklarla dolu, bilimin ve bilimkurgunun eşiğindeki Mars gezegeninin tarihçesini anlatıyor. İkinci bölüm, 20. yüzyılda, önce gittikçe mükemmelleşen astronomi gözlemleriyle, daha sonra da uzayın fethi ve ilk Amerikan ve Sovyet sondalarıyla gizemin nasıl aralandığından söz ediyor. Bu bölüm jeologları sevindiren, ancak biyologları bomboş ve kıraç görüntüsüyle üzen gezegeni ve onun olağanüstü kanyonlarını, kurumuş nehirlerini, krater ve volkanlarını tanıtma olanağı veriyor.

Mars'ta yaşam bulmak için robotlu sondalarla gerçekleştirilen ilk girişimleri ve Viking'in 1976-1977 yılları arasındaki olağanüstü başarılarını anlatan üçüncü bölümle birlikte, konunun en can alıcı noktasına dalıyoruz. Sonuçlar resmi açıdan olumsuz, ancak bu düşüncenin herkesce paylaşılmadığını göreceğiz. Tartışma, dünyaya düşen bir

Mars kayasıyla, Allan Hills 84001 göktaşı ile yeniden alevlendi. 1996 Ağustosu'nda, bu göktaşında fosil biçiminde yaşam izlerine rastlandığı yolundaki açıklama, söylentileri canlandırdı. Dördüncü bölüm Mars göktaşlarının izinin sürülmesini –ilk Mars göktaşı Fransa'da, Haute- Marne bölgesinde, Chassigny'de bulunmuştu– ve geçmiş biyolojik etkinliklerin izlerini taşıyan ünlü Antarktika göktaşının bulunmasını anlatıyor.

Beşinci bölüm, 1996 Ağustosu'ndan bu yana yaşam izleri konusunda yapılmış olan ilginç tartışmaları özetliyor. Mars göktaşında tespit edilen mikroskobik çubuklar gerçekten fosil bakteriler mi? Çevrelerindeki manyetik kristaller bir metabolizma etkinliğinin artıkları mı? Şu satırları yazdığımız anda bile, bu çılgın varsayım hâlâ büyük eleştiri bombardımanına karşı koyuyor. Bir durum saptaması yapalım ve bu işin içinde bir bityeniği olduğunu belirtelim.

Altıncı bölümde, Pathfinder sondasıyla ve onun, 1997 yazı boyunca kızıl gezegeni gündemin ilk sırasına yerleştiren, halkın gözdesi yapan, şaşırtıcı robot arabasıyla Mars'ın fethine gidiyoruz. Mars, yerleştirilen sıralı kameralar ve İnternet aracılığı ile, evlerimize girerek bütün bir kuşağı kendine hayran bıraktı. Mars'tan değerli örnekler toplayıp, 2008 yılında kendi başlarına dünyaya dönecek olan yeni keşifler planlandı.

Robotlardan sonra, insanoğlunun Mars'a gitmesi sabırsızlıkla bekleniyor. Bu, yedinci bölümün konusu. Kısa bir zaman önce, aşırı giderler yüzünden vazgeçilen, dünyalıların ilk gezegenlerarası uçuşu yakında gerçekleşecek. Akıllı ve çok ekonomik bir uzay yolculuğu planına göre, kozmonotlar 2009 yılında kızıl gezegene varacaklar ve gerçek bir Mars üssü kurmak için orada iki yıl kalacaklar. Mars'ı gelecekteki kolonilerimizi ağırlamaya hazır, oksijenli ve ılıman bir gezegene dönüştürme projesini –dünya oluşturma projesini– uygulamaya sokacaklar.

Kısaca özetlemek gerekirse, eğer Mars'ta bakteri yaşamı onayla-

nırsa, yaşam, gezegenlerin gelişiminde üst derecede olası ve doğal bir sonuç şeklinde kendini belli edecektir. Yaşam, bu ilkel bakterilerin ötesinde, evrende gelişmiş yaşam biçimlerini, hatta dünya dışı uygarlıklar olasılığını gündeme getirecektir. Mars'ın bize sunduğu, evreni değerlendirmemizdeki bu devrimdir. Bu önemli buluşmayı kaçırmayalım.

Okuyucuyu, Mars'ın izlediği yolda ilerlemekte serbest bırakmadan önce, bu kitabın oluşturulması için çalışmalarını, fotoğrafları ve şemaları bana gönderen, Fransa'da olduğu kadar Birleşik Devletler'deki bütün araştırmacılara ve destekleyici kurumlara teşekkür etmek isterim. Ben bu kitapta yalnızca, kendi yorumumu katarak onların bu son yıllarda gerçekleştirdikleri olağanüstü çalışmayı gözler önüne seriyorum. Kitabın sonundaki kısa kaynakça, Mars'ı ve Mars'ın keşfini anlatan İnternet siteleri ve bu konuda yayınlanmış sayısız bilimsel araştırmayı içeriyor.

BİRİNCİ BÖLÜM

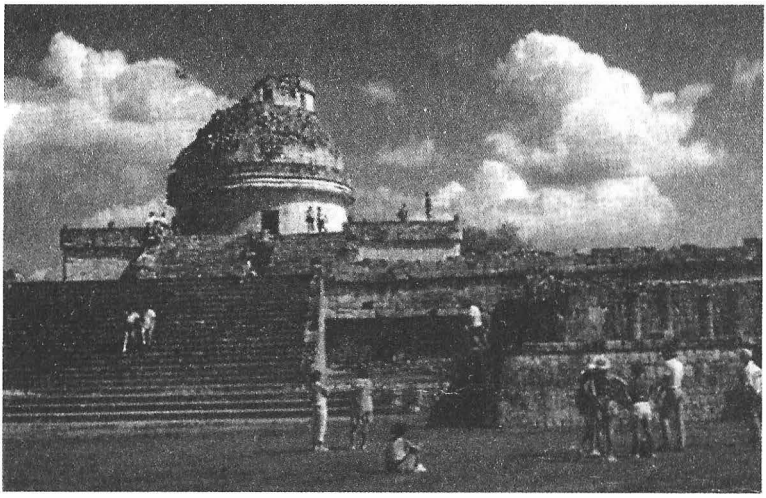
Gizemli Kızıl Gezegen

Mars çağlar boyunca insanoğlunu büyüledi. Bize yakın ve ışıltılı bu gezegen, önce tapılan daha sonra ise dünyaya benzeyen, bu yüzden de yaşam barındırabilecek, yüzeyi kayalık bir yer olarak görüldü. Çağlar boyunca bilgimizin arttıkça bu kızıl gezegeni algılamamız baştan aşağı değişti. Mars dönem dönem canlıların bulunduğu veya ıssız, bomboş bir gezegen olarak düşünüldü. Hatta, Mars, evrendeki diğer yaşam biçimlerinin ve yaşamın kaynağı olasılığı düşüncesinin simgesi durumuna geldi. Eğer Mars'ın yüzeyinde ilkel organizmalar bulursak, bu, yaşamın bütün kozmosta yaygın bir olgu olduğunu gösterir ve bu durumda bizler, galaksimizde başka zekâ biçimlerinin bulunduğunu düşünmek durumunda kalırız. Ya da Mars'ta yaşama rastlamazsak, bu durum tam tersine dünyadaki yaşamın benzersiz niteliğinin altını çizer ve büyük kozmik yalnızlık duygumuzu pekiştirir.

Günümüzdeki biyologlar ve gezegen bilimciler arasındaki tartışmaya girmeden önce, Mars'ın bizi niçin büyülediğini, kızıl gökcisminin bilinçaltımıza nasıl yerleştiğini ve evrendeki yaşam hakkındaki düşüncelerimizi nasıl etkilediğini görelim.

Kızıl gezegen

10 000 yıl önce, uygarlığın Çin, Hindistan, Akdeniz, Mısır ve Mezopotamya'nın bereketli ovalarında ortaya çıktığı çağda, gökyüzünde



1.1- Meksika'da, Chichen Itza harabelerindeki Maya gözlemevi. Yıldızların gözlemlenmesi, birçok uygarlığı, evrende yaşam sürdüren diğer dünyaların varlığı hakkında kendi kendilerine soru sormaya itti. (Fotoğraf yazara aittir.)

dolaşan gökcisimler insanoğlunun düş gücüne meydan okuyordu. Bunlar uzaklardaki diğer kabilelerin yaktıkları ateşler miydi? Yoksa bizi gözetleyen ve kontrol eden Tanrılar mıydı? Güneş ve Ay, ilk dinlerin merkezinde yer aldılar. Bildik, yinelenen ve zararsız devinimleri, düzenin ve değişmezliğin güvencesi sayıldı. Güneş gündüzü ve geceyi, Ay'da ayları belirliyordu. Gökyüzünde çizdikleri çemberlerle mevsimleri belirleyen takımyıldızlar da güven vericiydi.

Daha şaşırtıcı olanlar ise gezegenlerdi. Yunanca adının da belirtiği gibi bu gezen gökcisimleri, hareketsiz yıldız fonunun önünde bir geceden öbürüne konum değiştiriyorlardı ve toplam beş adettiler: Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn (Üranüs, Neptün, ve Plüton daha sonları, büyük teleskoplar sayesinde keşfedilecekti). Çıplak gözle izlenebilen bu beş gezegen Güneş ve Ay gibi zodyak kuşağı takımyıldızları arasında hareket ediyordu. Bu beş gezegenin hepsi, rüzgârdaki mum ışığı gibi, pırıldayan sıradan yıldızlardan farklı olarak sabit bir parlaklıkla kendilerini belli ediyorlardı. Aylar boyunca sık sık değişen parlaklıkları bu gökcisimlerini daha gizemli kılıyordu.

Değişken mizaçları, yer değiştirmelerindeki tuhaf kararsızlıklarla daha da güçleniyordu. Bir gezegen zodyak kuşağı boyunca ilerlerken birden yavaşlayabiliyor, birkaç haftalık bir aradan sonra, açıkca geri dönebiliyordu. Genç uygarlıkların bu gezgin gökcisimlerinde, endişe verici mizaç değişimleri gözlemlemiş olmaları hiç de şaşırtıcı değildi.

Bu beş gezegenden biri özellikle dikkat çekiciydi. Öncelikle rengi kızıldı, en kızıl yıldızdan daha çok kızıldı. Sonra parlaklığı o kadar değişkendi ki, bazı aylar yanındaki yıldızlardan zorlukla ayırt edilebiliyor, öte yandan başka mevsimlerde gökyüzünde Güneş, Ay ve Venüs'ten sonra en parlak yıldız durumuna geliyordu. (Jüpiter'le eşit parlaklıktaydı). Üstelik, gökyüzündeki geri dönüşleri çok belirgindi. Bu gökcismi, tahmin ettiğiniz gibi Mars'tı.

Ona verilen isimler oldukça anlamlıdır. Firavunlar dönemindeki Mısır'da ismi Hardecher, yani "kızıl"dı, diğer bir ismi ise Sekd-ed-ef-em-khetkhet, yani "yolunda geri giden yıldız"dı. Babil'in Keldanileri içinse ismi Nergal, yani "ölüm yıldızı"ydı. O savaşın ve "öbür dünyanın" kutsallığı sayılıyordu. "Öbür dünya" ayaklarımızın altında, köklerin ulaştığı diplerde bulunduğu için, Nergal aynı zamanda bitkilerin tanrısıydı.

Zaten, Mars gibi gezegenlerin takvimlerde yer alması Babilliler dönemine rastlar. Babilliler 7 günlük haftayı oluşturdular ve her bir gün, gökyüzünün bu olağanüstü yedi gökcismini, Güneş'i, Ay'ı ve beş gezegeni işaret ediyordu. Haftanın ilk günü en büyük efendinin, en şanlı olanın, Güneş'in günüydü (İngilizcede *Sunday*). İkinci gün Ay'a aitti (Fransızcada *Lundi*, İngilizcede Ay günü anlamına gelen *Monday*). Üçüncü gün, Mars gezegenine aitti, bu yüzden Fransızcada *Mardi*, İtalyancada *Martedi*, İspanyolcada *Martes* ve İngilizcede (savaş tanrısı Tiu'den esinlenerek) *Tuesday* adını aldı. Hafta, Merkür (mecredi), Jüpiter (Jeudi), Venüs (Vendredi), Satürn (Samedi) günleriyle devam ediyordu. Mars, yılın üçüncü ayına adını vererek temsil gücünü artırır. Böylece Mart ayının salı günleri tamamıyla ona ayrılmıştır...

Mars'ın aşkları

Babilliler tarafından kutsal sayılan bu kızıl gezegen, komşularının birçok mitini ve sistemini kabul etmiş olan eski Yunan'da da konumunu korudu. Bu uğurlu bir çağdı, çünkü hem efsane bolluğu içinde kozmik tanrısallıkların gelişmesine, hem de, daha sonraları aynı tanrıların tanrısallıklarını silerek, tartışmayı gezegenlerin doğalarına yönlendirecek olan felsefi düşünceye tanıklık etti.

Yunan mitolojisinde kızıl gökcismin adı artık Ares'tir. O, Tanrılar katına Savaş Tanrısı kimliği ile yerleşir. Herkes kızıl renginin –kan ve ateş rengi– bir anlam taşıdığını düşünür. Bu arada hemcinsleri tarafından pek de iyi gözle bakılmaz: Zeus bile onu, öldürmeye olan yatkınlığı ve kavgacı karakteri nedeniyle hor görür. Homer, Odysseia'de bize, bu az sevilen tanrının serüvenlerini ve onun, özellikle aşk tanrıçası, baştan çıkarıcı Afrodit ile olan ateşli ilişkisini anlatır.

Afrodit, ateş tanrısı Hephaistos ile evlidir. Kanı kaynayan Afrrodit, Ares'e kavuşmak için can sıkıcı kocasının iş gezisine çıkmasını beklemek zorundadır. Oysa hiç de aptal olmayan Hephaistos, yataklarının üstüne ince ve görünmeyen bir çelik ağ kurar. Ares ve Afrodit tutku içinde kendilerinden geçtiklerinde, ağın içine dolanırlar. Hephaistos olay yerine gelir, üstelik yalnız değildir: Olimpos dağındaki hemcinslerini ve kayınpederi Zeus'u, aldatma suçuna tanık olmaları için davet etmiştir. Efsane, edepli tanrıca ve perilerin olay yerinde bulunmamalarını ister. Olimpos dağının tanrılarıysa, zor durumdaki âşıkları parmaklarıyla birbirlerine göstererek, onlarla alay ederler. Ares, yüzü her zamankinden daha kızarmış bir şekilde olaydan sıyrılır.

Yunanlı yazar Lucien de Samosate'ın da zamanında belirttiği gibi, efsanenin astronomi ile ilgili dayanağı hakkında fikir yürütmek ilginç olacaktır. Aşağılanmış âşıklarımız gökyüzünde yol alırken dönemsel olarak karşılaşan Mars ve Venüs (Ares ve Afrodit) gezegenleri olmalıdır. Venüs Mars'ı yakaladığı ve onu geçtiği zaman, ortalama yılda bir

kere, ilişkileri burçlar kuşağının değişik bölgelerinde gerçekleşir (astronomide bu tür bir yakınlaşmaya 'kavuşma konumu' denir). Oysa boğa takımyıldızında ışıklı bir ağ görünümünde hoş bir yıldız kümeleşmesi –Pleiad yıldızları– yer almaktadır. Öyleyse, Mars ve Venüs'ün Pleiad yıldızları altındaki güzel kavuşma konumları, bu efsanenin dayanağı olabilir.

Ne olursa olsun, Ares ve Afrodit'in herkesin önünde maruz kaldıkları aşığalanma, yasak aşklarını uzun bir süre daha sürdürmelerini engellemedi. Hatta üç çocukları bile oldu: iki erkek ve bir kız. Yaygaracı erkekler, endişe ve korku anlamına gelen Phobos ve Deimos adlarını alırlar. Babalarının savaş arabasını gökyüzünde çekmekle görevlidirler. Ares ve Afrodit'in kızıysa Harmonie (Uyum) adını alır. Babası tarafından çıkarılan savaşlardan sonra halklar arasındaki barışı kurar.

Aristakhos'un izinde

Gökyüzünü tanrılarla süsleyen aynı halk, onların gözden düşmesine de neden oldu. Çünkü antik Yunan şairlerinin hemen ardından çok güçlü düşünürler ortaya çıktı.

Anadolu'da Klazomenia'da doğan başarılı Anaksagoras bunlardan biriydi. Ünü o kadar yayılmıştı ki, büyük Perikles tarafından, M.Ö. 480 yılında Atina'ya getirtildiğinde sadece yirmi yaşındaydı. Anaksagoras, Güneş'in ve gezegenlerin tanrı olmadıklarını, mineral maddeden oluşmuş gözle görülür küreler olduklarını düşünerek tartışmaları alevlendirdi. Filozof, gezegenlerin kayalık yapılarından o kadar emindi ki, İ.Ö. 467 yılında, Yunanistan'ın kuzeyinde Hellespont kıyılarına düşen büyük bir göktaşının düşüşünü gözlemledi. Anaksagoras çok geçmeden iktidarın şimşeklerini üstüne çekti ve resmi tanrıları reddetmeye yeltenmekten ömür boyu hapse mahkûm edildi. Kurtuluşunu onu kaçırtan Perikles'e borçludur.

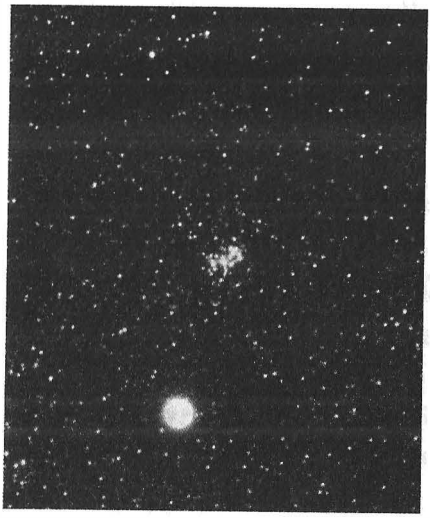
Gökcisimlerinin maddesel doğaları olduğunu söylemekle kalmayan, üstelik uzaklıklarını ve çaplarını geometrik yolla, ustaca hesaplayan Sisamlı Aristakhos'un (İ.Ö. 310-230) düşünceleri daha da ileri deydi. Dahası Aristakhos, çevresinde gökcisimlerinin döndüğü Dünya'nın evrenin merkezi olmadığını, bunun tam tersinin gerçekleştiğini, Dünya'nın Güneş'in çevresinde döndüğünü açıkladı. İşte bu, gerçekten devrimci bir görüştü. Aristakhos bu görüşe, Mars'ın burçlar kuşağı etrafında dönüşündeki ilginç duraksamaları gözlemleyerek varmıştı. O gezegenin, yolundan geri dönüşünü, yani, yerküre Güneş'in etrafındaki yarışta "yakınken" Mars'ı geçmesini bir yörünge etkisiyle açıklıyordu.

Evrenin merkezi sayılan yeryüzünün gözden düşüşü iktidarın hiç hoşuna gitmeyecekti. Güneş'in ve gezegenlerin usluca çevresinde döndükleri hareketsiz bir Dünya modeli, daha kabul edilebilirdi. Mars'ın (ve diğer gezegenlerin) tuhaf hareketlerini açıklayabilmek için, Ptolemeus gibi becerikli düşünürler, merkezi bir Dünya etrafında, gezegenleri taşıyan birbirlerinin içine girmiş çember sistemleri ortaya koydular. Dünya'yı, evrenin merkezine yerleştirip, gerektiği kadar dönüş çemberi kullanarak, gökcisim hareketlerinin bir modeli oluşturulabilirdi. Bu kurnazlık isteyen, ama o kadar da basit olmayan bir işti...

Bu yanlış sistem hiç tartışılmadan, Antik Yunan, Roma İmparatorluğu ve Ortaçağ boyunca sürüp gitti... Bu sistem kilise tarafından kutsanmıştı, çünkü Dünya'yı yaratılışın merkezine yerleştiriyor, gezegenleri de gökyüzünün süsleri konumuna oturtuyordu. Bu durum, Polonyalı papaz ve genç bir astronom olan Mikolaj Copernicus'un gözlemlerini yürürlükteki sistemle karşılaştırmasına kadar aynen sürdü. 1504 yılında, Yengeç takımyıldızında meydana gelen beş gezegenin yakınlaşması sırasında Copernicus, gezegenlerin gerçek konumlarıyla Ptolemeus'un tablolarında öngördüğü konumlar arasında ciddi farklar belirledi. Copernicus, Aristhakos'un tam on yedi yüzyıl önce belirttiği gibi, eğer sistemin ortasında Güneş yer almış olsaydı ve

Dünya ile diğer gezegenler merkez gökcisminin etrafında dönüyor olsalardı, her şeyin daha doğru olacağını hesapladı. Önerisinin dine karşıt olan niteliğinin bilincindeydi. Copernicus düşüncelerini yavaş yavaş, önce kısa bir yorumla açıklamayı uygun buldu. Tezini ayrıntılı biçimde yayınlamaya ömrünün sonunda, 1543 yılında karar verdi. Yayıncı, kitabın önsözünde, söz konusu olanın yalnızca bir matematiksel varsayım olduğunu belirtmeden edemedi.

Kilisenin buyruğuna rağmen Copernicus'un düşünceleri hızla yayıldı. İtalya'da Giordono Bruno adlı asi ve etkileyici, yaşlı bir papaz, bu düşünceleri yüksek sesle dile getirerek Avrupa'yı dolaşmaya koyuldu. Hatta, Dünya diğer gezegenlerin düzeyine indiğine göre, bu gezegenlerde de yaşam bulunabileceğini söylüyordu. Dahası, gökyüzündeki sayısız yıldızın başka güneşler olabileceğini, çevrelerinde dönen kendi gezegenlerinde on binlerce başka ırk, kültür ve dolayısıyla da din bulunabileceğini ileri sürüyordu. İktidarı tehdit altında olan Kilise için bu kadarı artık çok fazlaydı. Bruno, korkusuzca İtalya'da dolaşırken, Engizisyon mahkemesi tarafından 1592 yılında tutuklandı ve düşüncelerini yalanlamayı reddettiği sekiz yıllık uzun bir yargılanmadan sonra, 1600 yılının Nisan ayında yakıldı.



1.2.- Boğa takımyıldızındaki, Pleiad yıldızlarının (fotoğrafın merkezindeki yıldız kümesi) yakınındaki Mars gezegeni (fotoğrafın alt tarafında). Bu tür bir yan yana gelme belki de savaş tanrısının, Afrodit ile yasak ilişkisi sırasında ağa takılmaları mitini yarattı. (Fotoğraf: A.Fujii/Gökyüzü ve uzay).

Mars ve Gökbilimciler

Resmi bilim çekindiğinden dolayı, uzun bir süre daha Copernicus'un modeline ve bu modelin ürkütücü sonuçlarına direnmeyi başardı. 12. yüzyılın sonunun en büyük gökbilimcisi Danimarkalı Tcyo Brahe, bu modeli, Dünya'nın hâlâ, evrenin merkezi olabileceğini kanıtlamak için değiştirdi. Brahe bu sonuca, diğer gezegenlerin Güneş'in çevresinde döndüklerini, ancak bu bütünün yine de Dünya'nın çevresinde döndüğünü kabul ederek, birdenbire kurnazca fikir değiştirerek ulaştı. İlke olarak, bu model gözlemlenen hareketleri Copernicus'un modeli kadar iyi açıklıyordu.

1600'de, Bruno'nun odun yığını üstünde yakıldığı yıl, yaşlı Brahe, gökbilimci Johannes Kepler'i asistan olarak yanına aldı. Büyük usta ondan ilk görev olarak, yirmi yıllık gözlemleri boyunca her gece sekstanla not ettiği Mars gezegeni konumlarından yola çıkarak bu gezegenin yer değiştirmesini matematiksel açıdan açıklamasını istedi. O çağa kadar bütün astrnomi gözlemlerinin çıplak gözle yapıldığını belirtmekte yarar var; çünkü dürbün ve teleskop daha icat edilmemişti. Bu yüzden gökbilimciler açıları ölçmeye yarayan sekstan ve astrolab gibi aletlerle yalnızca gökcisimlerinin konumlarını kayda geçiriyorlardı.

Kepler, kendinden emin bir biçimde Mars'ın yer değiştirmesini matematiksel açıdan çözmesinin en fazla bir hafta süreceğini düşünüyordu. Ancak beş yıl bu işle uğraştı! Brahe çoktan ölmüştü, 1605 yılında artık gücünün sonuna gelen Kepler, elde ettiği şaşırtıcı sonuçları meseni İmparator Rodolphe'a sundu. Kepler, Dünya'nın öbür gezegenler gibi yalnızca Güneş'in çevresinde döndüğünü değil, ama özellikle bu hareketlerin daireler yerine elipsler biçiminde, yani gezegenin güneşe olan uzaklığının değişken olduğu oval biçimlerde gerçekleştiği gerçeğini bulmuştu. Gezegenler bu tip elipsler boyunca, güneşe yakın olduklarında hızlanıyor, yörüngeden en uzak yerlerde yavaşlıyorlardı. Bu durum da resmi tablolarla aradaki farkı açıklıyordu.



1.3. - Danimarkalı gökbilimci Tycho Brahe (1564-1601) Ven adasındaki gözlemevinde. Çıplak gözle gerçekleştirdiği değerli Mars gözlemleri, meslektaşı Johannes Kepler'in gezegenlerin hareketlerini anlamasına olanak sağlamıştı. (Yazara ait fotoğraf, Tycho Brahe Müzesi, Ven adası, İsveç.)

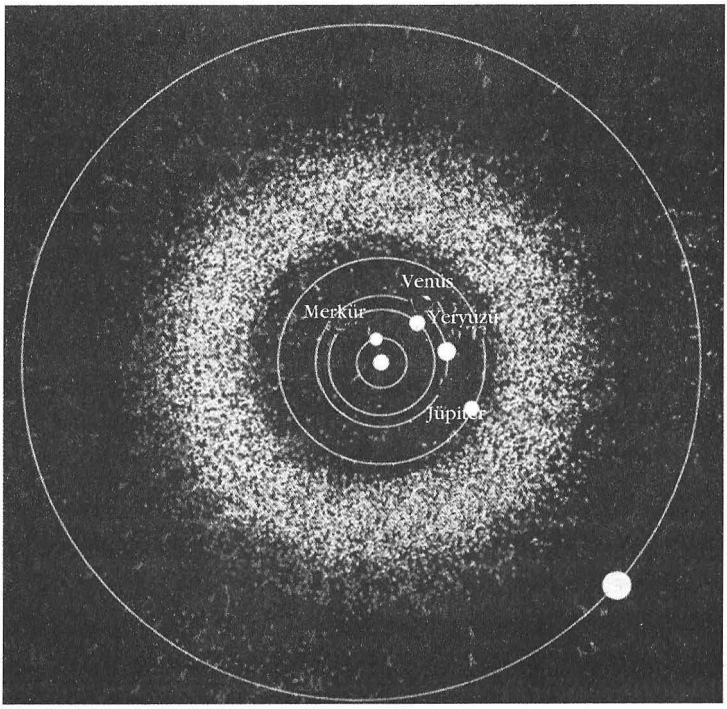
Mars, uzun elipsi ve orantılı değişken hızıyla, güneş sisteminin iç mimarisinin sırrını çözmeye yaradı. Kepler'in fikirleri Avrupa'da barut etkisi bırakarak dolaşıyordu. Sonunda 1609'da gözlemleri yayınlandı. Aynı yıl başka bir buluş gökbilimini temelinden sarstı: Binlerce yıllık çıplak gözle yapılan gözlemlerden sonra, büyülten dürbün bulunmuştu.

Dürbün ilkesinin, iki yıl önce 1608'de, Hollandalı gözlükcü Hans Lippershey tarafından bulunduğu söylenir. Ancak, gökcisimlerini izlemeye yarayan ilk modelleri, Floransa'da yaşayan büyük fizikci ve gökbilimci Galileo tarafından 1609'da yapıldı. Nesneleri üç misli, sekiz misli daha sonra da yirmi misli büyültme güçüne ulaşan, günümüzün dürbünlerine benzeyen bu ilk dürbünler, Galileo'ya keşif yapmada büyük öncülük sağladı.

Önce Ay'a baktı ve onun, dinsel doktrinin söylediği gibi düz ve tam bir daire olmadığını, tam tersi "Dünya'daki gibi yüksek dağlar ve derin çukurlarla dolu pürtüklü ve eşit olmayan(...)" bir yüzey sergilediğini gösterdi. Ocak 1610'da, Galileo dürbününü Jüpiter'e yöneltti ve büyük bir şaşkınlık içinde, parlayan diskin çevresindeki yörüngede, en az dört Ay gözlemledi. Bunlar gökcisimlerinin kaçınılmaz olarak Dünya'nın etrafında dönmediklerinin yeni kanıtlarıydı. Mars gözlemlenmekte daha büyük zorluklar çıkarıyordu. Disk parlak, ama küçüktü ve o yıl Güneş'in öbür tarafında bulunuyordu. Galileo 1610 yılında Mars'ta, güzel kızıl renginden fazla bir şey göremedi.

Bu arada bütün bu yeni keşifler kilise dogmalarını sarsmaya devam ediyordu. Bu elipslerde ve yörünge yasalarında yaratıcının mucizesini gören, Luther Almanyası'ndaki Kepler eleştirildi, ama affedildi: Sonuçta Katolik doktrininin yanlışını işaret ediyordu. Roma'daysa, Bruno'dan kırk yıl sonra Engizisyon şimşeklerini üstüne çeken Galileo'ya karşı daha az yumuşak davranıldı.

Olanları herkes bilir: Galileo 1633'de, 69 yaşında kitaplarında Copernicus ve Kepler'in güneş merkezli ilkelerini savunmayı denediğin-



1.4 - Yakın güneş sistemindeki trafik. Merkür, Venüs, Yerküre ve Mars (Güneş'e olan uzaklıklarına göre sıralama) kayalık gezegenleri oluştururlar. Onlardan sonra göktaşı –birbirinden ayrı metal ve kayalık kütleler– kuşağı görülür. 770 milyon kilometre uzaklıkta ise, gazlardan oluşmuş ilk gezegen dev Jüpiter yer alır.

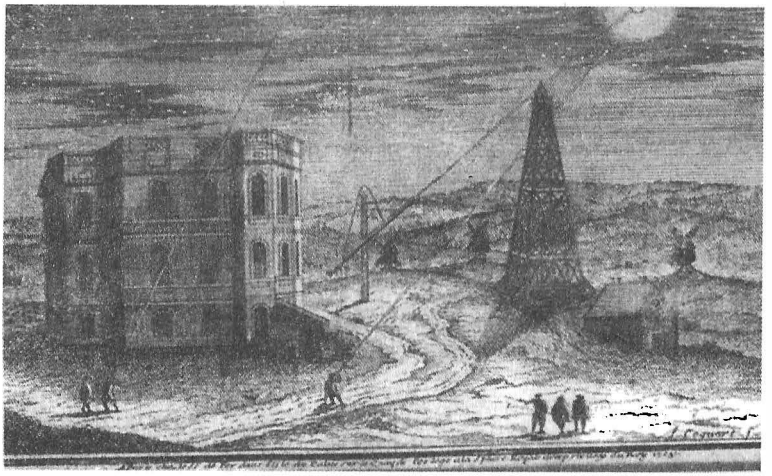
den dolayı din mahkemesinin önüne çıkartıldı. İnaçlarını inkâr etmesi konusunda baskı gördü ve yaşamının geri kalan bölümünü ev hapsinde geçirmeye mahkûm edildi.

Engizisyon, yorumları, gözlemleri her zaman frenleyebiliyor, ama onlar yollarına devam ediyorlardı. 17. yüzyılın başında camcılar, gökbilimcilerin uzun tahta boruların içine yerleştirdikleri ya da bir direk ve makara düzeneği ile havada serbestce asılı duran, gitgide daha verimli mercekler geliştirmeye başladılar. Gözleme merceği ile mercek arası mesafesi arttığı oranda büyültme gücü yükseliyordu. 1655'de Galileo davasından bir kuşak sonra, Hollandalı gökbilimci Christian

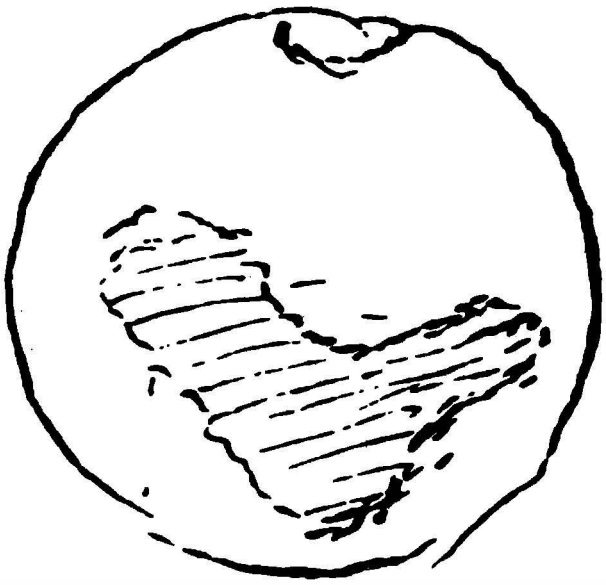
Huygens, yıldızların ışığını odaksallaştırmak için, uzunluğu metreleri bulan, ucuna 5 cm. yarıçapında mercekler yerleştirilmiş bir alet geliştirdi. Gözünün önüne yerleştirdiği gözleme merceği sayesinde büyültme yaklaşık 50 katına çıkıyordu. Böylece Huygens, o yıl Satürn'ün halkalarını keşfetti.

İlk krokiler

1659 Sonbaharı'nda Huygens, 13 Ekim günü gerçekleştirdiği ilk tarihi çizim ile Mars'ın keşfine girişti. Huygens bu çizimde küçük diskin üstünde görülen ilk ayrıntıyı belirledi. Bu ayrıntı, ekvator bölgesinde 24 saatten biraz fazla bir zaman yok olan, sonra yeniden



1.5- 18. yüzyılın başında Paris gözlemevi. İlk gökbilim dürbünleri yüksek bir kulenin tepesine ya da gözlemevinin çatısına yerleştirilen bir mercekten oluşuyordu. Jean Cassini ve Christiaan Huygens gibi Güneş-Kralı sarayının gökbilimcileri, inceledikleri gökcismine bakmak için bahçede büyültücü bir göz merceğinin arkasına geçip, bu göz merceğini mercekle aynı eksene getiriyorlardı. Bu gözleme eksenleri gravürde çizgilerle gösteriliyor (Coquart Gravürü. Paris Gözlemevi.)



1.6.- 1672'de Christiaan Huygens tarafından çizilen Mars gezegeni. Huygens, günlük yer değiştirmesiyle, gezegenin dönme periyodunun belirlenmesini sağlayan büyük koyu bir lekeden başka bir kutup takkesini ilk kez ortaya çıkardı. (Yukardaki yarım daire). (Huygens'in bütün eserlerinden alınarak Paris Gözlemevi tarafından bize iletilmesi çok incelikli bir davranıştır.)

beliren koyu bir lekeydi. Böylece Huygens Mars'ın kendi çevresindeki dönüşünün, gece gündüz oluşumunun, Dünya'nınkine eşit bir zaman diliminde gerçekleştiğini gösterdi. Çok ilginç bir benzeşme. Doğruluk onayı, 1666'da, bu dönüşün 24 saat 37 saniyede gerçekleştiğini ölçen Jean Dominique Cassini'den geldi. Veirsalles Sarayı'na yerleşen İtalyan kökenli gökbilimci, bu gözlem süresi boyunca diskin çevresinde beyaz lekeler bildirerek Mars'ın yirmiden fazla krokisini çıkardı.

Huygens ise, 1672 yaptığı gözlemler sırasında, güney kutbu yakınında kutup takkesi adını takmakta duraksamadağ, ancak buzul niteliği konusunda kararsız olduğu beyaz bir leke belirterek kendi gözlemlerine devam ediyordu. Huygens bu gözlemi Paris'te yapmıştı. Güneş Kralı, Bilimler Akademisi'ne kabul edilen Hollandalı bilimada-

mını, bilimsel çalışmalarını başkentte yürütmesi için özel olarak davet etti. Dünya üstüne birçok teori tam bir hareketlilik içindeydi. Huygens Mars'ın takkelerini çiziyor, Cassini de Satürn'ün çevresinde yeni aylar buluyordu: Önce Lapetus ve Rhea sonra da Tetys ve Dione....

17. yüzyılın sonunda dünyalar ve onlarla birlikte yeni düşünceler de çoğalıyordu. Bernard Fontenelle, Avrupa'da büyük bir başarı kazanan *Entretiens sur la pluralité des mondes* (Dünyaların Çokluğu Üstüne Konuşmaları) (1686) adlı kitabını yayınladı. Yazar bu kitabında, Bruno'nun yaşarken savunduğu evrende sayısız güneş ve gezegen sistemi düşüncesini işliyordu. Fontenelle, gökyüzü dünyalarını anlatırken Mars hakkında fazla bilgi vermez. Bunun nedeni herhalde kızıl gezegen gözlemlerinin Satürn ve Jüpiter kadar heyecan uyandırmamasıdır. "Bildiğim kadarıyla Mars'ta ilginç bir şey yok (....)" diye belirtir, ama yine de ilginçliklerin orada da ortaya çıkmakta gecikmeyeceğini sandığını ekler. Aynı yıllarda (1698) Christiian Huygens'in, başka yıldızlar çevresinde, bitkiler, hayvanlar ve yaşayanlarıyla sayısız canlı dünyanın varlığını savunan *Les Théories kosmiques* (Kozmik Teoriler) kitabı çıktı. Huygens, Mars'ın Dünya'ya oranla Güneş'e daha uzak olmasından dolayı, orada iklimin daha soğuk olması gerektiğini belirtirken, oradaki canlıların herhalde bu ikileme alışmış olduklarına dikkat çekiyordu...

Büyük buluşmalar

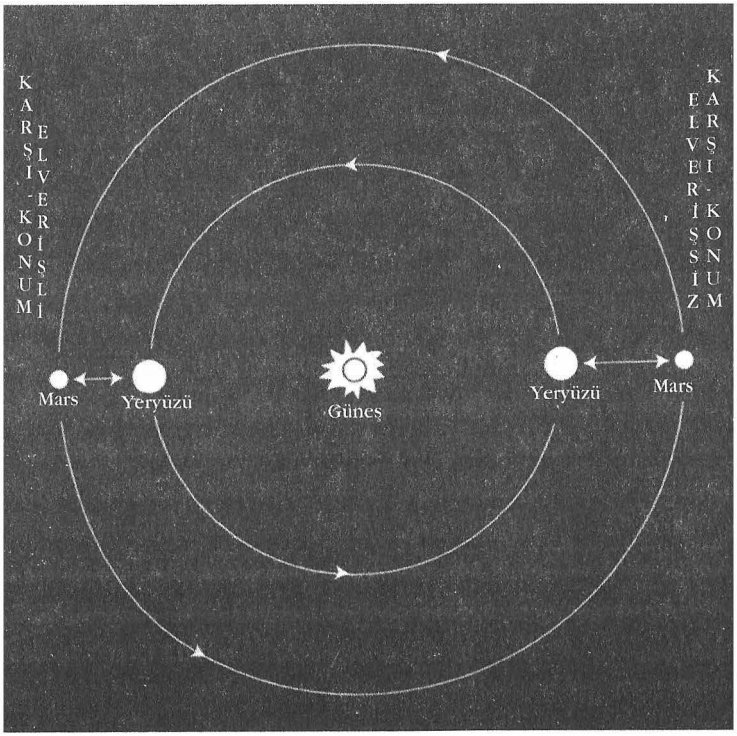
Böylece 18. yüzyıla, yeni düşüncelerin yarattığı uğultular eşliğinde girildi. Gözlemler, devam ediyordu. Paris Gözlemevi'nde Cassini'nin yerine geçen, yeğeni Giacorno Maraldi, elverişli dönemlerde, yani her iki yılda, Mars'ı gözlemlemekten geri kalmadı. Bu iki yıllık dönemselliği açıklamak gerekiyor, çünkü dönemsellik hem Mars'ın gökbilimsel gözlemlenmesini, hem de gelecekteki uzay uçuşlarını belirler.

Dünya bir "iç" yörüngede Mars'dan daha hızlı bir şekilde döner: iki yıl iki ay da bir, bir tur bindirerek kızıl gezegeni "içten dönerek", onu yakalar ve geçer. İşte bu geçiş sırasında iki gezegen arası uzaklık en aza iner –1000 milyon km'den az– ve Mars, gökbilimcilere gökyüzünde görünen en büyük görüntüsünü sunar: yirmi saniye yaylık bir açı. (1000 metre uzaklıktan görünen bir tenis topunun açı boyu). Bu Dünya ve Mars'ın iki yılda bir gerçekleşen yakınlaşması, bir "karşı-konum" diye adlandırılır.(1.7 şekline bakınız)

Bütün karşı-konumlar aynı değerde değildir. Çünkü Mars özellikle eliptik bir yörüngeye sahiptir, Güneş'e olan uzaklığı birçok onlarca milyon kilometre oynar. Bazı karşı-konumlar sırasında, gezegeni güneşe oranla (dolayısıyla bize) uzak olduğu durumda geçeriz ve uzaklık 100 milyon kilometreyi bulur. Ancak başka durumlarda geçme, Mars'ın yörüngesine "yakın" olduğu konumda gerçekleşir ve Dünya ile arasındaki mesafe 60 milyon kilometreye iner. O zaman kızıl gezegenin gökyüzünde görünen yarı çapı iki katına ulaşır. Büyük günberi karşı-konumları diye adlandırılan, bu çok elverişli dönemler her 15 yılda bir tekrarlanır

Biri 2 yıllık, öbürü 15 yıllık üstüste binen bu dönemler kızıl gezegenin ritmini ortaya koyar. 1719'da insanlık tarihinin hatırladığı en güzel karşı konumlardan bir gerçekleşti. Kırmızı gezegen o kadar parlaktı ki, halk arasında paniğe yol açtı. Gökbilimci Giacomo Maraldi, Paris'te büyük dürbünüyle, titreyen görüntüde yalnız güney kutbun buz takkesini değil, aynı zamanda takkenin kenarlarında, eriyen sular olarak yorumladığı koyu bir alan gördü.

Daha sonra Mars keşiflerinde uzun bir suskunluk dönemi yaşandı. Gerçekten de ağır ve çok yer kaplayan gökbilim dürbünlerinin gelişim göstermesi imkânsızdı: Mercekleri, görüntünün kalitesini sınırlayan çetin optik sorunlarla doluydu. Geçen onlarca yıl boyunca bu sorunlara çareler arandı. Dürbünler, netlik sorunlarını azaltan ve aynı büyültme için boylarını 40 metreden 4 ya da 5 metreye indiren, çifte



1.7.- Güneş'in çevresindeki dönüşlerinde, Dünya, Mars'ı her iki yıl iki ayda bir "içten dönerek" geçer. İki gezegen arasındaki en az mesafe Mars yörüngesinin güçlü elips biçimi yüzünden bu gezegenlerin her "karşı-konum"unda değişkenlik gösterir. Elverişli karşı-konumlar durumunda (solda) iki gezegeni ayıran mesafe 60 milyon kilometreden azdır: Mars gökyüzünde en parlak durumundadır ve açısal yarıçapı 25 saniye yaya eşittir. Elverişsiz karşı konumlarda ise (sağda) Dünya-Mars uzaklığı 100 milyon kilometre dolayındadır ve diskin açısal yarıçapı 5 saniye yayı geçmez.

mercek sistemiyle daha mükemmel hale getirildiler. Teleskobun ortaya çıkması daha da umut vericiydi. birkaç on yıl önce Isaac Newton tarafından icad edilen yansıtıcı teleskop mercekleri değil, ama gökcisim ışıklarını odaklamak ve merceklerle ilgili hataları aşmak için aynalar sistemini kullandı.

1. TABLO **Sayılarla Mars gezegeni**

Ortalama güneşten uzaklık	227 milyon km.
Dolanım süresi (bir yılın uzunluğu)	687 gün
Yörüngesel eğiklik (tutulum üstünde)	1,85 derece
Yörüngesel dışmerkezlilik	0,093
Çap	6790 km.
Yoğunluk	3,93 g/cm3
Kütle (Dünya'ya oranla)	0,45
Dönme süresi (bir günün uzunluğu)	24 saat 37 dakika
Eğiklik (dönme ekseni eğimi)	27 derece
Kurtulma hızı	5 km/s
Yüzeyde atmosfer basıncı (ortalama)	7 hectopascal
Yüzeyde maksimum ısı	37 derece C. (310 K)
Yüzeyde minimum ısı	127 derece C. (150 K)

Alman kökenli İngiliz gökbilimci Wiliam Herschel'in, 1770 büyük Mars karşı-konumu için yaptırttığı zaten bir yansıtıcı teleskoptu. Aynası, 6 metrelik bir odak uzaklığı için 1 metre boyundaydı. Herschel daha sonraki karşı-konumlar için 1,5 metre yarıçapında aynası bulunan, daha büyük bir yansıtıcı teleskop inşa ettirdi. Boyu 13 metreydi ve sözü edilen teleskop, gökyüzünün bütün yönlerine çevrilebilsin diye döner bir ayak üstüne oturtulmuştu.

Herschel kendine sağladığı önemli olanaklar sayesinde 1773'den 1784'de kadar, daha önceleri Huygens ve Cassini'nin Mars'ta gördüğü aynı beyaz lekeleri gözlemledi. O da bunların kutup takkeleri olduğu sonucuna vardı. Bunların buz ve kardan oluştuğuna inandı ve erimelerini gözlemledi. Çünkü Mars'ın da bizimki gibi mevsimleri vardı. Herschel ilk defa Mars'ın dönme ekseni eğikliğini ölçtü ve otuz dereceyi buldu, bu değer 23 derece olan yerküre değerinden biraz

yüksekti. Bu nedenle Mars'taki mevsimler Dünya'ya oranla daha güçlüydüler ve Mars yılının altı yüz seksen yedi gün sürdüğü göz önüne alınırsa, aynı zamanda iki kat uzundular.

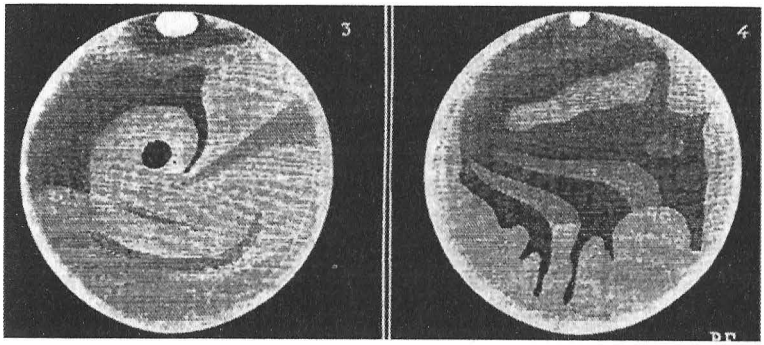
Herschel bizimkine bu kadar benzeyen bir dünyada canlıların bulunması gerektiğini düşünüyordu. Gözlemlerinden yola çıkarak orada atmosferin çok ince olması gerektiği sonucuna vardı ve yüzeyde sıcaklığın ılık olduğunu öngördü. Böylece 19. yüzyıla, Mars'ta yaşam olasıllığı açısından yeni umutlarla dolu olarak girildi. Gökbilimciler her gün daha da gelişen aletler sayesinde Mars'ta yaşam olduğunun kanıtlarını bulmayı fazlasıyla istiyorlardı.

Renkli Mars

1809 karşı-konumu sırasında Fransız gökbilimcisi Honore Flaugergues, Ardeche'deki gözlemevinden, Mars'ın çevresinde bir atmosfer bulunduğunu onaylar: Diskin kızıl ufkunda sarı bir koyuluk görür ve bunun toz veya bulut etkisi olduğunu düşünür. Dört yıl sonra 13 metre uzunluğunda 90 büyütmeli bir dürbünle, Mars'ın yaz mevsimi boyunca kutup takkesinin erimesini gözler. Francois Arago, da, 1811'den 1847'ye kadar Paris Gözlemevi'nde gözlemlerini sürdürür. Etkin pembe renkin dışında, değişik renklerde lekelerden söz eder ve bunların haritasını çıkarmakla uğraşır.

1858'de, kilisenin resmi gökbilimcisi Cizvit papazı Angelo Secchi'yi büyüleyen de Mars'ın ayrıntıları ve renkleri oldu. 24 cm. açılımlı ve 300 büyütmeli Vatikan dürbünüyle Secchi, mavi ve yeşil tonlara, kızıl kahverengiyi katarak Mars'ın ilk renkli krokilerini ortaya çıkardı. Secchi ünlü koyu lekeyi, o zamanlarki adıyla Syrtis Major veya "Kum denizi" diye not etti ve adını Atlantik oyuğu olarak değiştirdi. Vatikan iki yüzyıl boyunca yeni dünyaları inkâr ettikten sonra yeniden işe burnunu sokmaya başlıyordu...

Her yerde çok sayıda dünya, yaşam ve zekâ bulunduğu düşünceleri gündemdeydi. Charles Darwin 1859'da babalığını Alfred Wallace ile paylaştığı canlı türlerin gelişimlerinin kaynakları hakkındaki "bombasını" yayınlıyordu. Canlılar dünyasının yasaları ve düzeni geniş şekilde tartışıldı ve bunların, başka koşullar altında aynı yasalarca yönetildiği düşünülen diğer gezegenlere transferi hemen yapıldı. Başlangıçta yaşamın ortaya çıkışının aniden olduğu sanılıyordu. Buradan hareketle, bir gezegenin çevre koşulları ve iklimi onun gelişimini yönlendirmeliydi.



1.8 - Mars gezegeninin, 1877 yılı karşı-konumu sırasında, Camille Flammarion ve Giovanni Schiaparelli tarafından çizilen krokileri. (soldaki Flammarion'a, sağdaki Schiaparelli'ye ait). Kanal mitinin ortaya çıkmasına neden olan özelikle Schiaparelli'nin krokileridir. (C.Flammarion, *L'Astronomie populaire* "Güncel Gökbilim", Paris, 1880, s. 476)

Bu yenilikci düşencelerle coşan Fransız Camille Flammarion, Fortenelle'in kitabının ismini kullanarak, 1862'de, canlıların araştırılmasını ve gezegenlerin akılcı keşfini öğütleyen, *La Pluralite des mandes habités* (Yaşam Barındıran Dünyaların Çokluğu) adlı kitabı yayınladı (yalnızca 20 yaşındaydı). Kitap, iki yüz yıl önce Fontenelle'inki kadar güncel oldu. Kitap, bilgiler geliştikce daha da belirginleşen Flammarion düşüncesiyle birlikte, yirmi yılda otuz üç baskı yapacaktı. Keşifler gerçekten de çoğaldı. 1864'de Pastör ani kuşaklar mitini yerle bir

etti ve yaşamın ortaya çıkışı hakkındaki tartışmaları alevlendirdi. 1865'de Rio de Janeiro'daki Fransız gözlemevi müdürü, Gökbilimci Emmanuel Liais, mavi lekeleri bitki örtüsü alanları olarak yorumladığı Mars gezegeninin yeni gözlem sonuçlarını yayınladı.

Aylar ve kanallar

1877 karşı-konumu, kızıl gezegen için güzel bir parlaklık ve gözle görünür büyük bir çap müjdeliyordu: Bu, yeni ve büyük bir gözlem kampanyası fırsatıydı. Hatta, 1877 Ağıstosu'nda *New York Times*, "Mars'ta canlılar var mı?" başlıklı bir manşet atmıştı.

İşte bu tür bir bekleyiş ortamında 10 Ağustos'u 11 Ağustos'a bağlayan gece, Washington yüzer gözlemevinin büyük dürbününün başındaki gökbilimci Asaph Hall, Mars'ın iki ayını keşfetti. Olayın hikaye kısmına gelince, Potomac kıyılarında o hafta gözlem koşulları çok kötüydü ve Hall gözleme son vermeyi düşünürken, karısı Angelina onu bir gün daha çalışmaya ikna etti. 11 Ağustos sabahı saat 2:30'da, bulutların dağılmasından yararlanan Hall, kızıl gezegeni, kenar kısmında küçük bir ayı keşfedecek kadar yeterli bir süre gözleme fırsatı buldu. Hall, bir hafta sonra, daha küçük ikinci bir ay keşfetti. Onlara Ares ve Afrodit'in yaramaz çocuklarının adlarını, Phobos ve Deimos adlarını verdi. Yunan mitolojisinde babalarının arabasını çektiklerini biliyoruz. Bugünse, onları sürükleyen daha çok babaları, çünkü Phobos ve Deimos herhalde Mars'ın yerçekimi alanı içinde yakaladığı göktaşlarıdır.

Ancak Hall'in hoşuna gitmese de, 1877 gündemine damgasını vuran İtalyan Giovanni Schiaparelli oldu. Milano'da sadece 20 cm açılı bir dürbün sayesinde, Piemonteli'li gökbilimci, Mars'ın yüzeyinde bir sürü "küçük kanalın" varlığına dikkat çekti. Schiaparelli, Venüs gözlemleri ve güzel bir kuyruklu yıldızı keşfetmesiyle tanınıyordu, ancak

onu ünlü kılan 1877'de çizdiği Mars krokileri oldu. Küçük kanalllar diye adlandırdığı kalın çizgilerle birleştirilmiş birçok koyu lekeyi beyaz kâğıdın üstünde işaretlediği kırmızı diskin haritasını çıkarmak için elverişli atmosfer koşullarından yararlandı. Bu kalın çizgiler, sanki bir ağı ortaya çıkarıyordu. Schiaparelli, iki yıl sonra, 1879 karşı-konumunda, bu kez küçük kanallara paralel, iki misli küçük kanalın ortaya çıktığını bildirdi ve bu gizemli olaya ikizleşme adını verdi.

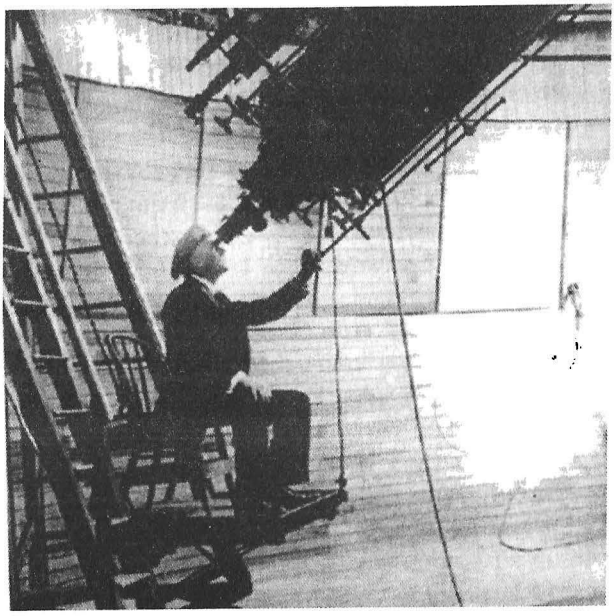
Zaten, düş gücü zincirlerinin kopması için daha fazlası gerekmiyordu. Sciaparelli'nin ilk krokilerindeki "canalo" kelimesinin Fransızca ve İngilizceye yanlışlıkla "kanal" olarak çevrilmesi, yalnızca sıvı suyu değil, ama aynı zamanda yapay bir üretimi çağrıştırıyordu. Gerçekten de Schiaperelli'nin gözlemleri Panama Kanalı'nın inşaatı ile aynı dönemde gerçekleşmişti. Bu bağlamda, Percival Lowell'in Birleşik Devletler'de inatla savunacağı, Mars kanallarını dünya dışı kaynaklı bir sanayiye mal etme gerçeğinde acele edildiğinden kimsenin kuşkusu yok.

Lowell ve Marslılar

Percival Lowell sıradışı bir kişiydi. Harvard'daki eğitimini başarılı bir şekilde tamamladıktan sonra, iyi bir aileden gelme bu Boston'lu, aile işlerini takip etmek için dünyayı dolaşmıştı. Akıcı bir şekilde Fransızca ve Japonca konuşuyordu ve doğu hakkında birçok kitap yazmıştı. O özellikle bir gökbilim tutkunuydu. Lowell, Schiaparelli'nin, Mars gezegenini son gözlemlemesi sırasında, 1882'de, kanal krokilerini yeniden geliştirdiğini biliyordu. Lowell, ayrıca iki Fransızın, Louis Thollon'un ve Henri Perroti'nin, 1886 yılında Nice'de, 36 cm açılı bir dürbünle Mars'ı gözlemlediklerini ve Schiaparelli'nin söylediklerini doğruladıklarını biliyordu. Onlar da ikiz kanalları ve renk değişmesini görmüşlerdi.

1892 büyük karşı-konumu, o zamanlar otuz beş yaşında olan Lowell'i özellikle etkiliyordu. O sıralar Japonya'daydı ve yanında iyi bir amatör dürbünü vardı. Harvard Üniversitesi'nden bir astronomun, William Pickering'in, güney yarımkürede çok elverişli yüksek bir dağa konumlanmış, Peru d'Arequipa Gözlemevi'nden Mars'ı gözlemlediğini öğrenmişti: Astronom yalnızca küçük kanallar değil, göller, hatta kırmızı diskin üstünde bulutlar bile görmüştü.

Lowell, Boston'a dönünce anlaşmazlık kopma noktasındaydı. Harvard Üniversitesi, düş gücünün aşırı çalışmasından kuşkulandığı astronom Pickering'i ülkeye geri çağırıyordu. Bu tartışmadan etkilenen Lowell, bütün zamanını Mars'ın keşfine ayırmaya karar verirken, kaybedilecek zamanı olmadığını biliyordu.



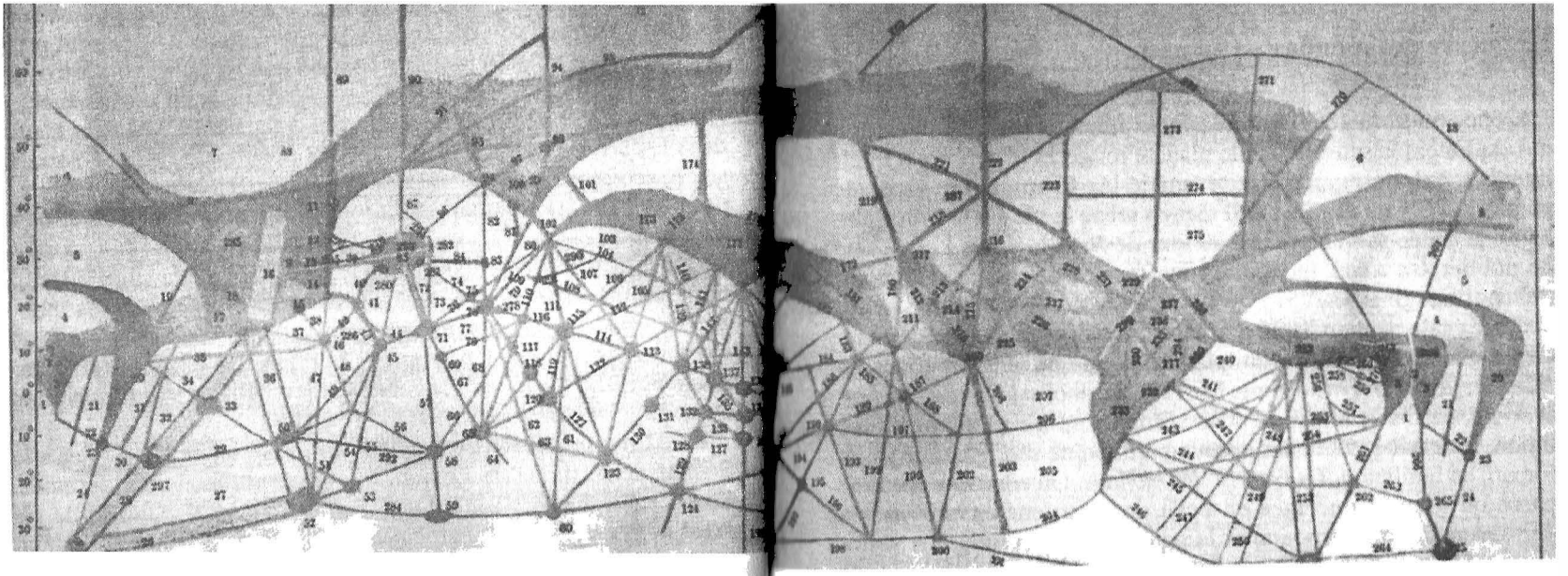
1.9.- Percival Lowell (1855-1916) Mars'ın yüzeyinin akıllı yaratıkların, topraklarını sulamak için inşa ettikleri sulama kanallarıyla dolu olduğuna inanmıştı. Bu fotoğrafta astronom, Mars Hill yakınlarındaki Arizona Flagstaff'da, 61 cm. açılımlı (ve 10 metrelik) dürbününün başında görülüyor. (Fotoğraf Lowell Gözlemevi.)

Bir sonraki 1894 karşı-konumu, kızıl gezegeni iyi koşullarda gözlemlemek için, on beş yıllık aradan önceki son fırsattı. Bu fırsatı kaçırmamak gerekiyordu. Lowell, ailesinin finans kaynaklarını ve Harvard'la olan iyi ilişkilerini (kardeşi orada başkandı) kullanarak, kendi yöneteceği büyük bir gözlem kampanyasına girişti. Lowell, Havard'dan para yardımı görmedi, yine de tartışmalı astronom Pickering'i ve onun asistanı Andrew Douglas'ı ücretlerini ödeyerek yanına aldı. Lowell uzay araştırmalarına uygun bir plan yaptı: Gökbilimsel yakınlaşma 1894 Haziranı'nda gerçekleşecekti ve buna hazırlanmak için önlerinde yalnızca altı ayları vardı.

Yüzyılın bu son büyük karşı-konumunda, Mars Kuzey yarımküre gökyüzünde yükselecekti, öyleyse Lowell gözlemevini ülkesine, Birleşik Devletlere kurabilirdi. Lowell Pickering'in Peru'da kanıtladığı gibi, yüksek ve nemsiz ortamların iyi gözlemler için en uygun yer olduğunu anlamıştı. Douglas'ı, karşı-konumdan altı ay önce, Mart ayında, en iyi yeri bulması için Arizona çölüne gönderdi. Douglas, Tucson yakınlarındaki dağları gezdikten sonra, Arizona yakınındaki Coconino yüksek platosuna büyülendi. Astronom çok temiz bir gökyüzüne sahip olan Flagstaff'ı önerir. Lowell ve Pickering onun seçimini 16 Nisan'da onaylarlar.

22 Mayıs'ta, enerji dolu Lowell projesini büyük bir tutkuyla Boston bilim topluluğuna sunar. Amacının, "diğer dünyaların yaşam koşullarını, özellikle insana benzeyen veya benzemeyen canlıların yaşam koşullarını araştırmak" olduğunu söyler. 28 Mayıs'ta Lowell ve Pickering, Harvard tarafından verilen 30 cm. açılı bir dürbünün ve 46 cm açılımlı çok değerli yeni bir dürbünün yerleştirildiği, Arizona'daki Flagstaff'a varırlar. İlk günler hava yağmurludur.

Sonra 31 Mayıs'ta hava açar ve ilk görüntüler dürbünün merceğinde titrer. İlk koyu lekeleri tanıyan Lowell "işte güney denizi!" diye bağırır, "ve kum denizi! Çöldeki bir nehir gibi uzayan sislerle kaplı çatal ağızlı bir koy var (....)." 7 Haziran'da Lowell, Schiaparelli haritaların-



1.10- 1894'de Lowell tarafından yayınlanan Mars kanalları haritası. Gökbilimci, kutup bölgelerinde ekvatora doğru su getiren yüzlerce su kanalı çizmiştir: bazı kanallar gerçek "vahalar" oluştururlar. Günümüzde bu düzenli çizgilerin, Mars'ın küçük diski üzerindeki ince ayrıntıları teleskopta görmekten kaynaklanan optik yanılsamalar olduğunu biliyoruz. "Mars" kitabından alıntı, Percival Lowell,1894).

dan tanıdığını ileri sürdüğü ilk kanalı tanımlar: Lethes Kanalı. Ağustos ayında Lowell, kutup takkesinden alçak seviyelere doğru uzanan koyu bir kuşak gözler. Bu bir nem dalgası ya da daha iyisi, nem dalgasının geçtiği yerde canlanan bitki örtüsü olamaz mı?

İş arkadaşı Pickering'e gelince, o Mars'ın ışığını incelemektedir. Koyu bölgelerden yansıyan ışık polarmamaktadır: öyleyse var olan, ışığı polarlama özelliğine (yani onu tek bir planda titretme) sahip sıvı su değildir. Lowel aşırı bir heyecan göstermez. Denizlerin veya göllerin yokluğunun, bu kurak toprakları sulamak için kanalların varlığını açıkladığını düşünür. Lowell, yıllar geçtikce, Mars'ın yüzeyini örümcek ağı gibi saran yüz seksen üçten daha fazla kanal saydı. Bu kanallar hayaletler gibiydi ve tuhaf şekilde geometrikti. Kesiştikleri yerlerdeki koyu noktalar çöldeki vahaları andırıyordu. "İşte kanalların var olma nedeni olan terminaller burada, diye açıklıyordu Lowell ve ayrıca çok normalmiş gibi, kanallar vahaları verimli kılmak için inşa edilmişlerdi." Lowell'e göre hiç kuşkusuz kanallar, kuraklık çeken, yok olmanın sınırında bulunan zeki bir ırk tarafından yapay olarak inşa edilmişlerdi. Marslılar, kurak topraklarını sulamak için kutup takkelerindeki sınırlı suyu toplamaya çalışıyorlardı. Mars, yok olan bir dünyaydı.

Lowell, sonbahardan itibaren bir basın kampanyası başlatır. 1895 yılında; o artık her yerdedir: Konferanslarına Boston'dan başlar, Avrupaya geçer, Paris'te Flammarion ile yemek yer. Flammarion tedbiri elden bırakmaz: o Mars'ın koyu lekelerinde, tutkulu misafirinin iddia ettiği gibi bitkileri değil, yalnızca denizleri ve bataklıkları görmektedir. Bu arada buldozer gibi ilerleyen Lowell'i durdurmak imkânsızlaşır: yıl sonunda ünlü kitabı "Mars" çıkar: Lowell kitabında bitkilerden, tarımdan ve dünya dışı zeki yaratıklardan söz etmektedir. Tartışma

uzun süre ortalığı kasıp kavurmaya adaydır, çünkü gözlem koşulları ancak on beş yıl sonra iyi duruma dönecektir. Bu arada, edebiyatçı ve romancılar sahnedeki yerlerini alırlar.

Dünyalar savaşı

1894 karşı-konumu, ses getiren kızıl gezegeni ve dünya dışı zekâlar konusunu işleyen ilk bilimkurgu yapıtlarının yeşermesine neden oldu. O yıl, Flammarion, diğer gezegenlerdeki yaşamı işlediği *Fin du monde* (Dünya'nın Sonu) adlı kitabını yayınlar. Bir sonraki yıl, dünya dışı yaratıkların düş gücüne meydan okuduğu *Un autre monde* (Başka bir Dünya) adlı kitabı yayınlamak sırası Joseph-Henri Rosny'nindir.

Yine 1895'de genç bir İngiliz romancısı, H.G.Wells, yirmi dokuz yaşında, yayınladığı *The Time Machine* (Zaman Makinası) ile kendiniden söz ettirir. 1896 'da aynı yazar, evrim konusundaki düşünceleri dehşet içinde ortaya serdiği *The Island of Dr. Moreau* (Doktor Moreau'nun Adası) adlı romanını yayınlar. 1897 yılının Nisan ayında yeni büyük romanı *The war of Worlds* (Dünyalar Savaşı) dizi şeklinde çıkmaya başlar. Hikâye bildiktir: Marslılar, yok olmak sürecinde bir ırk olduklarından, panik ve yıkıma yol açarak dünyamızı işgal ederler. Onları dünyada var olan her hangi bir silahla durdurmak olanaksızdır. Fakat birden yeryüzündeki basit bir bakterinin, nezle bakterisinin kurbanı olurlar...

Marslı, halk kültüründeki yerini alır. O kötüdür. Korkunçluğunu dehşet verici şekilde yakınımızda hissederiz, çünkü Mars bundan böyle füzeyle ulaşılabilecek bir uzaklıktadır. Aslında uzay biliminin büyük öncüsü Rus Costantin Tsiolkovski ilk uzay gemisi planlarını yapmaktadır. Öte yandan, Guglielmo Marconi telsiz telgrafı keşfetmiştir: Bundan böyle Marslılarla iletişim radyo ile yapılabilir. Mars'ın fethini bütün zamanlarda daha fazla müjdeleyen 20. yüzyıla, işte bu umut dolu beklentilerle girilecektir.

İKİNCİ BÖLÜM

Gizleri Açığa Çıkan Mars

20. yüzyılın şafağında bilim ve bilimkurgu, Mars'ın fethi için birleştiler. "Dünyalar savaşı"ndaki gibi zaman zaman tehditkâr, ya da Kurt Lasswitz'in romanındaki gibi iyiliksever olan bu küçük gezegen –çapı Dünya'nınkinin neredeyse yarısına eşittir– tuhaf şekilde bizlere tanıdık gelmeye başladı.

Kanallar yok oluyor

Romancılar dünya dışı yaşam konusunu işlerken Lowell, Mars kanallarının kabul edilmesi için açtığı haçlı seferlerini sürdürdü. Ünlü çizgisel şekiller çağın diğer gökbilimcileri tarafından ciddi şekilde tartışma konusu yapıldı. Artık 800 misli büyütmeye kavuşan kullanımdaki en büyük teleskop bile, ekvator bölgesindeki tanıdık birkaç koyu lekeyi ve kutuplarda parlak bir beyazlığı sergileyen küçücük titrek bir disk göstermektedir. Gökbilimciler geri kalanının spekülasyon olduğu düşüncesindedir.

Elverişli 1907 ve 1909 karşı-konumuna yaklaşıldığı sıralarda, sorunu kökünden çözmekte fotoğraf alanındaki gelişmelerden çok şey beklenir. (Pickering, 1892'de bu yöntemi kullanarak –çok da küçük olsa– Mars'ın bir görüntüsünü elde etmenin mümkün olduğunu göstermiştir). Lowell ve ekibi 1907 karşı-konumu için, fotoğraf kutularını itina ile hazırlarlar ve o yıl en iyi gözlem koşullarının oluşacağı Gü-

ney yarımküreye, Peru'ya hareket eder. Dönüşlerinde, Lowell büyük bir şamatayla, kanalların fotoğraf plakasının üstünde belirdiğini açıklar. Bu arada, Mars'ın teleskopik fotağrafı, baskı sırasında iki kere büyültüldüğü halde, kâğıt üzerinde ancak 5mm –kibrit çöpü başı– büyüklüğündedir. Bundan sonraki ek büyültmeler emülsiyon grenlerini ortaya çıkarır. Sonuçta, bu kadar küçük bir resim, gözlemlerin yol açtığı spekülasyonlara eş bir tartışmaya yol açar.

Bazı gazeteler bu tartışmadan uzak kalmazlar: Fotoğraflarda kanalların görüldüğünü kabul ederler ve bu keşfin yani Mars'ta zeki canlıların bulunmasının, 1907 yılının en önemli olayı olduğunu ilan ederler. *New York Times* daha da ileri gider ve iki yıl arayla alınan fotoğrafları kıyaslayarak, "İki yıl içinde Marslılar yeni kanallar inşa ettiler," diye başlık atar. Gökbilimcilerin çoğuna göreyse, fortoğrafların inandırıcı hiçbir yanı yoktur. 1909'da yeni bir gözlem kampanyasına giriştiklerinde de sonuç yine olumsuzdur. Fransa'da, Meudon Gözlemevi'nin 85 cm. açılımlı büyük dürbününün başına geçen Eugene Antoniadi hiç ödün vermez: "Bunlar, kesin olarak kanal değil, karmaşık renklerdir. Elimizdeki araçlarla ulaşamayacağımız derecede küçük ve düzensiz ayrıntılardır," diye yazar.

Kanalların gerçekten var olmadığı anlaşılır. Uzun zamandan beri gökbilimcilerin ve optisyenlerin savunduğu gibi, bu çizgilerin, sonuçta, görmenin sınırındaki aykırıklar ve dizilmeler, heyecanla gerçek sanılan yanılsamalar olduğu anlaşılır. Yine de, kanalların kesin olarak unutulması için daha birçok yıl beklemek gerekecektir. Birinci uzay çağına kadar, kanalların hayaletleri harita çıkaranların ve Mars krokilerini çizenleri etkilemeye devam eder.

Mars'ın tayfı

Mars'ın, bir sonraki elverişli karşı-konum tarihi 1924'dür. Yapay kanalların eksikliğine rağmen kızıl gezegen her zamanki gibi büyüle-

yicidir. Sayısız araştırmacı bundan böyle yüzeydeki bitkisel yaşamla ilgilenir. Kanallar yok olmuş olsa da, ilginç mevsimlik renk değişmeleri, özellikle ilkbaharda Mars kutuplarında ortaya çıkan ve birkaç haftada ekvatora inen koyu gölge orada durmaktadır. Bu, acaba Lowell'in sürekli belirttiği gibi, geçişinde bitkileri canlandıran nem dalgası mıdır?

Bu spekülasyonlar, 20. yüzyılın başındaki yaşamın kökeni hakkındaki tartışmaların yeni bir görünüm almasına kadar iyi karşılandı. Küflenmeyle, bakterilerle, virus ve proteinlerle ilgileniliyordu. Pastör ani üreme mitini yıktığından beri, bilim adamları yaşamın nasıl ve ne zaman başladığını araştırmalıydılar.



2.1- 1995 Şubatı'nda, Hubble uzay teleskobu tarafından çekilen Mars görüntüsü. Koyu Acidalia'nın koyu lekesi tarafından çevrilmiş kuzey kutup takkesi parlak bir beyazlık içinde. Güneyden Margaritifer Sinus'un koyu parmaklarıyla çevrili Chryse, "Altın Ova" bölgesi –Viking'in ve Pathfinder'in indiği yer– resmin ortasında yer alıyor. En aşağıda beyaz bir nokta güney takkesinin dağ kolunu gösteriyor. Aynı şekilde buz kristalleri, diskin solunda Tharsis platosunu ve sağ taraftaki Syrtis Major platosunu gösteriyor. (Fotoğrafı çekenler: Philip James ve Steven Lee, Hubble Uzay Teleskobu, NASA/ESA. LPI tarafından çoğaltılmıştır.)

1908 yılında İsveçli araştırmacı Svante Arrhenius tarafından özgün bir senaryo ortaya atıldı. Bu Nobel ödüllü kimyacı, eğer kendiliğinden yaratılmayı Dünya'da bulamıyorsak, bunun nedeni yaşamın uzaydan gelmiş olmasındandır, diyordu. Yaşam, kozmosdan gelen göktaşları tarafından Dünya'ya saçılmıştı. Panspermi adı verilen bu teorinin günümüzde de sayısız yandaşı bulunmaktadır. (Kitabın sonunda bu konudan söz edeceğiz.)

Bir dünyadan başka bir dünya düşüncesinin daha da ötesi, 1924'de, Rus Alexandre Oparine tarafından önerilen tezdir. Alexandre Oparine, canlı olgusunun, temelde kimyasal nitelik taşıdığına inanıyordu: Atmosfer gazından hareket ederek, karbon kökenli kompleks moleküller, iyi koşullar altında kendiliklerinden ortaya çıkmalıydılar. Bu aynı zamanda, karbon içeren bir atmosferin –güneş enerjisi ve biraz sıvı su ile birlikte– basit kimyasal reaksiyonlarla organik maddelerin oluşumuna yol açması gerektiğini söyleyen, Cambridge Üniversitesi'ndeki çağdaşı J.B.S. Haldane'ın da görüşüydü. Öyleyse, yaşamın kökeni sorunu bir atmosfer olayına dayanıyordu.

1924'ten 1956'ya kadar Mars incelemeleri gerçekten de atmosferi üstüne odaklandı. Her ne kadar yüzey fotoğraflarıyla çok az yeni bulgu elde edildiyse de –toz fırtınaları ayrıntı bakımından zaten cimri olan diski karartıyordu– aynı durum, atmosfer gazlarının yoğunluğunu ve niteliklerini ortaya çıkarmaya yönelik Mars ışığının tayf analizi için geçerli değildi. Tayf analizi ilkesi iyi bilinmektedir: Her ışık geçtiği ortam içinde filtre edilir ve bu ortam özellikli dalga boylarına göre emilir. Örneğin oksijen, ışığı 0,76 mikrometre, su buharı 0,82 mikrometre ve karbon gazı 1,6 ve 2 micrometre dalga boyunda emer. Sonuçta, bir gezegenin atmosferinden geçen güneş ışığı, atmosferi oluşturan gazları belirten, koyu çizgilerle (aralıklarla) kesilir.

Değerli Mars ışığını, bu amaçla analiz etmek için teleskopların odağına prizmalar yerleştirilir. Yine de önemli bir sorunu çözmek gereklidir: Mars'tan gelen ışık ölçme aletine erişmeden önce yalnızca

Mars atmosferi tarafından değil, Dünya atmosferi tarafından da filtre edilmektedir. İşte bu yüzden Mars atmosferinin verilerini elde etmek için bu iç içe girmişliği ayıklamak zorunludur. Uygulanan bir teknik, Dünya atmosferinin "bozucu" etkisini aradan çıkarmak ve onun filtre etkisinden kurtulmak için gözlemleri yükseklerde, bir dağın ya da volkanın tepesinde yapmaktır. Fransız gökbilimci Jules Jansen 1867 yılında, Mars'ın ışığını analiz etmek için Etna'nın zirvesine tırmanarak bu işlemi denemiştir. Elde ettiği sonuçlar yine de tartışmalıdır.

20. yüzyılın başında yeni bir çözüm bulundu. İlk iyileştirme Mars'ı ve Ay'ı sırayla gözlemlemeye dayanır. Gerçekte ikisi de aynı kaynağın, Güneş'in ışığını yansıtmaktadır. Mars'ın yansıttığı ışık kendi atmosferi tarafından –çözmeye çalıştığımız atmosfer– ve Dünya atmosferi tarafından filtre edilmektedir. Buna karşın, atmosferi olmayan Ay'ın yansıttığı ışık yalnızca Dünya atmosferi tarafından filtre edilir. Demek ki Dünya atmosferinin etkisini ortadan kaldırmak için Mars tayfından, Ay tayfını çıkarmak ve yalnızca Mars atmosferinin verilerini incelemek yeterlidir.

Fizikciler daha ince bir teknik önerdiler. Hareket halindeki her cismin dalga boyları, hareketsiz bir cismin dalga boylarına oranla uzar. (Bu, ünlü Doppler etkisidir.) Mars Dünya'ya oranla, saniyede bir kilometre daha fazla hızla hareket ettiğinden, atmosfer gazlarının dalga boyları, Dünya atmosferinkilere oranla uzar. Bu Doppler uzaması Mars'ın tayf çizgilerini, Dünya'nın tayf çizgilerinden ayırt etmeye olanak tanımalıdır.

Bu gelişmelere karşın, Mars gezegeni kadar zayıf bir ışık noktasına tayf analizini yöneltmek her zaman zordur. 1908 ve 1909'da gökbilimci V.M Slipher ve Frank Very Mars atmosferinde su buharı bulduklarını sandılar, ancak bu açıklamalara gökbilimci W.W. Campbell karşı çıktı. W.W. Campbell yine de, kesin bir sonuç elde edememesine karşın ölçümlerini 4000 metreden yükseklikte yapabilmek için California'daki, Whitney dağına tırmanmakta tereddüt göstermedi.

1925'te Wilson dağındaki büyük teleskobu kullanan Walter S. Adams ve Charles Saint John da, Mars ışığının tayf çizgilerini belirleyemediler. Tafy çizgilerinin algılanamaz olması, kızıl gezegenin atmosferinin aşırı derecede ince olduğu anlamına geliyordu. Oldukça mükemmel olan Adams'ın hesaplarına göre, Mars'ın atmosferi, Dünya atmosferine oranla yirmi kez daha az su buharı ve yedi kez daha az oksijen içeriyor olmalıydı. 1933'te daha güçlü bir teleskop kullanan Adams, düşüşdeki rakamları yeniden gözden geçirdi: Mars'ta oksijen Dünya atmosferinkinden bin kez daha az olmalıydı ve yine algılanamaz düzeydeydi.

Mars'ta hayat olduğunu savunanların suratları asılmıştı. Kızıl gezegenin atmosferinde oksijen yoksa, bu orada hayvanlar bulunmuyor demekti, çünkü bu gaz onların nefes alabilmesi için şarttı. Geriye bitkiler kalıyordu. Fotosentezle yaşamak için klorofilin oksijene ihtiyacı yoktu. Ancak bu açıdan da şans yüzlerine gülmüyordu. Klorofil gibi bir madde topraktan yansıyan ışıkta iz bırakmalıydı. Oysa, gökbilimci V.M. Slipher, daha 1924 yılında, Mars ışığında klorofilin emilme bantlarına rastlanmadığını belirtmişti.

Öyleyse Mars, 1900 yılından 1935 yılına doğru hızla, zeki yaratıkların yaşadığı bir Dünya'dan, oksijeni bulunmayan, hayvansız, klorofilsiz ve yeşil bitkisiz bir dünya durumuna geriler. En inatçı gökbilimciler hâlâ bazı yosun türlerinin varlığına inansalar bile, artık bu bir zorlamadır! Halksa güncel bilimden habersizdir. 1938 yılında genç oyuncu Orson Wells *Dünyalar Savaşı*'nı radyoya uygulayınca, Birleşik Devletler'in doğu kıyısında paniğin çıkmasına yol açar. Radyo piyesi o kadar inandırıcıdır ki, radyolarının başından ayrılamayan altı milyon kişiden bir milyonu, bu bilimkurguyu, canlı bir röportaj sanır ve Marslıların Dünya'yı işgal ettiğine gözü kapalı inanır. Gerçekten de sinirler gerilmiştir. İkinci Dünya Savaşı patlamak üzeredir.

Savaşın mirası

Tuhaf olan, Dünyalılar arasındaki bu çatışmanın Mars'ın fethini hızlandırmasıdır. Gerçekten de Nazi savaş gücü, Wernher Von Braun'un yönetiminde etkileyici kozmik füzelerin doğmasına yol açar. Orson Wells'in Mars silahlarıyla halkı korkuttuğu yıl, genç von Braun geleceğin V2'leri (Avrupa'da terör saçmayı amaçlayan 13 tonluk, 15 metrelik füzeler.) üstünde çalışmaya başlar. Daha küçük modelleri 1938-1939'da fırlatılır ve normal boydaki bir prototipi 1942'de uçurulur. İki yıl sonra, 1944 Eylülü'nden itibaren bin taneden fazlası, altı ay içinde Anvers, Londra ve İngiltere'ye atılır. V2'ler, taşıdıkları patlayıcı maddelerinin azlığı ve hassasiyetlerinin iyi olmamasından dolayı savaşın bitiminde hiç bir rol oynamazlar.

Buna rağmen korkunç füze potansiyeli müttefiklerin gözünden kaçmaz. Savaş kazanıldıktan sonra Amerikalılar, Sovyetlerle Dünya egemenliği çekişmesine düştüler ve bu egemenliğin atom bombasına kıtalararası füzelere bağlı olduğu açıktı. Eski Sovyeyler Birliği'nde, Sergei Korolev ve Valentin Glouchko, füze motorları prototipleri üstünde çalışmaya başladılar. Birleşik Devletler'de Von Braun ve ekibi –savaş bitiminde Amerikalılar tarafına geçmişlerdi– V2'lerin iyileştirilmiş modelleri için mühendislerini yetiştirmeye koyuldular. Von Braun bu profösörlük rolüne istemeyerek katlandı: Dosyalarının arasında daha tutku dolu, özellikle yaşamın düşünü oluşturan, "Mars Projesi" projesi bulunuyordu. 1953'te yayınlayacağı bu ayrıntılı senaryoda von Braun, kızıl gezegeni fethe gidecek insanlı bir uçuş tasarlamıştı. Çünkü bu proje, Ay projesinden daha fazla uzay tutkunlarının bir numaralı amacıdır.

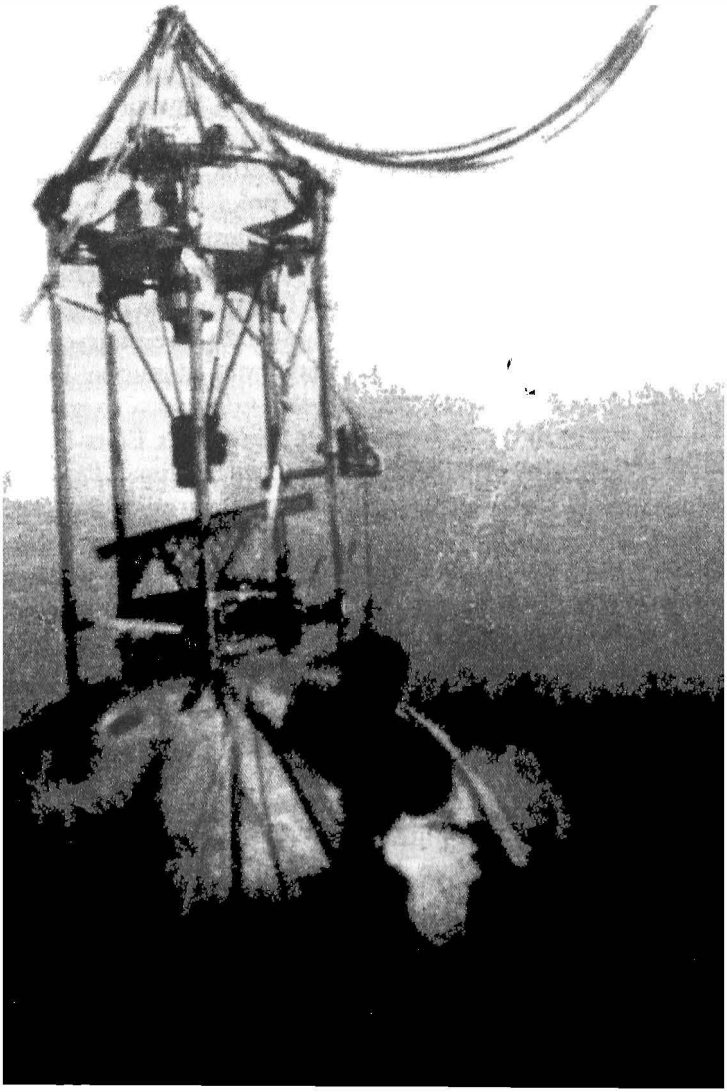
Gökbilimciler de, özellikle elektronik ve optik konularında savaş gücünden yararlandılar. Yüksek hassasiyetli kızılötesi arayıcılar, gece görüşünü iyileştirmek ve gece karanlığında sıcak bedenlerin yerini belirlemek amacıyla, ordu tarafından geliştirildi. İşte, gökbilimci Ge-

rard Kuiper, 1947'de, kurşun sülfürü içeren bu tür hücreler yardımıyla Mars'ın ışığında karbondioksit aralıklarını ilk kez kesinlikle belirlemiş oldu. Mars atmosferinde ilk kez bir gaz kesin olarak belirlenmişti. Kuiper'e göre, bu karbon gazı izleri Mars'taki bitkisel yaşam umutlarını yeniden canlandırıyordu, çünkü bu gaz, ortada daha şimdilik su bulunmasa da, fotosentezin başlıca hammaddesiydi. Gökbilimci, Mars ışığının klorofil varlığına bağlanabilecek hiç bir aralık sergilemediğini, ancak bazı ilkel bitkilerin –likenler gibi– bir biçimde varolabileceğini kabul ediyordu. Zaten Kuiper, Mars'ın koyu gölgeli kumlarından yansıyan ışığın tayf kimliğinin, Dünya'daki yosun ve likenlerinkinden pek farklı olmadığını belirtiyordu.

Mars konusunda uzman olan Sovyet Gavriil Tikhov da aynı kanıdaydı. Kazakistan'da, Pulkova Gözlemevi'ndeki uzun meslek süresi boyunca, kızıl gezegenin binlerce fotoğrafını çekti ve o da, sonuç alamadan klorofil tayfını bulmaya çalıştı. Tikhov da yosun ve liken olasılığını yok saymaz. 1947'de, Dünya üstündeki tundraların ve en uç diğer bitkilerin tayf özelliklerini incelemek için, bilim dünyasında ilk kez uzay botaniği bölümünü kurdu. Böylece, Mars ışığını, bitki izlerini araştırmada daha iyi yorumlamak için bir veri tabanı oluşturmaya çalıştı.

Balonla yükselme

1956'da Mars ve Dünya'nın, yüzyılın en elverişli karşı konumu için yeniden buluşması gerçekleşecekti. Teksas'taki Kuiper, Haward'daki Sinton gibi Amerikalı gökbilimciler ve özellikle yeni bir kızılötesi arayıcı kullanan Sinton, Mars'ta bitki izi bulma umudu içindeydiler. Gerçekten de gökbilimci bu karşı-konum sırasında Mars ışığında, 3 ile 4 mikrometre emilme gözlemledi ve bunun kesin bir kanıt olduğuna inandı. 1958'de Sinton, 5 metre yarı çapında dev bir aynayla donatıl-

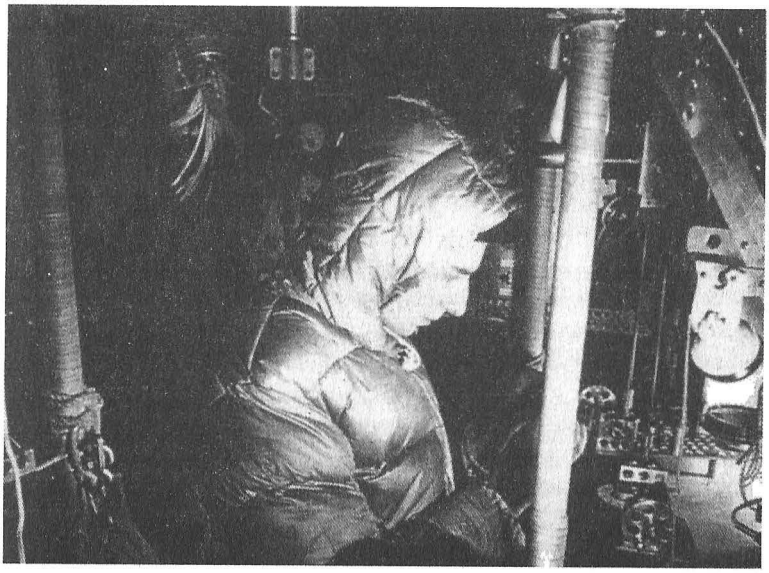


2.2-. 22 Nisan 1959, Vilacoublay Havaalanı. Zamanından önce uzay adamı olan gökbilimci Audouin Dollfus,14 000 metre yükseğe çıkmak ve Dünya atmosferinin yoğun katmanlarının dışından gezegenleri gözlemlemek için bir stratosfer balonunun sepetine giriyor. (Audouin Dolfus'un, *50 ans d'astronomie: Comprendre l'Univers* (Gökbilimde 50 Yıl: Evreni Anlamak) adlı kitabından alıntı. Büyük incelik göstererek bize fotoğrafı ileten Audouin Dollfus'a teşekkür ederiz.)

mış Palomar dağındaki yeni teleskobun başında, daha da ileri gitti: Mars ışığının Dünya'daki bazı bitkilerle benzer kızılötesi tayfa sahip olduğunu sadece onaylamakla kalmadı, aynı zamanda organik maddenin (karbon zincirleri) varlığını boşa çıkarabilecek olan, 3,67 mikrometre dalga boyunda bir tayf aralığı ölçtüğünü açıkladı. Bu açıklama, bilimadamları için olduğu kadar, bunu basın yoluyla öğrenen halk için de gerçek bir bombaydı. Biraz erken yapılmış olan bu yorum ancak yedi yıl sonra yalanlanacaktı: Bu tayf aralığı, Dünya atmosferinde bulunan bir hidrojen çeşidine, ağır hidrojene (deuteryum'a) aitti.

Fransa'da da 1950'li yılların büyük karşı-konumu fırsatı değerlendirildi. Elverişli atmosfer koşullarından yararlanan Pirenelerin ortasındaki Midi Gözlemevi, özellikle 60 santimetre açılımlı dürbünle donatıldığından beri gezegen gözleminin en üst merkezlerinden biri durumuna gelmişti. Ekibin başındaki Bernard Lyot, Henri Camichel ve Audoin Dollfus ve diğerleri, bir sürü kesintisiz, dikkat çekici veriyle öne çıktılar. 2 800 metrelik bir yükseklikte bile gökbilimciler, Mars gazlarını ve Mars'ı oluşturan diğer bileşiklerin tanımını oldukça güçleştiren, üstlerindeki atmosfer örtüsü tarafından engellendiler.

Başarılı bir gökbilimci kadar başarılı bir balon pilotu olan Audouin Dollfus, balonla gözlem yapmaya karar verdi. Balon sepetine sabitleştirdiği teleskop, su buharı dalga boyuna göre ayarlanmış bir filtre, tasarımı Bernard Lyot'a ait olan "monukromatör" ile donatılmıştı. Çok hassas bir ölçme sistemi, gökbilimciye balonun salınımını engelleme ve Mars'ı vizörün ortasında tutma olanağı sağlıyordu. 29 Nisan 1954'te, Dollfus, pilot olan babası, balon uçuşlarının öncüsü Charles Dollfus ile birlikte havalandılar. Oksijen maskeleriyle, 7 000 metreye yükseldiler. Audouin Dollfus yön ayarından Mars'ı görürken fotoelektrik hücrenin verdiği sonuçları yüksek sesle okuyor, babası da kaydediyordu. Yedi saat süren bu tarihsel uçuşta küçük bir olay da yaşandı: Baba Dollfus oksijen maskesiyle ilgili bir sorun yaşayınca kısa bir baygınlık geçirdi, ancak sabahın ilk saatlerinde ormana iniş tamamıyla başarılıydı.



2.3.- Audouin Dollfus stratosfer sepetinin içinde, sepet dışına monte edilmiş teleskobunun ayarlarını yapıyor. Teleskop, Mars ve Venüs atmosferlerindeki su buharını belirlemek amacıyla bir spektometre ile donatıldı. (Audouin Dolfus'un, "Gökbilimde 50 Yıl: Evreni Anlamak" adlı kitabından alıntı. Büyük incelik göstererek bize fotoğrafı ileten Audouin Dollfus'a teşekkür ederiz.)

Bu heyecanlı görevden çıkan sonuç, ölçümlerin bu kadar yüksekte ve bu kadar hassas aletlerle yapılmasına karşın kızıl gezegenin atmosferinde hiç su buharı izine rastlanmamış olmasıydı. Bu sonucun anlamı, Mars'taki su buharının, Dünya atmosferinkinden en az yüz kez daha az yoğun olmasıydı. Yine bu sonuç Mars'ta yaşamı savunanlar açısından oldukça cesaret kırıcıydı.

Audouin Dollfuss ölçümlerine devam etmek için daha da gelişmiş aletlerle, daha yükseklere çıkması gerektiğini biliyordu. Audouin Dollfus, 50 santimetre çaplı teleskobu, kükürt kurşunlu kızılötesi bir pille donattı ve hepsini, stratosfer uçuşları için tasarlanan sıkıştırılmış alüminyumdan yapılmış kabinin dışına monte etti. Her şey, 400 metre uzunluğundaki saç örgüsü kenevir halatla yüz hidrojen balonuna

tutturuldu. 22 Nisan 1959 saat 20.10'da, Audouin Dollfus, Villacoublay havaalanı pistinde toplanmış kalabalık basın önünde tuhaf kapsülüne binerek, gezegenlerin keşfine doğru havalandı! Kullandığı "uzay" aracının, iki yıl sonra uzaya çıkan ilk insan unvanını kazanacak olan kozmonot Youri Gagarin'in kapsülüyle olağanüstü benzerlikler taşıdığını belirtmek yerinde olur.

Audouin Dollfus zamanından önce gelmiş bir uzay adamıdır. Fransız iki saatlik yükseliş sonunda troposferin sınırlarına ulaştı, balon jet-stream hava akıntılarıyla savruldu. Saat 22.10'da daha sakin olan stratosfere girer ve 14 000 metre yükseklikte sabitleştirir. Gökbilimci yeni kızılötesi teleskobunu önce Ay'a sonra Venüs'e yöneltir. Bunları yaparken Dünya stratosferinin üst kısımlarındaki su buharının, şimdiye kadar düşünülenden daha bol olduğunu keşfeder. Bütün bu veriler, 1960'da yapılacak olan bir dahaki uçuşta öngörülen Mars gezegeni gözlemi için çok önemlidir. Ancak balonla yeni uçuş, kötü atmosfer koşulları nedeniyle iki kez iptal edilecektir.

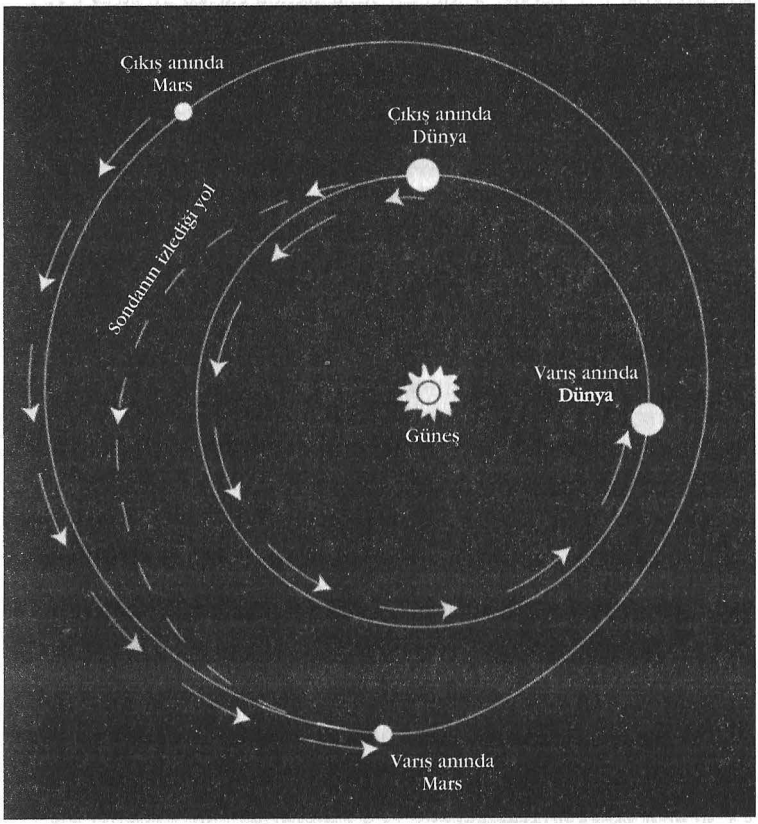
Sonuçta, Audouin Dollfus, Mars atmosferinde su buharının ilk izini, 1965'te, statosfer balonuna gerek kalmadan, yeryüzünden belirledi. Teleskobunu balonun sepetinden ayırarak onu Alplere götüren Fransız gökbilimci, olağanüstü gözlem koşullarının yardımıyla, 3600 metre yükseklikte, Jungfrau kolu geçitinde gözlemini gerçekleştirdi. Yaptığı hesaplara göre, eğer Mars suyunun pek küçük bir izi yeryüzünü kaplasaydı, milimetrenin onda biri kalınlığında olurdu.*

Mars'a ilk uçuş

Audouin Dollfus'un gezegenleri keşfetme yolunda gerçekleştirdiği balonlu uçuşlar belleklere kazındı. Bu uçuşlar uzayın fethinin baş-

(*) Audouin Dolfus astronomi gözlemlerini ve balon deneyimlerini "Astronominin 50 Yılı: Evreni Anlamak" adlı kitabında anlatıyor. EDP Sciences, 7, avenue du Hoggar, 91944 Les Ulis, 1998.

langıcı ile aynı döneme rastlar ve vaat ettiği bilimsel uygulama zenginliğini kanıtlar. Birleşik Devletler'de yeni kurulan NASA bu konuda yanılmaz ve Fransız gökbilimciyi kendi uzay merkezlerinde konferanslar vermesi için davet eder. Yine Fransız gökbilimci, ilk kez bir Amerikalının uzaya çıkması için üretilen Mercury kapsülünü denemeye çağrılır.



2.4 - Mars'a doğru yol alan bir sondanın izlediği yol, çıkış noktasında Dünya'nın yörüngesine, varış noktasında Mars'ın yörüngesine teğet olan bir elipstir. Fırlatmalar, Dünya 45 derece Mars'ın arkasında olduğunda yapılmalıdır. Sondanın uçuşu sırasında (ortalama dokuz ay) Dünya Mars'ı "içten dönerek" geçer ve sonda varış noktasına geldiğinde, Mars'ın 90 derece önünde bulunur.

Uzay yarışı Birleşik Devletler ve Sovyetler Birliği arasında gerçekten doruk noktasına ulaşır. 4 Ekim 1957 günü, Ruslar, geliştirilmiş kıtalararası bir füzeyle, ilk kez bir cismi, Spoutnik-1'i, Dünya yörüngesine yerleştirdiler. Sonra daha iyisini de başardılar, füzelerine tuhaf bir ekleme yaparak, 12 Eylül 1959'da Ay'a bir sonda gönderdiler. Küçük çember, iki gün sonra başka bir gök cismine ulaşan ilk cisim olma şerefini kazanarak Yağmurlar denizinin kıyılarına çarpıp parçalandı.

Sovyetler Birliği, 1960 yılından itibaren, Mars'a gidecek, otomatik sonda fırlatma girişimlerini ilk kez başlatarak çıtayı yükseltir.

Mars'a ulaşmak kolay bir iş değildir. Kırmızı gezegen Ay'dan iki yüz kez daha uzaktadır ve yolculuk için Dünya yörüngesine yerleşmede veya Ay'a ulaşmada kullanılan hızdan daha fazlasına ihtiyaç vardır. Aslında, sondayı Dünya çekiminden kurtarmak ve onu güneş sisteminin dışına yönlendirmek gerekir: Dünya yörüngesine yerleştirme için gerekli olan 8 kilometre/saniyelik bir hız yerine, sonuçta 15 kilometre/saniye'lik bir hıza ulaşmak şarttır. Öte yandan, Mars'ın ve Dünya'nın Güneş etrafındaki dönüşlerindeki değişken konumlarından ötürü, sadece bazı dönemler fırlatma için elverişlidir. Bu dönemlere fırlatma penceresi denir.

Olay, bir çember pist üstünde yarışan iki bisiklet takımının durumuna benzetilebilir. Biri hızlıdır ve içten dönmektedir (Dünya), öbürü daha yavaştır ve pistin dışından dönmektedir (Mars). Eğer Dünya takımı, bir bisikletçisini –siz onu bir sonda olarak kabul edin– Mars'a, en az enerjiyi kullanarak göndermek isterse, atağını hazırlaması gerekir. Dünya takımı bisikletçisini, Mars'ı yakalamaya turun sekizde biri kadar bir aralık kaldığında, çemberden uzaklaşan yönde dışa doğru, Mars tam bu noktadan geçerken, çemberin üst tarafına ulaşacak şekilde salmalıdır. Gökyüzüne ilişkin mekanik yasaları bu tür bir uygunluğun, her yirmi altı ayda bir –yaklaşık her iki yılda bir– Dünya Mars'ı "içten" geçtiğinde oluştuğunu söylemektedir. (Şekil 2.4'de bakınız.) Bu devir zaten gökbilimsel karşı-konum devriyle aynıdır.

Mars'a uçuş süresi, eğer manevra sırasında minimum propergol tüketmek isteniyorsa, (eğer bisiklet yarışcımız dışa yönelmek için az pedal çevirmek istiyorsa) yaklaşık on ay veya eğer daha zor bir yol seçilirse, yalnızca altı aydır. Ancak bu durum daha fazla propergol gerektirir. (Çemberden daha geç ayrılan bisiklet yarışcımız, buluşmayı kaçırmamak için dışa doğru daha hızlı pedal çevirmek zorundadır.) Her ne olursa olsun Amerikalıların ve Sovyetlerin önündeki takvim işaretlenmişti: Fırlatış pencereleri, karşı-konumdan birkaç ay önce olmak üzere, iki yılda bir gerçekleşiyordu.

Ruslar 1960 Ekimi'nde oluşacak fırsatı kullanma kararı aldı. İstenilen hıza erişecek bir füzeleri vardı ve hemen aceleyle sadece teleobjektifli bir kamera değil, ayrıca Mars'ın yüzeyindeki organik maddeleri ve bitkileri belirleyecek bir spektometre taşıyan 500 kilogramlık, birbirinin aynı iki adet sonda imal ettiler. Fırlatış yaklaştığında, sondanın çok ağır olduğu anlaşıldı ve yeni bir deneye karar verildi. Mühendisler kızılötesi spektometreyi, verimini ölçmek için Kazakistan steplerinde test ettiler. Oysa spektometre yeryüzündeki bitkileri belirleyemedi! Hiç üzüntü çekilmeden aletler iki sondadan söküldü. Oysa bütün bu titiz hazırlıklar boşa gidecekti. 10 Ekim'de, daha sonra da 14 Ekim'de, iki ikiz sondanın fılatılışı, taşıyıcı füzenin üçüncü katındaki bir arızadan dolayı gerçekleşemedi... Mars'a ilk uçuş o yıl yapılamadı.

İki yıl sonra, 1962 penceresi için Sovyetler çok daha iyi hazırlandılar. Bu kez başarı şanslarını sağlama almak için üç sonda imal ettiler, renkli görüntüleyen kameraları ve geliştirilmiş bir spektometreleri vardı. Üç sondadan ikisi fırlatış sırasında kaybedildi –sonuçta uzay gemiciliğinin kahramanlık dönemindeydik– ancak üçüncüsü, 1 Kasım 1962'de başarıyla Dünya'yı terk etti. Ona Mars-1 adı verildi. Dört aylık gezegenler arası bir uçuştan sonra radyo bağlantısı kesildi: Artık o, 19 Haziran 1963'te, bize fotoğraflar ulaştıramadan kızıl gezegenin 200.000 km yakınından geçen, canlandırılamayan bir cisimdi. Yine de tarihte ilk kez, insan elinden çıkan bir alet Mars'ın yolunu kesmişti.

Mariner yelken açıyor

Bu arada, Amerikalılar da Mars gezegeninin incelenmesi ile ilgili iki proje geliştirdiler, ancak yeterli derece güçlü füzeleri yoktu. Bu engel, pilotlu uçuşları da etkiliyordu ve 12 Nisan 1962'de, uzay pilotu Gagarin'i –ilk uzay adamı– yörüngeye yerleştiren Sovyet başarısı karşısında aciz kaldılar. 1962 başında, Amerikalıların Atlas füzesi John Gleen'in Mercury kapsülü ile uçması için hazırdı: Bu arada gezegenler arası sonda fırlatılması için hâlâ ek bir itici yakıt katının eksikliği çekiliyordu. Ağustos ayında son çare olarak Agena küçük itici yakıt katını devreye sokarak, Venüs varış merkezli ilk sondalarını, Mariner-2'yi fırlattılar. Operasyon başarılı oldu. Kamerası bulunmayan, ancak atmosferi inceleme amaçlı kızılötesi radyometreli Mariner-2, gezegenin 34 000 kilometre kadar yakınından geçti.

Venüs, konu dışı kısa bir gevezeliği hak eder. Mars'ın aksine,Güneş'e Dünya'dan daha yakın olan komşumuz, uzun bir süre sıcak ve nemli bir dünya olarak görüldü. Hatta en iyimserlerimiz, orada denizler ve gür ormanlarla karşılaşacağımızı bekliyordu. Ancak yeni bulgular elde edildikce, bu manzara silindi: 1930'da, streskopi Venüs atmosferinin başlıca ögesi olarak karbondioksiti tanımlamıştı ve 1940'ta gökbilimciler önemli boyutlardaki sera etkisinden dolayı, yüzeydeki sıcaklığın 100 °C'nin üstünde olmasından kuşkulandılar. Gerçekten, 1958'deki radar ölçümleri, bütün yaşam ümitlerin sönmesine neden olan, minimum 300 C derece sıcaklık bildirdi. İşte bu yüzden 1962'deki uçuşunda, Mariner-2 sondasının, Venüs'ün gerçek bir cehennem olduğunu onaylayan, 500 °C derece atmosfer sıcaklığı ölçmesi sürpiz olmadı.

Birleşik Devletler'in ilk gezegenler arası sondası Mariner-2 ancak 200 kilogram geliyordu ve mütevazı boyuna rağmen izlediği yolun hassaslığı ve üstündeki elektronik aletlerinin verimliliği Amerikan mühendislerini rahatlatmıştı. Mars'a gidecek olan daha sonraki iki

sonda, Mariner-3 ve Mariner-4, büyük ümitlerle hazırlandı.

Kasım 1964 fırlatma penceresine ayrılan yeni sondalar artık 260 kilogram geliyordu, ancak gökbilimciler yalnızca tek bir alet ekleyebilmişlerdi: Siyah beyaz bir kamera. Ne yazık ki, 5 Kasım 1964'de Mariner-3, başarısız bir fırlatış yaşadı: Sondanın koruyucu kutusu füzeden ayrılmayı reddetti ve ağırlaşan füze atmosfer içinde yandı. Mühendisler, ikizinin fırlatılışını, arızayı incelemek ve yeni koruyucu kutuyu yeniden tasarlamak için üç hafta erteledi̇ler. Mariner-4'ü, 28 Kasım'da değiştirilmiş koruyucu kutusuyla son anda fırlatabildiler ve bu kez başarılı oldular.

İki gün sonra, 30 Kasım'da, Sovyetler ağır gemileri Zond-2'yi Mars'a doğru fırlatarak yarışa katıldılar. Bir ton ağırlıktaki füze Mars-1'deki aletlerin aynısını taşıyordu. (Ayrıca bir renkli kamera ve bitki dedektörü vardı.) Ancak kısa sürede güneş levhasını kullanamaz oldu ve radyo bağlantısı varışa üç ay kala kesildi. Başarısızlık Mars-1'inkinden daha kahrediciydi, çünkü yörünge doğruydu, kör ve sağır sonda gezegeni 1500 kilometre uzaktan sıyırarak geçti. Sovyetler için fatura gittikçe ağırlaşıyordu: Dört yıllık süre içinde Mars'a fırlatılan altı sondalarından hiç biri başarılı olamamıştı.

Buna karşın, küçük Mariner-4 için başarı tamdı. Amerikan sondası 14 Temmuz 1965'te, fırtınalar içindeki Mars'ın üstünden uçtu ve maynetoskobuyla yirmi adet siyah beyaz fotoğraf kaydetti. Görüntüler Dünya'ya, sondayı Dünya'dan ayıran 100 milyon kilometrelik çok büyük uzaklık ve zayıf anten yüzünden 8 bit/saniye hızıyla gönderildi. Sondanın yirmi fotoğrafı göndermesi dört gün sürdü! Ancak Amerikan kaplumbağası sonunda yarışı kazandı. Los Angeles banliyösündeki Jet Çalıştırma Laboratuarı (JPL) ilk görüntüleri yayınlandı. Tam bir şaşkınlık yaşandı.

Sondanın fotoğraf tarama alanı Mars yüzeyinin sadece % 1'ini kapsıyordu (fotoğrafı çekilen alan 4 derece güney enlemli ve 96 derece batı boylamlı "Sirenes Toprakları"ndan başlıyor, 40 derece kuzey en-

lemli ve 187 derece batı boylamlı "Arkadia Düzlüklerinde" son buluyordu) ve genelleme yapmak için daha erken de olsa, eldeki görüntüler bütün beklentileri yalanlıyordu: Fotoğraflarda yalnızca ovaları delik deşil eden çarpma kraterleri ve tekdüze yüksek düzlükler yer alıyordu. Mars Ay'a benziyordu! Tek bir kanaldan bile iz yoktu. Kanal miti kesin olarak bitmişti. Yaşam barındırma şansına gelince, atmosfer basıncının pek küçük çıkması oranında azalıyordu. Gerçekte Mars diskinin arkasından tutulma şeklinde geçen Mariner-4'ün radyo sinyali, atmosferinin ışık saçakları tarafından, yalnızca hafifçe zayıflatılmıştı: Yerdeki Basınca en fazla 7 bar, yani Dünya atmosfer basıncının yüzde birinden az bir değer biçildi. Gerçekte Mars'ın yüzeyindeki basınç, bizim yüksek stratosferimizdeki, yani 3500 metre yükseklikteki basınca benzetilebilirdi. Gezegenbilimcilere göre, bu basınç o kadar azdır ki, su buharının Mars'ın yüzeyinde sıvı damlalar halinde yoğunlaşması olanaksızdır. Kızıl gezegende yaşam bulacaklarını umut eden araştırmacılar için bu durum soğuk bir duş etkisi yaptı –ya da soğuk su buhar– çünkü onların, sıvı su olmadan, yaşam biçimlerini düşünmeleri çok zordu. Ancak kızıl gezegenin fotoğraflarını gazetelerin birinci sayfalarında gören halk kitleleri için düş gücünün çalışmasında bir engel yoktu.

Uçan daireler ve küçük yeşil adamlar

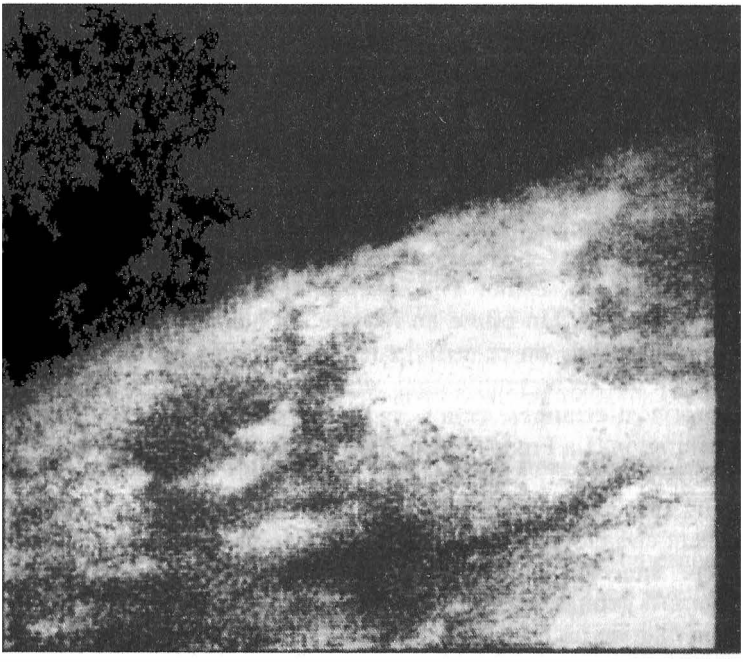
Mars'ın ilk uzay fotoğraflarının yayınlanmasını izleyen haftalar boyunca, normalden altı kez daha fazla uçandaire ihbarı yapıldı. Görünüşte, Marslılar ve uçan daireler, halkın bilinçaltında ayrılmaz bir bütün oluşturuyordu. Tanımlanamayan Uçan Cisim (UFO) olayı yeni değildir. Bu tür ihbarların ilki 1896'da yapılmıştı. (Lowell'in Mars uygarlığı kampanyasını izleyen yıl.) 1897'de de, H.G. Wells'in, *The war of the Worlds* (Dünyalar Savaşı) gazetede dizi olarak yayınlanmaya baş-

ladığında ihbarlar devam etti. Sonra, 20. yüzyılın ilk yarısında, Mars gezegeni hakkındaki medya gürültüsünün kesilmesine benzer şekilde olay unutuldu. Yine de romancılar, bilimkurgu kitaplarının ve dergilerin kapaklarında beliren uçandaire imajının kavram ve biçimini oluşturarak işlerini sürdürdüler.

Uçan dairelerin görülmesi, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra 1947-1948'de yeniden başladı. Soğuk savaş ve tepkili motorun baş döndürücü gelişmesinin bu işte etkisi olmuştur. 24 Haziran 1947'de bir iş adamı, özel uçağını kullanırken sesten hızlı uçan dokuz yuvarlak cisim bildirir. Aynı yıl, Yeni-Meksika, Rosvel'de çöle bir uçandaire düştüğü dedikodusu yayılır. Mit artık her yerdedir, o yıl yaklaşık bin adet uçandaire ihbarı yapılır. 7 Ocak 1948'de Amerikan Hava Ordusu'na ait bir pilot uçandaireleri takibe başlayınca işler daha da karışır. (Daha sonra, izlediklerinin askeri balonlar olduğu anlaşılır.) Pilot 7 000 metre yükseklikte parçalanmadan önce kendinden geçer. Ölümü bir kuşku dalgasının doğmasına neden olur, ordu bile dünya dışı ziyaretçiler varsayımını incelemeye alır. Emekli bir pilot, Donald Keyhoe 1950'de bu konuda bir makale yayınlar ve UFO görme olayları çığ gibi artar: 1952'de, uçandaire ihbarları, Washington havaalanının üstündeki tuhaf radyo sinyalleri dahil, bin beş yüze ulaşır. Fransa da, 1954 yılında bütün ülkeyi yakından ilgilendiren uçandaire dalgası ile çalkalanır.

1957 sonunda, Spoutnik-1'in hemen ardından, Ekim, Kasım, Aralık aylarında görülen uçandaire sayısı çoğalır ve bu ilk uzay yılı aynı zamanda UFO yılı durumuna gelir. Soğuk savaşın tam ortasından Sovyet "Yörünge Bombası" tehditi tabii ki zihinlerde iz bıraktı. İşte bu yüzden, 1965'te, Mariner-4 sondasının gönderdiği Mars'ın ilk fotoğrafları, soğuk niteliklerine karşın, yeni bir UFO dalgası başlattı. Halk dünya dışı uygarlıklara inanmak istiyordu ve Mars hâlâ, yeşil kanallarıyla yaşanabilir bir dünya gibi tanındığından, onun hatırlanması UFO söylentilerine yol açtı.

Bilim adamlarının uçandaire gizemine yaklaşımları yumuşaktır. Bazıları bu konuyla yakında ilgillenir, çünkü, vakaların büyük çoğunluğu yürütülen araştırma sonucunda, sonda-balonlarına, farların bulutlar üstündeki yansımasına, göktaşlarına ve füze katmanlarının yüksek atmosferde yanışına, Venüs'ün çoğu zaman uçandaire sanılmasına bağlansa bile, uçandaire meselesi halen bilinmeyen fizik olguları ortaya çıkarabilir. Amerikan Hava Kuvvetleri'nin yürüttüğü bir incelemeye göre, 1947 ve 1965 yılları arasında ihbar edilen bin UFO vakasının % 94'ünden fazlası doğal fizik olaylarıyla ilgilidir.



2.5.- Bir uzay gemisinden çekilen ilk Mars fotoğrafı. 15 Temmuz 1965'te Mariner-4, Elysium dağ kolunun çapraz fotoğrafını çekerek, yirmi iki görüntü alma salvosunu başlattı. Alan genişliği 350 kilometredir. Yuvarlak gölgeler kraterleri göstermektedir. (NASA/NSSDC)



2.6.- Brezilya göklerinde uçandaire. Uçandaire görülmesi, büyük uzay olaylarından ve Mariner-4'ün ilk fatoğraflarının yayınlanmasında sonra, özellikle 1965'in ikinci yarısında arttı.

Madem ki bilimin özü, deneye ve analize konu teşkil eden tekrarlı olguları incelemektir, açıklanamayan vakaların çok az olmasından dolayı, araştırmacıların çoğu, uçandaireleri sevmez. Oysa, flu fotoğrafların ve basın tarafından heyecan yaratmaya yönelik sık sık yayınlanan diğer hilelerin dışında, araştırmacıların elinde UFO'lara ait çok az ciddi veri vardır ve bunların hiçbiri de inandırıcı değildir. Araştırmacıların dünya dışı uygarlıkların varlığını inkâr ettiğini düşünen halk, bilim adamlarının bu konudaki kuşkusunu çoğunlukla yanlış yorumlar. Gerçek böyle değildir. Sayısız gökbilimci ve gezegenbilimci dünya dışı zekâlar bulmayı can-ı gönülden ümit ederler. Bu arada, bilim adamı, UFO raporlarının çoğunda olduğu gibi yeterli kanıt olmadan ileri sürülen her şeye karşı acımasızdır. Uçandaireler olgusu üstünde daha uzun süre konuşabiliriz. Bu konuyla ilgili bir sürü kitap var. Biz sa-

dece, UFO konusunun, insan bilinçaltını korkutan, "Evrende yalnız mıyız?" sorusunun sonsuza dek dile getirilişi olduğunu söylemekle yetineceğiz.

Yeni Amerikan salvosu

Uçandaireler halk kitlelerinin gündemini belirlerken, Mariner-4'ün verileri araştırmacıları biraz düş kırıklığına uğratır. Mars, Ay'a benzeyen tekdüze bir görünüm sergiliyordu. Atmosferi o kadar incedir ki, sıvı suyun yüzeyde var olması olanaksızdı. Buzu, boş sayılabilecek bu ortamda eritmek, onu erimiş su aşamasından geçmeden direk olarak buhara çevirmek anlamına gelecektir: Bunun adı "süblimasyondur." Suyu bile bulunmayan bu kadar düşman bir ortama hangi yaşam biçimi uyum sağlayabilir ki?

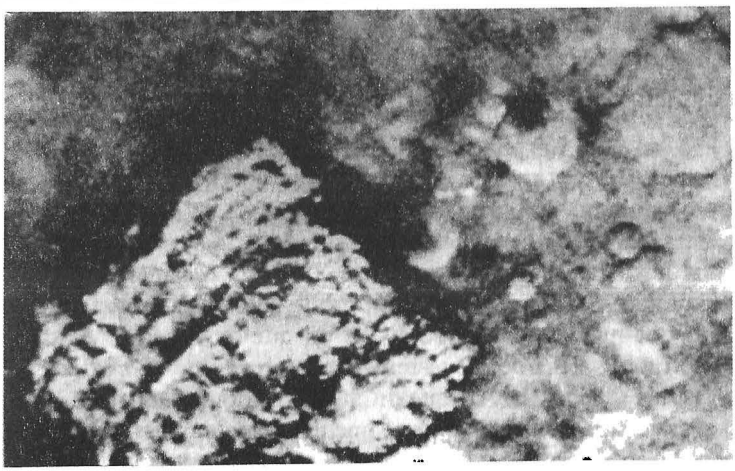
Mariner-4 verileri daha yeni yeni akıllarda yer etmişti ki, kızıl gezegene yönelik bir sonraki fırlatma pencerelerine hazırlanmak gerekiyordu. Bu arada, ilk keşif gemisinin sonuçları, onaylanmış düşünceleri ve projeleri allak bullak etti. Gelecek görev için planlandığı gibi, Mars'ta, sondayı yüzeye paraşütle indirmek için yeterli atmosfer bile yoktu. Mühendisler ve yöneticiler Mars keşfi stratejilerini değiştirmek ve1969 fırlatışına daha iyi hazırlanmak için 1967 fırlatışını es geçmek zorundaydılar. Üstelik NASA, on yıl bitmeden insanın Ay'da yüreyeceğini meydan okurcasına ilan etmekle kendi işini daha da zorlaştırmıştı.

Yeni Mars sondaları Mariner-6 ve Mariner-7, 1969 için hazırdı. Şubat'ta ve Mart'ta Apollo'nun ön gösterisini andırır şekilde başarıyla fırlatıldılar. 21 Temmuz'da Neil Amstrong ve Buzz Aldrin, Apollo'daki görevlerini yerine getirirken, Ay'da yürüdüler. 31 Temmuz'da, bu tarihi yürüyüşten yalnızca 10 gün sonra, Mariner-6, bir hafta sonra da ikizi Mariner-7, Mars gezegeninin yanından geçti. Amerikan sondaları artık 400 kilogram ağırlıktaydı. İkisi de teleleobjektifli ve geniş açılı iki

kamera ile donatılmıştı. Ancak Mars'ın yakın çekim fotoğrafları, dört yıl önceki sondanın gözler önüne serdiği, gezegenin ıssız, üzüntülü ve az çekici görünümünü onaylıyordu. Sanki Mars, kendini çarpma kraterleriyle delik deşik, eski düzlüklerle sınırlamıştı. Ay'da yürünmesini canlı yayında izlemiş olan araştırmacılar ve geniş halk kitleleri için bu biraz düş kırıklığıydı. Sanki sondalar yüzeyin yalnızca onda birinin fotoğrafını çekmişlerdi ve bundan böyle sıra yeni keşiflerdeydi.

Mariner-9'un yazdığı destan

1970'li yılların başında, kızıl gezegenin sırlarına erişmek amacıyla yeni bir dönemin aşılması gerektiği açıktı: SPOT uydularının günümüzde Dünya'nın üstünde yaptığı gibi, gezegenin tekrarlı ve bütünsel görüntüsünü elde etmek için Mars'ın çevresine, yörüngeye bir sonda yerleştirilmesi gerekiyordu. Amerikalılar 1971 büyük fırlatma



2.7.- Mars'ta fırtına. İnce toz kolonları (solda aşağıda) güney kutup takkesinin kenarlarında, birkaç yüz kilometrelik bir cepheden yükseliyor. Mars'ın güney yarım küresinde, şiddetli rüzgârlarla ortalığı kasıp kavuran ve gezegen boyutunda etkili olabilen birçok fırtına oluşur. (NASA)

penceresine, yaklaşık bir tonluk iki sonda ile hazırlandılar: Onların da artık bu tür yükleri fırlatacak Atlas Centaur füzeleri vardı. Güvenilirlik sorunu ise başka bir olaydı. İlk fırlatıma tam bir başarısızlıkla sonuçlandı. Mariner-8 sulara gömüldü. 30 Nisan 1971'de Mariner-9 tek başına Mars'a doğru yola koyuldu.

İki Sovyet sondası Mars-2 ve Mars-3 de fırlatıldı. Bunu sürpriz saymamak gerekir. Sovyetler, Ay konusunda yarışı kaybetmiş olsalar da, 4 tondan az çekmeyen yeni nesil sondalarının hızla hazırlayarak, Mars'ın fethi çin postu pahallıya satmayı planlıyorlardı. Mars'a doğru yol alan böyle bir filo –Mars'a inmeyi deneyeceklerinden bile kuşku duyulabilir– karşısında bilim adamlarının olduğu kadar kızıl gezegen aşığı romancıların da ilgisi büyüktü.

Mariner-9'un, Mars yörüngesine yerleşmesinin arifesinde, sondayı tasarlayan Jet Tepki Laboratuvarı yöneticisi, gezegen jeoloğu Bruce Murray, uzmanları, kamuoyu önünde Mars'ı tartışsınlar diye, Pasadena'da, bir yuvarlak masa etrafında topladı. Gazeteci Walter Sullivan, araştırmacı Bruce Murray ve Carl Sagan, yazay Arthur C. Clarke ve Ray Bradbury, görüntüsü ayrıntılı olarak ortaya çıktığında Mars gezegeninde ne bulmayı beklediklerini, düşüncelerini ve umutlarını açıkladılar.

Ancak bekleyiş uzun sürecekti. Mariner-9 tamamıyla berrak bir gezegenin yörüngesine yerleşmek için varış noktasına ulaştığında, gezegen birkaç hafta da içine erişilemez bir toz örtüsüyle kaplanmıştı. Gökbilimciler bu toz bulutunun gelişini önceden fark ettiler: Eylül ayında, C.F.Cappen Güney Afrika'dan, Audouin Dollfus Meudon'dan, ekvatorun biraz altında bir toz fırtınasının oluşacağını bildirdiler ve iki ay içinde bu fırtına bütün gezegeni kapladı. Mariner'in kameralarını çalıştırmak yararsızdı, uzun bir süre gezegenin yüzü örtülü kalacaktı. Amerikalılar, bu duruma uyum sağladılar: Sonda sabit bir yörüngeye yerleştirildi ve artık beklemesi için, bilgisayarını yeniden programlamak yeterliydi.

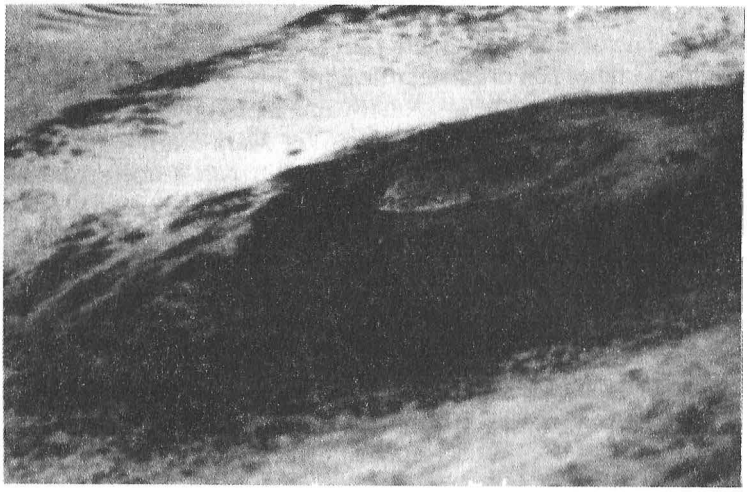
Bu esneklik Amerikalıları kurtardı, halbuki Sovyetlerin sistemi bu esneklikten yoksundu: Mars-2 ve Mars-3 sondaları Mariner-9'un ayağının dibine geldiler, ama onlar tamamıyla otomatik bir işleyişe tabiydiler. Bir tondan fazla ağırlığı olan iki yere iniş kapsülü, Mars etrafında Mariner-9 gibi yörüngeye yerleşen modüllerinden ayrılarak Mars'a yöneldiler. İki iniş kapsülünden birincisi, Mars atmosferinin üst kısımlarına yeni varmıştı ki, bir radyo sorunuyla karşılaştı ve tamamen sustu. Mars-3 biraz daha başarılıydı: yere inmeyi becerdi ve birkaç görüntü çekti, ancak sinyalleri yirmi saniye sonra, bir daha hiç başlamamak üzere kesildi.

Kuşkusuz, bu üzücü inişlerin sorumlusu toz fırtınasıdır. Üstelik fırtına yörüngedeki iki modülün görevlerini yapmasını da engelledi. Aptalca, bilgisayarlarındaki programa uydular ve durmadan fotoğraf çekerek, Mars'ı görüntüsünü gizleyen toz örtüsünün işe yaramaz görüntülerini haftalar boyunca, baterileri bitinceye kadar Dünya'ya gönderdiler. Buna karşın Mariner-9 beklemeyi bildi ve Noele doğru atmosfer berraklaşınca, Amerikan sondası fotoğraf röportajına başladı.

Yeni Mars

Jeologlar, toz örtüsünün kalkmasını beklerken kendi kendilerine Mars'ın ekvatoruna diyagonal şekilde dizilmiş dört büyük koyu lekenin ne olduğunu soruyorlardı. Görülebilen ayrıntılar yalnızca bunlardı ve bulutların üstüne çıktıklarına göre çok yüksek olmalıydılar. Yine de biraz sevinildi: Mars'ın arazisi engebeliydi! Sonraki günlerde, rüzgâr dindiği ve atmosfer açıldığı oranda şaşkınlık arttı. Toz kozalarından sıyrılan dört leke, dev yanardağ kalkanlarının zirvedeki kalderaları (çok geniş yanardağ ağzı) şeklinde yükseliyordu. Yanardağlar! Mars'ın yüzeyinde dev yanardağlar!

İçlerinden bir tanesi gökbilimciler tarafından daha önceden bilini-



2.8.-Olympus Mons yanardağı Mars atmosferi bulutlarının üstünde yükseliyor. Bazalttan oluşmuş 600 km genişliğindeki kalkan 27 000 metre yüksekliğe ulaşır. (Everest'in üç misli.) Bu engebe bütün güneş sisteminin en yüksek dağıdır. Yanardağın zirvesi 80 km uzunluğunda bir kaldera biçiminde çöküktür. Uzmanların görüşüne göre Mons, onlarca milyon yıl önce sönmüştür. (NASA/JPL)

yordu. Zirvesi, gökbilimcilerin uzun zaman önce teleskopla belirledikleri ve adını Nix Olympica, "Olympes'un Karları" koydukları parlak bir leke tarafından açığa çıkartılmıştı. Gerçekte, Dünya'dan teleskopla görünen, yanardağın üstünde, ince Mars atmosferinde oluşan olası buz kristalleri bulutundan ibaretti. Kütle, ovaların üstünde, Everest'in üç katı kadar 25 000 metre yükselir. Yeni haritalarda Olympus Mons diye adlandırılan bu dev yanardağ, bütün onurlu yanardağ kalkanları gibi hafif eğimli yamaçlara sahiptir, ancak kenarları yer yer dik yarlarla traşlanmıştır. Zirvedeki kalderanın çapı 8 kilometreden az değildir. Olympus Mons Dünya'ya taşınsaydı, kütlesi ve lav yayılma alanları bütün Fransa'yı kaplardı. (bkz şekil 2.8)

Mars'ın engebeleri, Dünya'dan daha küçük bir gezegen olduğu için (çap açısından iki kere küçük ve demek ki yüzey bakımından dört kere daha küçük) daha da belirgindir, bu durum da, zıtlıkları

güçlendiriyor. Üstelik, Olympus Mons tek başına değildir. Güney doğuda tozların arasından görülen üç leke de dikkat çekici kalkanlardır. Üçü de aynı şekilde 25 000 metre yüksekliğe ulaşırlar. Öte yandan, yanardağların batısında, dik yamaçlı uçsuz bucaksız bir kanyon, bir tektonik çukur 4 000 kilometre boyunca uzayıp gider ve doğu ucu erozyonla aşınmış bir havzaya açılır. Mariner'ler tarafından öngörülen, çarpışmalarla delik deşik olmuş tekdüze bir gezegenden çok uzağız!

Bu çelişki –görüntüler bize ulaştıkça ortaya çıktı– kızıl gezegenin, ekvator üstünde 40 derece eğimli bir daire boyunca tamamıyla değişik iki bölüme ayrılmış olmasından kaynaklanır. Bu bölünmenin güney yarım küresi kraterleşmiş eski oluşumları içerir. İlk üç sonda bu bölge üstünden uçmuştu. Mariner-9 tarafından keşfedilen kuzey yarım küreyse volkanik genç oluşumlardan meydana gelir. Bir yarımküreden diğerine geçiş, dik yar, yamaç ve diğer erozyon aşınma bölgelerinin belirgenleştiği net bir sınır boyunca gerçekleşir.

Bu yüzey şekillerini Mars'ın üstünde keşfedecek olan geleceğin astronotları, iki bölge arasındaki farkı görünce Utah çölündeki Valley yamaçlarını ve diğer klasik kovboy dekorlarını hatırlayacaklardır.

Bir volkan gezegen

Mars'taki volkanların tam bir süpriz olduğunu yeniden belirtelim. Jeologlar, kızıl gezegenin yüzeyinde, Olympus yanardağı ve üç kardeşi (Arsia, Pavonis ve Ascraeus) dışında yirmiye yakın başka yanardağ kütlesi saptadılar. Yine Tharsis bölgesinde, jeologlar, kraterlerle taçlanmış ve kalın lav örtüsüyle çevrelenmiş daha az önemli yarım düzine kalkan belirlediler.

Çevresindeki bu lav örtüsü olmadan bile bu volkanlar önemli bir yüksekliğe ulaşırlar: Bu durumda, hiçbiri de, Dünya üstündeki en büyük volkan olan büyük Hawai adasından aşağı kalmaz. Yükseklikleri "yalnızca" 4 000-6 000 metreye bulur. Bu zengin Tharsis bölgesinden

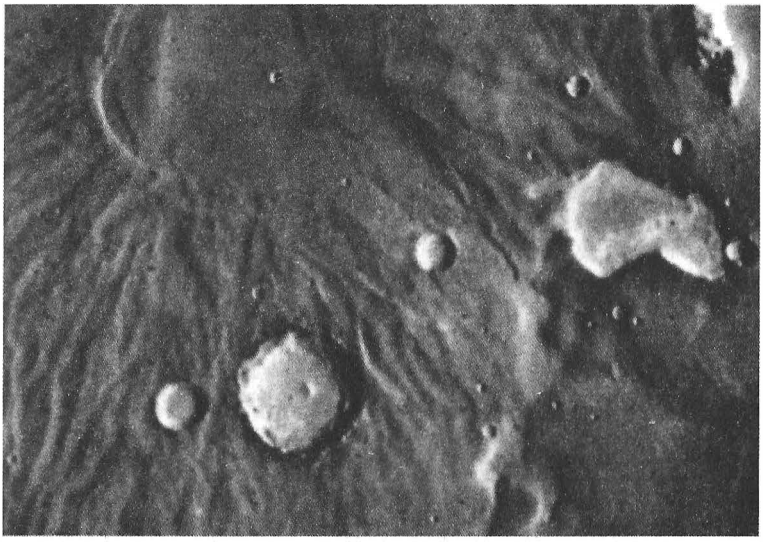
4 000 kilometre uzaklıkta diğer bir volkanik plato, sıralanmış üç volkanı barındırır. Bunlardan en büyüğünün, Elysium'un yerdeki çapı 300 kilometredir ve 14 000 metre yüksekliğe ulaşır.

Hepsi bu kadar değil. Dev volkanların başka bir bölümü o kadar düzdür ki, onlara "tabak" adı verilmiştir ve bunların sayısı yarım düzinedir. (bkz. şekil 2.9).

Kuzey ovalarındaki en büyük volkan tartışmasız Alba Patera'dır. Yalnızca 3 000 metreyi bulan yüksekliği ve 1 500 kilometreye yakın çapı ile bu lav çekirdeği güneş sisteminin tartışmasız en geniş volkanıdır. Alba Patera'nun lav çekirdeği geniş faylarla çevrilmiştir. Bu durum ona kırışık göz kapaklı dev bir göz görünümü kazandırır: Merkezindeki geniş kaldera, göz bebeği rolünü üstlenir. Güney yarımküredeki diğer düz volkanlar, kızgın lavların ezilgen küller içinde açtığı akıntı yatakları izleriyle dolu yamaçlar sergiler. Meğer ki bu erozyon suyun eseri olmasın.

Mariner-9, toplam yirmiden fazla büyük volkan saydı. Üstelik Jeologlar fotoğrafları büyülterek, çoğunlukla kuzey yarımkürede, bizde İzlanda'yı ya da Auvergne'i süsleyen koniden kubbe boyutuna kadar, yüzden fazla, daha küçük volkan belirlediler. Gerçekte Mars ovalarının bütünü volkanik bir özellik gösterir: orada sayısız lav akışının üst üste binmiş katmanları ve soğudukları zaman bazalt alanları oluşturan kıvrılmalar gözlenir. Aynı oluşumu gösteren güney yarımküredeki çoğu bölgeleri de hesaba katarsak, Mars yüzeyinin yarısından fazlasının volkanik özellik taşıdığı ortaya çıkar.

Yerbilimciler bu volkan etkinliğinin yaygınlığı karşısında hayrete düştüler. Özellikle bu kadar büyük yanardağlar beklemiyorlardı. Mars Dünya'dan daha küçük olduğundan, yerbilimciler, geniş lav alanlarına sahip olan (ay "denizleri") ancak hiçbir büyük yanardağı bulunmayan Ay'ı göz önünde bulundurarak, Mars'a daha az oranda bir engebeyi uygun görmüşlerdi. Boyut şaşkınlığı geçtikten sonra, sıra büyük



2.9.- Hadriaca Patera güney yarımkürenin eski bir volkanıdır. Dairesel bir kalderanın (üstte, solda) çevresindeki yamaçlar merkeze yönelen akıntı yatakları örülmüştür. Yerbilimciler bu yatakların, Mars'ın "nemli" olduğu çağlarda çamur akıntılarıyla hatta sıvı su selleriyle oluştuğunu düşünmektedir. (Fotoğraf Viking, NASA/JPL, Brown Üniversitesi tarafından bize ulaştırılmış olmasına teşekkür ederiz.)

soruya, Mars volkanlarının yaşına geldi. Günümüz de hâlâ etkin miydiler? Ya da, milyonlarca, hatta milyarlarca yıl önce susmak için magmalarını bitirmişler miydi? Bu bizi, milyonlarca kilometre uzaktan Mars yüzey şekillerinin yaşının ve gelişiminin nasıl bilinebileceğini düşünmeye sürükler.

Çarpmalar ülkesi

Güneş sisteminin bütün gezegenleri gibi Mars, Güneş'in çevresinde dönen kuyrukluyıldızlar, göktaşları ve her türlü demir, buz, kaya kütleleri tarafından bombardımana uğrar. Dünya'yı silip süpüren

erozyon çarpışma izlerini o kadar hızlı fark edilmez hale getirir ki, jeologların olayın yaygınlığını kabul etmeleri için uzun bir süre geçmesi gerekmiştir. Erozyon yaşamayan gökcisimlerinin (Ay gibi) incelenmesi sonucunda, gezegenbilimciler, bombardımanın, gezegenlerin tarihinde ilk milyar yıl boyunca yoğun olduğunu, sonraysa büyük göktaşlarının gezegen yörüngelerinden çekilmesiyle azaldığını kanıtladılar. Günümüzde de bombalamanın devam ettiği bir gerçektir. Boyu yüz metreyi bulan bir göktaşının, 1 ile 2 kilometre çapında bir krater açarak, yaklaşık 1 000 yılda bir yeryüzüne çarptığı sanılmaktadır. Daha büyük göktaşların düşmesine daha az rastlanır. Yeryüzünde 10 kilometre çapında krater açan bir göktaşının çarpması ortalama 100 000 yılda bir, 100 kilometre çapında krater açan göktaşının çarpması ise10 ile 20 milyon yılda bir gerçekleşmektedir.

Bu kitapta, bu tür çarpmaların* iklimsel ve biyolojik sonuçlarıyla değil, ama daha çok, bu tür çarpmaların bize sunduğu gezegen yüzeylerinin yaşını belirleme şansı ile ilgileniyoruz. Eski bir alanın yıllar boyunca daha çok sayıda çarpmaya maruz kalmış olacağını kolaylıkla düşünebiliriz. Oysa daha genç bir alan –örneğin yeni bir lav alanı– çok sayıda kraterle dolu olacak kadar hedef tahtası rolü oynamış olamaz. Böylece jeologlar çarpma kraterlerinin yoğunluğunu ölçerek, alanları göreceli yaşlarına göre sıralayabilirler.

Bu göreceli ölçeği kesin yaşa çevirmek –milyon yıl olarak– daha da zordur. Bunun için sözü edilen alanlara giderek örnekler almak ve bu örneklerin yaşlarını laboratuvarda belirlemek gerekir. Bu elde edilen "tanık" tarihler sayesinde ölçek gerçek rakkamlarla belirlenebilir ve buradan da krater yoğunluğuna göre bütün alanın yaşı hesaplanabilir. Değişik krater sayısı içeren Mars alanlarından gelen kayaların yaşı henüz saptanmadı. İşte bu yüzden elimizde kızıl gezegenin yaş öl-

* Büyük çarpmalar, Dünya biyosferini yaralayan kitlesel yok etmelerden sorumludur. Bkz. *La mort des dinosaures: l'hypothèse cosmique* (Dinazorların Ölümü: Kozmik Varsayım, Paris,) Masson 1996: Paris, Le Seuil, "Points sciences dizisi". 1999.

çeği yok. Jeologlar bu güçlüğü, Ay için hesapladıkları ölçeği kullanarak (Apollo astronatlarının getirdikleri örnekler sayesinde kalibrelenen) ve bunu Mars'a uygulayarak aşıyorlar. Düzeltmelerini yaparken yüzeyin daha güçlü erozyana uğramasını ve daha yüksek sayıdaki göktaşlarını dikkate alıyorlar.

Jeologlar ellerindeki ölçeğe bakarak, kızıl gezegenin çok değişik yaşlarda alanlar barındırdığını gözlemlediler. Güney yarım kürenin çarpmalarla delik deşik olan eski alanları, neredeyse gezegenin kendisi kadar yaşlıydı. (Bu alanların yaşının 4 milyar yıl olduğu düşünülüyor.) Dünya'da, Avustralya'nın ve Gröland'ın ortasındaki bazı alanlar bu kadar yaşlıdır. Mars'ta ise bu tip alanlar gezegenin yarısından fazlasını kaplar.

Oysa kuzeyin volkanik ovaları çarpmalarla daha az etkilenmiştir. Oralarda yüz metreye ulaşan kraterlere milyon kilometrede bir rastlanır. Teorik ölçeğe göre bu alanların yaşı bir milyar yıldan azdır. Özellikle Tharsis'in dev volkanları en genç Mars oluşumları arasında yer alırlar. Arsia'nın 700 milyon yıl, Pavonis'in 300 milyon yıl, Ascraeus'un 100 milyon yaşında olduğu düşünülmektedir. Olympus dağına gelince, bazı jeologlar onun tepe kalderasının ancak 30 milyon yıl yaşında olduğunu ileri sürmektedir. Bu oldukça genç bir yaştır. Olympus dağı söz konusu olduğunda, volkan bilimciler aktif bir volkanla karşı karşıyadırlar. Oysa sayısız araştırmacı Mars'ı, yerbilimi açısından evrimini tamamlamış fosil bir gezegen olarak görüyordu. Mariner-9'un gönderdiği fotoğraflar umutları yeniden canlandırdı.

Krater ve çukurlar

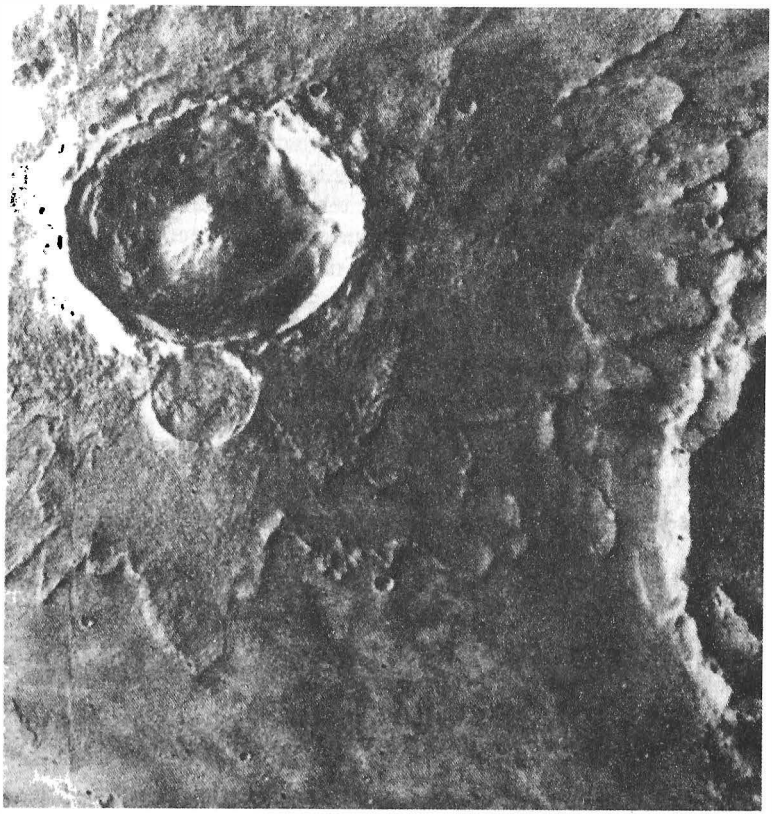
Çarpma kraterleri de kendileriyle ilgilenmeyi hak ederler. Onlara, çarpmalarla yükselen bir yığın toprak yükseltileriyle, merkezi sivri tepeleriyle, kabarık halkalarıyla, her büyüklükte rastlanır. Günümüzde,

en büyük kraterler, yürürlükteki geleneğe uygun olarak, çoğunlukla hayattta bulunmayan astronomların adlarıyla anılırlar. Böylece bir önceki bölümde sözünü ettiğimiz ünlü bilim adamlarının en sevdikleri gezegende ölümsüzleştiklerine tanık oluruz. Brahe ve Kepler kraterleri yan yanadır. (Adalete uygun bir seçim.) Huygens kendisine, Hreschel'e, Cassini'ye ve Schiaparelli'ye yapıldığı gibi, çapı 450 km'-lik tek parçadan oluşan eşsiz güzellikte bir havza ayrıldığının farkındadır. Fransızlar da Antoniadi (381 km), Flaugergues (235 km), Lyot (220 km) ve Flammarion (160 km) kraterleriyle bu tablodaki yerlerini alırlar. Tabi ki Lowell'in ve H.G.Wells'in de kraterleri vardır...

En büyük çarpma çukurları, isimlerini, Dünya'dan teleskopla leke şeklinde görüldüklerinden, geçen yüzyıla ait daha klasik bir değerlendirmeye göre aldılar. Antik Yunanın onuruna isimlendirilen Hellas için de durum aynıdır. 2 300 kilometre çapındaki bu geniş çukur (Akdeniz çukurunun boyutuna eşittir) hafif bir meyille, ortalama ova yüksekliği olan 4 000 metreye kadar alçalır. Hellas, geçmişte büyük bir volkan etkinliğinin merkeziydi. Magma, çevresindeki çatlaklardan yüzeye ulaşmıştı. Günümüzde bu çukur yalnızca, gezegeni baştan başa kateden toz fırtınalarına ev sahipliği yapmaktadır. Hellas tabanı, burada oluşan fırtınalarla kaplıdır.

Çarpma kraterlerinin jeologları ilgilendiren diğer bir özelliği, yer altı niteliğini ortaya çıkarmalarıdır. Çarpma, genelde isabet ettiği kayayı oyan bir patlama yaratır ve kayayı oluşturan maddeleri çevreye saçar.

Genel kural olarak, çarpmanın kraterin çapının dörtte birine yaklaşan derinlikteki maddeleri oyduğu ve çevreye fırlattığı söylenebilir. Böylece 10 kilometre çapı olan bir krater 2000 metreden fazla derinlikten gelen yeraltı parçalarını etrafa saçar. Kraterlerin çevresindeki döküntü örtüsü –bunlara saçılma denir– yerin altı hakında bize bilgi verir. Oysa bazı Mars kraterleri "saçılma dilimleri" adı verilen çiçek taçyaprağı biçiminde ilginç oluşumlarla çevrilmiştir (bakınız şekil 2.10). Bu morfoloji, havaya saçılmış olan döküntülerden çok yüzeye



2.10 - Yuty çarpma kraterinin –çapı 18 kilometre– daire şeklinde çevresine saçtığı "yaş" döküntü dalgası işte bu tip bir çamur gölü tabanı oluşurur. Bu çamur akıntıları, önemli çarpmalarla buharlaşan Mars'ın yer altındaki buz katmanının varlığını kanıtlar.

yayılmış olan çamur akıntılarını akla getiriyor. Acaba bu durum, Mars'ın yeraltında, bu tür çarpmalar sırasında buharlaşan buz, hatta sıvı su bulunduğunun göstergesi midir?

Mars'ta yaşam arayan herkes, sıvı suyun ne kadar önemli olduğunu biliyor. Dilimli kraterlerin bize anlatmak istedikleri çok önemlidir. Sayısız yerbilimci, özellikle Fransız François Costard bu olaya eğildi. Viking sondalarının (1976-1980) gözlemlerinden kaynaklanan ve ulaşılan en yeni sonuçları burada açıklamak istiyorum. Bu araştırmacılar

Mars'ın her yerinde dilimli kraterlerle karşılaştılar. Bu da bütün gezegenin altında buz katmanları olduğu anlamına gelmektedir. Ekvator yakınlarında, yeri derinlemesine oyan büyük krater saçılma dilimleri görülmektedir. Küçük kraterler aynı morfolojiyi ancak daha yüksek enlemlerde sergilemektedir. Bunun anlamı bu küçük boyutlu çarpmaların açtığı buz katmanının yüzeğe daha yakın olduğudur. Bu temelden hareket edilerek yapılan çok ince hesaplar, Fransız Francois Costard'a ve Sovyet R.O. Kuzmin'e, Mars'ın yeraltı buz dağılımını belirlemelerini sağladı. Bu buz ekvator bölgesinde yerin 400 metre altında, daha ılıman bölgelerde yerin 200 metre derinliğinde, hatta daha yüksek enlemlerde 100 metre derinlikte bulunmaktaydı. Kutupların yakınındaysa buz yerin yüzeyine çıkmıştı.

Mars'ın kutupları

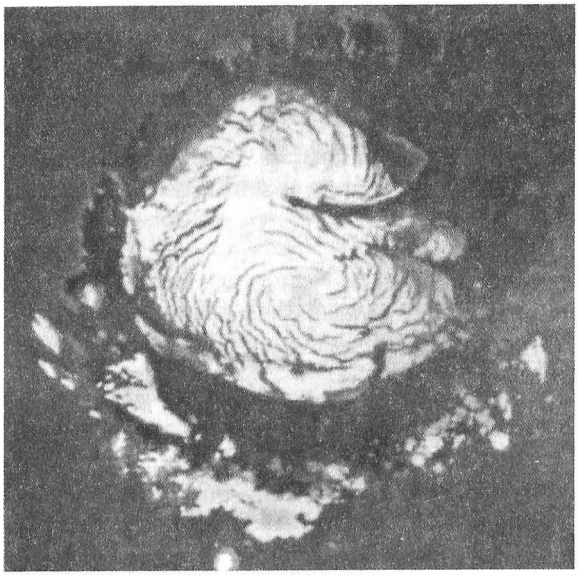
Mariner-9, Mars'ın kutup bölgesi üstünden geçmedi, ancak görüntüler kutupları profilden gösteriyordu. Yüksek enlemleri, geniş beyaz bir takkenin örttüğü kuzey yarımküre kış mevsimi yaşıyordu. Halbuki yaz mevsimini yaşayan güney kutbunda arta kalan küçük bir takke güneş altında parlıyordu. Caselli'nin 1666 gözlemlerinden beri, gökbilimciler Mars takkelerinin su buzundan –kışın düşen kar tanelerinden ya da kırağıdan– oluştuğuna inanmışlardı. İlkbaharda, önlerinde ekvatora doğru inen bir kararma bölgesi bırakarak hızla eridiklerinden kalınlıkları ince olmalıydı. Daha önce bilirttiğimiz gibi, en iyimser gökbilimciler, ilkbahardaki bu renk değişikliğini, su buharının geçtiği yerlerdeki bitkilerin yeşermesi olarak yorumluyorlardı.

1965'de, ilk mariner-4 sondası ile birlikte bu rüya yıkıldı. Sonda Mars atmosferinin ağırlıklı olarak karbondioksitten oluştuğunu belirledi. Bu veri gökbilimcileri, takkelerin su buzundan değil, karbon buzundan oluştuklarını inanmaya zorladı. Herkes diskoteklerde ve özel

efektlerde kullanılan bu uçucu bileşiği tanır. Termos şişe bir kere açılınca karbon buzu ardında beyaz bir duman bırakarak hızla buharlaşır, çünkü ancak -78 °C sıcaklığının altında katı durumda kalabilir. Mars'ta egemen olan düşük basınç yüzünden, karbon gazı, gaz halinden katı hale, -126 °C'den daha alt ısılarda geçer. Oysa Mars-2'nin güney kutbunda kışın ölçtüğü ısı tam da -126 °C idi. Orada oluşan ince kırağı takkesi kuşkusuz karbondioksittir. Durum böyleyken yaz sıcaklığı bu karbon kırağısını buharlaştırdığı zaman kutupların yakınında, güney kutbunda 100.000 km^2 (İzlanda yüzölçümü kadar) ve kuzey kutbunda 800 000 km^2 (Grönland'ın yüzölçümü kadar) beyaz bir leke kalır. Bu lekeler diğer mevsimlik takkeler gibi buharlaşmıyorsa, bunun nedeni yüksek ısılara dayanıklı maddelerden oluşmuş olmalarıdır. Oysa su buzu, kutuplarda asla rastlanmayan 0 °C gibi yakıcı bir sıcaklıkta buharlaşır. Gökbilimciler her şeye karşın su buzundan vazgeçmiş değiller: Su buzu Mars'ın yüzeyinde ancak yazın açığa çıkan, kışın ise geniş, ince bir karbon kırağısı ile örtülü olan iki küçük plato halinde bulunmaktadır.

İki kutbu da kaplayan su buzu platoları araştırmacıları çok yakından ilgilendirmektedir. Bütün su kaynakları –donmuş su bile– kızıl gezegende yaşam bulunması umudunu canlı tutar. Bu platolar, gezegenin yapısının binlerce yıl boyunca değişmesi gibi karmaşık bir yapı sergiledikleri oranda büyüleyicidir. Platolar derin vadilere dönüştükleri yerlerde, aslında üst üste binmiş bir yapı sergilerler: Teleobjektiflerle elde edilmiş yakın çekimler, her biri on beş metre kalınlıkta koyu ve açık almaşıklı katmanlardan oluştuklarını göstermiştir. Kutup platoları yer yer 2-3 km kalınlığa ulaştıklarına göre, buz katmanlarının sayısı yüzlerce olmalıdır.

Koyu ve acık renk buz almaşıklığı, buzu, dönemlere göre farklı derecede kirleten mineral toz miktarının değişiminden kaynaklanıyor olabilir. Geriye kalan, bu dönemsel almaşıklığın sebebinin açıklanmasıdır. Oysa gökbilimcilerin bu konu ile ilgili yeni bir senaryoları var.



2.11- Mars'ın kuzey kutbu, birbirine karışmış buz ve toz takkesiyle kaplıdır: bu takkenin yüzölçümü Fransa'nın yüzölçümünden fazladır, kalınlığı 2 ilâ 3 km olup, eğri vadiler tarafından yarılmıştır. Kuzey takkesi önemli bir su kaynağıdır. Bu takkenin erimesi sonucu, onlarca metre derinliğinde, büyük bir okyanus oluşabilir. (Vikingin çektiği fotoğraf NASA/ JPL)

Dünyamız da buzul çağlarının ve daha sıcak buzullararası çağların birbirini izlediği uzun değişken iklim dönemlerini yaşadı. 12 000 yıldan beri uygarlığın yeşermesine izin veren buzullararası sıcak bir çağ yaşıyoruz. Daha önceleri, mağaralardaki atalarımız –12 000 ile 9 000 yılları arasında– Dördüncü Buzul Çağı adı verilen bir buzul dönemi yaşadı. Bundan önce buzullararası sıcak bir çağ hüküm sürmüş, ondan da önce bir buzul çağı yaşanmıştı ve bu böylece sürüp gitmişti

Bu on binlerce yıl süren dönemsel iklim almaşıklığı, büyük bir oranda kutupların güneş almasını etkileyen Dünya yörüngesinin devresel değişimlerine bağlıydı. Bu değişimler, karşılaştığımız gezegenlerin, özellikle de Mars gezegeninin yerçekimi gücünden kaynaklanır. birçok tip değişim üst üste gelir. Bir yandan Dünya'nın dönme ekse-

ninin eğimi 22° ile 24° 30 dakika arasında, 41 bin yıllık devrelere göre salınım gösterir. Öte yandan Dünya yörüngesinin dışmerkezliliği her 91 binden 96 bin yıla kadar, bir minimumdan (tam dairede) ve bir maksimumdan (güçlendirilmiş elipsten) geçer. Ve son olarak, Dünya'nın dönüş ekseninin eliptik yörüngesi üstünde Güneş'in en yakınından geçtiği zaman yöneldiği doğrultuda, 21 bin 500 yıllık devreye göre değişim gösterir. Bütün bu etkiler hep birlikte kutupların Güneş'e maruz kalma süre ve yoğunluğunu değiştirecek ve buzulların ve takkelerin artma ve azalmasını etkileyecektir. Bu iklim değişikliklerine, bulucusunun adı olan Milankovitch devreleri adı verilmiştir.

Aynı şekilde, Mars gezegeninin yörüngesi ve Güneş'i görmesi, komşularının, özellikle de Dünya'nın etkisine göre değeşir. Mars'ın dönüş ekseni eğimi (ve dolayısıyla mevsimlerin karşıtlığı) 51 000 yıllık bir devreye göre, 15°'den 35°'ye kadar değişir. Mars yörüngesinin dışmerkezlliliğine gelince (yıl boyunca Güneş'i görme değişimlerini düzenler) o da 2 000 000 yıllık devrelere göre salınım gösterir. Mars'ın kutup platolarındaki açık katman, koyu katman almaşıklığı büyük bir olasılıkla bu devrelerle ilgilidir. Her ne olursa olsun kızıl gezegenin iklimi, bugünkü durumunda yaşam barındırmak için uygunsuz ve elverişsiz görülse de –belki her zaman böyle değildi– değişmektedir.

Fantastik vadi

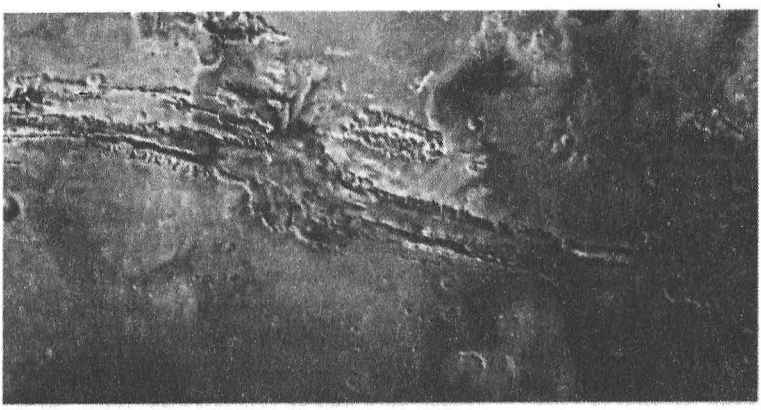
Dev volkanlardan ve kutup takkelerinden başka, Mars'ın en güzel manzarasından daha söz etmedik: Büyük Marines Vadisi Kanyonu. Bu uçsuz bucaksız rift (tektonik çukur), Mars kabuğunu, yer yer 600 km genişliğe ve 8 000 m. derinliğe ulaşarak, yaklaşık 4 000 km. boyunca yırtar. Dünya'da akla gelen tek benzeri Afrika büyük rifti –Tanzanya, Kenya ve Mozambiği yırtar– ve tam ölçüyü tutturmak için ona eklemek gereken Kızıldeniz'deki komşu riftir. Bu oluşum dev volkanlara

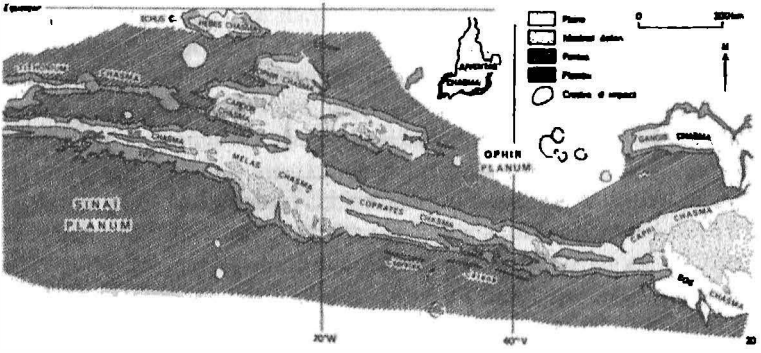
uzak olmayan Tharsis platosunun tam ortasından, kenarları derin uçurumlu büyük kanyonlarla birleşen, çökmüş havzalar labirenti halinde doğar. Kanyonlar ağı, ekvatora paralel ilerler, doğuda, karmakarışık tabanlı geniş havzalarda son bulur.

İsmine uymasa da Valles Marineris bir vadi değildir. Yüzey sularını yönlendiren bir ağ ile çevrilmemiştir, boyutları çok geniştir ve kenarları çok diktir. Dünya'daki büyük Afrika riftine benzer, Mars kabuğunun tektonik güçlerle yırtılması sonucu oluşmuştur. Orsay gezegenler bilimi laboratuvarlarındaki Fransız Philippe Masson gibi sorunun uzmanları, olayı bu açıdan inceliyorlar. Kuşkusuz yırtılma 2 milyar yıl önce, komşu volkanik platonun kabarması sonucu oluştu. Erozyon da rifti genişletmek için, öncelikle yamaçları çökerterek elinden geleni yapmış olmalı. Bu sayısız yer kaymaları hemen göze çarpıyor: Yamaçları binlerce metre yukardan traşlayan bu yer kaymalarının döküntü uzantıları riftin tabanında onlarca kilometre yer kaplıyor. Bazı jeologlar bu kaymaları, hiç duraksamadan Alaska'da rastlanan ve buz katmanlarının ıslattığı kaymalara benzetiyorlar.

Demek ki Mars yüzeyinde su hayaleti yeniden ortaya çıktı. Valles Marines bize bu konuyla ilgili daha başka göstergeler de sunuyor: Kanyonun dik yarlarının görünümleri, kırılma kanadının bin metre altında değişmekte, kenarları daha az dik ve daha az döküntüyle doludur.

Belki, gözenekli kaya bu derinlikten sonra buz barındırıyordur ve erimesi araziyi aşındırarak erozyonu karmakarışık yapmıştır. Buz tutmuş yeraltı tezi, kanyonun güney kenarındaki "diğer kol" vadileri ve bir sürü buz yalağı tarafından doğrulanır. Bu dikey vadiler, Dünya'daki buz vadileri gibi kısa, geniş ve derindir ve hepsi dünyadakiler gibi geldikleri yönde yuvarlak buz yalaklarıyla son bulmalarıdır. Diğer ilginç bir ayrıntı da bütün bu kolların derinliğinin 1 kilometre olması ve ana kanyonun kenarlarına asılı vadiler şeklinde son bulurlar. En çok yandaş bulan açıklama, yeraltı suları eriğinde yer çöküntüsü olduğudur: gerçek bir hendek. Bütün bu vadiler için geçerli olan 1 000





2.12- a ve b. 4 000 kilometre uzunluğundaki Büyük Valles Marines Kanyonu. Bu rift, Mars kabuğunu, yer yer 8 000 metre derinliğe ulaşan birbirine paralel çöküntü çukurlarıyla yırtar (Fotomosaik Viking, JPL/NASA: Andre Louchet'in *La Planète Mars: description géographique* "Mars Gezegeni: Çoğrafi Tanımlama" adlı kitabından. Paris, Masson, 1988, yazarın ve editörün izni ile alınmıştır.)

metrelik derinlik, ekvator bölgesinde yeraltındaki buz düzeyini göstermektedir.

Valles Marineris bize başka bir bilmece daha sunar. Tabanı yer yer çökeltilerle kaplıdır. Bazıları bazalt kökenli kül katmanları gibi koyu

renkte, diğerleri ise kalker gibi parlak renktedir. Bu birikintilerin yayılma alanı ve üst üste binmiş ince katmanlar şeklinde oluşması göl çökeltilerini akla getiriyor: Sıvı suyun Mars'ın yüzeyinde bulunabildiği bir çağda, eriyen sular göller halinde kanyonun dibinde toplanıp bu çökeltileri mi bıraktı? Günümüzde Mars'taki koşullar sıvı suyun varlığı için elverişsiz olsa bile –çünkü orada atmosfer basıncı çok zayıf ve buz direkt olarak buharlaşıyor– kutup takkelerinin bizlere hatırlattığı iklim devreleri, daha yüksek basınç ve ısının var olduğu, sıvı suyun Mars'ın yüzeyinde akabildiği çağları hayal edebilmemizi sağlıyor. Hatta bu konuda dolaysız kanıtlarımız bile var.

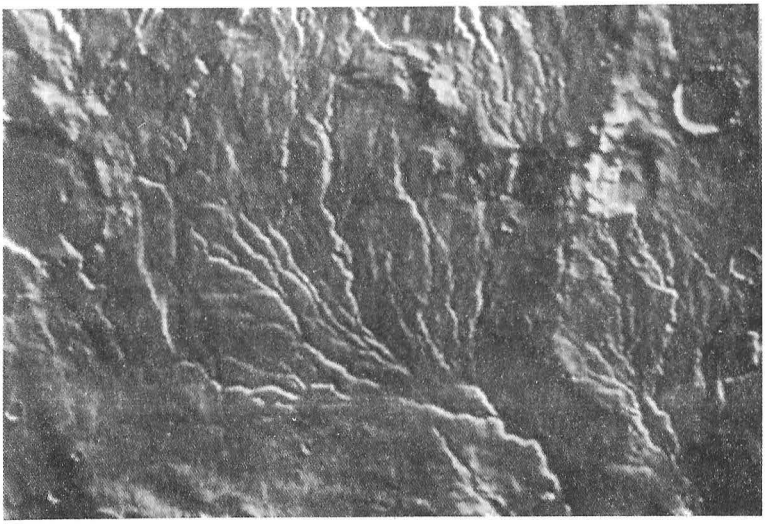
Mars gezegeninin kanalları

Mars'ın yaşlı güney yarımküresi, yüksek platoları kateden ince çizgiler sergiler. Bu, bir sürü on kilometre uzunluğunda ve yüz metrelerce genişlikte birbirine paralel birçok vadi, çarpma kraterlerinin yan duvarlarında gerçek su yolu şekilleri çizer. Zaten bazıları, dik açıları birbirine kavuşan kollarla ağ biçimi oluşturur –bu faylı arazileri hatırlatan, gelişmemiş su havzalarının şamdan biçimindeki şeklidir. (bakınız şekil 2.13.) Bu tür su yolu ağlarına, kuzey yarımkürede Hecates Tholus ve Ceraiunus Tholus gibi yaşlı volkanların yamaçlarında ve daha genç bir volkan olan Alba Petera'nın akma eğiminde de rastlanır.

Bu vadiler Hawai volkanları üstünde yağmurdan sonra oluşan nehirleri andırır –Mauna Loa gibi– ve jeologları, Mars'taki benzerlerinin de aynı şekilde oluştuklarını düşünmeye zorlar. Geçmiş zamanlarda, gezegen daha sıcak ve yoğun bir atmosfer içinde yüzerken yağmur yağmış olabilir mi? Küçük nehirler bir gerçektir. Mars'ın jeologlara daha büyük bir sürprizi vardır: kuzey yarımkürede, platoların geniş volkanik ovalara açıldığı yerlerde, düz tabanlı geniş vadiler yüzlerce kilometre uzanır. Kolları ve kıvrımları bulunmayan bu vadiler, büyük sel-

lerin açtığı kanallara benzer (bakınız şekil 2.14).

Dünya'da bu tür kanalların farkına yeni varıldı. Birleşik Devletler'in kuzeybatısında Washington eyaletindeki Scabland'lar bu kanalların en çarpıcı örneğidir. Bu büyük düz tabanlı vadilerin oluşumu, 1920 yılında jeolog J.H. Bretz, 15 000 yıl kadar önce, bir buz gölü bentinin çöküşü ile gelişen korkunç bir sel felaketi tezini ortaya atıncaya kadar, buzulların yavaş ilerleyişi ile açıklanıyordu. Bretz yüzlerce metre yükseklikte bir su duvarının, Dünya'nın bütün nehirlerinin birleştirilmiş debisinden altı kez daha fazlasıyla, tonlarca ağırlıktaki kayaları basit maden külçeleri gibi tek parça halinde sökerek, birkaç saat içinde vadiler açarak ve bütün bu çökelti tepelerini bütün halinde gürültülü selinin kenarlarına savurarak, bayırdan aşağı indiğini düşünüyordu.



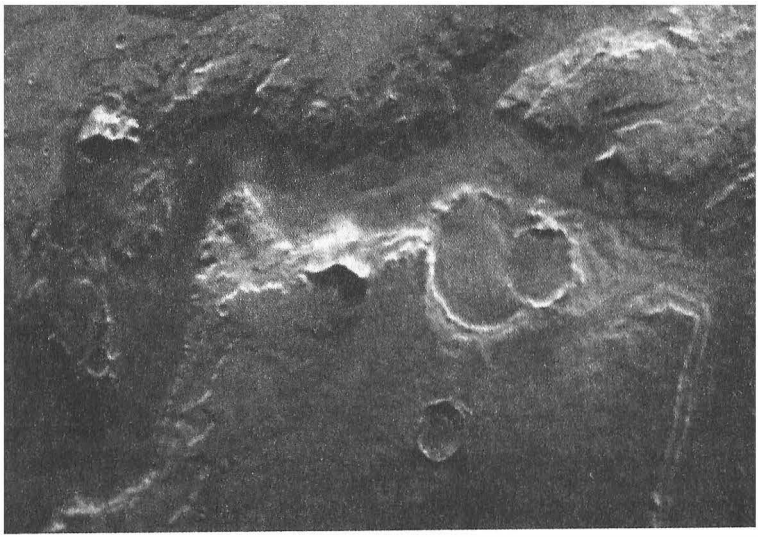
2.13.- Mars'ın güney yarımküresinde birçok su yolu yüksek volkanik platolardan aşağı iner. Bu fotografta vadiler, bir yaprağın damarları gibi, fotoğrafın sağ alt köşesine doğru yöneliyor. Bu çok eski erozyon yağmur sularının yüzeyde sel gibi akması ya da erimiş yeraltı suyunun yeryüzüne çıkarak yüzeyi çökertmesi sonucunda oluşmuştur. (Fotograf Viking, NASA, Ay ve Gezegenler Enstitüsü'nden Brian Fessler'in değerlendirmesi.)

Bretz'in felaket varsayımı, bu kadar ani olayların dünyanın tarihinde herhangi bir rol oynayabileceğine inanmak istemeyen dönemin jeologlarının tümü tarafından reddedildi. Gerçekte Bretz'in varsayımı ancak 1960'lı yılların sonunda kabul edildi. Ünlü Amerikan Coğrafya Derneği, ona onur madalyasını 1979 yılında, jeolog 96 yaşındayken, kendini affettirmek için verdi...

Scabland'larin felaketle açıklaması daha yeni kabul edildiğinde, Mariner- 9, Mars yüzeyinden, sayısız kesişen yataklı, aynı damla biçiminde adacıklı (geldiği yönde bombeli ve akış yönüne doğru ince) ve su akımının gücüyle biçimlenmiş diğer engebeler sergileyen geniş kanallara benzer görüntüler gönderdi. Bu arada, sözü edilen hiçbir büyük kanalın, mevki bakımından geçmişteki gökbilimcinin krokilerini çizdiği hayali kanallarla ilişkisi olmadığını belirtelim. Yine de, Mars'ta büyük kanalların var olduğunu gözlemlemek mizahi bir durum!

Daha sıcak iklimde oluşmuş olması gereken küçük vadilerden farklı olarak, Mars'ın büyük kanalları, yağmur suyu akışı olmaksızın soğuk çağlarda meydana gelmiş olmalı. Dünya'da Scabland'ların oluşumuna bir buz barajının çökmesi yol açmıştır. Aynı şekilde Mars'ta da, büyük kanallar eriyen yeraltı buzullarının yüzeyi çökertmesi ve çamur ya da su taşkınının aşağı boşalmasıyla doğmuş olabilir. Kızıl gezegenin büyük kanalları, ekvatorun kuzeyinde, özellikle engebe kazalarının yeraltı buzul katmanlarını ortaya çıkarabileceği ve kütlesel erimeye yol açabileceği yerlerde yoğunlaşmıştır. Valles Marineris büyük riftinin bitiminde durum böyledir: Simud Vallis kanalı (*Simud* sümerce Mars demektir) kanyonun çıkışındaki karmakarışık arazilerin yüzeyine çıkar ve kuzeye doğru 1 000 kilometreden fazla ilerler. Zaten bu bölgede güneyden gelen bir sürü başka kanal vardır. Bunlar arasında Tiu Vallis (Toton dilinde Mars) ve Ares Vallis (Yunancada Mars) bulunmaktadır. Bu sonuncusu 1 700 kilometre uzunluktadır.

Bu sel baskını vadileri kuzeydeki geniş Chryse ovasına, Yunan mitolojisindeki altın toprağa doğru yönelirler. Gerçekten burası jeolog-



2.14. Mars'ta bir sel baskını kanalı. 972 kilometre uzunluğunda ve binlerce metre genişliğindeki Reull Vallis, bir yeraltı buzunun çözülmesiyle oluşan çamur ve su fırtınasını yönlendirmiş olmalı. Vadinin kenarları sayısız teras izi (özellikle sağda aşağıda) ve büyük bir olasılıkla da kum kumulları olan koyu çözelti plajları (yukarda solda) göstermektedir. (Fotograf Viking, NASA\JPL.)

lar için bir Eldorado'dur: Büyük vadilerin bitimindeki alüvyonlu ovalar, yukardaki arazilerden yuvarlanmış taşlarla doludur. Bu, gezegenden örnek almanın en ideal yoludur. Mars'ta yaşam arayan biyoloklar için de elverişlilik heyecan vericidir: alüvyon ovalar, geniş bir su örtüsünün Güneş'in altında, belki de hızlı buharlaşmayı önleyen ince bir buz tabakası altında yayıldığını görmüş olmalılar. Eğer Mars'ta yaşam varsa, suyun uzun süre kaldığı alüvyonlu ovalar, onu aramak için en uygun yerlerdir. İşte Amerikalılar, bu düşünceyle, olağanüstü Viking yolculuğunu –uzay çağının en karmaşık ve en pahalı yolculuğunu– Mars'ta yaşamı araştırmak için organize ettiler.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Mars'ta Yaşam Arayışı

Doğrusunu söylemek gerekirse, konunun en can alıcı bölümüne gireceğiz, çünkü Viking sondaları doğrudan Mars'ta yaşamı araştırmayı hedeflemekteydi. Kullanılan araçlar olağanüstüdür: NASA, bu operasyona 1971-1976 arasında 1 milyar dolar –Apollo operasyonu kadar– yatırmıştır. Amaç: Kızıl gezegene iki sonda indirmek ve yüzeyde ki biyolojik etkinliği araştırmaktı.

Bu uzun süren bir düşünçenin sonuca ulaşmasıdır. NASA, kuruluşundan yani 1958'den beri başka dünyalardaki yaşam konusuna özel bir dikkat gösterdi. NASA aşırı yaşam biçimlerini araştırma –özellikle Antarktika'da– ve yaşam dedektörlerini geliştirme projelerini destekledi. Bu durum araştırmacıları canlının temel ögesini bulmaya itti. O nasıl tanımlanır? Başka bir gezegende otomatik küçük aletlerle nasıl aranır?

Yaşamın tanımı

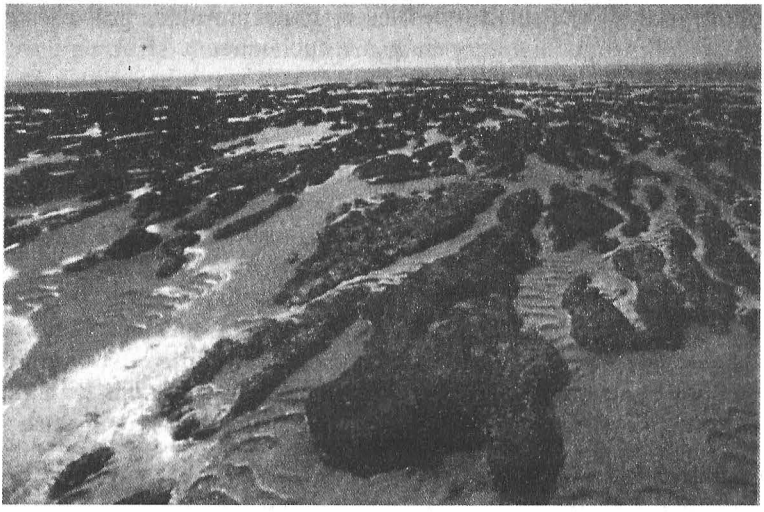
Yaşamın, herkes tarafından kabul edilmiş bir tanımı yoktur. Yaşam kavramına sınırlar çizmek bile zordur. Bilimadamları için canlı maddeyi cansız maddeden ayırt eden, öncelikle, soluk alma, metabolizma ve üreme gibi işlevlerdir. Darwin ve Mendel'den beri, yeryüzündeki yaşamın, çevrenin hakemliği altında, bir talih oyunu boyunca –mutasyonlar– kendini üreten ve kendini çeşitlendiren bir sistem ol-

duğunu da biliyoruz. Öte yandan biyokimya bize, yaşamı yönlendiren kalıtımsal "kullanım kılavuzunun", mikroskobik düzeyde, gerçek bir bilgi bankası oluşturan (genler ve kromozonlar) nükleik asit zincirleri (ADN) boyunca kendini belirlediğini söylüyor.

En çok kabul gören tanımı size sunmak için, gökbilimci Sagan'ın Britanica Ansiklopedisi'ndeki tanımını okursak, bizim tanıdığımız biçimiyle yaşam, çevre ile karşılıklı etkileşime girebilen, kendi kendine üreyebilen ve değişim geçirebilen bir moleküler sistemdir. İşte Mars yüzeyinde, iki otomatik sondanın, yalnızca 15 kilogram çeken –sadece büyük bir seyahat valizi ağırlığı– bilimsel aletlerle araştırması gereken buydu. Bu önemli bir meydan okumaydı, çünkü eğer Mars'ta yaşam varsa, onu bulmanın zor olacağından kimsenin kuşkusu yoktu. Sagan'ın –onu öne çıkaran ileri görüşlülüğü sayesinde– kameraların görüş alanına girebilecek bir canlı varlığı yakalayabilmesi için devamlı çevreyi taramalarını kabul ettirmiş olmasına karşın, hiç kimse Viking'in önünde poz verecek olan küçük hayvanlarla karşılaşmayı beklemiyordu. Mantık yadsınamaz. Yaşam belirtilerini araştırmak için Sahra çölüne bir sonda yerleştirdiğinizi düşünün. Aletiniz 1 cm^3'lük kumda bakteri aramakla meşgulken bir deve veya kertenkele biraz öteden geçebilir. Sagan'ın biraz da kurnaz bu önlemine karşın araştırmacılar Mars'ta ne herhangi bir hayvanla ne de seyrek bir bitki türü ile karşılacaklarını sanmıyorlardı. Eğer bir yaşam varsa, bu çok ilkel ve gözle görülemez boyutlarda olmalıydı.

Yaşamın tespiti

Dünya'da yaşamın ilk zamanlarında ne kadar mikroskobik olduğunu gözlemlemek için kendi örneğimize, dünya üstündeki yaşama bakmamız yeterlidir. Tarihinin dörtte üçü boyunca, oluşumundan Cambrien denilen döneme kadar Dünya'daki yaşam bakteriler ve mi-



3.1.- Yaşam mikroskobik boyutlarda olduğunda bile, ardında çıplak, gözle görülebilen yapılar bırakabilir. Tıpkı Avustralya plajlarindaki "stomatolites"denilen bu kaya örtüleri gibi. Bakteri ve yosun kolonisi olan stomatolitler ilkel organizmalardır. 3,5 milyar yıl yaşında olan fosilleşmiş kalıntılarına rastlanmıştır. (Fotograf Jacana/Ghisotti.)

niskül yosunlarla sınırlı kaldı. Uzun üç milyar yıl boyunca, ne sularda küçük bir balık, ne de yerküre kayalarının üstünde yeşil bir bitki görüldü. Hayvanlar ve bitkiler diye adlandırılan bu dev boyutlu ve karmaşık yapılı yaratıklar, yalnızca son milyar yılda ortaya çıktılar. Gerçekte, bugün bile bakteriler yeryüzü biyo-kütlesinin önemli bir kısmını oluşturur: toprakta, suda ve havada yaşayan bütün mikro-organizmaların toplam ağırlığı, gezegende yaşayan "gözle görülür" hayvan ve bitkilerin toplam ağırlığını aşar.

Eğer Mars yüzeyinde yaşam gelişebildiyse, araştırmacılar bu yaşamın ilkel düzeyde ve bakteriye yakın bir biçimle sınırlı kaldığını düşünmektedir –bu basit formül kendi biyolojik tarihimizi uzun bir süre etkisi altında tutmuştur. Bakteri bağımsız ve canlı bir hücredir, yani "çılgın" kimyasal tepkimelerin gerçekleştiği sulu bir ortam içeren,

karbon, hidrojen ve diğer birkaç element atomlarından oluşmuş küçük bir "kese"dir. Bu tepkimeler nükleik asit şeklinde yazılmış kullanım bilgileri tarafından kontrol edilirler.

İşte bu "çılgın" tepkimeler tam olarak yaşama özgüdür. Eğer bakteri hücresi tohum veya kist şeklinde uyku durumundaysa, deyim yerindeyse, aklındaki tek şey yaşamını sürdürmek ve üremektir. Eğer koşullar uygunsa kimyasal tepkimeler büyük miktarda enerji yardımıyla devamlı olarak bu amaçla gelişir. Böylece fotosentez, soluk alma ve metabolizma yaşam dünyasının en büyük belirtileri durumuna gelir. Yaşam ister mikroskobik, ister ileri aşamalarda olsun, ister dünyada ister kızıl gezegende bulunsun, onu tespit etmek, onun dış dünya ile olan karşılıklı kimyasal ilişkisini tespit etmeye indirgenebilir. Araşatırmacılar da Viking sondaları için hazırladıkları aletlerini bu yönde geliştirdiler.

Yaşamın tespiti

Yaşam dedektörleri hakkında ilk düşünceler, ilk Spoutnik'in fırlatılışıyla, uzay sondalarının Ay'a ve Mars'a ulaşacakları belliyken, şekillenmeye başladı.

NASA, Birleşik Devletler'de, 1959'da yaşam bilimleri adlı bir bölüm kurdu. 1960'ların başında, Mars'ta yaşamı araştırmak için hangi tip aletlerin geliştirilmesi gerektiği tartışılmaktaydı.

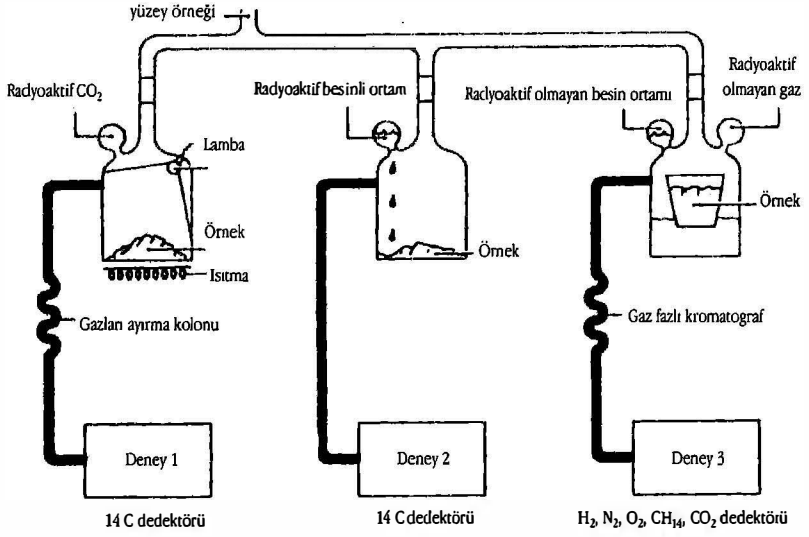
Rochester Üniversitesi'nden Wolf Vishniac bu konuda çok çalıştı. Bu biyolog demir ve kükürt "yiyen" bakteriler üzerinde uzmanlaşmıştı. O bu tür yaşam biçimlerinin Mars'ta bulunma şansının yüksek olduğunu düşünüyordu. Ona göre, mikroorganizmaları belirlemek için yapılacak basit deney şuydu: Bir yüzey örneği, lambayla aydınlatılmış su dolu deneykabı içine konur. Zaman içinde su bulanırsa (bir fotoelektrik hücresi bunu tespit eder) deneykabı içinde bir biyolojik gelişme-

nin oluştuğu düşünülebilir. Sağlama yapmak içinse bir karşı-deneye başvurulur. Aynı su ilke olarak bütün canlı organizmaları öldürmesi gereken ısı düzeyinde, 160 °C (en azından Dünya da sterilizasyon ilkesi budur) birkaç gün kaynatılır. Eğer bu işlemden sonra su bulanık değilse, başlangıçta barındırdığı hassas yaşam biçimlerinin yüksek ısı tarafından yok edilmiş olmasındandır. Bu basit ve sade deneye bulucusunun anısına "wolf trap"adı verildi. Bu arada, kelime oyununu, yani "wolf trap"in "kurt kapan" anlamına geldiğini belirtelim.

Aynı dönemde. 1960'lı yılların ortasında dahi fikirleri olan başka bir biyoloy, Gilbert Levin sahneye çıkar. Levin verimli bir düş gücüne sahip bir mucittir. Aynı zamanda pratik bir zekâsı vardır ve aletlerini üretirken çok titiz davranır. Georgetown Üniversitesi'nde (Washington'un yakınındadır) çalışırken, mikropların soluk alışlarını, yani karbon gazı salmalarını ölçen bir dedektör geliştirdi. Bu dedektör, örneğin şehir suyuna mikrop bulaşmasını çok kesin bir şekilde tespit ediyordu ve buluş, aleti geliştirmesi için ona destek olan NASA'nın dikkatini çekti

Levin'in tekniği basittir: Bakterilerin çoğunun karbon kökenli organik billeşiklerle beslenme olgusunu temel alır. Böylece bakteriler kimyasal tepkilemenin artığı olarak çevreye karbon gazı salarlar. O zaman Mars yüzeyi örneğine birkaç damla organik (karbon kökenli) "besin" vermek ve onu karbon gazına dönüştürüp dönüştürmediğine bakmak yeterlidir. Oluşumu izlemek için besinin içine radyoaktif karbon yerleştirilir. Bir radyoaktivite ölçeri bakteriler tarafından gaz olarak salındığında onu tespit edebilir. Mars sondasına yerleştirildiğinde "labeled release" (LR) adını alacak olan Lervin'in aleti, basitliği ve titizliği ile herkesin ilgisini çeker. Belki biraz da kıskançlığa neden olur, çünkü Levin kendinden emin ve çok sevimli bir insandır, ayrıca NASA entelijansiasına dahil değildir. O, tıp doktorasını vermeye vakit bulamamış olan Vishniac gibi, daha çok, bağımsız bir düşünürdür.

Oysa, Mars'ta yaşam araştırmasına katılan üçüncü kişinin, Doktor



3.2.- 1976-1977 yıllarında Mars yüzeyini inceleyen Viking sondaları için seçilen uç dedektör. Solda, Norman Horowitz'in, ışığa ve karbon gazına maruz bırakılan bir örnekteki fotosentezi (karbonun özümlenmesini) tespit etmeyi amaçlayan PR (pyrolitic release) aleti. Ortada, Gilbert Levin'in, besin içeren sıvıyla ıslatılmış örneğin mikrop solumasını (karbon solumasını) tespit etmeyi amaçlayan LR (labeted release) aleti. Sağda, Vance Oyama'nin besinle ıslatılmış örneğin üstünde oluşan bütün gazları analiz etmeyi amaçlayan GEX (gas exchange) aleti. (Phillippe de la Cotardiere'in *Astronomie* (Astronomi) adlı kitabından, s.518, alıntı. Yazar ve editörün gösterdiği kolaylıktan dolayı teşekkür ederiz).

Norman Horowitz'in akademik nitelikleri kusursuzdur. Norman Horowitz tam bir akademisyendir. California, Pasadena'daki ünlü Caltech Üniversitesi'nde profösördür, ayrıca NASA'nın JPL merkezinde yaşambilimi bölümünün yöneticisidir. Horowitz araştırmacılar arasında yüksek bir mevkidedir. Sorumluluklarının arasına,Viking sondaları için kendi yaşam dedektörünü geliştirmeden önce, düşüncelerinden etkilendiği iş arkadaşı Levin'in çalışmalarını denetlemeyi de katmıştır.

Levin'in aleti yukarıda da gördüğümüz gibi, var olabilecek bakteriler organik bir besini tükettiklerinde, saldıkları karbon gazını ölçüyordu. Horowitz bunun tam tersini incelemeye aldı: Bazı hücrelerin havasız ortamda karbon gazını kullanarak hücre dokusu ve enerji sağ-

layan besinler ürettikleri, yani fotosentez sürecini başardıkları biliniyordu. Horowitz, aletinde, incelenecek örneği karbon gazlı bir ortama yerleştirir. Karbon gazı izlenebilsin diye radyoaktif karbonla işaretlenir. Eğer fotosentez oluştuysa, yüzey mikroorganizmalarının radyoaktif gazı havasız ortamda kullanmış ve hücrelerine geçirmiş olmaları gerekir. Birkaç gün sonra, örnek fotosentez yoluyla aldığı karbonu açığa çıkarmak için ısıtılır. Bu aletin adı pyrolitic release'dir (PR).

Özetlemek gerekirse, Vishniac, mikrop yaşamının ait çoğalmayı; Levin, mikrop yaşamına ait soluk almayı; Hotowitz'se mikrop yaşamına ait fotosentezi tespit etmeye çalışır. Dördüncü kişi, NASA'nın Ames merkezinde çalışan Vance Oyama daha genel bir test önerir: Yüzey organik besinlerden oluşan zengin bir besleyici "çorba" içine konulur ve yüzey üstü atmosfer oradan yayılan her türlü gaz (oksijen, karbon gazı, azot, vb.) izinin belirlenmesi için analiz edilir. Viking sondalarında bu aletin adı "gas exchange expriment (GEX)" olacaktır.

Organik madde

Mars'taki yaşam sorununu aydınlatmak için araştırmacılara son bir alet daha kabul ettirildi: Organik molekül dedektörü. Organik molekülller hidrojen, azot, oksijen, fosfor ve kükürt gibi diğer elementlerle tamamlanan atom karbonlarının bir araya gelmesidir. Bunlar bildiğimiz şekliyle canlı maddeyi oluşturan bloklardır ve bu yüzden de onları "organik" diye adlandırırız. Özellikle asit amineler ve proteinler onlardan oluşmuştur.

Ancak organik molekülller aynı zamanda, yaşam olmaksızın da, basit kimyasal tepkime ile oluşabilirler. Bu süreç, değişik onlarca molekülün –asetilenden metilamine kadar– yıldızlardan türeyen gaz bulutlarının içinde oluştuğu kozmosta sürekli gerçekleşir. Kendi Güneş'imizin çevresinde bu tür organik moleküller, kuyrukluyıldız, küçük ge-

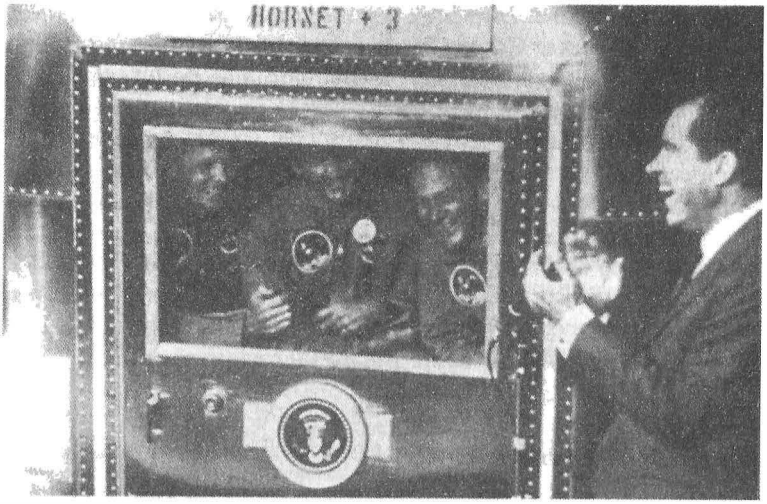
zegen ve göktaşı maddelerinin içinde bulunur. Bu organik moleküller düzenli olarak gezegenlerin yüzeyine "yağarlar" ve onlara Apollo astronotlarının Ay'dan getirdikleri yüzey örneklerinde rastlanmıştır.

İşte bu yüzden Mars'ın yüzeyinde de organik moleküller bulunacağı biliniyordu. Sorunu kökünden çözmek için araştırmacılar, organik moleküllerin ağırlıklarını ölçmeye yönelirler: Karmaşık ve ağır organik moleküller, daha hafif moleküllerden farklı olarak, biyolojik bir oluşuma daha yakın sayılacaktır. Yine de en ideali değişik çeşitlerini tanımlayabilmektir. Mars yüzeyinde var olan değişik organik molekülleri tespit etmek ve onların ağırlıklarını ölçmek, Viking sondaları için hazırlanan kütle spektometresinin görevidir. Alet, görevini, bir yüzey örneğini buharlaştırarak, moleküllerin manyetik bir alan içindeki hızlanmalarına göre, moleküllerin ağırlığını belirleyerek yerine getirir. Dünya'daki laboratuvarlarda, "kütle spektometresi ile birlikte gaz fazlı kromatografi" (GCMS) adı verilen bu analiz tekniği, bütün bir laboratuvarı bir sürü boru, vana ve deneykabı ile doldurur. Mars'taysa bütün olay, bir ayakkabı kutusu boyutlarındaki aletle çözümlenmelidir.

Bulaşma

Vikinglerde bir sürü yaşam dedektörü ve bir adet organik molekül dedektörü bulunacaktı. Sorun boyutla ilgiliydi. Yaklaşık bir tonluk iki sonda Mars yüzeyine indiğinde, bu sondalar, kablolarının, borularının içine yerleşmiş Dünya bakterilerini beraberlerinde taşımış olmayacaklar mıydı? Yaşam dedektörlerinin, Mars'ta, Dünya'dan getirilmiş bakterilerle karşılaşma riski var mıydı? Bu sıkıntı yaratacağı ölçüde tehlikeli bir sorun doğuracaktı: Dünya'dan taşınmış mikroplar, Marsta bulmayı düşündüğümüz kırılgan yerli yaşamı yok ederek çoğalma tehlikesini gündeme getiriyordu.

Dünyalar savaşı korkusu, gezegenlerarası uçuşların ayrılmaz par-



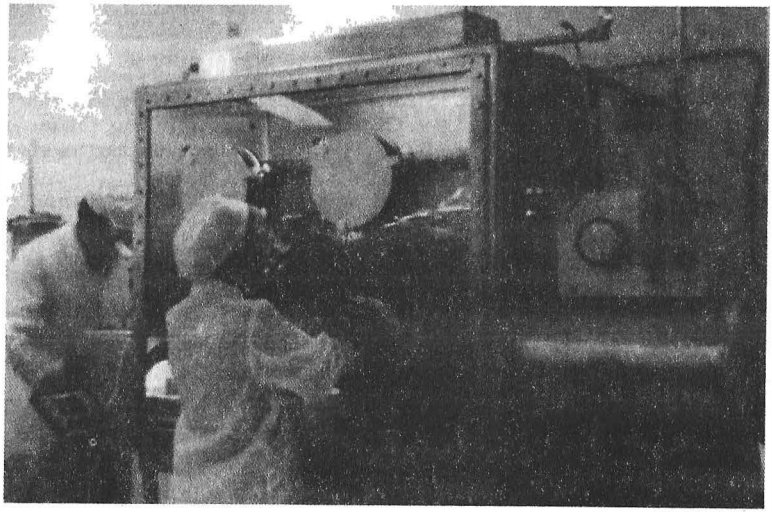
3.3.- Apollo II astronotları Ay'dan dönüşlerinde iki hafta boyunca, Ay'dan hiçbir yabancı bakteri taşımadıklarını doğrulayacak bir süre, karantinada tutuldular. Bu fotoğrafta Başkan Nixon, Armwstrong'u, Collins'i ve Aldrin'i, Houston Laboratuvarı-'na götürülmelerinden önce, camın arkasından tebrik ediyor. (Fotoğraf NASA)

çasıdır. Daha önce de, Apollo uçuşu sırasında bunun tersi bir tehlike gündemdeydi. Ay'da mikrop yaşamının mümkün olmamasına karşın, Apollo astronotlarının dönüşlerinde, Ay'dan getirdikleri kaya örnekleriyle birlikte karantinaya alınmasına karar verildi. Operasyon özellikle kamuoyunu rahatlatmaya yönelikti. Çünkü, Pasifik okyanusunun ortasında balıkadamların Apollo kabininin girişini açıp astronotlara karantina giysilerini atmak zorunda olmaları operasyonun etkisini azaltıyordu. Eğer Ay bakterileri oradaysalar, atmosfere karışmamak için balıkadamları bekleyecekleri düşünülemezdi...

Astronotların ve getirdikleri örneklerin kapatıldığı Houston'daki karantina laboratuvarı yine de çok hayati bir bilgiye ulaşmamızı sağladı: Otomatik sondalar aracılığıyla gezegenlerarası bulaşma, kozmik ışınlara ve uzay boşluğuna karşın gerçekten olasıydı. Gerçekten de Apollo 12 astronotları, yolculukları sırasında, iki yıl Ay'da kalmış olan otomatik sonda Surveyor-3'ün üstünden aldıkları kamerayı Dünya'ya

getirdiler. Üstüne düşeni yapmış olmak için Surveyor kamerasının bir parçası karantina laboratuvarında geleneksel kültür buyonu ile denetlendi. Oysa bir deney kabı içinde bir mikrop gelişimine rastlamak biyologları şaşırtmadı. Görünüşe göre, Surveyor-3 ile kaçak yolcu gibi giden bir streptokok iki yıl boyunca Ay boşluğunda spor halinde kalmış, yeniden Dünya'ya dönüp nemlenince bütün canlılığını kazanmıştı.

Gökcisimlerini ayıran boşluğa karşın gezegenler arasında bulaşma tehlikesi bir gerçektir. Zaten süper güçler, gezegenlerarası uçuşlarda, Mars'ı veya Venüs'ü kirletmemek için sondalarını sterilize etme konusunda anlaştılar. Oysa uzay gemilerinin sterilize edilmesi azımsanacak bir iş değildir. Sondaları alkol ve oksijenli su gibi bir dezenfektan ile yıkamak yeterlidir. Başka bir gezegene konacak gemiler için bu formül uygulanır. Vikingler içinse, aracın yalnız dışını değil, bütün içini ve aletleri de kapsayacak daha ileri bir sterilleştirme gerekiyordu.



3.4.- Houston uzay merkezindeki "Lunar Receiving Laboratory." Astronotlar burada karantinada kaldılar. Göktaşları ve Ay kayaları yine burada stoklandı. Hava geçirmezlik önlemleri, araştırmacılara analiz kasaları içinde, bulaşma tehlikesi olmaksızın örneklerle çalışma olanağını sağlıyor (Fotoğraf NASA / JSC).

Bunun için otoklav uygulandı, yani sonda 160 °C bir ortama sokularak orada saatlerce tutuldu. Sondalar bir kere sterilize edilince "biyolojik kalkan" denilen kapsüllere yerleştirilirler. Bu kalkanlar uçuş deyimiyle, ancak Mars'ın atmosferine kızgın dalış sırasında, steril uzay gemilerinin inişe geçmesi için terk edilirler.

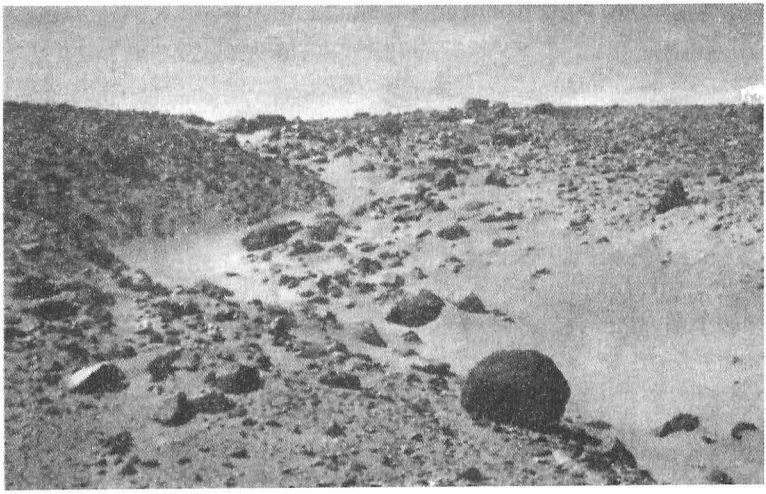
Bir uzay gemisini otoklavla sterilize etmek basit ve az masraf gerektiren bir işlem olarak görülebilir. Aslında hiç de öyle değildir. Çünkü uzay gemisi birkaç saat boyunca 160 °C sıcaklığa dayanmak zorundadır. İşte bu yüzden sondanın bütün parçaları, özellikle de hassas kullanım elektroniği güçlendirilmelidir. Bu artı maliyet, sondanın maliyetinin yüzde 10'nu bulur. Bu tutar Vikingler için onlarca milyon dolardır. Bir gezegenin korunmasının maliyeti işte budur.

Dünya üstünde yaşam arayışı

Yaşam bulmak için aletleri Mars'a göndermeden önce, Mars'inkine en yakın koşullar altında bunları test etmek gerekir. Bunu yapmak için en uygun alanlar, arazinin en az mikroorganizma barındırdığı, görünürde bitki bulunmayan kurak bölgelerdir. California ve Nevada sınırındaki Ölüm Çölü en uygun yerdir: Burada ısı aşırı yüksektir –gündüz sıcak, gece soğuk– ve nem canlı organizmaların yoğunluğunda olduğu gibi çok düşüktür. Diğer avantajı ise Ölüm Çölü'nün, Mars sondalarının üretildiği NASA'nın San Francisco ve Los Angeles'daki merkezinden yalnızca bir saatlik uzaklıkta bulunmasıdır.

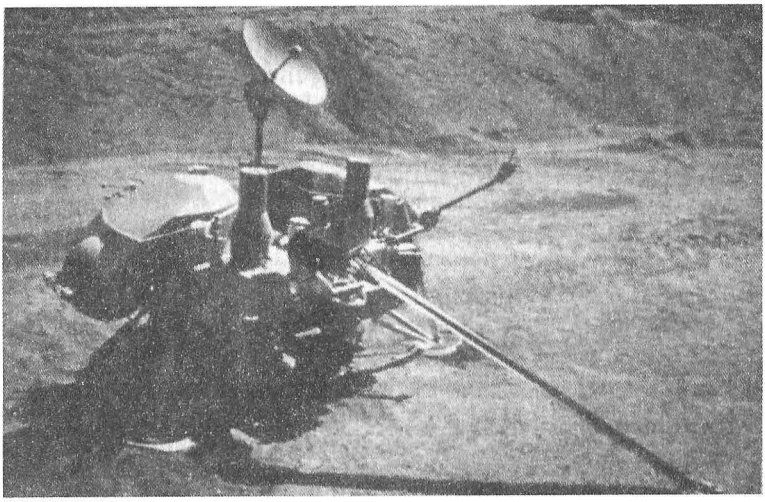
Daha aşırı uçlarda yer alan diğer bir deneme alanı, araştırmacıları kendine çeken Antarktika'dır. Subtropikal bölgelerin sıcak çölleri gibi Antartika'nın buz çölleri de çok düşük nem oranları ve en basite indirgenmiş yaşam biçimleri olan bakteri ve likenlerle belirginleşirler. Özellikle likenler, iki yaşam biçiminin çok dahice birleşmesinin sonucudur: Fotosentezle enerji üretimini sağlayan yosunlar ve yosunlar

çevresinde koruyucu bir kabuk oluşturan ve onların artıklarıyla beslenen bakteriler. En basit yaşam biçimleriyle ve onları tespit etmeye uygun tekniklerle ilgilenen araştırmacılar için Antarktika, iklimi Mars'ınkine.benzediği için daha da ilginçtir. Havanın ısısı gece -65 °C ve yazın gün ortası 5 °C arasında oynamaktadır. Öyleyse Vishniac ve Horowitz'den başlamak üzere Mars yolculuğu için hazırlanan biyologların, aletlerini ayarlamak için Antarktika'ya yönelmelerinde şaşırtıcı bir yan yoktur.



3.5.- California'daki Ölüm Çölü, Viking sondalarının yaşam dedektörlerinin hazırlanmasında deneme bandı görevi üstlendi. Az verimli olan arazisinin dışında, ölüm vadisi, Mars vadilerine çok benzeyen manzaralara sahiptir (Fotoğraf yazara aittir).

Antarktika'nın buzul vadilerinden alınan bir sürü örnek, yaşam dedektörlerini test etmek icin laboratuvara getirildi. En azından şunu söyleyebiliriz: Örnekler tam bir kargaşaya neden oldu. Aynı araziyi kendi aletleriyle inceleyen değişik araştırmacılar çelişkili sonuçlara vardılar. Horowitz ve akıl hocası Roy Cameron gibi dünya dışı biyolojisinin efendileri olumsuz sonuçlar kaydettiler ve Antarktika'nın bazı arazilerinin tamamıyla mikropsuz olduğu ve hiç canlı hücre barındır-



3.6.- Dünya üstünde fotoğrafı çekilen Viking sondası. Solda yakıt depolarının bulunduğu kapak. Merkezde yüzey örneğini almakla ve onu arka bölümdeki, iki görüntü alma çıkmasının ortasında yer alan dağıtım hunisine koymakla görevli teleskopik kol. En üstte Dünya ile iletişim anteni. Sağda, meteoloji aletlerinin direği. (Foto NASA).

madıkları inancına vardılar. Öte yandan Vishniac ve Levin bazı örneklerde mikrop yaşamının olumlu sinyalleriyle karşılaştılar.

Burada çok önemli bir sorun ile karşı karşıyayız. Yaşam tespiti –ister dünyada ister dünya dışında olsun– düşünüldüğünden çok daha kişisel bir iştir. Gerçekte, bütün araştırmacıların beklentileri ve önyargıları vardır. NASA Viking sondalarını Mars'a fırlatmaya hazırlanırken araştırmacılar arasında çok net bir tutum farkı belirdi. Horowitz fotosentez dedektöründe Antarktika örneklerinde yaşam izleri bulmakta zorlanmakla başlayan sayısız sorunla karşılaştı. Elde ettiği olumsuz sonuçlar onu, düşüncesinin doğruluğu, yani yaşamın kırılgan olduğu ve bu kadar elverişsiz koşullar altında yaşamın yeşeremeyeceği konusunda rahatlatıyordu. Horowitz daha işin başında, Mars'ta da yaşam olmadığı ve aletinin bunu kanıtlayacağı düşüncesindeydi. Öte yandan

Vishniac ve Levin kendi açılarından daha iyimserdiler. Onlar koşullar ne olursa olsun yaşamın gücüne inanıyorlardı ve aletlerinin Antarktika'da elde ettiği olumlu sonuçlar güvenlerini arttırıyordu.

Karamsarlar ile iyimserler arasındaki bölünme çok erken ortaya çıktı. Horowitz ve arkadaşlarının, Antarktika örneklerinin en ufak bir bakteri barındırmadıklarını açıklarken yanıldıklarını düşünen Vishniac yeni testler yapmak için söz konusu alanlara gitti. Kurt kapanı dedektörü (yanına aldığı Levin'in dedektörü de) her yerde yaşam izine rastladı: Bakteriler, küf, hatta yosunlar. Biraz saf olan Vishniac, Horowitz ve arkadaşlarının, Antarktika'daki testlerde dedektörlerinin çuvalladığını ve Mars uçuşundan önce gözden geçirilmeleri gerektiğini kabul edeceklerini sanıyordu. Antartika'dan dönüşünde Vishniac ve elde ettiği sonuçlar büyük bir ilgisizlikle karşılandı. Bu sonuçlar gönderildiği hiçbir bilimsel dergi tarafından basılmadı. Daha da kötüsü gerçekleşti: NASA genel merkezine çağırıldı, dedektörünün "kurt kapanının", Viking sondalarında yer alamayacağı kendisine bildirildi. Ağırlık sorunlarından dolayı mühendisler birkaç kiloyu dışarıda bırakmak zorunda kalmışlardı ve siz raslantıya bakın ki, bu da Vishniac'in aletiydi.

Vishniac için bu korkunç darbe, dürüstlüğü sallantıda olan Viking'in görevi açısından kötü bir belirtiydi. Geri kalan dört alet (üç yaşam dedektörü ve bir kütle spektometresi) iki sondaya yerleştirilirken çevreye şimdiden bir uğursuzluk yayılıyordu. Güvenilir ve sağlam şekilde test edilmiş alete sahip iyimser Levin, aletleri dünya üstünde yaşam tespit etmekte zorlanan rütbeli üç araştırmacı karşısında kendini yapayalnız buldu.

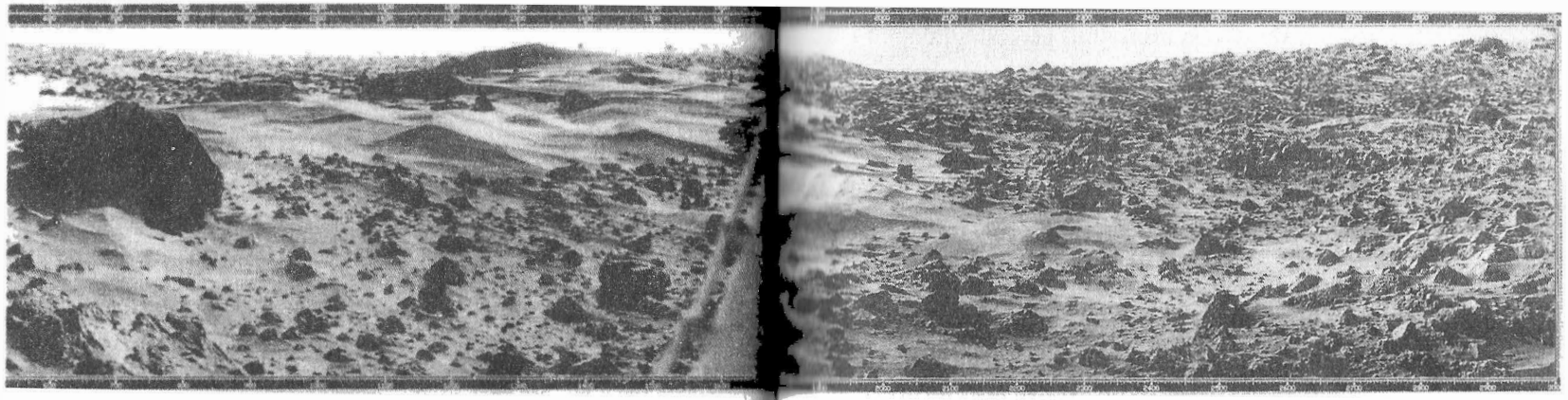
Vishniac kovulmuştu, ancak haklı birini durdurmak zordur. Viking'in fırlatılışından bir buçuk yıl sonra yeni örnekler toplamak için Antarktika'ya döndü. Buluş üstüne buluş yapıyor, buz çölünün her yanında, hatta, liken ve yosunların iç içe geçtiği en ufak aralıklı saydam kayaların içinde bile yaşam izine rastlıyordu. 10 Aralık 1973'te,

Vishniac değerli örnekler toplamaya çalışırken buz tutmuş eğimin üstünden kaydı. Uçurumun kenarına kadar sürüklendi. 300 metrelik ölümcül bir düşüş yaşadı. Bügün, Mars'ta güneykutbunun buz tutmuş toprakları üstündeki bir krater onun adını taşıyor.

Mars'ta bir Viking

20 Ağustos 1975 tarihinde, örtüsünün altında Viking I'i taşıyan, güçlü bir Titan-III-Centa füzesi Canaveral burnundan fırlatıldı. Üç hafta sonra, ikiz kızkardeşi Viking-II'yi fırlatan ikinci bir Titan füzesi birincisinin peşine takıldı. Viking sondaları bir buçuk tonu aşan mucizevi makinalardı. Her biri kızıl gezegen etrafında blok olarak uydu durumuna gelen iki modülden oluşuyordu: Biri yörüngede kalarak gezegenin haritasını çıkaracak ve radyo istasyonluğu yapacak bir modüldü, diğeriyse yaşam dedektörlerini taşıyan iniş modülüydü.

On ayda gerçekleşen 350 milyon kilometrelik olaysız ucuştan sonra, 19 Haziran 1976'da Viking Mars yörüngesine yerleşti. Amerikalılar, Birleşik Devletler'in doğuşunun yıldönümü şöhretlerine yakışır şekilde kutlamak için, iniş modülünü 4 Temmuz'da Mars'a indirmeyi düşünüyorlardı. İniş alanı olarak kuzey yarımküre ovalarına açılan kurumuş geniş kanallardan biri, Ares Vallis ağzı seçilmişti. Viking-1 yörüngeden teleobjektif ile alanın fotoğrafını çekiyordu. Uçuş yöneticileri alanın iniş manevraları için tehlikeli olmamasından emin olmak istiyorlardı. Bu emniyetli tutum meyvesini verdi. Fotoğraflara bakılırsa alan tabii ki ilginçti, ancak küçük çarpma kraterleriyle delik deşikti ve büyük kayalarla doluydu. Hiçbir sonda Mars'a yumuşak iniş yapmayı başaramamıştı –Sovyetlerin Mars-2 ve Mars-3 deneylerinin başarısızlıkla sonuçlandığını anımsayalım– ve Amerikalılar bütün şanslarını kullanmak istiyorlardı. Komşu alanlardan başka fotoğraflar aldılar ve iki hafta incelemeden sonra, Chryse havzasında, Ares Villas'in kuze-



3.7.- Mars'tan ilk panoramik görüntü: Viking-1'in iniş yaptığı alan. Sonda 20 Temmuz 1976'da Chryse volkanik ovasında, 22° kuzey enlemi ve 48° batı boylam noktasına indi. Solda, 3 metre uzunluğunda bir kaya ve kumul bir alan. Sağda, yaşam dedektörleri tarafından analiz edilen çok ince taneli yer üstünde yükselen volkanik kaya tabanı (fotoğraf NASA\JPL).

yinde daha düz bir alanda karar kıldılar. Arazi hafifçe inişli çıkışlıydı –kuşkusuz eski lav akışlarından dolayı– ancak büyük engeller barındırmıyordu.

Amerikalılar, karar verme zamanını uzatarak yıldönümü kutlama tarihi olan 4 Temmuz'u kaçırdılar, ancak kutlanacak başka bayramlar eksik değildi: 20 Temmuz Armstrong'un ve Aldrin'in Ay'a iniş yıldönümüydü ve bugün bile işe yarar durumdaydı. Dolayısıyla 20 Temmuz 1976 tarihinde Viking-1'in iniş modülü, yörünge modülünden ayrılarak iniş yolculuğunu başlatmak için geri tepmeli füzelerini ateşledi. Isı kalkanıyla korunan modül, ince atmosfere 4 kilometre/saniye gibi bir hızla girdi, birkaç dakika süren inişten sonra 6 000 metre yükseklikte paraşütü açıldı. Paraşütten sonra, yere 1 000 metre kala, sıra radarla idare edilen geri tepmeli baterilerin çalışmasına geldi. Bu son frenle birlikte sondanın hızı 2 metre/saniye (7 km/saate) düştü ve sonda 22° kuzey enlemi ve 48° batı boylamı noktasına yumuşak bir iniş yaptı.

Pasadena kontrol merkezinde tam bir mutluluk yaşandı. Çok iyi durumdaki bir sonda Mars gezegenine ilk defa yumuşak iniş yapmıştı. Birkaç dakika sonra ilk siyah beyaz görüntüler ekranlara ulaşınca bayram havası daha da büyüdü. Sondanın iniş takımları Mars yüzeyinde görülüyordu. Görüntü dikkat çekiciydi. Yer bazalta benzeyen küçük taşlarla doluydu. İkinci görüntü, alanın 300° panoramik görüntüsü, alkış tufanıyla karşılandı. Chryse Planita, aralarında, sondadan sadece 8 metre uzaklıkta bulunan 3 metre boyunda blok bir kayanın dikildiği, çıkıntılı kayaların yeri örttüğü geniş bir volkanik ova gibi kendini sergiliyordu. Kayaların arasında, yer yer kumula dönüşen ince toz alanları yayılıyordu.

Ertesi gün, 21 Temmuz'da ilk renkli görüntüler gelmeye başladı. Soluk mavi bir gökyüzü altında, kayalar, bazaltın özelliği olan mavi yansımalı koyu bir renk sergilerken, toz halindeki yer turuncu ile somon pembesi arasında kararsız kalıyordu. Bu ilk renkli görüntüler NASA'da telaşa yol açtı, çünkü sondanın üstündeki Amerikan bayrağı mor ve sarı görünüyordu. Bu, dağıtılmaya hazırlanan basın dosyası için kabul edilemezdi. NASA genel müdürünün bir telefonu her şeyi yerli yerine oturttu. Bayrağın renklerini mavi, beyaz, kırmızıya dönü-

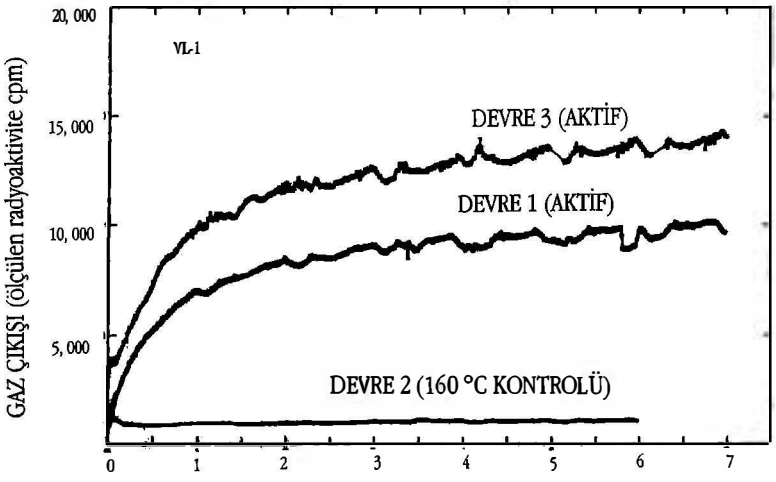
şecek şekilde ayarlamak gerekiyordu. Ayarlama hızla gerçekleştirildi: Mars'ın yüzeyi tam anlamıyla kiremit kırmızısına ve gökyüzü turuncuya dönüştü. Zaman geçtikçe uzmanlar daha ince ayarlamalar yaptılar: Mars yüzeyinin baskın renkleri pembe ve turuncu oldu, en az tozsuz kayalarsa gri-mavi yansımalar sergiliyordu.

Alanın meteorolojisine gelince, tahminlere uygundu. Mars'ta hava soğuktu, termometre günün en sıcak zamanında -15 °C'yi ve geceyse - 80 °C'yi gösteriyordu. Atmosfer basıncı 8 milibar'dan, yani Dünya'da deniz düzeyindeki basıncın yüzde birinden azdı. İlk defa ölçülen bu ince atmosfer, başlıca karbon gazından (%95), biraz azottan (%2,7), argondan (%1,6) ve eser miktarda oksijenden, karbon monoksittinden ve su buharından oluşuyordu. Hafif bir rüzgâr, yaşam dedektörlerinin analiz edeceği madde olduğu için çok kıymetli olan yerdeki tozu kaldıracak güce erişemeden bu atmosferi kıpırdatıyordu.

Yaşamın ilk belirtileri

Viking, örnek toplama amaçlı, ucunda kapaklı mekanik bir küreği bulunan, 4 metre uzunluğunda teleskopik bir kolla donatılmıştı. Sorumlu yöneticiler ilk olarak, bilim adamlarının verdiği güvenceyle, sondanın 2 metre önünde, küreğin sorunsuz ulaşabileceği ince taneli bir yer parçası seçmeyi amaçladılar. Sekizinci günün şafak vaktine programlanan operasyon olaysız gerçekleşti: Kürek Mars yüzeyini 3-4 cm kazdı, kapak kapandı ve kol, değerli yükünü, yaşam dedektörüne ulaşan huninin üstüne ulaştırmak için Viking'e doğru kıvrıldı. Kapak dağıtıcının üstünde açıldı ve yüzey örneğini bıraktı. Sonra kol GCMS spektometresine ikinci bir kürek örnek bulmak için geri kıvrıldı.

Elbette, yapılan işlemlerin ekranda görüldüğü Pasadena JPL merkezinde heyecan doruk noktasındaydı. Huni asıldıktan sonra, Mars tozu Viking'deki bir değirmende ufalandı ve üç ölçeğe ayrıldı: Oya-



3.8.- Mars'ta mikrop etkinliğinin izi mi? Levin'in LR deneyinin sonuçları insanı düşündürüyor. Grafik,besinli bir sıvı verilmiş Mars yüzeyi örneği tarafından salınan karbon gazının gelişimini sergiliyor (devre 3 ve1). Bu gaz çıkışı deneyin ilk iki günü boyunca hızla artıyor, sonra, bazı dünya liken ve bakterilerinin davranışlarını andıran şekilde sabitleşiyor. Buna karşın Mars'ın aynı yüzeyinden alınmış bir örnek önce 160 °C ısıtıldığında (sterilize etme) artık hiçbir yeni etkinlik sergilemiyor, bu da biyolojik bir yorumla bağdaşıyor. (Nakleden G. Lervin ve P. Straat "Mars'ta Gerçekleşen Viking Labeled Realise'nin Yeni Sonuçları" adlı makale.)

ma'ini aleti için bir santimetreküp (bir dikiş iğnesinin başına eşit miktar), Levin'in aleti için yarım santimetreküp ve Horowitz'inki için dörtte bir santimetreküp. Üç aletin alıcıları değerli yükü aldıklarını bildirdiler.

Bakışları ekrana çivilenen Levin, otomatik sürecin gerçekleşmesini ve soluk alma testinin başlamasını bekliyordu. Bir damla organik besin, örneğin üstüne bırakılmıştı ve bir ölçücü on beş dakika ara ile, mikrop soluması belirtisi karbon gazının çıkıp çıkmadığını kontrol ediyordu. İlk rakamlarla birlikte, heyecan artmıştı. Gerçekten de Levin'in örneğinde bir şey organik besini ayrıştırmakta ve ölçüm kısmına karbon gazı göndermekteydi. On beş dakikalık sürelerde oluşu-

mun geliştiği gözleniyordu. Ortaya çıkan eğri, Dünya'da mikroorganizma içeren arazide yapılan kontrol testlerinde elde edilen eğriye benziyordu. (3.8 şekline bakınız.)

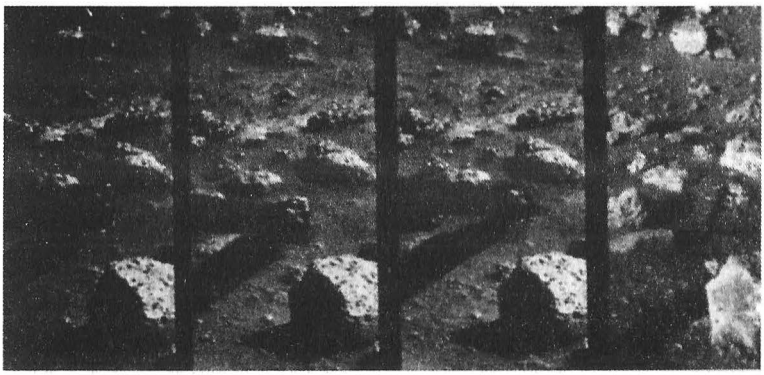
Başta Levin olmak üzere araştırmacıların çoğu sevinçten uçuyorlardı. Saat 19'a doğru coşkusunu daha fazla bastıramayan Levin bir arkadaşını şehre şampanya almaya yolladı. Etrafındaki karamsar araştırmacılar rahatsızlılarını saklamakta zorlandılar. Saat 19.30'da Levin, yaşam dedektörünün olumlu sonucunu açıklayan, yazıcıdan yeni çıkmış diyagramı herkese dağıttı. Tarihi ânı kutlamak isteyenlere imza verdi. İyi oyuncu Oyama, ekranın başına geldi. Levin daha oyunu kazanmadığını biliyordu. Elde edilen sonucun yüzeyin biyolojik bir belirtisi olduğunu kanıtlamak amacıyla bir karşı deney gerçekleştirmek zorundaydı. Bu deney, yerden yeni bir örnek alıp bunu üç saat boyunca, içerdiği bütün potansiyel yaşamı yok etmek üzere, 160 °C'de pişirmekten ibaretti. Aynı organik besin bu örneğe de uygulandığında eğer karbon gazı çıkışı gözlemlenirse o zaman söz konusu olanın yüksek ısı ile yok edilmeyen bir reaktif ajanın yol açtığı basit bir kimyasal reaksiyon olduğu anlaşılacaktı. Tam tersi hiçbir sinyal alınmazsa, besini karbon gazına dönüştüren gizemli maddenin 160 °C'lik sterilizasyonda yok edildiği, başka bir deyişle bu maddenin yaşayan bir mikroorganizma olduğu anlaşılacaktı. Mars'ta bu karşı deney başladığında araştırmacılar nefeslerini tutmuşlardı. Sterilize edilmiş olan yer örneği üzerine organik besin verildi, ancak karbon gazı ölçeri hiçbir kayıt bildirmedi. Kontrol ekranındaki eğri de bir ölünün kardiogramı kadar düzdü. Bir yaşam biçiminin örnek içinde var olduğu ve beklentilere uygun olarak sterilizasyon sırasında yok olduğu çok açıktı.

Çelişkiler zamanı

Diğer üç testten çok şey bekleniyordu. Vance Oyama, şimdiden kendi deneyini başlatmıştı. Zengin bir organik besin karışımının ana-

liz hücresine gönderilmesinin ardından, yer örneğinden buharlar çıktı. Bu deneyde de bir şeyler oluyordu. Yerden biraz karbon gazı yükselmişti ve sonunda kesilmek üzere üç gün boyunca dikkat çekici bir oksijen çıkışı gözlemlendi. Bu ilk deneyin sonunda Oyama uzaktan kumandayla ikinci bir doz "besin çorbasının" bu kez doğrudan örneğin üstüne serpilmesini istedi. Araştırmacı, eğer reaksiyon biyolojikse, her besin verilişinde reaksiyonun yeniden başlayacağı, yok eğer kimyasal bir reaksiyon söz konusuysa, yerdeki ajan reaktifin bitmesiyle, ne verilirse verilsin artık reaksiyonun devam etmeyeceği ilkesini deniyordu.

Oyama ve diğer araştırmacıların düş kırıklığı ile birlikte, ikinci besin verilişinden sonra karbon gazı çıkışı gerçekleşmedi. Oyama, ilk baştaki oksijen çıkışının, yer ile su buharı arasındaki salt kimyasal bir tepkimeden kaynaklanmış olması gerektiği sonucuna vardı. Oyama bu açıklamaya inandığı için, kendisi de, 145 °C kaynatma ile sterilize edilmiş yeni bir örnek üzerinde yeni bir karşı deney yapmaya girişti. Eğer tepkime biyolojik kökenliyse, Levin'in testindeki gibi, sterilize



3.9.- Kapaklı bir küreği bulunan uzaktan kumandalı kol, Mars'ta iş başında. Kolun örneği yerden aldıktan sonra bıraktığı taze iz kolaylıkla fark ediliyor. (Fotoğraf, Viking NASA\JPL.)

olmuş örnekte tekrarlamaması gerekiyordu. Oysa besin verilince, bu sterilize örnekte oksijen çıkışı (geçen örneğin saldığı oksijenin yarısı kadar olsa bile) gerçekleşti. Böylece bu olgunun biyolojik kaynaklı olma olasılığı ortadan kalktı.

Horowitz, bu üç yaşambilimci arasında sonuçlara en son ulaşacak araştırmacıydı, zira onun deneyi, örneğin, oluşabilecek bir fotosentezi hızlandıracak 6 watlık küçük bir lamba ışığı altında, beş gün karbon gazı içinde yatmasını gerektiriyordu. Altıncı gün örnek, yüzeyde biyolojik bir etkinlikle emilmiş ve fikse edilmiş olabilecek olan bütün karbonu salması için yüksek ısıda 625 °C ısıtıldı. Sonuç şaşırtıcıydı, biyolojik etkinliğin göz ardı edilemeyeceği tarzda gerçekten de biraz karbon fikse edilmişti. Horowitz deneyi, sterilize edilmiş (175 °C'da) bir yüzey örneği ile tekrarladı. Sonuç hayret vericiydi: Hiç yok denilemezse de, fikse olan karbon on kez daha azdı. Bu olguya açıklık getirmek zordu. Eğer tepkime biyolojik olsaydı, 175 °C'da sterilizasyonda tamamıyla ortadan kalkması gerekirdi, ama böyle olmadı. Eğer tepkime sadece kimyasal olsaydı, örneğin ısıtılması kimyasal maddeleri bu kadar azaltmamalıydı, çünkü pek az kimyasal madde bu kadar düşük ısıda yok olurdu.

Spektometrenin kararı

Gerçekleştirilecek son bir deney kalmıştı: Mars yüzeyi örneğinin, "organik" molekül açısından yoğunluğunu ölçecek tarzda, kütle spektometresiyle (GCMS) analizi. Daha önce gördüğümüz gibi karbon kökenli bu molleküller canlı maddeyi oluşturan bloklardır. Eğer Mars'ta, yaşam varsa bu moleküller, Mars yüzeyinde, yalnızca canlı hücrelerin içinde değil, ama aynı zamanda ölü hücrelerin bozulma maddeleri olarak da bulunmalıydı. Yaşam olmaması durumundaysa, yine bazı organik moleküller tespit edilecekti, çünkü daha önce gör-

düğümüz gibi bu maddeler Mars'ın yüzeyine yağan karbon içeren göktaşlarında bulunmaktaydı. Bu yüzden zorluğun yalnızca organik moleküller tespit etmekten değil, göktaşlarıyla taşınmış olan kimyasal moleküllerle, canlı organizmalar tarafından bireşimlenmiş molekülleri ayırt etmekten kaynaklandığı biliniyordu.

GCMS spektometresi bir santimetre küp toprağı buharlaştırabilen yüksek ısılı üç fırına sahipti, ancak her biri tek bir kere kullanılabiliyordu. Oysa Mars'a inmeden önce Viking'te yapılan testlerde üç fırından birinin şimdiden kullanım dışı olduğu anlaşılmıştı. Viking'in kullanıcı kolunun, tertemiz fırınlardan birine Mars yüzeyinin ilk örneğini verdiği dokuzuncu gün, aletten sorumlu Profösör Klaus Biemann oldukça huzursuzdu. Zira diğer aletlerden farklı olarak GCMS, fırın haznesinin dolduğunu bildiren bir mekanizmaya sahip değildi. Araştırmacılar, sondanın arkasından huninin fotoğrafını çekerek toprak parçasının alete ulaştığını göreceklerini sanıyorlardı. Ancak sanılan gerçekleşmedi: Testin başlayacağı sırada hiçbir toz izine rastlanmadı. Aleti boşken çalıştırarak ikinci fırını da devreden çıkarma tehlikesine karşı, Biemann beklemeyi tercih etti.

Yüzey örneğinin yeniden alete verilmesi on dördüncü güne programlanmıştı. On dördüncü gün geldiğinde, örneğin alete verildiğine dair bir bildirim yine alınamadı.

Üçüncü girişim uçuşun otuz birinci günündeydi. Aletin örneği aldığı sanılıyordu. En azından araştırmacılar öyle umuyorlardı: Gecikmeler sıkıcı olmaya başlamıştı ve sonuçlar büyük bir sabırsızlıkla bekleniyordu. Yer örneğini aldıktan sonra, sonunda alet deneyi başlattı.

Fırın ısınmaya koyuldu, buharlaşan örnek, daha sonra spektometreye gönderilmek üzere kromotografin içinden geçti. Zincirin sonunda bir sayacın, yoğunluğu, organik moleküllerin değişik tipleri tarzında belirteceği varsayılıyordu. Oysa sonuç üzücüydü. Olası bütün molekül çeşitleri içinde yalnızca naftalin kaydedilmişti. Onun da, uçuştan önce hazne temizliği sırasında dünyada bulaşmış olduğu çabucak

fark edildi. Sayaç bu eritenin izinden başka, karbon içeren hiçbir molekül kaydetmemişti.

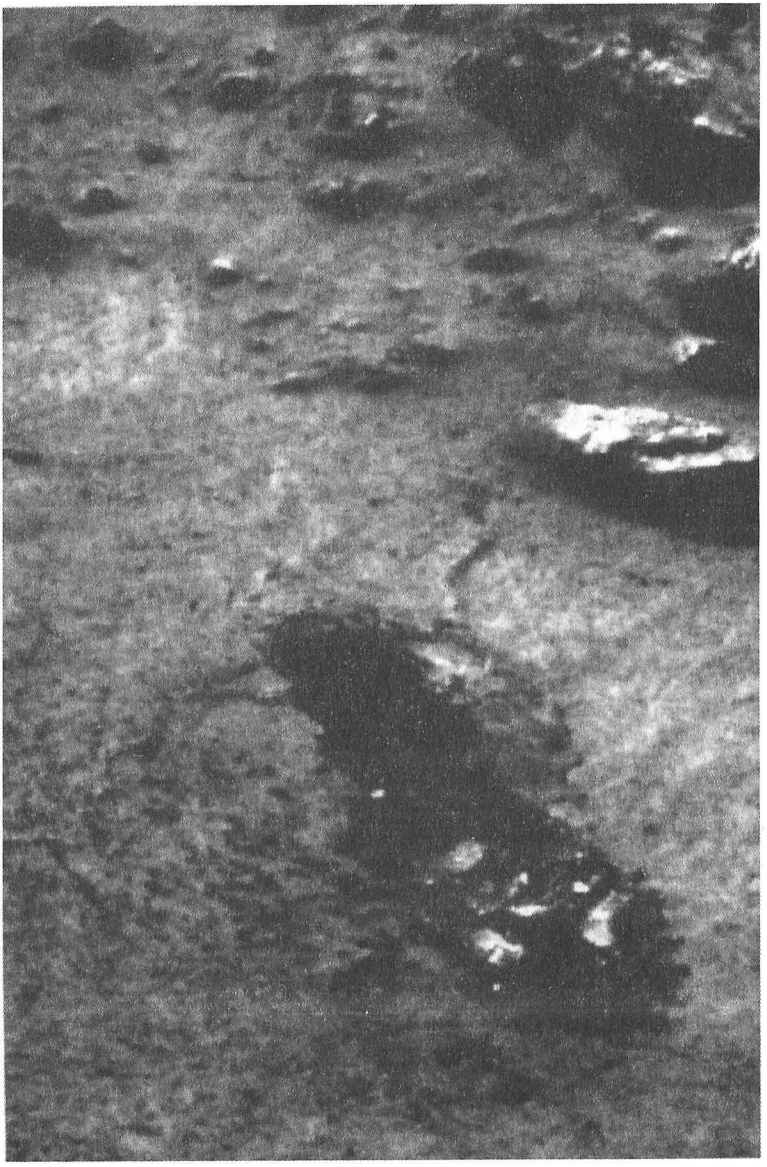
Mars'ın yüzeyinde kesinlikle hiçbir organik molekülün izine rastlanmamış olması Pasedana kontrol odasında buz gibi bir havanın esmesine neden oldu. Yaşam dedektörlerinin tartışmalı sonuçları araştırmacıları kuşku içinde bırakmıştı. GCMS'in olumsuz sonuçlarıysa, ibreyi, gözlemlenen olguların biyolojik olmayan kimyasal bir açıklaması yönüne çeviriyordu. Gerçekten de, eğer Mars yüzeyinde biyokimyacıların –en çok sevdikleri– organik moleküllerden eser yoksa, orada bir yaşam biçiminin varlığından nasıl söz edebiliriz? GCMS'de yapılan Mars yüzeyinin ikinci bir analizi bu organik moleküllerin yokluğunu onayladı. Sayısız araştırmacıya göre bu çift olumsuz sonuç, Mars'ta yaşam bulunması şansını –zaten çok az olduğu söyleniyordu– kesinlikle ortadan kaldırıyordu. Şimdi sıra yaşam dedektörlerinin özellikle Oyama'nın ve Levi'nin dedektörlerinin tuhaf sonuçlarını açıklamaya kalıyordu. Oyama bu açıklamayı, süper-oksitleri işin içine katarak karmaşık kimyasal tepkimeler önerisiyle yaptı.

Kimyasal senaryo

Oyama'nın senaryosuna göre, Güneş'in ultraviyole ışınları Mars atmosferinde su buharı izleriyle hidrojen peroksiti oluşturmak için reaksiyona girerler. Antiseptik ve oksidan gücüyle tanınan ve ilaç olarak kullanılan bu oksijenli su, Mars yüzeyinden içerlere süzülürken süperoksit metal oluşumunu arttırır. Bu kadar güçlü oksidanlarla karşılaşan Mars toprağı içindeki bütün organik moleküller hemen yok olur. Böylece spektometrenin bildirdiği Mars'taki organik molekül yokluğu, Levin'in dedektöründeki organik besinin, karbon gazı ortamında oksidasyonu ve Oyama'nın dedektöründe oksijen çıkışı açıklanmış oluyordu.

Oyama'nın modeli birçok meslektaşı tarafından kabul edildi. Uçuşun otuz altıncı gününde Levin yaşam dedektörüyle Mars toprağının ikinci analizini yapıp bir sorunla karşılaşınca, araştırmacıların Oyama'ya güvenleri daha da arttı. Levin ilk testindeki aynı pozitif reaksiyonu –ilkindeki gibi birkaç gün sonra kesilen önemli bir karbon gazı çıkışını– yine elde etti. Bu kez Levin, Oyama'nın kendi deneyinde yaptığı gibi ikinci bir doz besin verdi. Eğer örnek canlı organizmalar barındırıyorsa, gaz çıkışının yeniden başlaması gerekiyordu. Oysa tam tersi gerçekleşti: Görünürde hiçbir gaz çıkışı yoktu. Hatta sayaç, daha önce salınmış karbon gazının küçük bir kısmının yeniden örneğe döndüğünü belirtti. (Bu son ayrıntı, örneğin besin sıvısına batmış olduğu ve biraz karbon gazının bu sıvıda erimek için hazne atmosferini terk ettiği şeklinde açıklanabilir.)

İkinci kez besin verilişinden sonra gaz çıkışının başlamaması olgunun bütün biyolojik açıklamalarını olanaksız kılıyordu: Yeni besin karşısında canlı organizmaların büyük bir iştahla yeniden "masaya oturmaları" gerekirdi. Buna karşın, reaksiyon Oyama'nın düşündüğü gibi süper-oksitler yüzünden gerçekleştiyse, bunlar, ilk besine tepki göstererek ortadan kalkmış olmalıydılar. İkinci besine hiçbir tepki alınamamıştı, çünkü etki gösterecek süper-oksit kalmamıştı. Hem organik moleküllerin yokluğu hem de yaşam dedoktörlerinden alınan tuhaf sonuçlar süper-oksit teorisiyle açıklanabiliyordu. Bu teoriye göre Mars'ta yaşam bulunmadığı gibi, aşırı derecede düşman kimyasal koşullar yaşamın oluşmasına asla izin vermeyecekti. Altı haftalık analiz ve tartışma sonunda bu tez Pasedana merkez yönetiminin resmi görüşü oldu. Bu arada NASA her türlü sonucu yayınlamadan önce, Mars yörüngesine yerleşen ikinci Viking sondasından alınacak sonuçları bekliyordu.



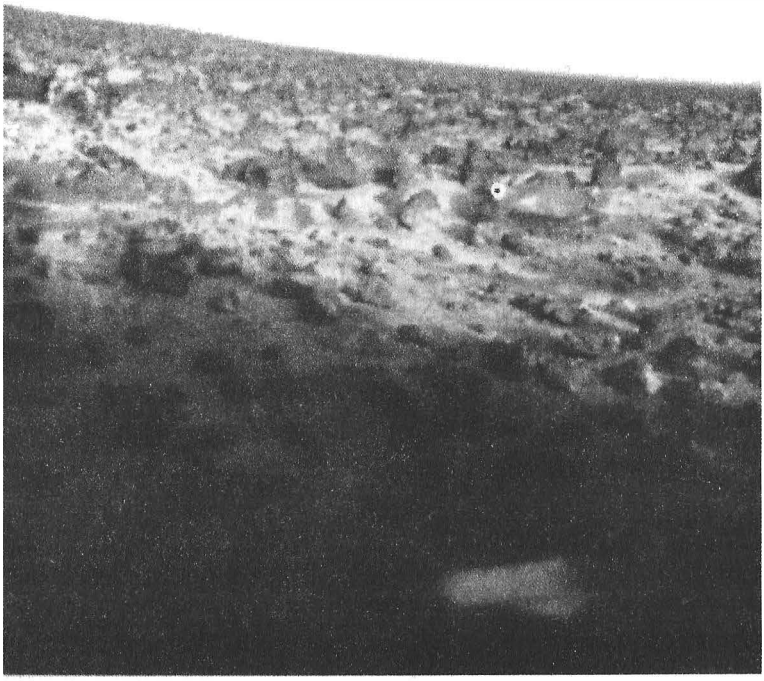
3.10- Mars'ta kazılan ilk çukur. Örneklerin alındığı Sandy Flats adlı bu alanda, Viking-2'nin uzaktan kumandalı kolu, üç yaşam dedektörüne birkaç gram Mars toprağı taşımıştı. Bu zeminde, eğer bunlar biyolojik ajanlar değillerse, birçok oksidan madde bulunduğu sanılmaktadır. (Fotoğraf Viking NASA/ JPL.)

Ütopyaya yolculuk

12 Eylül 1976'da, ikiz kardeşinden iki ay sonra, Viking-2, Ütopya ovasına, 44° kuzey enlem, 226° batı boylam noktasına sorunsuz bir şekilde indi. Burası Viking-1'in indiği yerden daha kuzeyde, 4 500 km uzaklıktaydı. İşte bu yüzden burada ısı daha düşüktü, bütün bir Mars yılı boyunca -32° yukarı çıkmıyordu. Ütopya küçük köşeli kayaların serpiştirildiği düz ve monoton bir manzara sergiliyordu. Sanki ufkun öte yanında, yakın bir mesafede büyük bir çarpma krateri bulunuyordu. Jeologlara göre bunlar çarpma ile çevreye saçılmış volkanik lavlardı. Dünya'daki kutup ovalarının donmuş zemininde oluşan kırıklara benzer, ince zemin üzerindeki uzun çukurla, ilk bakışta araziyi yol yol gösteriyordu. Ütopya bölgesinde az bir derinlikte donmuş suyun bulunması gerektiği sanılmaktaydı. İşte bu yüzden bölge yaşam araştırması açısından önemliydi.

Yaşam araştırmasına, sekizinci gün Levin'in deneyi ile başlandı. Bu kez de deney pozitif çıktı: Toprağın içinde bazı şeyler, besinleri karbon gazına dönüştürüyordu. Hatta çıkan karbon gazının hacmi, Viking-1 alanında kaydedilenin üçte biri kadar daha fazlaydı. Oyama'nın deneyi, Chrys alanında aynı eğilimi kaydetti. Yer bol sıvı besinle ıslatılınca oksijen çıkışı gözlemlendi. Son olarak GCMS spektometresi bir önceki deneye sadık kaldı: Onun üç haznesinden biri bozuktu, geri kalan ikisi de Mars'ta organik molekül bulunmadığını onayladı.

Horowitz, Biemann ve Oyama elde edilen sonuçların ışığında, Mars'ta yaşam bulunmadığının açıkca kanıtlandığı konusunda aynı fikirdeydiler ve onlara göre gözlemlenen gaz çıkışlarının suçlusu özellikle oksidan olan bir kimya biçimiydi. Yalnızca Levin ikna olmamıştı. Kendi belirlediği ölçülere göre, deneyi çok belirgin bir cevap vermişti: Yer verilen besinleri, karbon gazını atık olarak çıkararak ayrıştırıyordu. Her şeyden daha önemli olanı, yer, örneğinin 160°C'de sterilize edildiğinde, tepkimenin mikroorganizmaların ısıyla ölmüş olma-



3.11- Viking -2, 44° kuzey enleminde bulunan Ütopya ovasına indi. Yer, taş parçalarıyla kaplıydı. Bunun, yakın bir yerdeki çarpma kraterinden kaynaklandığı sanılıyor. Sonbaharda, şafak vakti çekilen bu fotoğrafta ince, beyaz bir buz tabakası yeri örtüyor. Nem çok az olsa da, hiç yok değil. (Fotoğraf NASA/JPL.)

larını düşündürecek şekilde gerçekleşmesiydi. Levin tepkimenin canlı organizmalar yerine basit süper oksitler tarafından oluşturulduğu durumda, 160°C'lık bir ısıtmanın etkisi olmaması gerektiğini ileri sürüyordu: Bu kadar düşük bir ısı, katı süper-oksitleri yok edemez ve onların reaksiyona girmesini engelleyemezdi.

Oyama aynı fikri paylaşmıyordu. Belki de bu tanımadığımız süper-

oksitler ısıya karşı aşırı derecede duyarlıydılar. Araştırmacılar bir anlaşmaya vardılar. Levin'in aleti, Ütopya alanında ikinci bir örneği incelediğinde 50 °C'de ısıtılacaktı. Eğer suçlu bir süper-oksitse, bu kadar düşük bir ısıdan etkilenmeyecek ve besin verildiğinde reaksiyona girecekti. Buna karşın yeni tepkiselliği bu kadar düşük bir ısıdan etkilenirse, bu durum, reaksiyona girenlerin 50 °C ısısına dayanamamış olan mikroorganizmalar olduğu kanıtlanacaktı.

Yirminci gün, Levin'in aletine 51 °C'da üç saat kaynatılmış yeni bir örnek verildi. Sonra besin enjekte edildi. Araştırmacıların şaşkın bakışları altında, yer, sadece çok ince bir çizgi halinde karbon gazı saldı –bir önceki testin sonucundan on kere daha az. Sanki bu zayıf tepki, çoğunu ısının yok ettiği mikroorganizmalardan kaynaklanıyordu. Biyoloji ekibinin şefi Harold Klein bu duruma inanmak istemiyordu. Sonunda olayı, Levin'in aletinin bozuk olduğu ve bu sonuçların dikkate alınamayacağı şeklinde yorumladı.

Herkese karşı tek başına kalan Levin sarsılmadı. Ütopya alanında, sabırla arka arkaya üç analiz gerçekleştirdi. İlkinde, otomatik kol, örneği bir taşın altından aldı: Eğer tepkimeler Güneş'in ultraviyole ışınlarıyla oluşan peroksitlerden kaynaklanıyorsa, gölge bir yerde bunların bulunmamaları gerekir. Oysa, örnek, analiz haznesinde besin verilmesine hiçbir şey olmamış gibi, tepki gösterdi. Oyama Güneş'te oluşan peroksitlerin kayanın altına yayılmış olacağını belirtti ve oksidan teorisinin çürütülmediğini söyledi.

Levin'in, meslektaşlarını ikna etmek için iki girişimi kalmıştı. Birincisi sırasında alçak ısıda sterilizasyonu tekrar ettirdi. Bu kez fırının ısısı 51 °C, yerine 46 °C oldu. Bu sınırlı ısıda da reaksiyon önemli derecede azaldı. Reaksiyonun üçte ikisi (%70'i) kaybolmuştu. Dünya üstünde sayısız bakteri kolonilerinin bu şekilde davrandıklarını, belli bir ısıda belli sayıda azaldıklarını, birkaç derece daha fazla ısıdaysa yok olduklarını belirten Levin, elde edilen tepkinin biyoloji bilimine uygun olduğunu söyledi. 46 °C'de %70 etkinlik azalması ve 52 °C'da yüzde

90 etkinlik azalması sergileyen tepkime eğrisi, yaşamlarını ısıya bağlı olarak sürdüren bir mikrop kolonisinin eğrisiyle tıpa tıp benzerlik gösteriyordu.

Bütün yaşananları noktalamak için Levin, uçuşun kırk beşinci günü son bir deneye başvurdu. Bu kez, Viking'in bir bölümünde ışıksız ortamda yaklaşık üç ay sakladığı örneği analiz etti. Bu süre sonunda besin verilmesi, hemen sönen cılız bir karbon gazı çıkışına neden oldu. Yerdeki aktif maddelerin karanlıkta kalma süresince önemli ölçüde azaldıkları biliniyordu. Levin ışıksız kalan bazı bakteriler için bu durumun normal olduğunu, ancak karanlıktan asla etkilenmeyen süper-oksitler için aynı şeyin söylenemeyeceğini belirtti.

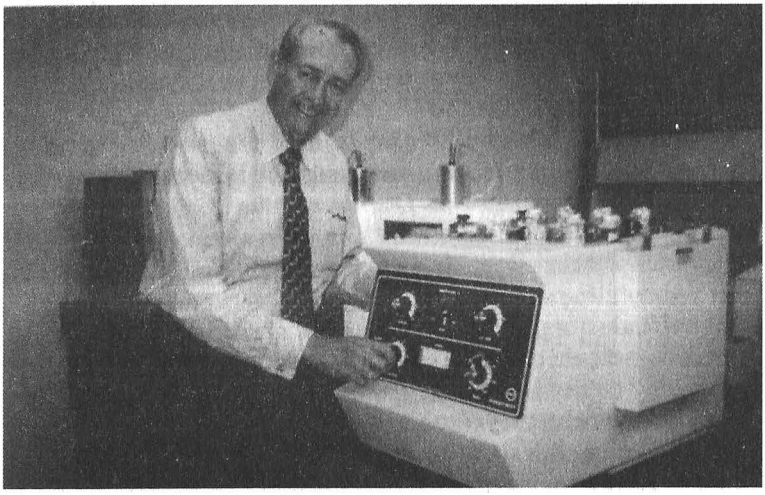
Resmi karar, dünyadaki tüm araştırmacılara ve basına açıklanırken, JPL'deki araştırmacıları karşı karşıya getiren inatçı tartışmaların nasıl yapıldığı hayal edilebilir. Gittikçe daha yalnız kalan Levin, meslektaşlarını, temelde bir giz bulunduğu ve başlarını kuma gömerek bu bilinmeyeni çözemeyecekleri konusunda ikna etmeye çalıştı. Fakat onların kafasını, GCMS spektometresinin negatif sonuçları karıştırmıştı: Mars'ta organik moleküller bulunmadığına göre, orada yaşamın var olabileceğini düşünerek aptal duruma düşmek istemediler. Levin'e de grup kararına uyması yolunda ricada bulunuldu ve resmi karar bir giyotin gibi indi: Viking deneylerinin sonuçları, Mars'ta yaşam bulunmadığını ve oksitleştirici, saldırgan bir kimyanın bütün organik maddeleri ayrıştırdığını kanıtlamıştır. Mars'ta yaşam bulunmadığı gibi, yüzeydeki koşullar yaşamın doğmasına izin vermeyecek niteliktedir.

İnatçı bir araştırmacı

1977'de Levin, Pasedena'yı terk ederken hiçbir şeyin gerçekten çözümlenmediği duygusunu taşıyordu. Anlamlı sonuçlara ulaştığı

halde deneylerini görmezlikten geliyorlardı. Ateşe körükle gitmeyi istememesine karşın, meslektaşlarının negatif sonuçları konusunda ciddi kuşkulara sahipti. En büyük kuşkusu, Mars'ta organik molekülleri tespit edeceği varsayılan ve bunu başaramayan GCMS spektometresiyle ilgiliydi. Bu aletin elde etmiş olduğu negatif sonuç, sorumluları etkilemiş ve diğer deneylerin biyolojik yorumlarını gözden düşürmüştü. Levin, GCMS'in herkesi aldattığına inanmakta haklıydı.

Üç haznesinden birinin analizlere başlamadan önce bile arızalı olan bu aletin zayıf performansının altını çizmeye fırsatımız oldu. Daha da önemlisi, diğer haznelerin de örnek almadan analize başlamış olabilecekleri kuşkusuydu. Otomatik kolla ilgili ciddi sorunlar yaşanmıştı ve bazı araştırmacılar, spektometrenin sadece rüzgârı analiz ettiğinden bile kuşku duydular. Bu durumda spektometrenin hiçbir şey bulmamasında şaşılacak bir taraf yoktu. Ancak spektometre örneği doğru olarak almış ve incelemiş olsa bile, sonuçlar yine de inandırıcı



3.12- Viking sondalarında *labeled release* (LR) deneyinin gerçekleştiricisi araştırmacı Gilbert Levin. Yıllar sonra bile Levin, deneyinin Mars'ta biyolojik etkinlik saptadığına olan inancını yitirmedi. (Fotoğrafı kullanmamıza izin veren Biopherics Inc.,Maryland E-U'ye teşekkür ederiz.)

sayılamazdı. Bu alet aşırı küçültülmekten kaynaklanan duyarsız olma özelliğine sahipti. Üretici bile bu düşüncedeydi örneğin Organik molekülleri tespit edebilmesi için, en az on milyon bakteri barındırması gerekiyordu. Buna karşı Levin'in aleti yalnızca on bakterinin bile soluk almasını algılıyordu. Başka bir deyişle bir milyon kez daha duyarlıydı.

Tam bu noktada, yaşanan bir olayın aydınlattığı çok önemli bir sorundan söz etmek istiyorum. Araştırmacılar, uçuştan önce aletleri hazırlarken, kaynak derlemek için, Dünya'ya ait örnekleri, özellikle de Antarktika buzul çöllerinden gelen örnekleri incelediler. Oysa GCMS spektometresi –bu arada belirtelim, Horowitz'in dedektörü de– bu örneklerden bazılarında hiç yaşam izi bulmazken (özellikle 664. ve 726. örnekler) Levin'in aletinde pozitif reaksiyon ortaya çıkmıştı. Bu uyumsuzluğun, daha o zamanlar, araştırmacılar arasında büyük bir anlaşmazlığa yol açtığını belirtmiştik.

Levin bu soruna Viking uçuşu tamamlanınca yeniden eğildi: Spektometre yaşam moleküllerini, az mikroorganizmanın bulunduğu çölümsü bir arazide değil, ancak mikroorganizma açısından zengin olan arazide tespit edebiliyordu. Spektometrenin, Mars'ın yüzeğinde –Levin'in aleti Antarktika'da elde edilene benzer bir sonuç vermesine karşın– hiçbir tespitte bulunmamasının şaşırtıcı bir yanı yoktu.

Kendi sonuçlarını incelerken bir nokta, mikrop soluk almasının, analiz haznesine ikinci kez besin verildikten sonra tekrarlamaması Levin'i biraz endişelendiriyordu. Yine de bu açıklanamaz bir çelişki değildi. Levin, bu ikinci işaretin yokluğunu, yaşam barındıran bir Antarktika örneğinde gözlemlemişti. (Örnek 664.) Öte yandan, Dünya'da yeni testler yürütürken bu davranışın bazı liken türlerine ait olduğunu gördü: Bu tür likenler ilk besin verilişte Mars'ta kaydedilen tepkinin benzerini gösteriyorlar ve ikinci besine tepkisiz kalıyorlardı. Çünkü besin fazlası onları boğuyordu. Yaşamı tespit etmeyi çok istersek sonunda onu öldürürüz.

Levin, aletinin Mars'ta güç ,ama önemli bir sorunu, güçlü bir biyo-

lojik etkinlik kuşkusunu ortaya çıkardığına inanıyordu. Ancak meslektaşları başka bir açıklama önerdikleri için –süperoksitlerin yol açtığı kimyasal tepkimeler– Levin bu antitezi, ilk bakışta çok az inandırıcı bulmasına karşın incelemeye karar verdi. Üç yıl boyunca, Levin ve yardımcısı Patricia Straat Mars'takine benzer süperoksit kökenli karışımlar yaratarak ve bunları yaşam dedektörlerinden geçirerek laboratuvarında test ettiler. Yoğun testlerle geçen bu üç yıl boyunca, Viking'in ulaştığı sonuca, uzaktan bile yaklaşabilen hiçbir test sonucu ile karşılaşmadılar. Ayrıntılar süperoksit teorisinin işlemediğini gösteriyordu. Levin ve Patricia Straat'a göre, ortada tartışılacak yalnızca biyolojik varsayım kalmıştı.

Yaşam skandalı

Levin titiz doğrulama çalışmasına karşın, NASA'yı raporlarını incelemeye ikna edemedi. Uzay ajansı Mars yüzeyindeki yaşamı resmi olarak gömmüştü. Bundan böyle bu iş için bir milyar dolar harcanmışken, en yüksek rütbeli biyoloklar tarafından desteklenir şekilde yeniden gündeme gelmesi söz konusu olamazdı.

Gerçekte Levin, devre dışı bırakılmıştı. Özellikle, Viking'in çektiği fotoğrafları, kayaların mevsimlere göre renk değiştirdiklerini doğrulamak için incelemesi alaya alındı ve bu girişim Mars'taki likenlerin büyümesini açığa çıkaramadı. Uzmanı olmadığı bir alanda –fotoğraf çözümlemesi– giriştiği bu çalışmadan dolayı (Chryse bölgesinde ilginç renk lekelerini saptamış olsa bile) dışlandı. (Yine de bazı çok titiz olmayan araştırmacılar adını vermeden onun çalışmalarından söz ettiler.)

Bu arada Levin eski meslektaslarını sinirlendirecek ciddi ve titiz bir inadı sürdürerek pes etmedi. Temmuz 1986'da Washington'da, bilimler akademisinin düzenlediği, Viking yolculuğunun onuncu yıl

kutlamaları sırasında yol ayrımı belirdi. Olayı programlayan bütün kıdemliler, dolu salonun önünde, iki sondanın serüvenini ve yaşam dedökterlerinin negatif sonuçlarının özetlemek için oradaydılar. Konuşma sırası Levin'e gelince, Levin, kendi deneyinin tartışmalı sonuçlarını ve bu sonuçların basit kimyasal süreçle açıklanmasına duyduğu derin kuşkuyu açıkladı. Meslektaşlarının, basının ve kamuoyunun önünde, aletinin Mars'ta yaşam bulunduğunu ortaya çıkarmış olmasının kendisine daha gerçekci geldiğini söyledi.

Konuşmasını tamamlayıp yerine döndükten sonra, Levin, Caltech'li kıdemli meslektaşı Horowitz'in kendisine karşı çıktığını gördü. Horwitz ona "Beni utandırıyorsunuz ve bilime saygısızlık ediyorsunuz," dedi.

Bu sataşmaya Levin duraksamadan yanıt verdi: "Ya siz, verileri incelemek için ne bekliyorsunuz?"

Gerçekten de insanın aklı karışıyor. NASA sorumlularının bu kadar zıt sonuçlar karşısındaki tutumu kuşku uyandırıyor. Her şey, Viking uçuşu sırasında Mars'ta yaşam bulunduğu varsayımının ortadan kaldırmak için yapılmışa benziyor. Barry DiGregorio gibi bazı yazarlar bu olayda, NASA tarafından, kamuoyunu uyutmak ve yeniden kırmızı gezegene gidildiğinde daha rahat hareket edebilmek için organize edilen bilinçli bir komplo kokusu alıyorlar. Mars'ta yaşam bulunmadığı yolundaki resmi bir açıklama, NASA'ya, araştırmacıların ve kamuoyunun salgın tehlikesi protestolarıyla karşılaşmadan örnekleri Dünya'ya getirme olanağını sağlayacaktı. Üstelik, mühendisler gelecekte Mars sondalarını sterilize etme gereksinimi duymayacaklar ve böylece çok pahalı olan bu işlem ortadan kalkacaktı.

Doğrusunu söylemek gerekirse gerçek, kuşkusuz daha farklıydı. Horowitz gibi Viking programının en etkili yaşambilimcileri Mars ucuşunun ilk başından beri, kızıl gezegende yaşam bulunmadığına inanıyorlardı. Testlerden önce Horowitz'e göre yaşam bulunması olasılığı yüzde birdi. Daha iyimser olan Sagan'a göreyse bu oran onda birdi.

Öyleyse sonuçları etkileyen güçlü bir önyargı sözkonusuydu. Öte yandan Viking'teki aletlere yüzlerce milyon dolar harcadıktan sonra, sorumlular aletlerin, Levin'in kütle spektometresi için ima ettiği biçimde bozuk olduğunu kabul etmek istemiyorlardı. Bu bağlamda, Levin'in aletinin pozitif sonuçları gibi samimi açıklamalar da sıkıntı yaratıyordu. Bu açıdan,Viking'in onuncu yıldönümü kutlamaları sırasında Levin'e gösterilen tepki, daha sonraları maruz kaldığı bilimsel baskılar gibi anlamlıydı.

Gerçekten, Levin araştırma projeleri için yeni sübvansiyonlar bulmakta ve çalışmalarını Bilimler Akademisi tarafından kontrol edilen Amerikan dergilerinde yayınlamakta zorlanmaya başladı. Bu arada ilginç bir olayı da aktarmakta yarar var. Hiç kimse yalnızca ülkesinde dahi sayılmadığı için, fırlatacakları Mars-6 sondasındaki yaşam dedektörüne katkıda bulunmasını isteyen Ruslar Levin'le ilişkiye geçtiler. NASA önce Levin'in Ruslarla çalışmasını engellemek istedi. Sonra onun ilişkilerinden yararlanıp onu aradan çıkararak Mars-6 projesine katılmaya çalıştı. (Sonucta bu projeden kimse yararlanamadı, çünkü Mars-96 sondası, fırlatılışı sırasında kayboldu.)

Bütün bu gelişmeler bizleri 20 Temmuz 1996'da gercekleşen Viking uçuşunun yirminci yıldönümü kutlamalarına götürür. Bu kez Levin davet bile edilmemiştir. Ancak yine de toplantıya gider. Levin, Mars'ta yaşam bulunmadığı konusunda, sonu gelmez konuşmaları dinlerken, en çok üç hafta sonra 7 Ağustos 1996'da heyecan uyandırıcı bir buluşun her şeyi değiştireceğini bilmiyordu. Mars'ta yaşam konusu yeniden gündeme gelecek ve bundan böyle onun çalışmaları alay konusu olmayacaktı.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Mars Taşında Yaşam Var mı?

7 Ağustos 1996'da Dünya'daki tüm yazı işleri salonlarında büyük bir çoşku NASA başkanının büyük bir aceleyle Washington'da düzenlediği basın toplantısı bomba gibi bir haberin kaynağıydı. Projektörlerin bunaltıcı ışığı altında altı adam ve bir kadın, çalışmalarının sağlamasını yaptıkları, bir yıl boyunca sıkı sıkıya sakladıkları bir sırrı, şaşkın Dünya'ya açıkladılar: Mars'ta yaşam izine rastlamışlardı. Gerçek, Antarktika'da bir buzulun üstünde bulunan 2 kilogram ağırlığındaki bir göktaşının içinden çıkmıştı. Araştırmacılar, kızıl gezegenden geldiği belirlenen bu göktaşının elektiironik miskopropla incelenmesi sırasında, bakteri fosilleri olarak yorumladıkları mikrometrenin binde biri boyunda düz ve yuvarlak şekillere rastlamışlardı. Kimyasal ve minerolojik göstergeler bu cesur yorumu destekliyordu.

7 Ağustos 1996 tarihli bu haber ve bu haberi izleyen, bilim dergisindeki resmi makale, sonraki yıllarda fırtına gibi esecek tartışmaların alanını belirliyordu. Her yeni varsayımın geççerli sayılması için eleştirilere ve karşı görüşlere dayanması gerekir ve bütün bunların sonunda araştırmacılar arasında bilimsel bir tartışma başlar. Kamuoyuna gelince, Mars'ta eski ve fosil biçimindeki mikroskobik bir yaşam açıklaması, 1996 yazında akıllarda kalmamıştı. Yine de bu varsayım zamana karşı dayanırsa, dünya görüşümüzü sonsuza dek değiştirecekti. Mars'ta basit bir bakteri bile yaşamın evrende yaygın bir olgu olduğunu gösterecek ve taşınmayla, kozmosta, koşulların izin verdiği yerlerde daha gelişmiş yaşam biçimleriyle karşılaşmayı bekleyecektik.

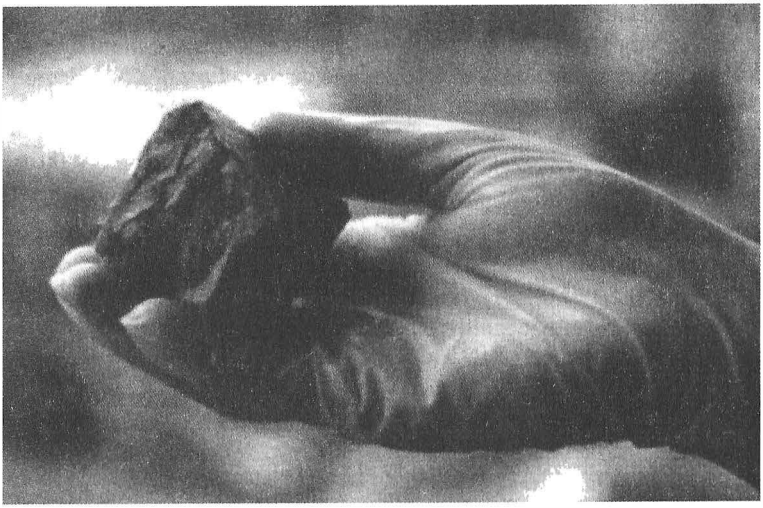
Chassigny göktaşı

En başından başlayalım. Fosil mikroplarıyla bu göktaşını bize kim gönderdi? Onun kızıl gezegenden geldiğini nasıl bilebiliyoruz?

Mars kökenli göktaşlarının öyküsü hayal gücümüzü zorlar ve geçmişe küçük bir geri dönüş yapmaya değer. Gezegen parçalarının gökyüzünden düşmesi, bilim adamlarınca uzun çağlar boyunca reddedilmiş olmasına karşın, yeni bir düşünce değildir. Perikles döneminde filozof Anaksagoras'ın bu tür bir çılgınlığı savunduğu için nasıl ölüme mahkûm edilmiş olduğunu görmüştük. Yirmi yüzyıl süresince, göktaşı düşüşünü görenlerin anlattıkları bilinmezlikten gelindi, çünkü resmi bilim bu olaya mantıklı bir açıklama getiremiyordu ve güçlü kiliseye göre, basit mineral hiçbir cisim gökyüzünü kirletemezdi.



4.1- Haute- Marne'daki Chassigny köyü. 3 Kasım 1815'te 4 kilogramlık bir göktaşı bu sakin köye düştü. Uzmanlar daha sonraları 1982'den itibaren bu göktaşının Mars kökenli olduğunu anladılar. (Fotoğraf Alain Carion, Bakınız Alain Carion, Göktaşları ve Göktaşlarının Çarpması, aynı eser.)



4.2- 1815'te Fransa'ya düşen Chassigny göktaşı. Temel madesi olivindir. Nispeten genç bir bir yaşa (1,3 milyar yıl) ve Mars kökenli olduğunu ortaya koyan atom oranlarına sahiptir. O gün toplanan yaklaşık yirmi bin göktaşından on üç tanesi Mars kökenlidir. (Fotoğraf Ulusal Doğal Bilimler Müzesi, Madencilik Laboratuvarı, Paris.)

Gerçeğin kendini belli etmesi için 20. yüzyıl şafağını beklemek gerekecekti. 26 Nisan 1803 tarihinde büyükçe bir göktaşı, Fransa göklerinde patlayarak Normandiya Aigle kasabasını kalbura çevirdi. Olayın büyüklüğü karşısında Bilimler Akademisi olay yerine fizikçi Jean-Baptiste Biot'yu gönderme kararı aldı. Bu fizikçi tanıkların ifadelerini kaydetti ve 10 kilometrekarelik alana yayılmış olan sayısız örneği topladı. Kuşku duyulacak hiçbir şey yoktu, gökten taşlar düşüyordu. Artık yapılması gereken bunların nereden geldiğini bulmaktı.

Oysa, aynı dönemde gökbilimciler ilk defa teleskopla, güneş sisteminin oluşumundan kalan ve çoğu zaman Mars ve Jüpiter yörüngeleri arasında gezen asteroitleri, küçük gezegenleri keşfediyorlardı. Bilimadamları kısa sürede ilişkiyi kurdular: Yörüngeleri çok dışmerkezli olan bu asteroitlerden bazıları dönem dönem Dünya'nın yoluna çıkıyorlardı. Belki de gezegenimizi göktaşları şeklinde bombalayanlar, bunların kaya ve maden parçalarıydı. Günümüzde göktaşlarının ço-

Tablo 2 - **Mars kökenli göktaşları**

Göktaşının adı	*Keşfedildiği yer (ve ülke)*	*Keşfedilme tarihi*	*SNC Tipi*	*Kütle*
Chassigny	Chassigny, Fransa	1815 (3/10)	Chassigny	4,00 kg
Shergotty	Shergotty, Hindistan	1865 (25/8)	Shergottite	5,00 kg
Nakhla	Nakhla, Mısır	1911 (28/6)	Nakhlite	40,00 kg
Lafayette	Lafayette, B-D	1931	Nakhlite	0,80 kg
Governador Valaderes	Governador Valaderes, Brezılya	1958	Nakhilite	0,16 kg
Zagami	Zagami, Nijerya	1962 (3/10)	Shergottite	18, 00 kg
ALHA 77005	Allan Hills Antarktika	1977 (29/12)	Shergottite	0,48 kg
Yamato 793605	Mont Yamato Antarktika	1979	Shergottite	0,02 kg
EETA 79001	Elephant Moraine, Antarktika	1980 (13/1)	Shergottite	7,90 kg
ALH 84001	Allan Hills Antarktika	1984 (27/12)	Pyroxenite	1,94 kg
LEW 88516	Lewis Cliff, Antarktika	1988 (22/12)	Shergottite	0,01 kg
QUE 94201	Quen Alexandra Antarktika	1994 (16/12)	Shergottite	0,01 kg
Dar Al Gani 476	Sahra Libya	1998 (1/5)	Shergottite	2,01 kg

ğunun kaynağının asteroit denilen bu ilkel kütleler olduğu kanıtlanmıştır.

Bu kozmik döküntü çöplerinin içinde, her türlü sınıflandırmaya uzun süre meydan okuyan bilinmeyen maddeler olmuştur. Bunlardan biri tarihi Aigle bombardımanından on iki yıl sonra Fransa'ya düştü.

Gerçekten de, 3 Ekim 1815'te Haute Marne, Chassigny'de yaşayanlar sabahın saat sekizinde art arda bir sürü patlama duydular. Yakındaki Langres ovasında, bir göktaşı bir havan topu mermisi gibi yumuşak toprağa çakılmıştı. Oraya koşan köylüler, 4 kg ağırlığındaki göktaşını topraktan çıkarıp, bu göktaşını Paris'e, akademideki beylere, artık anlatılanlara inanmaları için gönderdiler. Göktaşı müzeye geldikten sonra alışılmamış bileşimi ile herkesi şaşırttı: Çok yoğundu, koyu yeşil yansımalı ince kristallerden oluşmuştu. Bu demir ve magnezyum açısından zengin bir mineral olan ve magma odalarının dibine çöken olivindi. Her zamanki göktaşıyla hiçbir benzerliği yoktu, sanki bir volkanın ağzından fışkırmıştı...

Nereden geldiği konusundaki gizin, en sonunda 1982-1983 yılında çözülmesi için sekiz araştırmacı kuşağının geçmesi gerekecekti: Chassigny göktaşı, kosmosta uzun bir yolculuktan sonra Dünya'ya çarpan Mars gezegeninin bir parçasıydı. İnanılmaz bir öykü olmasına karşın tek değildi. Bugün Mars'tan gelmiş olan on üç göktaşı var. Onlar gerçek birer yıldız, sizlere takdim edilmeyi hak ediyorlar.

Mars bizi bombalıyor

Bildiğimiz ikinci Mars taşı, Dünya'ya, Chassigny'den elli yıl sonra 25 Ağustos 1865'te, Hindistan'da, Bihar bölgesine düştü. O da bir gürültünün peşi sıra düşmüştü ve düştüğü yer bir duman bulutu sayesinde tespit edilmişti. Shergotty köyüne yakın olduğu için bu şekilde adlandırılan bu örnek, Fransız kuzeni ile aynı boyuttaydı (5 kg) ve

onun gibi bir volkanın ağzından fırlamışa benziyordu. O aslında bir bazalttı: Shergotty göktaşı olivinden daha çok piroksin ve fedspat içeriyordu.

Fransa ve Hindistan'dan sonra Mars gezegeni tarafından bombalanan üçüncü ülke bu kez Mısır oldu. Bu defaki gerçek bir bombardıman sayılabilirdi. En az kırk taş büyük bir gürültüyle ve arkalarında beyaz bir duman bırakarak düşmüşlerdi. Düşen parçalar, İskenderiye yakınındaki El-Nakhla kasabası merkez olmak üzere 5 km'lik bir alana yayılmıştı. Köylüler her çarpmada yerden kumları havalandıran, ıslık çalan taşlarla dehşete düşmüşlerdi. Zavallı bir köpek olay yerinde hemen ölmüştü, hayvanın bedeninin ateş aldığı söyleniyordu. Panik havası geçince 12 kilograma yakın örnek toplandı ve "Nakhla göktaşları" adıyla bir araya getirildi. Bu üçüncü bir tip magma taşıydı, temelde rikorsen olduğunu belli eden yeşil kristal birikimine karışmış birkaç olivine tanesi kendini belli ediyordu.

Shergotty, Nakhla, Chassigny: İlk üçünün bulunduğu yerlerin anısına, bundan böyle bu tuhaf göktaşları grubu "SNC" adı altında anılacaktı.

Grubun, her bakımdan Nakhla göktaşına benzeyen dördüncü göktaşını, 1931'de bir jeoloji profösörü, Hindistan'da, Purdue Üniversitesi'nde örneklerin saklandığı çekmecede buldu. Bu göktaşı 800 gram geliyordu ve konik biçimi ve Dünya atmosferine baş dödürücü dalışından kaynaklanan sürtünme çizgileriyle küçük bir Apollo kapsülüne benziyordu. Büyük olasılıkla üniversite şehrinin yakınlarında bulunmuş olabileceğinden, onun adını aldı: Lafayette. Böylece, Chassigny'den sonra ikinci bir Mars taşına, Fransız ismi takılıyordu.

Avrupa, Asya, Afrika ve Kuzey Amerika'dan sonra beşinci Mars kökenli göktaşının sahibi Güney Amerika oldu. Bu taş 1958'de, Brezilya'da Minas Gerais bölgesinde, parlak siyah rengini fark eden bir maden arayıcısı tarafından bulundu. Bir bakır veya gümüş filizi bulmayı tercih edecek olan maden arayıcısı için bu buluş elbetteki tam bir düş

kırıklığı yaratmış olmalı: Maden arayıcısı, 150 gramlık bu "basit" göktaşının, bir gün Mars kökenli olduğu ortaya çıkınca, müzelerin ve laboratuvarların en aranan avı durumuna geleceğini tahmin edemezdi. O dönemde söylenebilecek olan yalnızca göktaşının SNC grubu içindeki Nakhla ve Lafayette göktaşlarına benzediğiydi. Kabul edilen kurallara uygun olarak, göktaşına düştüğü yerin en yakınındaki yerleşme biriminin adı verildi: Governador Valadares.

En son olarak, tanıkların önünde Mars kökenli bir göktaşının düşüşü Nijerya'da gerçekleşti. 3 Ekim 1962 günü Zagami köyünün yakınında bir çiftçi mısır tarlasına giren inek sürüsüne kovalarken, birden sağır edici bir gürültüyle titredi. Adamın üç metre ötesinde toprak kümesi, bir top atışı isabet etmiş gibi patladı. Çiftçi cesaretini toplayıp, dumanı tüten kraterin içine baktığında bir kavun büyüklüğünde siyahımsı bir kaya ile karşılaştı. Yaklaşık 2 kilogram ağırlığındaki bu Zagami göktaşı bir bazalt bombasını andırıyordu: O sanki bir yüzyıl önce Hindistan'a düşen kuzeni Shergotty'yi benziyordu. Böylece Zagami o dönemde nereden geldikleri açıklanamayan SNC göktaşlarının altıncısı oldu. Yaklaşık 2 000 göktaşı toplanmasına ve bunların büyük çoğunluğunu açıkca astreoit parçalarının oluşturmasına karşın, bu altı taş ısrarla gizlerini açığa vurmaktan kaçınıyorlardı. Büyük bekleyişin sonunda, düğüm Antarktika'da çözüldü.

Antarktika'ya doğru

Yaşam izleri taşıdığı düşünülen ünlü göktaşını daha sizlere tanıtmadık. Sabırlı olun, yaklaşıyoruz. Bu ünlü göktaşı yakın bir tarihte Antarktika buzulllarında bulunan diğer altı SNC göktaşından biridir.

Düştüğü görülen göktaşlarından başka, koyu renkleri ya da üzerinde bulundukları zeminle zıt renkte olmaları sayesinde gezinirken bulunan göktaşları da vardır. Göktaşlarını aramada bazı zeminler di-

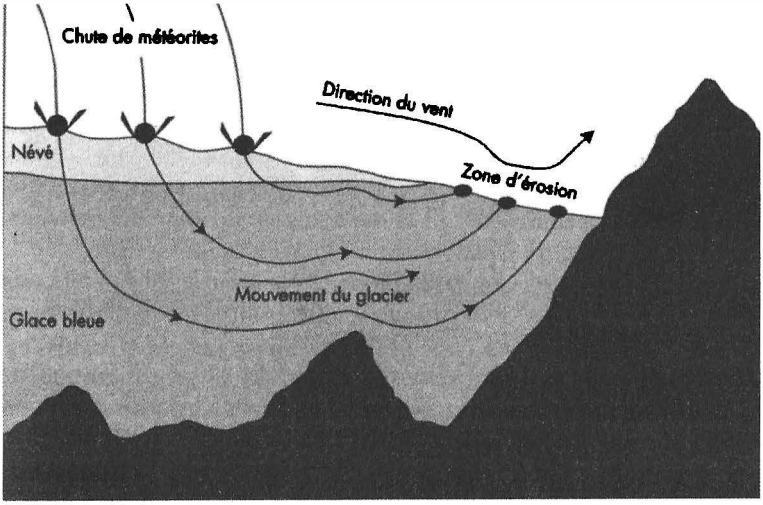
ğerlerine oranla daha elverişlidir. Bitki örtüsü bulunmayan araziler görüş açısını daha geniş kılar ve tuhaf taşların fark edilmesine yardımcı olur. Aynı şekilde geniş buz alanları beyaz yüzeyleri üstünde koyu taşların görünmesini sağlar: Çevreye, kilometrelerce alanda kaya oluşumu bulunmuyorsa, bu tür taşların gökyüzünden düşmüş olma olasılığı yüksektir.

1969'da Japon bir keşif grubunun birkaç gün arayla buz üstünde, dokuz göktaşı bulması şansa bağlanamaz. Japonlar Taksi Nagata'ın yönetiminde 1973 yılında yeniden kutba döndüklerinde on altı göktaşı bularak daha iyisini başardılar. Ancak, olay yaratmaları ertesi yıl 1974'te oldu: Yamoto dağının dibindeki bir buzulun üstünden tam altı yüz altmış üç göktaşı topladılar. Bu şaşırtıcı bir ganimetti! O yıl, Japon keşif gezisi yalnızca göktaşı hazinesi bulmadı, göktaşlarını bulmak için izlenmesi gereken yolu da keşfetti.

Antarktika, ortalama 3 000 metre kalınlığında bir buz kütlesiyle kaplı, Kuzey Amerika'dan daha büyük, uçsuz bucaksız bir kıtadır. Yüzeye düşen göktaşları kış karlarıyla dibe çökerler. Binlerce yıl boyunca kar buza dönüşür ve değerli göktaşlarını bağrında saklar. Bu 1973 mevsiminde Japonların keşfettiği, doğal bir sürecin göktaşlarını, gerçek maden damarları oluşturur gibi buz mezarlarından çıkarabileceğidir.

Buzulun bir özelliği de gerçekte hareket etmesidir. Antarktika kıtasının yamaçlarında aşağı buzullar yılda 2-3 metre hızla ilerlerler. Bu buzullar dağ gibi bir engelle karşılaştıklarında, uzun yıllar yamaçlardan aşağı esen şiddetli rüzgârlara maruz kalırlar. Rüzgârın esişiyle buzul yavaş yavaş aşınarak barındırdığı göktaşlarını ortaya çıkarır. Böylece binlerce yıllık ganimetler yüzeye vurur, artık yapılacak tek iş onları toplamaktır. (Bakınız şekil 4.3.)

Japonlar, ilk göktaşı tuzağını Yamato dağının eteklerinde keşfettiler ve oraya sık sık gittiler. Bu öncü tutumlarının karşılığını, yıllarca topladıkları yüzlerce sıradan göktaşı arasında 16 gramlık küçük bir Mars taşı bularak aldılar. Bu arada Amerikalılar da olaya katıldı.



4.3- Antarktika'da göktaşlarına kurulmuş tuzak: Bir buzul sürüklediği göktaşlarını, düşüşlerinin eskiliğine bağlı olarak, bir engele rastlayınca kadar değişik derinliklerde barındırıyor. Şiddetli rüzgâr buzu aşındırıyor ve eritiyor, göktaşları yüzeye çıkmış bir maden gibi toplanıyor.

1977'den itibaren Japonlar onları bu işe alıştırdı. Kıtanın Pasifik yamaçlarında Allan Hills eteklerindeki ortak bir keşif sırasında, diğer göktaşları ile birlikte 500 gramlık güzel bir Mars kökenli göktaşı elde edildi. Bu keşif aşırı derecede verimli bir hasadın başlangıcı sayılır, çünkü Amerikalılar bundan böyle Allan Hills ve Elephan Moraine buzulu üstünde, –kaldıkları Mac Murdo araştırma merkezinin yakınında– aralarında dünya çapında ünlenecek olan Mars kökenli EETA 79001'in ve ALH 84001'in de bulunduğu, yılda ortalama bin göktaşı toplayacaklardı. 1979 yılında bulunduğu, ona verilen addan belli olan göktaşı yaklaşık 8 kilogram ağırlığında, çörek biçiminde bir bazalttı. Bu taş SNC göktaşlarının geldikleri yer hakkındaki esrarı çözecekti.

Mihenk taşı

1980'li yılların başına kadar, SNC göktaşlarının Mars'tan gelme taşlar olduklarından kimsenin haberi olmadığını sizlere hatırlatalım. Bizler, onların nereden geldiklerini önceden açıklamakta bir sakınca görmedik, ancak dönemin uzmanlarının bu konuda bilgileri yoktu.

Gerçekten de olağan göktaşlarının tersine, SNC göktaşlarının asteroitlerden gelmişe benzemiyordu. Asteroitler güneş sistemi tarihinin başlarında oluşmuşlardı ve asteroit kökenli göktaşları 4,5 milyar yıllık bir geçmişe sahipti. Oysa laboratuvarlar, SNC göktaşları için çok daha genç bir yaş belirliyordu: Chassigny, Nakhla ve Lafayette için yalnızca 1.3 milyar yıl ve Shergotty, Zagami ve EETA 79001 için yalnızca 200 milyon yıl. Sadece Dünya, Mars, Venüs gibi büyük gezegenler yakın çağlara dek kaya üretmeye devam edecek kadar uzun süre sıcak kaldılar. Chuk Wood ve Robert Ashwal gibi açık fikirli jeologlar SNC göktaşlarının çarpmalar sonu koptukları büyük gezegenlerden geldiklerini ileri sürdüler.

Öte yandan bütün SNC göktaşları, içerdikleri minerallerin oksidasyon oranı veya fosfor açısından zengin olma gibi aynı kimyasal nitelikleri paylaşırlar. Eğer Ashawal ve Wood'un varsayımı doğruysa bu durum göktaşlarının aynı kaynaktan yani aynı gezegenden geldiklerini kanıtlar. Böylece SNC göktaşlarının geldikleri yerin bulunması için birinin geldiği yerin bulunması yeterlidir.

Dokuzuncu SNC göktaşı, EETA 79001 Antarktika buzullarında bulunduğunda bilgi düzeyimiz bu aşamadaydı. Bu kocaman bazalt parçası aşırı şekilde çarpmaya maruz kalmıştı: Minerallerinden bazıları o kadar güçlü bir şokla karşılaşmışlardı ki, cama dönüşmüşlerdi. Bu, göktaşının bir asteroit veya kuyruklu yıldız çarpması sonucu ana gezegenden koptuğunun göstergesiydi. Houston'daki iki araştırmacı Robert Pepin ve Ricahrd Becker, 1983'te göktaşının üstündeki ince siyah damarlar üstünde yoğunlaşmışken, camlaşmış hamurun içinde



4.4- Antarktika'da araştırmacılar iş başında. İlk keşiflerin tarihi olan 1969'dan beri, Antarktika'da on beş binden fazla göktaşı toplandı. Her keşif buza saplanan bir filama ile flama edilir (sağ tarafa dikilmiş.) Bu resimde, sterilize bir torbaya konup Houston'a gönderilmeden önce birkaç gramlık bir göktaşının fotoğrafı çekiliyor. (Fotoğraf ANTMET, NASA/JSC koleksiyonu.)

bir gaz kabarcığının sıkışmış olduğunu gördüler. Bir cerrah ustalığı ile, mikroskobik kabarcıkların içindeki bileşimi analize etmek için, bunları kütle spektometresine taşımayı başardılar.

Pepin ve Becker böylece oranlarını ve miktarlarını dikkatlice kaydekttikleri neon, argon, ksenon ve kripton gazlarını buldular. Oysa bu rakamlar onlara hiç de yabancı değildi: Değişik gazların oranları ve miktaları, Viking sondası tarafından Mars atmosferinde ölçülenin aynısıydı. EETA 79001 göktaşı bal gibi Mars gezegeninden geliyordu ve bunu kanıtlamak için beraberinde kendi atmosferinden gaz kabarcıkları getirmişti! Bu yeni haber laboratuvarları hızla istila etti. Başka araştırmacılar da göktaşı parçalarının cam kısımları içinde sıkışmış kabarcıkların içindeki azot ve karbondioksit gibi gazların yoğunluklarını ölçtüler. İster miktarlar, ister oranlar olsun, bütün rakamlar Mars değerleriy-

le uygunluk gösteriyordu, hatta değişik atomların izotop oranları bile aynıydı. Göktaşının azot gazının ağır N -15 izotopunun zenginleşmesi, Mars atmosferinde bulunan azotunkiyle aynı oranlardaydı.

Öyleyse 79001 göktaşı Mars gezegeninden geliyordu. Bu göktaşı, bu gruptaki bütün taşların kimliğini otraya çıkarma açısından, SNC göktaşlarının mihenk taşıdır. Gerçekte SNC göktaşlarının, kimyasal benzerliklerinden dolayı aynı kökten geldikleri kabul edilir. EETA 79001 Mars kökenliyse bunu anlamı aynı sınıftan olan diğer göktaşlarının da Mars kökenli olmasıdır.

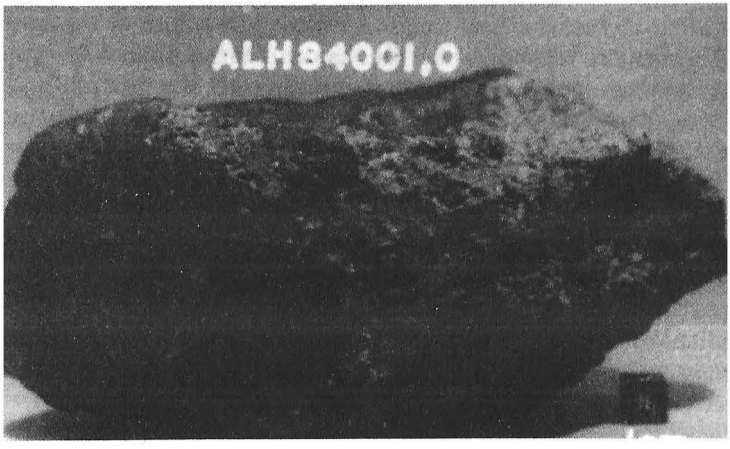
Allan Hills 84001

SNC göktaşlarını dokuzuncusu olan, EETA 79001, 1980 yıllarının sonuna doğru grubunun yıldızı oldu. Ancak, aynı türün onuncu göktaşı, ALH 84001, gerçekten de tartışmaları canlandıracaktı. Bulunuşu Antartika'da yapılan yeni bir araştırma gezisi sırasında, 27 Aralık 1984 tarihinde gerçekleşti. Her yıl olduğu gibi, helikopter yarım düzine kadar araştırmacıyı, çadırları, kar motorsikletleri ve diğer donanımıyla birlikte dondurucu rüzgârın estiği buzların üstüne bıraktı; ancak yedi hafta sonra onları almaya gelecekti. Aralarında on yıllık kutup gezileri deneyimine sahip, gezinin patronu kıdemli Bill Cassidy, buzla ilgili bütün zorlukları yaşamış olan, tehlikeli yarıkların yerini bilen ve bütün ekibi en tehlikeli durumlardan kurtarmaya hazır rehber John Schutt bulunuyordu ve Houston Uzay Merkezi'nde altı yıldır göktaşlarını sınıflandıran ve sonundan Antarktika'ya gitme hakkını kazanan Roberta Scora da oradaydı.

Bilimsel keşif gezisinin üyeleri astronot seçimiyle bir sürü ortak yanı bulunan titiz bir eleme sonucunda seçilmişlerdi. Fiziksel durumları ve moralleri doğal olarak kusursuz olmalıydı. Sosyal kalitelerle güçlendirilmiş sağlam bir psikolojik dengeye sahip olmalıydılar. Ger-

çekten de yedi kâşif iki aya yakın bir zamanlarını kapalı yerde geçirecekler, küçücük çadırları paylaşacaklar ve son derece olumsuz hava şartlarında yaşayacaklardı. Bu uç koşullarda mizah anlayışı hoş karşılanır ve bu göktaşı avcılarını yakından tanıyan biri olarak, sizlere onların şen şakrak olduklarını söyleyebilirim.

27 Aralık 1984'de, Allan Hills buzulu üstünde, kesilmeyen rüzgâra ve -26°C'yi bulan bir yaz ısına karşın herkesin yüzü gülüyordu. Yemek molası yararlı olmuştu, Noel Baba yemek açısından cömertti, viski likörü bile vardı. Kar motorsikletlerine binen ekip, çalışmasına, rüzgârın buzu gerçek küçük dalgacıklar şekline soktuğu bir alanda devam edecekti. Gerilim aniden yükseldi, çünkü bu tip yüzey şekilleri altlarında derin yarıklar gizliyebilirdi. Her olasılığa karşı yedi kâşif, alanı aramak için, 30 metre ara ile birbirlerine bağlı şekilde bir çizgi oluşturup, gözleriyle önlerindeki buzu tarayarak ilerlemeye koyuldular. Birkaç adım sonra Roberta Score kolunu kaldırdı: Göktaşı!



4.5- Allan Hills 84001: Antarktika'da bulunmuş olan en ünlü Mars kökenli göktaşı. 2 Kilogramlık bu püskürük taşı 4 milyon yıl önce Mars'ın yeraltında kristalleşmiştir. Dünya'ya düşmeden, on beş milyon yıl önce yeni sayılacak bir çarpma sonucu Mars'tan ayrılmıştır. 1996'da, içerdiği ilginç karbon mineralleri yüzünden Allan Hills 84001'in biyolojik kökenli olduğu ileri sürüldü. (Fotoğraf NASA/JSC.)

Arkadaşları koştu. Bu, mevsimin bulunan ilk göktaşı değildi: Ekip iki hafta içinde yüze yakın göktaşı toplamıştı. Yine de bu göktaşı, alışılmışın dışındaydı. Öncelikle iriydi –2 kilogram ağırlıktaydı– üstelik güzel yeşil bir renge sahipti. Roberta Score onu, kurallara uyarak yerden aldı ve daha önceden sterilize edilmiş torbanın içine yerleştirdi. (Göktaşının Dünya'ya ait ürünler tarafından kirletilmemesi gerekir.) Torbanın üstüne, bulunduğu yeri ve tarihi yazdı. Torba mühürlendi ve diğer göktaşlarıyla birlikte dondurucuya yerleştirildi. Torbanın açılması, göktaşının numaralanması ve daha ileri incelemelere alınmak üzere bir göktaşı sınıflandırmasına tabi tutulması daha sonra gerçekleşecekti.

1984 hasatı Houston laboratuvarına varınca, Allan Hills göktaşı herkesin ilgisini çekti. (şekil 4.5'e bakınız). Buz üstünde, görüldüğü kadar yeşil olmamasına karşın (güneş gözlükleri ve maviye çalan buzun yansımaları renk etkisini biraz abartmıştı) yine de diğer olağan göktaşlarından oldukça farklıydı. Bu açıkca görüldüğü üzere bir magma kayasıydı –aşağı yukarı bütünüyle piroksen mineralinden oluşmuştu– ve yaş belirleme teknikleri bu taşa 4 ile 4,5 milyon yıl arasında bir geçmiş biçmişti. İlk bakışta bu ileri yaş, taşın Mars kökenli SNC'lerden biri olma olasılığını siliyordu, çünkü gördüğümüz gibi bu gruptaki taşların bir niteliği de daha genç yaşta olmalarıydı. Araştırma öncesi bir asteroit parçası ile karşı karşıya bulunulduğu düşünüldü ve bu genel düşünce taşın güneş sisteminin ilk günlerinde kısa bir magma hareketliliği gösteren Vesta asteroitinden gelmiş olabileceği yönündeydi. Nereden gelmiş olursa olsun göktaşı ALH 84001 ismini aldı. Allan Hills için ALH, bulunduğu yıl için 84 ve mevsimin en dikkat cekici göktaşı olduğu için 001 –tabii onun ne kadar önemli olacağı daha bilinmiyordu.

Allan Hills 84001, dört yıl boyunca, Lockhed Martin şirketinin bir araştırmacısı onunla ilgileninceye kadar Houston çekmecelerinde uyuyacaktı. Aslında David Mittleheflt, Vesta astreoidinden gelen gök-

taşları hakkında bir çalışma hazırlıyordu ve bu yeni göktaşının alışılmışın dışındaki mineralleri onun ilgisini çekmişti. Allan Hills göktaşı, kalsiyum açısından tuhaf şekilde zengin olan piroksin dışında, sodyum açısından zengin bir felsfat camı (bir diğer tuhaf bileşim) ve özellikle göktaşlarında çok ender rastlanan karbonat kabarcıkları içeriyordu. Biraz da, Mittlefehldt'in tam bileşimini ölçmeyi üstlendiği kromit –bir tür demir oksidi ve krom– vardı. Bu alanda da sonuçlar şaşırtıcıydı. Asteroit kökenli olağan göktaşlarında krom ve demir gibi metaller az okside idiler, çünkü astreoitlerin içinde metalleri tamamen doyuracak kadar oksijen bulunmazdı. Böylece kromit gibi bir mineralde bir demir atomu genellikle tek bir oksijen atomuyla birleşirdi. ALH 84001 göktaşının kromitlerindeyse bu oran her zaman yüzde elli daha fazlaydı: Üç oksijen atomu için iki demir atomu. Bu oksidasyon oranı Mars kökenli göktaşlarına aitti.

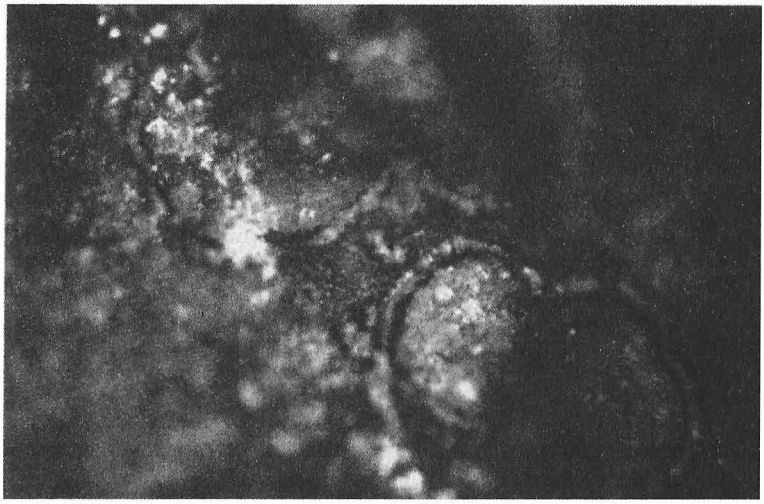
Mittlefehldt tedbirli bir araştırmacıydı. Mars kökenli onuncu bir göktaşı bulduğunu açıklamadan önce, ek kanıtlara ihtiyacı vardı. Sonucta, Mars kökenli hiçbir taş 4 milyar yıl yaşında değildi –diğer SNC'ler üç kez daha gençtiler– ve hiçbiri karbonat taneli kalsiyum piroksen bazlı minerale sahip değildi. 1993'te Mittlefehldt tuhaf göktaşınından alınan bir diğer örneği analiz etti: Bu kez sülfürlerin, yani içlerinde metallerin oksijenle değil, ama kükürtle birleştiği minerallerin bileşimini inceledi. Burada da oranlar tuhaftı: Her demir atomu bir yerine iki kükürt atomuyla birleşmişti, bu bileşime de yalnızca Mars kökenli göktaşlarında rastlanıyordu. Bundan böyle geriye dönüş yoktu. Allan Hills 84001 çok yeni türde bir Mars taşıydı. Mittlefehldt laboratuvar görevlisine haber verince, bu yeni SNC göktaşı büyük ilgi uyandıracak ve bütün araştırmacılar ondan bir parça isteyecekti.

Tuhaf kabarcıklar

Çok yaşlı olmasının dışında, yeni göktaşının en şaşırtıcı yanı karbonatların varlığıydı. Gerçi bu mineraller kayanın ancak yüzde 1'ini oluşturuyordu, ama bu bile göktaşı için hayret verici bir orandı. Karbonatlar, 1 milimetreden küçük kabarcıklar ve gözler halinde kayayı yer yer kaplayan ince çatlakların içine dağılmıştı. (Bakınız şekil 4.6).

Karbonatlar çok özel minerallerdir. Adlarının belirttiği gibi, kalsiyum, demir ve magnezyum gibi metallerle birleşmiş karbondan (okside olmuş) meydana gelirler. Kalsiyum karbonat Dünya'da bol miktarda bulunur: Bu çöküntü havuzlarımızdaki kalkerdir. Karbonatlar en başta su altında oluşurlar. Deniz suyu gerçekte erimiş karbon gazı ve büyük miktarlarda metal iyonları içerir. Deniz suyu buharlaştığı zaman –örneğin çevresi kapalı çukurlarda– bu elementlerin yoğunlukları, suyun dibine çökecek olan tuzu ve diğer çökeltileri oluşturmak için birbirleriyle birleşinceye kadar artar. Bu şekilde dibe oturan ilk çökeltiler karbonlardır, onları sülfatlar, onları da son olarak klorürler izler. (Özellikle sofra tuzundan başka bir şey olmayan sodyum klorür.) Bütün bu bu "buharlaşmış" depolanmalar oluşum biçimine göre adlandırılır.

Ancak ALH 84001 gibi bir kaya olayında karbonatlar elbette denizin dibinde oluşmuş değildi. Gerçekte Mars kökenli göktaşı, yerin yüz metre altında kristalleşmiş volkanik bir kayaydı (bu sonuca piroksin tanelerinin boyutlarına bakarak varılır). Daha sonra bu karbon kristalleri, karbon veya su bazlı bir sıvıyla bu ince çatlakların içine girmiş olmalıydı. Bu karbonat çökeltilerinin kayanın oluşmasından birkaç yüz milyon yıl sonra gerçekleştiği sanılıyor. (Kayanın oluşum yaşıysa 4 milyar yıl.) Gerçekte ALH 84001'in ince çatlakları arasına yerleşen bu karbonatların yaşı 3,6 milyar yıldı ve onlar, içindeki bulundukları kayadan 1 milyar yıl daha gençtiler. Mars tarihinin daha bu ilk dönemlerinde, sayısız araştırmacının, kızıl gezegende kalın bir kar-



4.6.- Allan Hills 84001'in karbon kabarcıklarının, kesit olarak mikroskopta görünüşleri (alan genişliği 1 milimetre düzeyindedir). Mineral çekirdekler, kükürt, demir ve magnezyum açısından zengin olan siyah beyaz bir "kabukla" çevrilmiştir. Acaba bu katman şeklindeki gelişme bir mikrop etkinliğinin sonucu mudur? (Fotoğraf NASA/JSC)

bondioksit atmosferiyle birlikte sıvı suyun bulunduğunu düşündüğünü belirtmiştik. İşte bu bağlamda karbonatların ısı ve sıvıyla ortaya çıkışları mantıklı sayılabilirdi.

Bütün bunları bilen Mittlefehldt'in, karbonat uzmanı olan araştırmacı Chris Romanek'e, bu konu hakkındaki düşüncesini sorması için bir koridor öteye geçmesi yeterli oldu. Romanek, göktaşından ince bir lamel hazırladı ve polorizan mikroskop altında inceledi. Az bir büyültme sonucunda karbonat kabarcıklarının, merkezden dışa yayılan değişik renkli halkalar şeklinde katmanlaştığını gördü. (Bakınız şekil 4.5.) Yaptıkları gözlem sonucunu ilginç bulan Mittlefehldt ve Romanek, konuyu, NASA araştırmacısı Profösör Everett Gibson'a açmaya karar verdiler.

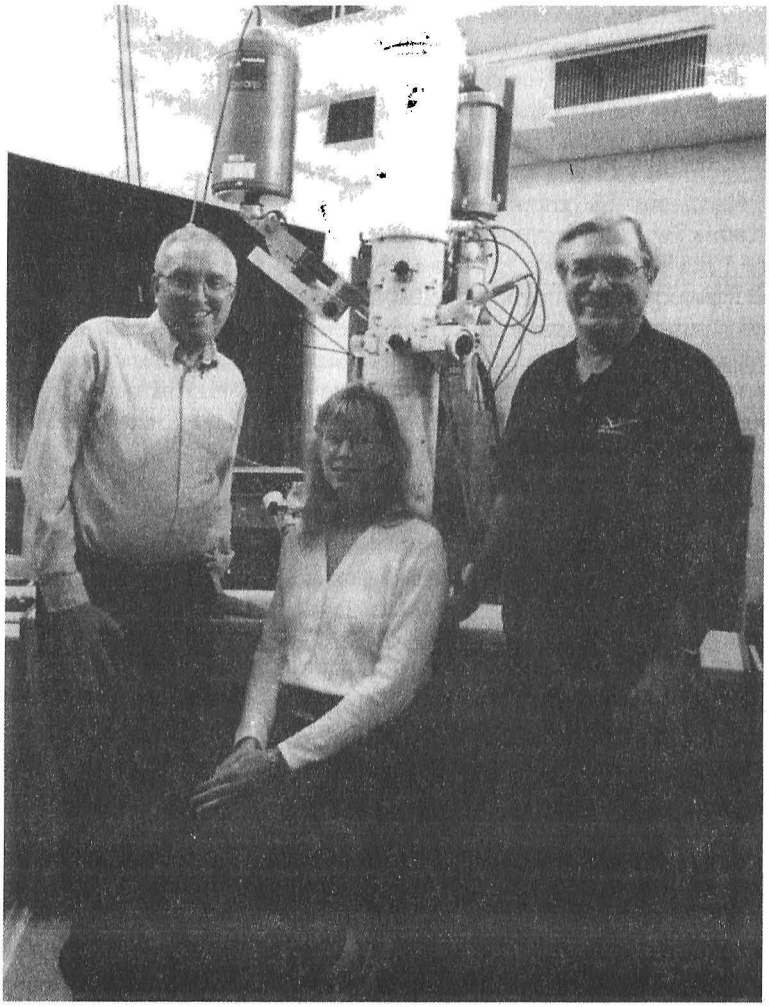
Houston merkezinin ünlü araştırmacısı Gibson, Apollo astronatlarınca Ay'dan getirilen birçok taşı ve göktaşını incelemişti. Meslektaş-

larının önüne koyduğu fotoğraflara bakınca, o da Mars göktaşının barındırdığı karbonatların gerçekten çok ilginç bir görünüm sergilediklerinin bilincine vardı ve Lockheed'in iki araştırmacısının çalışmalarına katılmayı kabul etti. Üçlü, 1994'ten itibaren, karbonatları incelemeye başladılar ve ilk sonuçları Nature dergisinde yayınladılar. Üç araştırmacı bu çalışmalarında, yer kimyası göstergelerine (minerallerdeki oksijen izotoplarının oranları gibi) dayanarak kabarcıkların, göktaşında, hidrotermal (kaplıca) sıvıları tarafından oluşturulduğunu söylüyorlar ve bu suyun ısısının 80 °C'yi aşmamış olması gerektiğini düşünüyorlardı.

Profösör McKay'ın gizli ekibi

Bu arada Gibson, NASA'daki meslektaşı David McKay ile ilişkiye geçti. Mc Kay madenbilimi ve yerbilimi uzmanıydı. O da, otuz yıllık deneyimi boyunca birçok göktaşı ve ay taşı incelemişti. Ona göre de, bu Mars kayasının içindeki hidrotermal depolanmalar ilginç bir yenilikti. Bu depolanmaların düşük ısılarda oluşmuş olma olasılığı, geri çevrilemez bir sorunun ortaya atılmasını engellemiyordu; bu depolanmaların biyolojik bir kökeni olabilir miydi? McKay kadar Gibson da günün birinde, bir göktaşında yaşam izlerine rastlama umuduna hep sıcak bakmışlardı. İşte bu Mars karbonatlarında bu alandaki ilk kuşkunun belirtisini buldular.

Tabii ki karbonatlar, bir volkanın hidrotermal kaynaklarında veya tuza doymuş durgun bir suyun buharlaşması sırasında yalnızca kimyasal çökelti sonucunda oluşmuş olabilirdi. Ancak araştımacılar, Dünya üstünde, karbonat oluşumuna yol açan başlıca ajanların bakteriler ve yosunlar olduğunu da da biliyorlardı. (Karbonat onların etkinliğinin fosil artığıdır.)



4.7- ALH 84001 göktaşında biyolojik bir etkinliğin yaşandığı varsayımını ortaya çıkaran üç araştırmacı. Soldan sağa: David McKlay, Kathie Thomas-Keptra ve Everett Gibson. Arkalarında görünense, otuz bin kez büyültme ile minerallerin incelenmesini sağlayan transmisyonlu elektronik mikroskop (TEM). (Fotoğraf NASA/JSC)

Romanek, Gibson ve McKlay sorunu çözmek için, karbonatları çok büyülterek, en küçük ayrıntılarına kadar incelemek gerektiğini

biliyorlardı. Bunu yapmak için, Romanek gibi Lockheed Martin laboratuvarında çalışan, elektronik mikroskobun büyük ustası Kathie Thomas-Keptra'ya güvenebilirlerdi. Ekip, mikroskobun elektronik tarama tekniği ile, ayrıntıları, mikrometrenin binde biri düzeyinde bile görmeyi sağlayan, çok yüksek kalitede görüntüler elde edecekti. Bu oranda büyültüldüğünde karbonatların yüzeyi, tuhaf biçimlerin hareketlendirdiği bir görüntü sergiliyordu. Bu görüntüde mikrometrenin yalnızca yüzde biri genişliğinde ortaya çıkan düz ve çemberimsi şekiller bakteri fosillerini andırıyordu. Bazı mineral cidarları, kelimenin tam anlamıyla gerçek mezar görüntüsü veriyordu. (Bakınız şekil 4.8 ve 4.9.)

Kathie Thomas-Keptra önce kuşkulu davrandı. Bu tuhaf biçimler belki de yalnızca, karbonatın biyolojik kökenli olmayan mineral aşınmalarıydı. Ancak uzmanlar başka ilgi çekici şekillerle, daha küçük ve daha koyu olan ilginç manyetit kristalleriyle karşılaştılar. (Bakınız şekil 5.8.) Manyetitler demirin ve diğer metallerin, genelde volkanik bir magmadan kristalleşen oksit pütürleridir. Onların soğuk suda da, bakteriler tarafından biyolojik amaçlarla sentetize edilerek kristalleştiklerine rastlanır. Oysa Kathie Thomas-Keptra'nın Mars kökenli göktaşının içinde gözlemlediği manyetitler, ona bu ikinci tip manyetitleri hatırlatıyordu –küp veya damla biçimindeydiler, oranları çok düzgündü ve hiçbirinde atık izi yoktu.

Araştırmacılar, bu olayda ellerinde ciddi mikrop etkinliği göstergeleri bulunduğunu anladılar. İncelemelerinin bu aşamasında, Dünya çapında bir mineoroloji –canlı ortamlarda oluşan mineraller– uzmanı olan Hojatollah Vali ile ilişkiye geçtiler. İran kökenli Vali, Montreal McGill Üniversitesi'nde profesör olmadan önce Houston Uzay merkezinde uzun yıllar mineroloji ile ilgilenmişti. Vali, NASA'nın kendisine gönderdiği örnekleri görünce, karbonatlar arasına dağılmış küçük manyetit kristallerinin biyolojik bir etkinlikten kaynaklanmış olabileceğini onayladı. Vali, yalnızca manyetitleri değil, ama onların yanında

bulunan "rekabetci" bir minerale, pirotite dikkat çekti. Birincisi bir oksit, ikincisi de demir sülfürüydü. Bunlar, doğada yan yana bulunmayan, daha doğrusu düşük ısılarda asla yan yana gelmeyen, metalin rakip iki "elbisesiydi". Bu tür bir ikircilik, yani enerjisini aynı metalin iki durumu arasındaki kimyasal değişiklikten sağlamak yaşamın bir özelliğiydi.

Romanek ve Gibson, McKay, Kathie Thomson-Keptra ve şimdi Vali, işe karışanların sayısı artıyordu. Onlar, resmi bir makale yazıncaya kadar gözlem ve düşüncelerini kendilerine saklamaya özen gösteriyorlardı. Aynı zamanda tezlerini destekleyecek, özellikle asit amineler veya hidrokarbürler gibi diğer kanıtları aramakla da meşguldüler. Ekip büyük bir gizlilik içinde, California'da Stanford Üniversitesi'nden, en gelişmiş analizleri yapabilecek olan, organik kimyanın gurusu Richard Zare ile ilişkiye geçti. Zare, molekül kimyasının üstün çocuğuydu. Berkeley ve Haward'da parlak eğitimini tamamladıktan sonra ünlü MIT Üniversitesi'ni bırakıp Colorado Üniversitesi'ne geçti ve orada molekülleri lazer ile analiz etmenin devrim sayılacak bir yöntemini buldu. Sonunda San Francisco yakınındaki Stanford Üniversitesi'ne yerleşti. Orada, ilk günkü heyecanıyla kimya öğretiyor –kampusun en popüler derslerini veriyor– ve Simon Clemett, Xavier Chillier, Claude Maechling'den oluşan yetenekli yardımcılarıyla birlikte, iki zamanlı lazerinin başında deneylerini yürütüyor.

Kathie Thomas-Keptra, Zare ve onun ekibiyle 1995 yılı başında ilişkiye geçtiğinde, onlara gönderdiği örneğin Mars kökenli olduğunu açıklamadı. Houston ekibi daha her şeyi açıklamak istemiyor ve gönderdikleri örneğin en objektif analizini arzuluyordu. Bu önlem Stanford araştırmacıları tarafından kabul edildi. İşte bu yüzden Zare ve ekibi, Walt Disney'in çizgi roman kahramanları Miki, Mini, Plüto adlarını taşıyan üç örneği teslim aldıklarında hiç şaşırmadılar.

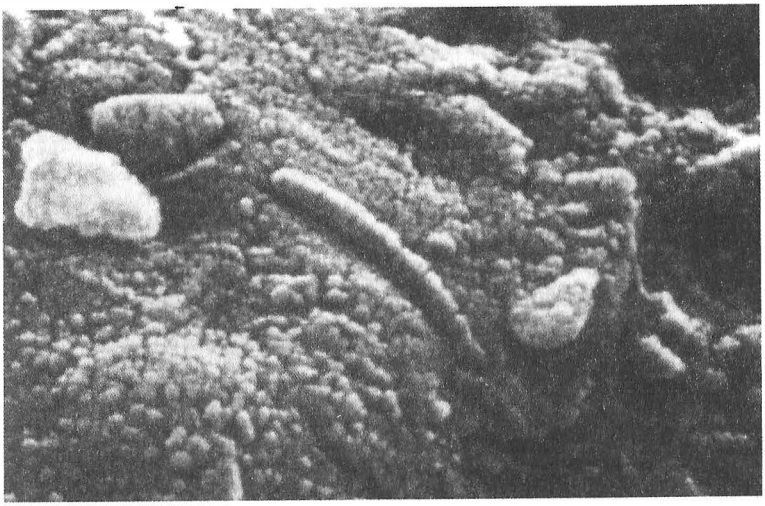
Bu örneklerin analizleri, incelenmek istenen molekülleri –genelde organik moleküller– bir kütle spektometresine taşıyabilmek için

örnekten ayırmaya yarayan yöntemle, çift lazerle yapıldı. Bu kritik teste tabi tutulan ALH 84001 karbonatları spektometre tarafından nitelikleri belirlenen ve sayılan organik moleküller saldılar. İlk sonuçlar Houston'a ulaşınca heyecan iyice yükseldi. Göktaşında, küçük miktarlarda, altıgen örgü biçiminde sıralanmış, esas maddesi karbon atomu olan, kompleks organik moleküller vardı. Bu tür moleküllere "polisiklik kokulu hidrokarbür" ya da HAP denir. Mars göktaşında bulunanlar "piren ve krizen, fenantren ve benzopiren"di. Dünya'da bu moleküller çoğunlukla biyolojik maddelerin çözüşmesiyle ortaya çıkarlar. Yalnızca kimyasal süreçlerle de oluşabilirler. Houston ekibi, araştırmanın bu aşamasında, Zare'yi ve Stanford ekibini inceledikleri örneklerin Mars gezegeninden geldiği konusunda bilgilendirdi.

Tarihi bir basın toplantısı

1995 yılının sonuna doğru Houston, Montreal ve Stanford'daki başlıca beş araştırmacı, ellerindeki verileri verimli bir şekilde birleştirme uğraşındaydı. Operasyonun başına geçen McKay, gözlemlerini ve biyolojik varsayımı özetlediği resmi bir makaleyi, Amerikan "Science" dergisine göndermek amacıyla kaleme aldı. 1996 Nisanı'nda, makale büyük gizlilik içinde, yayına kadar gizliliğin bozulmayacağı yönünde söz alındıktan sonra yazı işlerine teslim edildi. Makalenin, yayına uygun olup olmadığının kararına varılması için, bütün bilimsel makaleler gibi, yayın kurulundan geçmesi gerekiyordu. Mayıs ve Hhaziran aylarında üç göktaşı uzmanı makaleyi incelediler. Gözlemler ve yorum mantığı üç yargıcın elemesinden geçti. Makalenini 16 Ağustos'ta yayınlanması kararı alınınca, makalenin altı yazarı (Zare'nin asistanlarıyla birlikte dokuz) sabırla beklemeye başladılar.

Bu arada bütün cephelerde gerilim arttı. NASA başkanı Goldin, doğal olarak çalışmalardan haberdar edildi. Bu tür bir haberin birden patlaması olasılığı karşısında Goldin, Birleşik Devletler Başkanı Bill



4.8.- Bir Mars fosili mi? TEM mikroskobunda, ALH 84001 göktaşındaki karbonatın yüzey görüntüsü. Resmin ortasındaki sopamsı eğri yaklaşık 1 mikrometre, yani milimetrenin binde biri uzunluğundadır. birçok fosilleşmiş hücreden oluşmuş gibi parçalı bir görünüme sahiptir. (Fotoğraf NASA/JPL)

Clinton'a durumu bildirmeye karar verdi. Oysa 1996 yılında Beyaz Saray'da sağlam bir gizlilik modeli titizlikle uygulanamıyordu. Gizliliğe karşın söylentiler dolaşmaya başladı. Dedikodular, başkanın bir danışmanının, bir kız arkadaşına Mars'taki yaşam konusundaki gizi açıkladığı yolundaydı... Ne olursa olsun, Ağustos ayının ilk günlerinde Beyaz Saray'dan Mars'la ilgili söylentiler sızıyordu. Space News dergisi şimdiden olayı izlemeye almıştı. Telefon görüşmeleri artıyor ve İnternet'te vahşi bir yayın sürüyordu.

NASA ve Beyaz Saray, gecikmeyi önlemek için vakit kaybetmeden 7 Ağustos Çarşamba günü Washington'da bir basın toplantısı düzenlemeye karar verdiler.

O sabah, aceleyle toplanmış gazeteci ordusu CNN'in kutsanmış logosunun altında sahnede, NASA başkanı Goldin, uzay bilimleri ko-

nusundaki ortağı doktor Wesley Huntress ve ekibin başlıca araştırmacıları Mc Kay, Gibson, Kathie Thomas-Keptra ve o gece San Fransisko'dan yeni gelmiş olan ve hâlâ saat farkı ile savaşmakta olan Zare bulunuyordu.

NASA başkanı olarak sahne ışıklarına alışık olan Goldin, toplantıyı iyimser ve kararlı birkaç çümle ile açtı. Çalışmanın başlıca aktörlerini tanıtırken "Bu benim için inanılmaz bir gün," dedi ve çalışmanın sınırlarını belirtti. "Elde edilen sonuçlar kesin bir kanıya varmamızı sağlamıyor. Bilimsel açıdan herkesin onayının alındığı söylenemez. Eğer bugün burada toplandıysak (..) amacımız, bir dönemde Mars'ta yaşam bulunmuş olabileceğinin inandırıcı kanıtlarını sizlere sunmaktır."

Daha sonra Profösör McKay söz alarak, dialar eşliğinde ekibinin çalışmalarını anlattı. Araştırmacıları, biyolojik fosil etkinliği postülası oluşturmaya iten düşünce özünü sergiledi: Karbonat depolanmalarını, onların boru şeklinde mikrofosil olarak ilerideki büyümelerini, krizen ve benzopiren gibi HAP organik moleküllerini ve demir ve kükürt oksitlerinin küçük kristallerini dile getirdi. McKay'in yayınlanmak üzere Science dergisine verdiği makaledeki gibi, tek tek ele alınan hiçbir belirtinin kendi başına, taş içinde zorunlu bir biyolojik etkinliği kanıtlamadığını buna karşın, bütün belirtiler birden ele alındığında, bunların bize, inandırıcı bir şekilde biyolojik bir etkinliği işaret ettiğini açıkladı.

Bütün araştırmacılar sırayla basına ve televizyon izleyicilerine bu belirtileri anlattılar. Kathie Thomas-Keptra elektronik mikroskobun görüntülerini sundu: çeperleri çok renkli karbonat kabarcıklarını ve onlarla birleşmiş miniskül demir ve kükürt oksidi kristalleri olan maynetit ve pirotitleri gösterdi. Bunların biçimleri o kadar mükemmeldi ki, bakteriler tarafından oluşturuldukları kuşkusunu uyandırıyordu.

Mars kayasında tespit edilen HAP organik moleküllerini anlatma sırası Zare'ye geldi. Salt kimyasal süreçlerin kozmosta ve özellikle başka göktaşlarında HAP'ları ürettiklerini kabul ediyordu, ancak ALH 84001'deki HAP'lar alışılmışın dışında oranlara sahipti. Onların oran-

ları tam da bakteri ayrışmasıyla ortaya çıkması beklenen oranlardaydı. McKay, en şaşırtıcı olanı, elektronik mikroskobun ortaya çıkardığı, şu mikrometrenin kesiri uzunluğundaki sopamsı şeyleri, sona sakladı. McKay bunların, karbonatların yüzeyde ufalanmış olan kil partiküllerı olabileceğini kabul etti. Ancak bunların, az bir zaman önce derin kayaların içinde bulunmuş olan yeyüzünün en küçük bakterileriyle –nanobakterilerle– gösterdikleri benzerliği vurguladı. En sonunda Gibson, biyolojik etkinlikten yana birçok önemli kriterlerin, kayanın milimetreküpünün yüzde biri içinde yan yana durduklarını söyleyerek, konuşulanları özetledi.

Büyük etki ve kuşku

NASA başkan yardımcısı Huntress uzay ajansının bu ilk toplantı sonundaki resmi görüşünün "kuşku içeren büyük bir etkilenme" olduğunu söyledi. Bu büyüleyici varsayımı bundan böyle test edecek olan bilimsel girişimi özetlemek için, NASA, Los Angeles Üniversitesi mikropaleontoloji profösörü kıdemli William Schopf'u davet etmişti. Schopf, yeryüzünün en eski fosilleri konusunda uzmandı. Avustralya'nın silisli çökeltilerinde bulduğu 3,465 milyar yıllık örnekle rekor ona aitti.

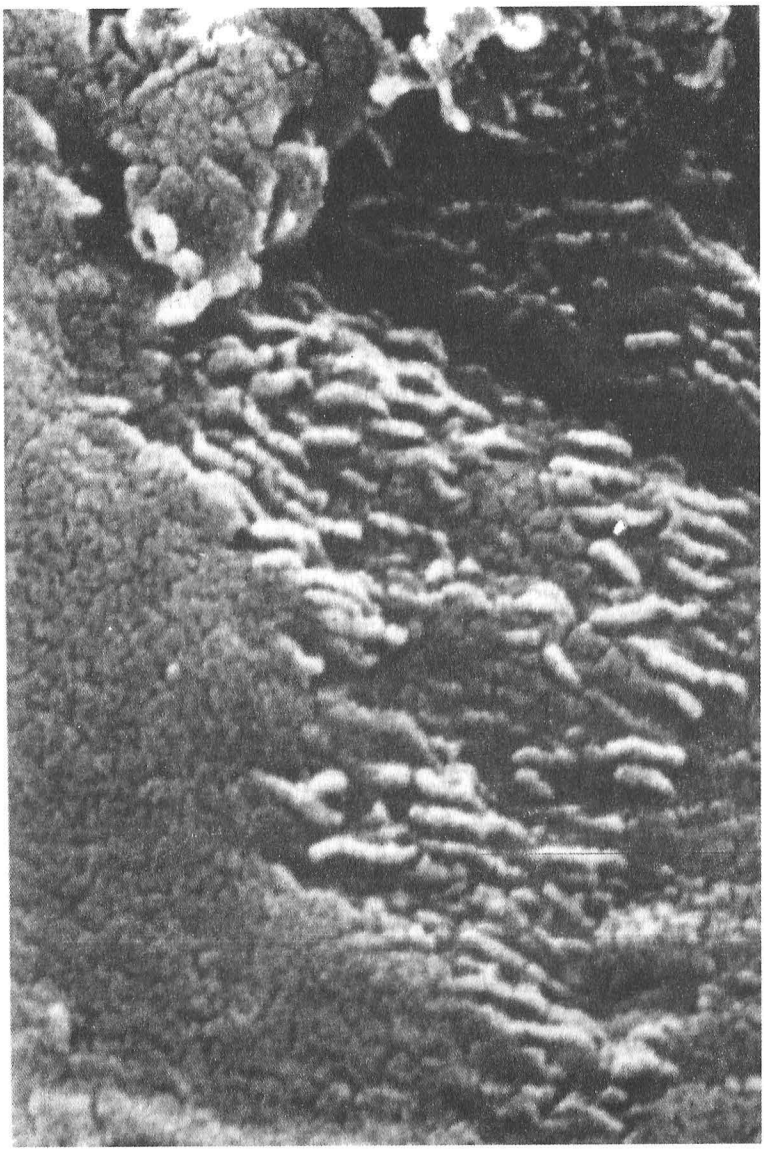
Schopf toplantıyı izlemişti. Gördükleri çok ilgisini çekmişti, ama kesinlikle ikna olmamıştı. Bu sözü edilen birkaç "mikrofosilin" çok küçük –yeryüzünde bulunan en miniskül organizmalardan on veya yüz kere daha küçük– olduklarını düşünüyordu.

Öte yandan, onların nitelikleri hakkında daha belirgin bir düşünceye varmak için bu fosillerin yüzlercesini incelemek gerekecekti. Taşın içinde bir yaşam devresinin kanıtlarını görmek isteyecekti, örneğin bölünme, başka bir deyişle üreme sırasında suçüstü yakalanmış fosilleşmiş hücreleri görmek isteyecekti. En son olarak da bu küçük

sopamsılar üstünde çok ince bir kimya analizi yapmak isteyecekti. Bunu yaparken, günümüz aletlerinin en uç kesinlik sınırlarını kullanacaktı. Bu analiz söz konusu miniskül sopamsı şekillerin organik maddelerden oluşup oluşmadığını ya da hiç olmazsa, iç malzemeden değişik bir cidara sahip olduklarını, yani canlı hücreya ait bir özelliği ortaya çıkaracaktı.

Daha sonra salondan gelen sorular cevaplandırıldı. NASA başkanına, "Mars keşif programı hızlandırılıcak mı?" diye soruldu. Goldin, diğer dünya ajanslarının başkanlarıyla –özellikle CNES ve Avrupa Uzay Ajansıyla– önlerindeki programları tartışmak için ilişkiye geçtiğini açıkladı. Boston Globe'dan David Chandler yirmi yıl önceki Viking sondasının tartışmalı sonuçlarını sorarak pot kırdı. Chandler, Levin'in adını vermemek için Viking ekibinden bir kişi diyerek, onun Mars'ta yaşam olduğunu öteden beri savunduğunu söyledi ve Viking dosyası yeniden açılacak mı diye sordu. NASA adına yanıt veren Huntress, burada söz konusunun Mars'ta günümüzde yaşam olduğu değil, ama geçmiş bir döneme ait fosiller olduğunu vurguladı. Yine de bilim çevrelerinin gerekli görürlerse, Viking dosyasını yeniden inceleyebileceklerini hatırlattı.

Zare, güneş sistemindeki yaşamın kaynağı ile ilgili bir soruya verdiği yanıtta bu Mars göktaşında meydan okuma gibi ne varsa, hepsini ortaya döktü. Eğer göktaşları bozulmamış organik maddeleri gezegenden gezegene taşıyorsa, "ve eğer Dünya'ya taşınmadan önce yaşamın ilk yeşerdiği gezegen Mars'sa, hepimizin Marslı olmadığını kim iddia edebilir?.. Ya da tersini, Mars üzerinde belirlenen fosil yaşamın Dünya'dan gitmediğini kim söyleyebilir?" diye sordu. Zare, ALH 84001 göktaşının düşüşü üzerine büyük bir tartışmayı başlatmış oldu. Kamuoyu bu basın toplantısında "Hepimizin Marslı olmadığını kim iddia edebilir?" sorusuyla, sürmekte olan araştırmaların baş döndürücü gelişmesinin farkına vardı ve tartışma ancak daha yeni başlıyordu...



4.9- Mars göktaşı ALH 84001'in mikroskop altında görünüşü. Yumurta biçiminde küçük şekiller, et kurtları gibi karbonat mineralinin yüzeyine çıkıyor. Fosil mezarlığı mı? Ya da organik olmayan mineralin sopaması aşınması mı? (Fotoğraf NASA/JPL.)

BEŞİNCİ BÖLÜM

Mars Fosilleri: Alanların Durumu

Mikrofosiller varsayımı 7 Ağustos 1996'da açıklandı. Haber Washingtan'daki konferanstan CNN aracılığı ile büyük bir hızla yayıldı. Başkan Bill Clinton da Beyaz Saray'dan bir açıklamada bulundu: "Bugün" diyordu, Başkan, "84001 örneği bize milyarlarca yıl ve milyonlarca kilometre uzaktan sesleniyor. Bize yaşam olasılığından söz ediyor. Eğer bu buluş onaylanırsa kozmik sonuçları olay yaratacak güçtedir." Birleşik Devletler'de herkesin tanıdığı astrofizikçi Sagan, Cornell Üniversitesi'nden sesini duyurdu: "Marst'a yaşam olduğuna dair şimdiye kadar elde edilen en kışkırtıcı ve en düşündürücü delille karşı karşıyayız. Eğer sonuçlar onaylanırsa, bu buluş insanlık tarihinin, alçakgönüllü bir güneş sisteminin iki gezegeninde yaşam bulunduğunu gösteren ve böylece bütün evrende yaşam bulunması gerektiğini düşündüren bir dönemeci olacaktır."

Mars'ta yaşam, Birleşik Devletler'deki bütün günlük gazetelerin ve *Time Magazine*, *Newsweek* gibi ünlü dergilerin birinci haberi oldu ve hepsi de bu habere evrende yaşam anlayışını tartışan makalelerle yaklaştılar. Fansa'da, Ağustos ayı uyuşukluğu içinde *Libération* gazetesi "Mars'ta yaşam hakkında kuşku" başlığı altında en güzel haberi yaptı. Bu haber kanıtların küçüklüğünü ve tezin tartışmaya açık yanını öne çıkarıyordu.

İlk medya şoku atlatılınca ALH 84001 göktaşı üstündeki bilimsel çalışmalar yeniden başladı. McKay ve arkadaşlarının cesur varsayımı

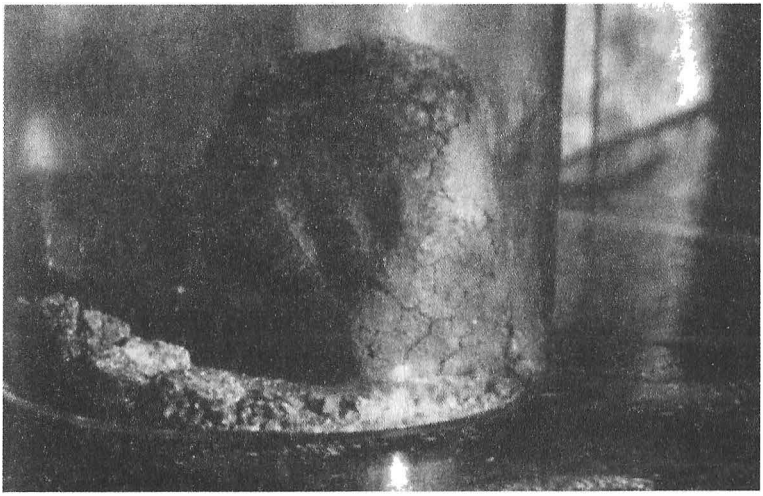
bundan böyle karşı uzmanların süzgeçinden geçecekti, çünkü bu, ortaya atılan ilk heyecan uyandırıcı varsayım değildi. Aynı şeyler 1961 yılında Orgueil göktaşı için de ileri sürülmüştü.

Orgueil'ün günahı

Fransız koleksiyonunun bu en değerli göktaşı 14 Mayıs 1864'te, Tarn-et-Garonne'da, Orgueil köyünün yakınına birkaç kilogramlık bombardıman şeklinde düşmüştü. Bu göktaşları Mars gezegeninin parçaları değildi. Orgueil'e yağanlar çok ender bir göktaşı sınıfına, "Karbonlu kondritler"e dahildiler. Güneş sistemi oluşumunun, bu karbon açısından zengin artıklarının milyarlarca tonu, kuyrukluyıldız veya astreoit biçimlerinde olduğu kadar küçük parçalar halinde de güneş çevresinde gezinmektedir. Narin yapılarından dolayı –yoğunlukları düşüktür ve birçok uçucu madde barındırırlar– karbonlu kondritlerin Dünya atmosferi içindeki zorlu düşüşe dayanmalarına çok ender rastlanır. (Günümüze kadar belirlenmiş on yedi bin göktaşından yalnızca bir düzinesi bu sınıfa dahildir.) Orgueil göktaşı olağanüstüdür: çikolata siyahlığındadır, bileşiminde yarı yarıya su ve karbon bulunur.

Kimyagerler, Orgueil göktaşında ana maddesi karbon olan organik molekül araştırması yapabilecek aletlere ancak 1960'lı yıllarda sahip oldular. 1961 yılı Mart ayında Amerikalı araştırmacılar Bartholomew Nagy ve Warren Meinschein, göktaşı içinde ilk defa bu tür maddeleri buldular. Buldukları "parafinoit hidrokarbürler"den yola çıkarak biyolojik köken varsayımını ileri sürdüler. Nagy daha da ileri gitti. Biyolojist George Claus ile yayınladıkları ikinci bildiride mikroskop altında, fosil sporlara ve yosunlara benzeyen geometrik şekillere rastladıklarını açıkladılar. Bunların dünya dışı yaşam biçimlerinin ilk fosilleri olduğuna inandıklarını belirttiler. Nagy ve Claus, dünyadaki yaşa-

mın göktaşları tarafından başlatıldığının ilk kez ileri süren, 19. yüzyıl kimyacısı Jöns Berzeliius'un anısına, bu fosillere *"Diadaphore berzelii"* adını verdiler, (Panspermi Tteorisi).



5.1- Cam altında titizlikle saklanan Orgueil Göktaşı. 1864'te Tarn- et- Garonne'a düşen bu göktaşı karbon ve su açısından zengindir. Aynı zamanda birçok organik molekül türleri içerir. 1960 yıllarında bu organik moleküllerin biyolojik kökenli oldukları iddia edildi. Ancak daha sonraları bu iddia gelişmiş analizler sonucunda çürütüldü. (Fotoğraf Ulusal Doğabilimleri Müzesi, Mineroloji Laboratuvarı, Paris.)

Bu haber raslantı sonucu Gagarin'in tarihi uzay uçuşundan birkaç gün önce bomba gibi patladı, birçok araştırmacıyı ve basını sarstı. *New York Times*, "Dünya'nın tanımadığı tek hücreli organizma fosilleri" başlığını attı. Ancak, aceleyle açıklanan bu sonuçların bir karşı-araştırma ile çökertilmesi çok zaman almadı. Kimyager Edd Anders, Orgueil göktaşının bir parçasını analiz etti, Nagy ve ekibi tarafından açıklanan çok heyecan verici organik moleküllerin, göktaşına, bir yüzyıl önce gerçekleşen düşüşünden sonra, dünya yaşamından bulaştığını kanıtladı. Nagy ve Claus tarafından belirlenen fosil sporlarıysa gerçekten de

bir tür yaşam biçimiydi, ama ne yazık ki bunlar bize hiç de yapbancı değildi. Nagy ve Claus'un aceleyle Diadaphore Berzelii diye adlandırdıkları bu altıgen biçimindeki hücreler dünyamıza ait yabani bir otun, saman nezlesine yol açan "*Ambrosia Elatior*"un polenleriydi.

Kısa sürmesine rağmen, Orgueil göktaşının dünya dışı izler taşıdığı varsayımı, araştırmacıların, yaşamın kökeni konusunda dünya ile ilgili olduğu kadar, uzayla da ilgili düşünceler üretmelerine yaradı. Bu düşünceler, karbonlu göktaşları, uzayda kozmik ışınların etkisi altında oluşan hidrokarbürleri ve asit amineleri ortaya çıkardığı oranda gerçeklik kazandılar. Orgueil göktaşı, dünyada uğradığı bulaşma dışında, 1969'da Avustralya'ya düşmüş olan Muchinson karbonlu göktaşı gibi, hidrokarbür ve asit amine izleri taşıyordu. Böylece, bu ilk Orgueil tartışmasından otuz yıl sonra, McKay ve arkadaşları, Mars göktaşındaki organik bileşimler ve mikroformlar için biyolojik bir köken önerdiklerinde, bütün bu düşünceler yeniden canlandı.

Az rastlanır bir göktaşının izlediği yol

McKay ve arkadaşlarının senaryosunda ilk ateşten geçmesi gereken postulat, ALH 84001 göktaşının Mars'tan gelmiş olduğu idi. İlk kanıt kolaydı: Kimyasal ve minerolojiyle ilgili göstergeler boldu ve bunlardan kuşku duymak için bir neden yoktu. Jeologlar kayanın Mars üstündeki geçmişini, tüm ayrıntılarıyla, Mars'tan nasıl ve ne zaman koptuğu dahil olmak üzere biliyorlardı.

İleride ALH 84001 olacak olan kayanın oluşumu Mars tarihinin başında gerçekleşmişti. Kaya bundan 4,5 milyar yıl önce, Mars kabuğunun 100 metre altında, kaynar haldeki bir magmadan kristalize olmuştur. (Kayanın yaşı radyo kronoloji yöntemiyle, yani kaya içindeki bazı radyoaktif atomların oranlarının ölçülmesiyle hesaplanmıştır.) Kaya, oluşumundan sonra, içine gömülü olduğu yerin birçok kez kuy-

rukluyıldız ve asteroid bombardımanıyla titrediğini yaşamıştı. Sonunda, daha yakın ve daha şiddetli bir çarpma onu direk olarak etkiledi. 4 milyar yıl önce, titreşim dalgaları, kayada ince çatlaklar oluşturdu...

Daha sonraki yıllar boyunca, ALH 84001'in ünlü karbonatlarını depolayan gizemli sıvılar bu çatlaklardan süzülecekti. Bizi en üst düzeyde ilgilendiren bu karbonatlar, çatlakların meydana gelmesinden hemen sonra, yani yaklaşık 4 milyar yıl önce, hatta biraz daha az bir zaman önce oluşmuşa benziyor. O çağda yerin yaydığı ısı bugünkünden çok daha yüksekti ve bu da, sıcak sıvıların kayalar arasında dolaşımını sağlıyordu. Bu durum, kayanın kendisinin oluşumundan 1 milyar yıl sonra, sayısız hidrotermal kaynaklarla birlikte, yerden yayılan ısı akımının bugüne oranla daha yüksek olduğu volkan etkinliğinin sürdüğü bir dönemde geçerliydi. Öte yandan Mars'ta, o dönemde belki sıvı suyun erimesine ve yüzeyde dolaşmasına izin veren daha sıcak bir mevsim hüküm sürüyordu. Öyleyse ALH 84001 karbonatları, yaşamın orada gerçekten başlama şansına sahip olduğu uğurlu bir döneme aittiler. (Bu arada, yaşamın dünya okyanuslarında, 3,8 ile 3,6 milyar yıl önce, aynı dönemde doğduğunu belirtelim.)

Karbonatların bu oluşumundan sonra Mars çok köklü bir iklim krizi yaşadı. Görünüşe bakılırsa kızıl gezegen yavaş yavaş atmosferini kaybetti. Atmosferin bir kısmı çökeltiler tarafından emildi, diğer kısmıysa, Mars'ın yerçekimi alanı gaz kaçışlarına karşı koymakta zorlandığı için, kelimenin tam anlamıyla kozmosta kayboldu. Mars, soğuk ve çok ince atmosfere sahip, devamlı kış mevsimi yaşayan bir gezegene dönüştü.

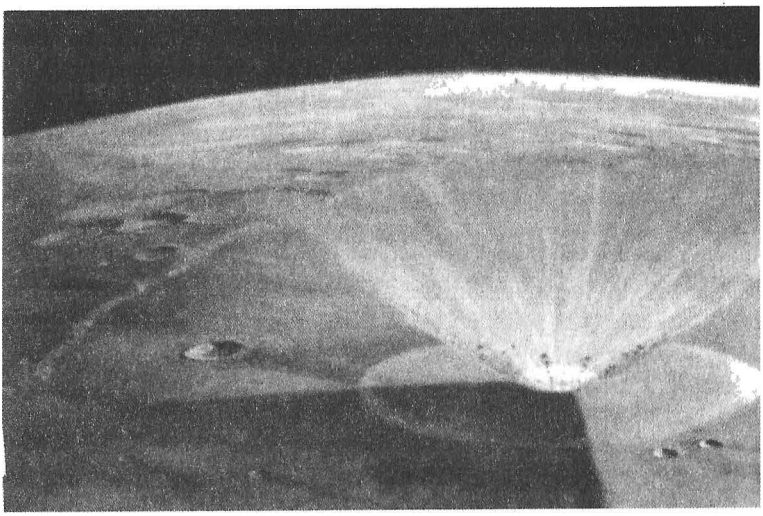
Böylece hareketli bir milyar yılını tamamladıktan sonra ALH 84001, onu izleyen 3 milyar yılını, yer altında donmuş vaziyette, yeni maceralar bekleyerek geçirdi. Sonunda bu yeni serüven, bir göktaşı o alana bütün güçüyle çarpınca başladı. Yerin yüzeyindeki ve altındaki kayalar ve özellikle ALH 84001, saniyede birkaç kilometre hızla havaya saçıldılar. ALH 84001'i kozmosa gönderen bu çarpmanın zamanı

bile belirlenebilir: Bu gerçekte, kayanın, dünyaya düşmeden önce kozmik ışınlara maruz kaldığı süredir. Oysa, önemli hızlarla hareketlendirilen ağır partiküllere dayanan bu kozmik ışıldama, göktaşının yüzeyini, yüzeyde atom bozulmalarına yol açacak şekilde, devamlı dövmüştür (özellikle göktaşının magnezyum -24'ü, yavaş yavaş neon -21'e dönüşmüştür.) Bu tür bozulmalar zaman içinde birikir. Buradan hareketle, ALH 84001'in 15 milyon yıl uzayda kaldığını hesaplıyoruz. Öyleyse ALH 84001'i fırlatan çarpma, jeolojik açıdan oldukça yenidir.

Uzay ve zaman içindeki bu yolculuğu sonuçlandırmak için, ALH 84001 göktaşının, yaklaşık 13 000 yıl önce dünyanın çekim alanına girdiğini belirtelim. Göktaşının uzayda geçirdiği süreyi nasıl kozmik parçacıkların çarpmasından hareketle hesaplıyabiliyorsak, aynı şekilde, dünya atmosferinin gaz kozası içinde geçirdiği süreyi de, engellenen kozmik ışınların göktaşı atomları üstünde yol açtığı başka değişikliklerden hareketle hesaplayabiliyoruz. Allan Hills göktaşının üstündeki izler, onun on üç bin yıldır dünyada olduğunu gösteriyor. Bu Mars göktaşı son buzul çağının bitiminde, yani mağara adamlarının her iki yarımkürede Niaux ve Font-de Gaume-mağaralarının duvarlarına hayvan resmi çizdikleri çağlarda düşmüş.

Eve teslim

Bir Mars göktaşının sağ salim dünyamıza kadar gelmesi bir mucize gibi görülebilir. Ancak bu olayın sık sık tekralandığını biliyoruz ve göktaşının fırlatılma mekanizmasını çözmüş durumdayız. Asteroit ve kuyrukluyıldız çarpmaları, hedef durumunda olan kaya parçalarını, onların gezegenin çekim alanından kurtulmalarını sağlayacak şekilde, saniyede onlarca kilometre hızla yükseğe fırlatabilir. Mars'ta bir kaya parçasını 5,3 ile 5,4 saniye/kilometre hızıyla fırlatmak, kızıl gezegenin çekiminde kurtulması ve dünya çekimine girmeye hazır olması için



5.2- Mars'taki bir çarpmanın sanatcı gözüyle değerlendirilmesi. İşte bu tür bir kuyrukluyıldız veya asteroit çarpması, ALH 84001 göktaşını yerinden fırlatmış ve onu, 15 milyon yıl sonra Dünya ile çarpışacağı yörüngeye oturtmuştur. (William .K.Hartmann.)

yeterlidir. (Tersi daha zordur; Dünya da bir taşın, bizim daha güçlü yer çekimimizden kurtulması ve Mars'a yönelmesi için 15 saniye/kilometre gibi bir hızla fırlatılması gerekir.) :

Her ne olursa olsun, kozmik bir çarpma sonucu fırlatılma hoyratca gerçekleşen bir mekanizmadır. Çarpma merkezindeki kayalar, çok yüksek ısılardan dolayı erir veya buharlaşır. Uzman Jay Melosh'a göre, ancak merkezin çevresindeki kayalar, çarpma dalgalarının etkisiyle, buharlaşmadan, "esnekçe" hız kazanırlar. Özellikle, yüzeye daha yakın olanlar, havalanma sırasında en az yara alanlardır. Hatta bir yeraltı suyunun buharlaşması onlara ek bir rahatlama sağlamış olabilir. Sayısız değişik durum olasıdır ve Mars göktaşlarının fırlatılmalarıyla ilgili değişik öyküler anlatıyorlarsa bu şaşırtıcı değildir. Bazıları, çarpma yüzeyinde sık çatlaklara, deforme olmuş kristallere sahip Shergotty ve Zagami gibileri, güçlü bir darbe yemişlerdir. Nakhla ve bizim ünlü

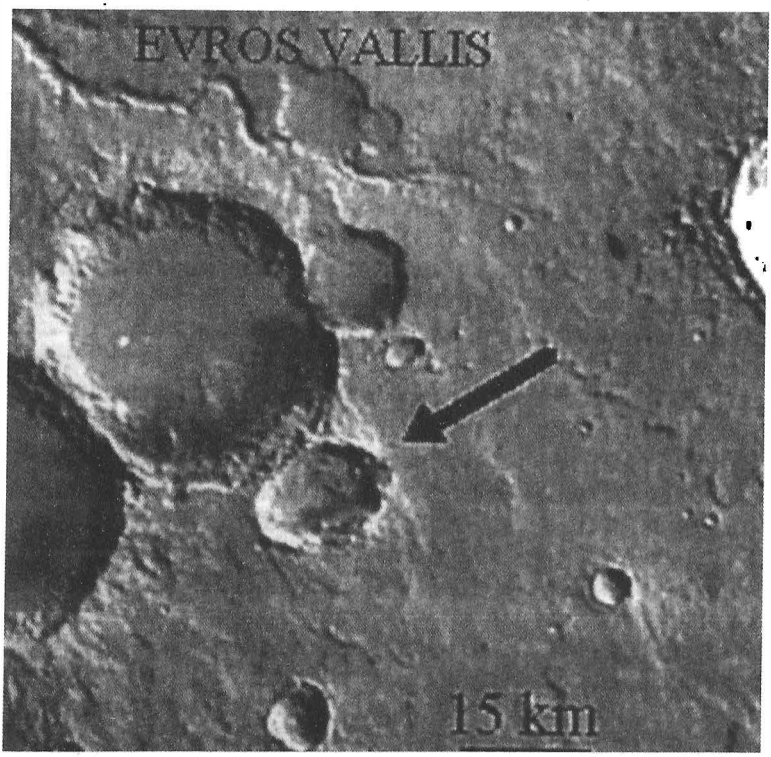
AKH 84001 gibi olanlarsa Mars'tan koparken daha az etkilenmişlerdir.

Bu varılan sonuçların yeni olduklarını belirtmek gerekir. Çok yakın bir zamana kadar bir çarpmanın Mars'tan Dünya'ya doğru "bozulmamış" kayalar fırlatacağı olası görülmüyordu, hatta olanaksız sayılıyordu. Günümüzde, en az beş çarpmanın, jeolojik açıdan yakın zamanda aynı türden sonuçlar doğurduğunu kabul etmek zorundayız: Gerçekte bunlar, Mars göktaşlarının kozmik ışınlara maruz kalma sürelerini belirten beş değişik tarihtir. Gördüğümüz gibi, ünlü göktaşımız ALH 84001 15 milyon yıl önce Mars'tan kopmuştu. Kuşkusuz ani çarpma Nakhla, Lafayette, Chassigny göktaşlarının art arda Mars'tan kopuşlarınında nedenidir. Çünkü bu üç göktaşının kozmik boşlukta kalma süreleri aynıdır, yani 10 milyon yıldır. Daha yakın zamanda, 3 milyon yıl önce gerçekleşen iki çarpma, Mars'tan ALH 77005 ve LEW 88516 göktaşlarını, yerlerinden etmiştir. Zagami ve Shergotty'yi yollara düşüren çarpmaysa 2,6 milyon yıllıktır. Yalnızca 60 000 yıllık olan son bir çarpmaysa EETA 70001 göktaşının Mars'tan ayırmıştır.

İz sürerken

ALH 84001 göktaşının geçmişini, oluşumundan Dünya'ya gelişine kadar biliyoruz. Ancak bize sunulan biyolojik senaryoyu değerlendirmek için bu kayanın kesin olarak Mars'ın hangi bölgesinden geldiğini bilmek de yararlıdır. Örneğin çok yaşlı olmasını göz önünde bulundurarak olasılık alanlarını sınırlandırabiliriz. ALH 84001'in yaklaşık 4,5 milyar yıllık olduğunu biliyoruz, bu da onu elimizde olan en eski gezegen parçası örneği durumuna getirir. (Yalnızca çok ender birkaç Ay örneği bu kadar yaşlıdır. En yaşlı Dünya kayasıysa 3.9 milyon yıllıktır.) Öyleyse ALH 84001, ancak Mars gezegeninin en eski kabuğundan gelebilirdi. Bu tür bölgeleriyse güney yarımkürenin kraterlerle dolu eski platolarıdır.

Öte yandan ALH 84001'in 4 milyar yıl önceki ilk çarpma ile çatladığını ve bu çatlaklara daha sonraları su sızdığını biliyoruz. Oysa Mars yüzeyinin dörtte birinden azı, hidrolik etkinlik ve sayısız çarpma krateri bulundurma açısından dile getirilen eski olma kıstasına uymaktadır. İşte göktaşının "doğum yerini", kayayı uzaya fırlatmaktan sorumlu çok genç bir çarpma krateri barındırması gereken bu tür alanlarda arıyoruz (yaşının 15 milyon yıl olduğunu biliyoruz). Bu kadar genç çarpma kraterleri çok enderdir, üstelik bizim ilgilendiğimiz kraterin



5.3. ALH 84001 göktaşı, yaşlı bir alandaki genç bir kraterden uzaya fırlamış olmalı. Jeolog Nadine Barlow tarafından sunulan aday yerler arasında güney yarımküredeki bu yaşlı plato da var. Genç bir çarpma krateri (okla gösterilen), daha yaşlı bir kraterin yamacında bulunuyor. Evros Vallis vadisi (üstte) bu alanı hidrolik bir etkinliğe maruz bırakıyor. (Fotoğraf NASA, Nadine Barlow'a teşekkür ederiz.)

çapı en az 20 kilometre olmalıdır. Konunun uzmanı Meloch'a göre, 20 kilometrelik krater çapı, bir çarpmanın Mars kayalarını 5 kilometre/saniye hızla, dünya ile çarpışacak bir yörüngeye fırlatabilmesi için gerekli olan minimum boyuttur.

Bütün bu birleştirilmiş veriler, Mars üstünde, ALH 84001 göktaşının geldiği bölge olabilecek çok az alan bırakıyor. Krater uzmanı Nadine Barlow, yer kataloğunu en ince noktasına kadar inceleyip, 1996 yılında bu zor kıstaslara uygun iki krater önerdi. 1998'de incelemesini genişleterek altı diğer alanı bu öneriye ekledi. Bunlardan ikisi, ovalara doğru inen eski platoların üstündeki büyük akıntı yataklarında yer alır ve yukarı kısımlar kopabilecek eski kayalarla doludur.

Bu sekiz alan içinde eski Noachis Terra platosundaki genç bir çarpma krateri dikkat çekicidir (5.3. şekline bakınız). Elips biçiminde, kenarları düz ve loblu olan bu genç krater 23 kilometre uzunluğunda ve 15 kilometre genişliğindedir. Bu genç krater, ALH 840001'in üstündeki yaşlı çatlakların oluşmasına neden olduğunu düşünebileceğimiz daha eski bir kraterin yamacında bulunmaktadır. Ve son olarak, hidrolik bir erozyon yatağı Evros Vallis'in kuzeyinden yılan gibi kıvrılarak aşağı inmektedir. Bugün kuru olan bu akıntı yatağı, bu alanda bir zamanlar suyun aktığını ve böylece yer altındaki çatlaklara karbonat depolanmış olabileceğini göstermektedir. Kimse Evros Vallis havzasının gerçekten ALH 84001'in doğum yeri olup olmadığını bilmemektedir, ancak bir zamanlar orada su bulunduğunu, suyun yer altına sızdığını ve çarpmalar ile ısındığını düşünmek yanlış olmaz.

Yaşam senaryosu

Günümüzde Mars iklimi dondurucu olsa bile, her zaman böyle değildi. Evros Vallis gibi akıntı yataklarının oluştuğu çağda atmosfer basıncı bugüne oranla daha yüksekti. Karbon gazı açısından daha ka-

lın olan bu atmosfer, sera etkisi yaratarak ısıyı, 0 °C üstüne çıkarmış ve birçok bölgede buzu eritmiş olabilir. (Oysa günümüzdeki düşük basınç altında, ısı yükselmesi, buzu yalnızca buharlaştıracaktır.) Demek ki bir zamanlar sıvı su, büyük akıntı yataklarının ve vadi oluşumlarının kanıtladığı gibi Mars üzerinde akmıştı. Hatta, kıyı ve çökelti çizgilerine bakarak kraterlerin ve çöküntü çukurlarının, hatta Hellas ve Chryse gibi bütün havzaların göllerle kaplı olduğu bile düşünülebilir. ALH 84001'in karbonatlarının oluştuğu dönemde, yaklaşık 4 ile 3,5 milyar yıl arasında, Mars'ın belki de dünyayı imrenmesi için bir neden yoktu.

Yaşam bizim gezegenimizde tam bu dönemde ortaya çıkmıştı. En eski fosiller 3,5 milyar yıllıktır (bunlar bakteri kökenli çökelti katmanları olan stromatolitlerdir). 3,8 milyar yıllık daha eski bir yaşam izineyse Grönland'ın Ishua çökeltilerinde rastlanır: Buralarda karbon izotopu oranlarıysa yaşamın izlerine tanıklık eder. Dünya üstünde daha eski tarihe ait çökelti kayaları bulunamadı, çünkü o çağda ortalığı kasıp kavuran yoğun asteroit ve kuyrukluyıldız bombardımanı tarafından yok edilmişlerdi (bugünkü oranın bin kez daha fazlası). Dünya üstünde yaşam, tarihinin ilk yarım milyar yılı içinde doğmuş olsa bile, kuşkusuz, okyanusların bir kısmını veya tümünü buharlaştırabilen bu büyük çarpmalar sonucunda ortadan kalkmış olmalıdır. Olaylar, ancak 4 milyar yıl önce, hatta 3,9 veya 3,8 milyar yıl önce sakinleşmeye başladı. Bu açıdan, 3,8 milyar yıl önceki çökeltilerde ilk yaşam izine rastlanması özellikle anlamlıdır: Kozmik bombardıman hızını kestiği ve fırsat tanımaya başladığı tarihten itibaren dünya üstünde yaşam, sıvı su, karbon ve mineraller sayesinde hızla ortaya çıktı.

Mars'ta, olayların başka bir biçimde gelişmiş olması için hiçbir neden –a piori– yok. 3,8 milyar yıl önce su, yukarıda gördüğümüz gibi, daha bir kalın atmosferin varlığı sayesinde Mars'ta da bulunuyordu. Bu atmosfer zaman içinde basınç ve ısı azalması yaşamış olsa bile Mars sularının yüzeyde donduğunu ancak yer altı katmanlarında sıvı

şekilde kaldıklarını ve yeraltından gelen ısı dalgalarıyla ısındıklarını söyleyebiliriz. Öyleyse Mars vadilerini meydana getiren sıvı su, onlarca, hatta yüzlerce milyon yıl boyunca Mars yüzeyinde tutunma ve yeraltında varlığını sürdürme şansına sahip oldu. Bu durum, Dünya hakkında bildiklerimiz göz önünde tutulursa, yaşamın Mars'ta gelişmeye zaman bulabilmiş olması için yeterlidir.

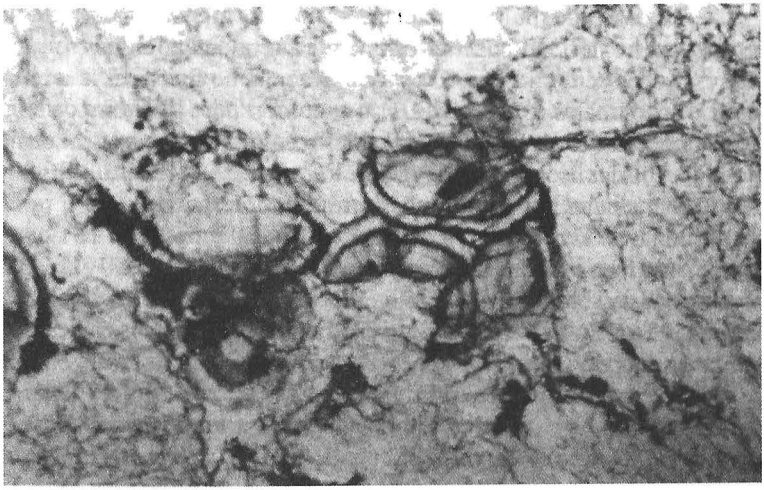
ALH 84001'in karbonat kabarcıkları, suyun bulunduğu ve yaşam açısından zengin bir çağın birikintilerini temsil edebilir. Her ne olursa olsun bu öneri McKay ve ekibine aitti. Oysa karbonatların bu temiz kökenine kısa sürede karşı çıkılacaktı.

Sıcak su ve soğuk su

McKay'in teorisine ilk saldırıyı, Mars karbonatlarının soğuk suda değil ama birkaç yüz derece aşırı ısıtılmış sıvı içinde oluştuklarını ileri süren araştırmacılar gerçekleştirdi. Bu tür bir öneri, biyolojik kökenli tüm senaryolara kapıları kapıyordu. Bu öneri özellikle Ralph Harvey'den ve Harry McSween'den gelmişti. Ralph Harvey hem neşeli bir göktaşı avcısı –Antarktika'daki göktaşı toplama programını yürütüyordu– hem de mineral uzmanıydı. Harry McSween'se SNC göktaşları uzmanıydı ve 1980'li yıllarda, bu göktaşlarının Mars kökenli olduklarının ortaya çıkmasında büyük katkıda bulunmuştu.

McKay'in basın toplantısından bir ay önce, daha hiçbir yaşam izinden söz edilmemişken, ikisi birlikte ALH 84001 hakkında bir makale yayınladılar. Bu makalede karbonat oluşumu ısısını 650 °C olarak belirliyor ve oluşumun hidrotermal kökeninin kesinlikle kimyasal olduğunu ileri sürüyorlardı. Eğer Harvey'in ve McSween'in ileri sürdükleri doğruysa ve karbonatlar yüksek ısılarda oluştuysa biyolojik kökenli postulat'ın ayakta kalması olanaksızda.

Değişik görüşlerin tartışılması ilk kez Mart 1997'de Houston'da



5.4- ALH 84001 göktaşının karbonat kabarcıklarının mikroskop kesiti altında görüntüsü. Alan genişliği yaklaşık 0,5 milimetredir. Demir ve kükürt açısından zengin olan mineral pütürlerin kenarları çepeçevre, siyah-beyaz-siyah bir hale ile çevrilmiştir (iki pütürün birbirine değdiği resmin ortasındaki iyice belirgindir). David McKay ekibine göre bu karmaşık katmanlaşma, karbonların biyolojik kökenli olduklarını kanıtlamaktadır. (Fotoğraf Allan Treiman, LPI, Houston.)

gerçekleşti. McKay'in tezi sekiz aydan beri tartışılıyordu. Sekiz aydan beri araştırmacılar yeni analizin verilerini sınıyorlardı. Houston'daki bu yıllık sempozyum, McKay ve ekibi için teorilerini anlatma, bu teoriyi eleştirenler içinse karbonatların oluşum ısısından başlayarak bazı görüşleri dile getirme olanağı tanıyordu. Bu ısı, minerallerdeki bazı atomların, özellikle oksijenin 0-16 ve 0-18 izotoplarının oranları hesaplanarak bulunur. Oluşum halindeki bir kristali bütünleştirdiklerinde, bu izotopların kesin oranları, ortam ısısı tarafından belirlenir: İşte bu yüzden birinden kalkarak diğeri hesaplanabilir. Bu ilişki teoride basit olsa bile, ALH 84001'in karbonat kabarcıklarının karmaşık ve bu kadar küçük minerallerine uygulanması korkunç derecede zordur.

Çevrelerinde bütün bu olayların döndüğü bu kabarcıkların boyutunun, küçük bir tuz pütürünün çapının dörtte bir milimetresinden

daha az olduğunu hatırlatalım. Öte yandan bu kabarcıklar, " iç içe geçmiş daireler" dir, yani, her biri ancak birkaç mikrometre boyutunda, bileşimleri merkezden dışa doğru değişen birçok katmandan meydana gelirler. Onların geçmişini anlayabilmek için ALH 84001 karbonatlarını ne kadar ince bir şekilde analiz etmek gerektiği açıktır ve bu yüzden sonuçların bu kadar değişik çıkması hiç de şaşırtıcı değildir.

Mc Kay ve ekibi, oksijen izotopları konusunda, karbonatların oluşumu için, işin başında 80 °C'den aşağı bir ısı belirlemişti. Harvey ve Mc Sween oksijen göstergelerini başka bir biçimde değerlendirerek, kendi açılarından 650 °C'yi önerdiler. Houston konferansında, iki yeni analiz, 100 °C'in altında bir ısı öneren John Valley'in ve daha yüksek bir ısı öneren (250 °C) Laurie Leshin'in analizleri tartışmayı renklendirdi. Diğer araştırmacılarsa oksijen izotoplarının bir analizden ötekine değişiklik gösterdiğini, hatta bu değişikliğin aynı karbonat kabarcığı için bile geçerli olduğunu belirttiler.

Ne olursa olsun, izotop analizleri sonuçta, Harvey ve Mc Sween'in kaynar su varsayımından çok, Profesör McKay'in düşük ısılı su varsayımını haklı çıkardı. İlk raund sonunda McKay ve ekibi az da olsa terlediler. Eğer çökeltilerin yüksek ısılarda oluştukları kanıtlayabilmiş olsaydı, ekibin, ALH 84001'in yaşam fosili barındırdığı umudu uçup gidecekti. 1998 yılında, Mars kayasına süzülen suyun ılık –100°C'nin altında– dolayısıyla yaşama elverişli olduğu düşünülüyordu. Bundan böyle geriye, McKay tarafından ileri sürülen biyoloji kökenli göstergelerin –karbonatların tuhaf minerolojileri, mikrofosil biçimleri, manyetit kristaller ve organik karbon artıkları– zaman içinde yapılacak eleştirilere dayanıp dayanmayacaklarını izlemek kalıyordu.

Fosiller ve sahte fosiller

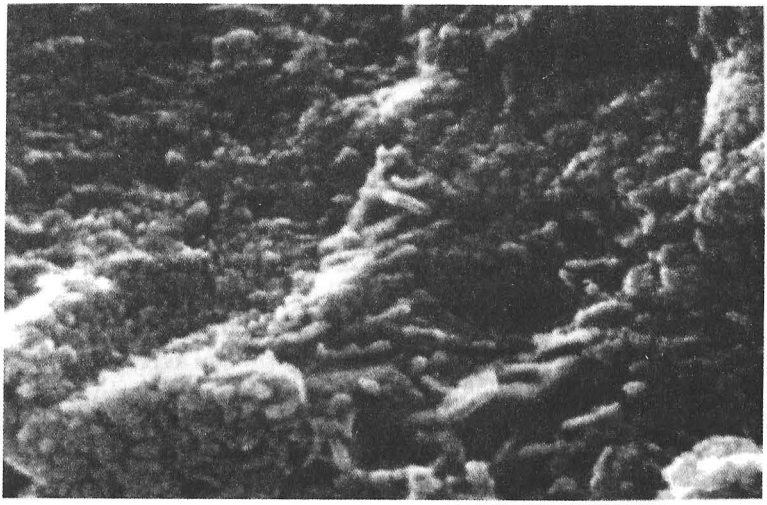
Mars kayasında, bir biyolojik etkinliğin en çarpıcı izleri ünlü " fosiller"di. Bunlar aynı zamanda en tartışmalı izlerdi, çünkü sözü edilen

izler, mikrometrenin onda biri boyutlarında olan çok miniskül şekillerdi. (1 mikrometre: milimetrenin binde biri.) Bir saç telinin kalınlığına ulaşmak için yüzlercesini yan yana dizmek gerekiyordu. Bu mikrofosil denilen şeyler halk tarafından biliniyordu: Fotoğrafları gazetelerde sık sık yayınlanmıştı (şekil 4.9 ve 5.5'e bakınız). Bunlar karbonat kabarcıklarının üstüne çıkmış etkurtlarına benzeyen bakteri görünümünde küçük değneklerdir. En büyük örneklerinden bazıları (yarım mikrometre olanları), çok hücreli bir organizmaya benzeyen biri de dahil olmak üzere bükük durumdadır. (Şekil 4.8'e bakınız.) Bu fosil adaylarının boyutlarının, bir kere daha iyice anlaşılması için, görüntülerinin elektronik mikroskopta otuz bin kez büyütüldüğünü hatırlatalım.

Ama, bu tahmini fosillerin miniskül boyutları olduğu kadar nitelikleri de eleştirileri ayartıyordu. Bu tür büyültmelerde karbonat gibi bir mineral pürtüğünün yüzeyinin, çoğunlukla, basit bir sürtme sonucu lamele ve değneğe dönüşmesi mümkündü. Üstelik incelenecek olan örneğin, elektronik mikroskop altına alınmadan önce püskürtme metal ile traşlanması, çilalanması ve kaplanması gerekir. (Bir örnek elektronik mikroskopla incelendiğinde, aslında örnek elektron bombardımanına maruz kalır: Eğer, bunları dışarı atacak iletken metal depolanmaları yoksa, görüş alanı içinde biriken elektirik şarjları görüntüyü bulandıracaktır.) Bütün bunları, örneğin hazırlanması sırasında "yapay" şekillerin oluşması ve bunların fosil sanılması tehlikesinin var olduğunu anlatmak için söylüyoruz.

McKay ve ekibi "yapay" şekiller sorununu, özellikle de metal kaplama nedeniyle ortaya çıkan bozulmaları çok iyi incelediklerini bildirdiler. Örneği çok uzun süre işleme tabi tutmanın kaplama yapılmış cisme, Marslı gözdelerine "etkurduna" benzer bölümlü bir görünüm kazandıracağını biliyorlardı ve bu hatayı işlemediklerini savundular.

1997 Aralığı'nda uzman John Bradley tarafından da desteklenen "muhalifler", Harvey ve McSween, elektronik mikroskoptaki kendi



5.5. Mars mikroorganizmaları mı yoksa basit metal sürtünmesi mi? Elektronik mikroskop altında ALH84001 göktaşının karbonatları, fosil bakterilerine benzeyen küçük değneğimsi şekiller içeriyordu. (İçlerinden üçü fotoğrafın ortasında bir üçgen oluşturuyorlar.) Mikrometrenin çok küçük bir parcası boyunda olduklarından, biyolojik kökenleri çok tartışmalıdır. (Fotoğraf NASA/JSC.)

gözlemlerini yayınladılar. Onlar karbonat lamellerinin, McKay'in mikrofosil dediklerine benzer biçimde uzunlamasına parçalar halinde bölündüklerini gösterdiler.

McKay ekibi bu eleştiriyi, incelemeyi başka bir tip mikroskopla –elektronik transmisyon TEM mikroskobuyla– yenileyerek yanıtladı. Bu görüntüler, bu yeni yöntemde bir örnek hazırlama hatasında kaynaklanamayacak özgün biçimlerin varlığını onaylıyordu.

1997 yılında yeni bir ayrıntı, McKay ekibinin savunduğu tezi güçlendirdi. Hem de en iyi biçimde: karbonatların yüzeyinde, bazı bakterilerin salgıladıkları "biyofilm" e benzeyen, ince mineral bir zar bulundu. Organik polimerlerin bileşimi olan "biyofilm"ler, bakterilerin, mineralin yüzeyinde durabilmesine ve içinde yüzdükleri sulu ortama tutunarak, bu ortamı filtre edebilmesine yarar. Fosillerin kendilerinden başka, bu tür zarlar, Mars göktaşındaki bakteri etkinliğinin başka bir

belirtisini oluşturuyordu.

Ancak 1998 yılında, Fransız araştırmacı Jean Barrat, 1931 yılında Tunus'a düşmüş olan sıradan bir göktaşının (bir asterroitten gelen), mikroskopla incelendiğinde, Mars konusundaki tartışmaları canlandıran aynı mikro-şekilleri gösterdiğini açıkladı. Tunus göktaşındaki mikro-şekiller, dünya dışı bir yaşama bağlanamazdı ve eleştiriler, bu şekillerin, biyolojik kökenden yoksun mineral etkinliğin ya da dünyadaki bir bulaşmanın sonucunda gerçekleştiği yolunda oldu.

Günümüzde, ilk fotoğrafların yayınlanmasından iki yıl sonra bile en büyük kararsızlık bu "fosil" şekilleri üstünde odaklanıyor. Eleştiri kadar savunma da puan topladı. Daha fazlasını öğrenmek için, analiz aletlerinin olanaklarının sınırında olan operasyonu gerçekleştirmek yani bu sopamsı küçük şeyleri tek başlarına ele alarak analiz etmek gerekiyor. En ideali bu sopamsı şekli keserek bir hücre cidarına sahip olup olmadığını görmektir. Aynı şekilde, organik karbon artıklarının biyolojik bir kökenden gelip gelmediklerini belirlemek için mikrofosillerin kimyasal analizlerini yapabilmek ilginç olacaktır. Böylece belki, sorunun üstesinden gelebiliriz.

Bir boyut sorunu

Mars "mikrofosillerin" sadece bir şekil sorunu değil, aynı zamanda bir de boyut sorunları vardı. McKay tarafından fotoğrafları çekilen sopamsılar ancak 0,1 ile 0,2 mikrometre (100 ile 200 nanometre) uzunluğunda ve 0,03 mikrometre (30 nanometre) genişliğinde idiler. Dünyanın en küçük fosillerinin özellikle Avustralya mikrofosillerinin on kez daha büyük olduklarını söyleyen biyologlara göre bu boyutlar, canlı bir varlık için çok küçüktü. Teorik açıdan, zaten bu boyutta bir canlının var olabilmesine karşı çıkılır. Çünkü canlı bir varlığın –bakterinin veya hücrenin– en belirgin özelliği bir "çanta" gibi iç bünyesini

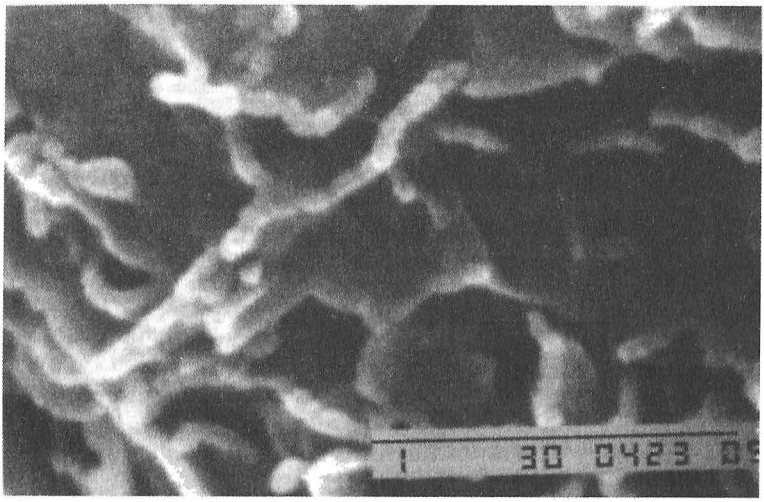
saran zarıdır. Bir zar, bu tür canlı yapılar hakkındaki bilgilerimizin ışığında, mikrometrenin yüzde birinden daha ince olamaz. Eğer zar bu sınır incelikteyse, minüskül sopamsı şekillerin içinde çok az, ancak mikrometre küpün "milyonda" biri kadar kullanılabilir hacim var demektir! Bu kadar sınırlı bir alan, karmaşık yaşam fonksiyonlarını yerine getirecek kadar yeterli molekülü nasıl depolayabilir?

En iyimser biyologlarr, yine de bunun olası olduğunu söylüyorlar. Böyle bir hacim, ADN nükleotitleri gibi iki ila üç bin büyük organik molekül barındırabilir. Bu sayı sınırdadır, ancak canlı bir hücreyi yaşatmak, metabolizmasını ve üremesini sağlamak için yeterlidir. Zaten bu konuda daha derin incelemeler yapılmaktadır ve bu konu bizi, süren tartışmaların sayısız olumlu sonuçlarından birine götürür: bizi canlının sınırlarını belirlemeye zorlar.

Dünya üstünde en küçük bağımsız canlı varlıklar bakterilerdir. (Virüsler bu sınıfa dahil edilmezler, çünkü virüsler, daha büyük organizmalar olmaksızın yaşamlarını sürdüremeyen parazitlerdir). Dünya bakterilerinin çoğunluğu birkaç mikrometre boyundadır, öyleyse onlar Marslı benzerleri oldukları tahmin edilenlerden, onlarca kez daha uzun ve binlerce kez daha hacimlidir. Ancak yeryüzünde de, elektronik mikroskop sayesinde daha yeni keşfedilen "cüce" türler bulunmaktadır. Blatimore Tıp Okulu'ndan Profesör Louis de Tello, McKay'in tezini destekler biçimde, hastalığa yol açan "Coxiella" bakterisinin 0,4 mikrometre uzunluğunda yani Marslı şekillerle aynı boyda, ancak yine de eninin iki ila üç misli daha geniş olduğunu belirtiyor. Memelilerin kanında yaşayan bazı bakteriler daha da küçüktür. Boylarının 0,1 mikrometre, yani tam da, Marslı en küçük şeklin boyunda olduğu bildirilmiştir.

Aynı durum yer humusunda yaşayan ve mikrometrenin onda biri rekoruna yaklaşan bazı bakteriler için de geçerlidir.

Zaman geçtikce, Mars göktaşında bulunan şekillerin çok küçük oldukları yolundaki eleştiriler etkinliğini kaybediyor. Zaten McKay ve



5.6- Sicilya Volkanı killeri, mikroskop altında, fosilleşmiş küçük bakteriler olarak bilinen solucan biçiminde yapılar sergilerler. Bunlar Marslı mikrofosil oldukları tahmin edilen sekillerle aynı boyda ve biçimdedir. Sağda alttaki ölçü cetveli 1 mikrometre boyundadır. (Fotoğraf NASA, Robert Folk'a teşekkür ederiz.)

arkadaşları, sözünü ettikleri boyutlarda fosillerin dünya kayalarının içinde bulunmaya başladığını belirterek tezlerini sağlamlaştırıyorlar. (Bakınız şekil 5.6.) Texas Üniversitesi'nden Robert Folk, bazı yeraltı kayalarının çatlaklarında 0,1 mikrometre uzunluğunda, fosilleşmiş "nanobakteriler" diye adlandırdıkları sopamsı şekiller saptadılar. Folk ve meslektaşları, yerin 300 metre altından çıkarılan bazaltlarda boyları ve biçimleri Mars göktaşındaki örneklere benzeyen, 0,4 mikrometrelik oluşumlar da buldular.

Yeraltı yaşamı

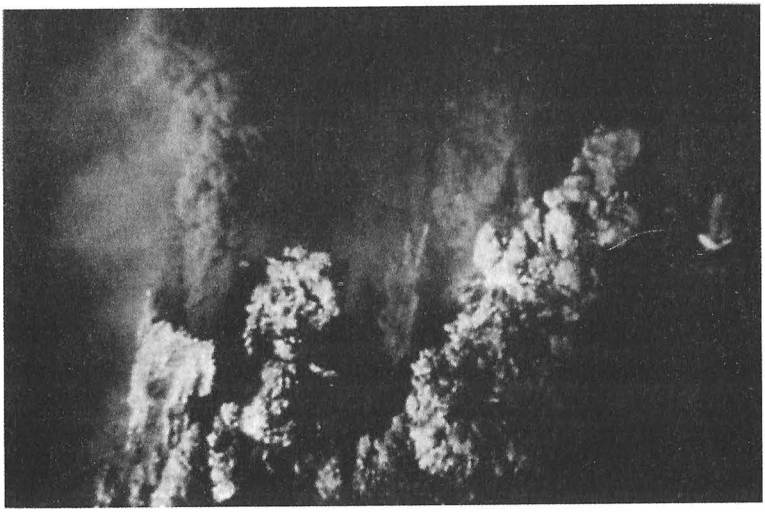
Ancak birkaç yıl önce pek az araştırmacı, Mars mikrofosilleri varsayımını, bu mikrofosillerin küçük boyutları ve bu yaşam biçimlerinin yerin yüzlerce metre altında bulunan bir volkanik kayanın çatlağında

geliştiği düşüncesini ciddiye alıyordu. Bugün bu önyargılılar gitgide azalıyor. Gördüğümüz gibi boyut artık sorun değil. Canlı olma sınırını mikrometrenin onda birine kadar indirebileceğimiz anlaşılıyor. Aynı zamanda, biyologlar bundan böyle, Amerika'nın kuzeydoğusundaki volkanik bölgesinden toplanan bazalt örneklerinin doğruladığı üzere, bakterilerin yerin kilometrelerce altında yaşayabildiklerini kabul ediyorlar.

Aynı şekilde bakterilerin, denizaltı volkanlarının çevresinde denize karışan sıcak su kaynaklarının yakınlarında, ışık görmeksizin ve fotosentez yapmaksızın 3000 metre derinlikte yaşadıklarını da biliyoruz. (Bakınız şekil 5.7.) Bu bakteriler 110 °C'yi aşan ısılara dayanırlar. (Su, bu derinliklerde hüküm süren güçlü basınç altında hâlâ sıvı olarak kalır ve ancak daha yüksek ısılarda kaynar.) Bu bakteriler ısıya dayanıklılıklarından dolayı "termofil" diye adlandırılır, enerjilerini içinde bulundukları ortamın basit kimyasal özelliklerinden elde ederler. Bazıları, fümerollerin çıkardıkları sülfat parçacıklarını kullanırlar ve onları kükürte dönüştürler. Diğerleri, "Methanococcus" gibileri, daha çok, bu fümerol içeren suda erimiş olan karbon gazını kullanırlar ve soluk almalarının bir sonucu olan metan gazını salarlar. Bu tür bakteriler son derece ilkeldir. Genetik incelemeler, yaklaşık 4 milyar yıl önce yeryüzünde –Yoksa yeraltı mı demeliyiz?– ortaya çıkan ilk canlılardan geldiklerini göstermiştir.

Demek ki, Mars'ın ılık hatta sıcak suların dolaştığı yeraltı kayalarının içinde ilkel bir yaşamın doğması saçma bir senaryo olmaktan uzaktır. 3 000 metre derinlikten toplanan Dünya bazaltları vakasında ısı 75 °C'e yaklaşmaktadır. Bakteriler orada, denizaltı kuzenleri fümeroller gibi, suda erimiş halde bulunan hidrojen ve karbon gazıyla yaşarlar. Florida Üniversitesi'nden araştırmacı David Bulkwill şimdiye kadar, derinde, kaya çatlaklarında yaşayan değişik on bin bakteri türü tanımladı. Bu yeraltı bakterileri, Folk'unda belirttiği gibi küçüktür, bu da onların Marslı fosillerle karşılaştırılmalarını güçlendirir. Bunun

çok basit bir nedeni vardır: Yeraltındaki kayaların çatlaklarında su ve besinler (hidrojen, karbon gazı, metal iyonları) çok az miktarda bulunur. Doğal ayıklama, besin miktarı az olan yerlerde, aşırı ölçüde hazır besine gereksinim duymayan en küçük türlerin gelişmesini sağlar. Olta balıkçıları bu "cücelik" olayını bilirler. Suya pek az besinin düştüğü yüksek dağ göllerinde, alabalıklar diğer göllerin alabalıklarına oranla göre daha küçüktür. Aynı evrim filtresi bakteriler dünyasında



5.7- Doğu Pasifik volkanı sırtlarında, 3000 metre derinlikte çekilen sıcak su deliği fotoğrafı. (Cyaterm keşif gezisi, 1982). Bu "kara tüten delik", erimiş mineraller ve gazlar içeren 300 derece C ısısında su çıkarır. Çıkan bu su, komşu sularda çoğalan son derece ilkel bakterilerin besinidir. "Aekeobakteri" denilen bu bakteriler, Dünya'daki olduğu kadar Mars'taki yaşamın kökeni konusunda bize yeni bakış açıları kazandırırlar. (c Ifremer)

da geçerlidir: Yeraltı türleri özellikle cüce türlerdir. Hatta bazıları değişken bir geometri sergilerler: Su ve besin bol olduğunda boyları birkaç mikrometreyi bulur, ancak koşullar kötüleşince, Mars mikrofosillerin boylarına yaklaşacak şekilde hacimlerini bin kez azaltarak he-

men küçülürler.

Bakteri dünyasının bu uç koşullarda verdiği tepki, yalnızca boylarını değil, metabolizmalarını ve büyük ölçüde yavaşlayan çoğalma oranlarını da etkiler. Besinin bol olduğu yeryüzünde, bakteriler tam verime dönerler, çok yerler ve etkileyici şekilde çoğalırlar. Bir bakteri, yarım saat bitmeden iki hücreye bölünebilir. Bu ritimde, tek bir bakterinin soyundan gelenler, hiç besin eksikliği çekilmediği varsayıldığında, iki güne varmadan, bütün dünyayı kaplar.* Bu teorik istila gerçekleşmiyorsa, bunun nedeni, kısa sürede besin eksikliğinin hissedilmesi ve bakterilerin çoğalma hızlarını oransal olarak yavaşlatmalarıdır. Özellikle yeraltı bakterileri, metabolizmalarını o kadar yavaşlatırlar ki, onların yüzyılda bir kez hatta daha uzun bir dönemde bile yalnızca bir kez bölündüklerinden kuşkulanılmaktadır. Bu bölünme yüzeyde yaşayan bakterilerin bölünme hızından iki milyon kere daha yavaştır.

Bu açıklamaların sonucuysa, bir yeraltı bakterisini bölünme anında suçüstü yakalamanın –a priori– çok zor olduğudur, çünkü o, bu işi çok ender yapar. Öyleyse bakterileri taşın içinde "donduracak" olan bir fosilleşme sürecinin, bölünme sırasındaki çift hale gelmiş biçimleri sonsuza kadar saklama şansı çok azdır.

Biyologların, biyolojik bir çoğalmanın işareti olan bu tür ikiye bölünmüş sopamsıları, Mars taşında bulmayı ne kadar çok arzuladıklarını gördük. Oysa bu tür bir keşif yapılabilmesi, bakteri varsayılanların birçok yüzyıl, hatta bin yıl boyunca bölünmeden durdukları düşünülürse, çok zayıf bir olasılıktır. Böylece, Mars göktaşında yaşam bulunduğu tezinin, yalnızca araştırmacıları kanıt bulmada zorlayan mikrofosil denilen şekiller üstüne temellendirilmesi durumunda, bu tezin

* Üstel çoğalmanın bu özelliği çok iyi bilinir. 1 mikron^2'lik bir bakteri yarım saat sonunda iki bakteri (2 mikron^2) olur, onlar da 1 saat içinde dört bakteri, bir buçuk saat içinde sekiz, iki saat içinde on altı bakteri olurlar ve bu böyle sürüp gider. Yarım günün sonunda, kırk sekizinci kuşakta koloni, daha şimdiden 2 mikrometre^2'üstü 48, yani 300 metre^2 yer kaplamaktadır. Bir gün yirmi saat sonraysa (seksen sekizinci kuşakta), bakteri örtüsü dünyanın tamamını kaplar. (Yaklaşık 500 milyon kilometre^2)

ne kadar güçsüz ve kanıtının ne derece zor olacağı anlaşılır.

Neyse ki, Mars göktaşındaki diğer göstergeler ve özellikle demir oksidi kristallerinin tartışılmaz varlığı, McKay ekibi yararına, biyolojik etkinlik tezine güç kazandırdı.

Kathie'nin damlaları

Yeniden, mikroskopla neye baktığımızı anımsayalım: Milimetrenin dörtte bir boyunda karbonat "bilyalarına" bakıyorduk. Bunların dış yüzeylerinde, mikrometrenin onda biri uzunluğundaki "mikrofosillerin" fotoğrafları elektronik mikroskopla çekilmişti. Karbonat kabarcıklarıyla yüzeylerindeki mikrofosillerin boyut farkı, yaklaşık bir mongolfiere balonuyla bir etkurdu arasındaki fark kadardır.

McKay ve arkadaşları en güçlü büyültme ile "etkurt"larını tespit etmeden önce, şaşırtıcı yapılarından dolayı karbonat kabarcıklarıyla ilgilendiler. Gerçekten kabarcıklar, merkezden dışa doğru, değişik oranlarda birçok metali karıştırarak bir çözelti farklılaşması, karmaşık bir metal bileşimi değişmesi sergiliyorlardı. Bu "ham portakal"ların ortası –güzel somon renklerinden dolayı araştırmacılar onlara bu adı takmıştı– dönemsel, kalsiyum ve manganez değişikliği gösteriyordu. Kabarcığın ana gövdesi, daha sonra, yüzeyin yakınında belirginleşen çeşitlilikleri, demir ve manyezyumun değişik yoğunluklarını almaştırıyordu: Kabarcıkların dış cidarları aslında çok fotojenik olan, siyah-beyaz-siyah renklerde (demir-magyezyum-demir) üç katmanlaşma sergiliyordu.

Bileşimin bu dönemsel değişimleri ne anlama gelir? Taşıyıcı sıvı (su ya da karbon gazı) içinde erimiş olan elementler, bu karbonat "incilerinin" büyüdüğü, günler, yıllar veya binyıllar boyunca, oranlarını değiştirirler. İlginç olan bu değişimin ritminin, sanki çevreden "bir şey" belirliyormuş gibi, dönemsel olarak ortaya çıkmasıdır. Bu "şey"

kayanın çatlağından içeri belli dönemlerde sızan su mudur, yoksa biyolojik dönemler midir?

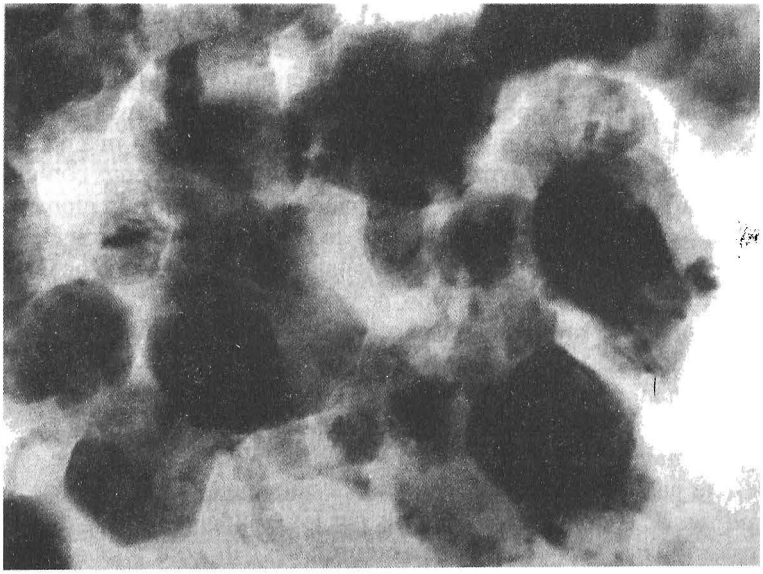
Yeryüzünde, yosunların ve bakterilerin karbonatların oluşumunda oynadıkları önemli rol biliniyor. Bu küçük canlı varlıkların metabolizmaları, mineral topları "büyültmek" için, karbon gazını ve erimiş metalleri yer yer yoğunlaştırabilirler. McKay ve ekibi Mars karbonatları vakasında, bakteri kolonilerinin çevreyi kontrol ettiklerini söyleyerek bu dönemsel değişiklileri de biyolojik bir kökene bağladılar.

Kökeni ne olursa olsun bu dönemsel değişiklik, karbonat kabarcıkların yüzeyde, özellikle demir ve kükürt açısından zengin üçlü katmanlar halinde tamamlanmasından dolayı köktenci bir şekilde sonuçlanır. Bu zenginlik, mikroskop altında on binlerce küçük demir kristalleriyle kendini belli eder. Kabarcıkların çevresindeki bu köklü bileşim dalgalanması nereden kaynaklanıyor? Manyetit ve pirotit adı altında bilinen bu bir yığın miniskül demir ve kükürt oksidi kristalleri nerden geliyor?

Manyetit maden bilimciler tarafından iyi bilinir: Mürekkep siyahlığındadır, çoğunlukla kristal biçiminin niteliklerini yansıtan küçük küpler biçimindedir. Öte yandan, o manyetik bir alanı algılayan ve bu yöne doğru yönelen manyetik bir mineraldir. (Adı da buradan gelir.) Manyetit pusulalarımızın ucundaki metaldir.

Mars kayasına serpilmiş manyetitler çok küçüktü. (Bakınız şekil 5.8.) Karbonatların dış yüzeyinde yoğunlaşmışlardı ve boyları, mikrofisillerinkinden daha küçük, mikrometrenin onda birinden daha azdı. Bir iğne başının üstüne bir milyar tanesini koyabilirdiniz. Ancak minüskül boylarından başka, McKay ekibinin ortaya çıkardığı üç ilginç özellikle belirginleşiyorlardı: Kimyasal açıdan saftılar, fiziksel açıdan hatasızdılar ve "damla", "ok ucu" küp ve paralelyüz biçimlerindeydiler.

McKay, karbonatları mikroskopta incelemek amacıyla Kathie Thomas-Keptra'ya başvurduğunda, Houston'un bu uzmanının ilgisini en fazla bu manyetitler çekmişti. Ekipteki tek kadın olan Kathie Thomas



5.8.- Elektronik mikroskop ALH 84001 göktaşının içindeki karbonatlaron yüzeylerinde, saf geometrik biçimlerde (burada altıgen biçimindeler), miniskül manyetit kristalleri belirledi. Dünya üstünde, bu tür kristaller bakteri etkinliğinin özelliğidir. Onları pusula gibi kullanan mikroorganizmalar tarafından sentetize edilirler. (Fotoğraf Allan Treiman, LPI, Houston)

-Keptra, kendi itiraflarına göre, Mars göktaşı üstünde çalışmaya başladığında ekibin en kuşkucu kişisiydi. Ancak bu demir oksidi damlaları onu kısa sürede ikna edecekti. Manyetit kristalleri magma ve volkanik fümerollerde oluşabilmesine karşın, kristalleri bu kadar hatasız olan ve hiçbir, artık türü içermeyen, bu kadar mükemmel ve bu kadar miniskül biçimler, biyolojik etkinliğin özellikleriydi.

Bazı bakteriler bu demir ve kükürt oksidi kristallerini üretirler. Bunun bir açıklaması, bu kristallerin, içinde bulundukları çevrede hareket edebilmeleri için bakterilere pusula görevi gördüğüdür. Kapalı bir ortamda toprağın derinliklerindeki bir kayanın karanlığı içinde besin aramak için hareket etmek söz konusu olduğunda bu çok önem-

li bir olanaktır. Bu bakteriler su içinde erimiş demir iyonlarını kullanarak manyetitleri üretirler ve bazen onların birkaç düzinesini hücrelerinin içinde gerçek bir zincir gibi sıralarlar. Bu tür bakterilere manyeto-taktiller adı verilir. Bakteriler ölüp, ayrıştıklarında, kristaller çökelti içinde "manyeto-fosiller" olarak dibe çökerler. Günümüzde bu –manyetit, ama aynı zamanda greigit ve pirotit– kristaller, çok küçük boyutta olduklarında (mikrometrenin onda birinden küçük olduklarında), metal olarak yalnızca demir içerdiklerinde (oksijene veya kükürde bağlı bir biçimde), bir mikrop etkinliğini tanımlayan nitelikler olarak tanınırlar. Oysa Kathie Thomas-Keptra tarafından gözlenlenen ve fotoğrafları çekilen, ALH84001'in içindeki manyetitler, bütün bu kıstaslara uyuyordu. Hatta bir durumda, dört kristal zincir şeklinde sıralanmıştı, bu sıralanma bakteri üretimi ile benzerliği vurguluyordu.

Mars kayasındaki manyetitler ve diğer pirotitler bugüne kadar bütün eşleştirileri alt ettiler. Rakip ekipler, biyolojik kristallere benzemeyen başka demir ve kükürt oksitlerini tanımladılar: Bu kristaller daha büyüktüler, kimyasal saflığa ve biçimsel mükemmelliğe sahip değildiler. Bu alandaki tartışma çok karmaşıktır, çünkü ALH84001 gibi bir volkanik kaya, magmanın oluşturduğu büyük demir kristallerini içermelidir. Buna karşın, karbonatların yüzeyinde birikmiş olan damlalar ve diğer küçük küpler başka bir grup oluştururlar: Onları diğerleriyle karıştırmamak gerekir.

Diğer eleştiriler, Marslı bakterilerin manyetitleri "pusula" niyetine kullanmasıyla ilgiliydi: Bu manyetitlerin hiçbir işe yaramayacağını, çünkü Mars'ta Dünya'dakinin tersine manyetik alanın bulunmadığını ileri sürülüyordu! Yine de bunun çok aceleyle varılmış bir sonuç olduğunu belirtelim. Mars'ta "günümüzde" manyetik alan bulunmamaktadır. 3,5 milyar yıl önce, tam tersine her şey kızıl gezegenin manyetik alana sahip olduğunu düşünmemize uygundu. Bir yandan teorik modeller bunu doğruluyordu: O dönemde gezegenin merkezindeki ısı şimdiye oranla daha yüksekti ve erimiş demir çekirdekten, di-

namo etkisiyle bir manyetik alan doğmuş olmalıydı. Öte yandan, ALH 84001'in büyük manyetit pütürleri (magmanın oluşturdukları) o dönemin manyetik alanını kaydetmişlerdir. Caltech Üniversitesi'nden Joseph Kirschvink bunu kanıtlamıştır. Son olarak, gelecek bölümde, Global Surveyor sondasının, kızıl gezegenin lav ovaları üstünde uçarken "fosil" bir manyetik alanın izlerini belirlediğini göreceğiz. Demek ki, Mars bakterileri oldukları vasayılanlar, manyetik bir alan içinde yaşıyorlardı ve pusulaya gereksinim duymuş olabilirlerdi.

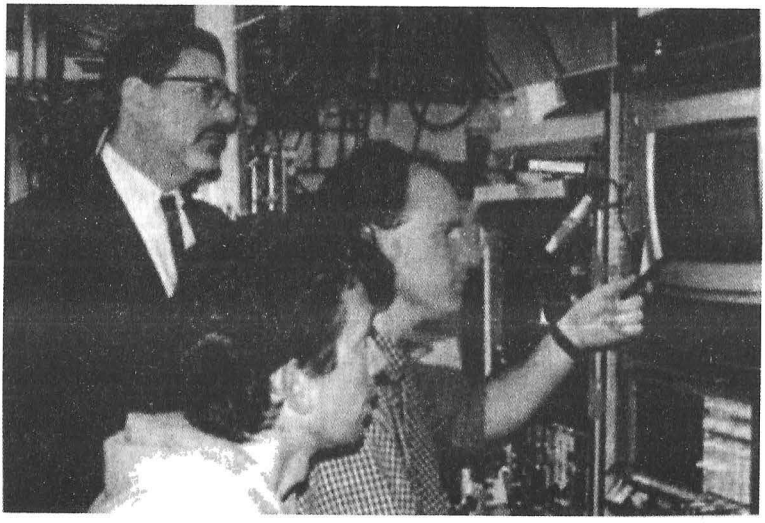
Son bir kanıt, rakip mineral türlerinin şaşırtıcı şekilde bir arada bulunması, demir minerallerinin biyolojik kökenli olduklarını güçlendiriyordu. Karbonat kabarcıklarında, gerçekte demir üç değişik elementle birleşir: okside olmuş karbonla (karbonatlarda); oksijenle (manyeititte) ve kükürtle (pioriititte). Oysa bunlar ortam asiditesi değişik olan koşullarda oluşmuş minerallerdir. Olaya yalnızca kimyasal açıdan bakarsak, kayanın aynı milimetre kübünde bir arada bulunmaları olası olmaktan uzaktır. Buna karşın, canlı dünyası olası olmaktan uzak olanı her gün gerçekleştirir. Cansız doğa, dengesizlikleri sevmese de, canlı doğa onları gerçekleştirme eğilimindedir: Bakteriler ve diğer canlı hücreler en karışık kimyasal dengesizliklere girişerek çevrelerinden enerji çekerler. Enzimleri sayesinde, çevrenin kendi başına bırakılsa asla gerçekleştirmeyeceği kimyasal tepkimeleri başlatırlar. Manyetit ve pirotitlerin yan yana bulunması –biri demir oksidi diğeri kükürt– ancak bir bakteri etkinliği ile kolayca açıklanabilecek olan, anormal bir birlikteliktir.

Bitirirken, Kathie Thomas-Keptra'nın demir manyetitlerinin, ALH 84001 Mars kayası içindeki biyolojik etkinliğin en güzel kanıtı olduğunu belirtelim. Manyeto-fosil uzmanı Kirschvink'in özetlediği gibi: "burada söz konusu olan biyoloji değilse, neler geçtiğini açıklamam olanaksızlaşır... Bu tür kristalleri oluşturacak başka bir süreç bilmiyorum."

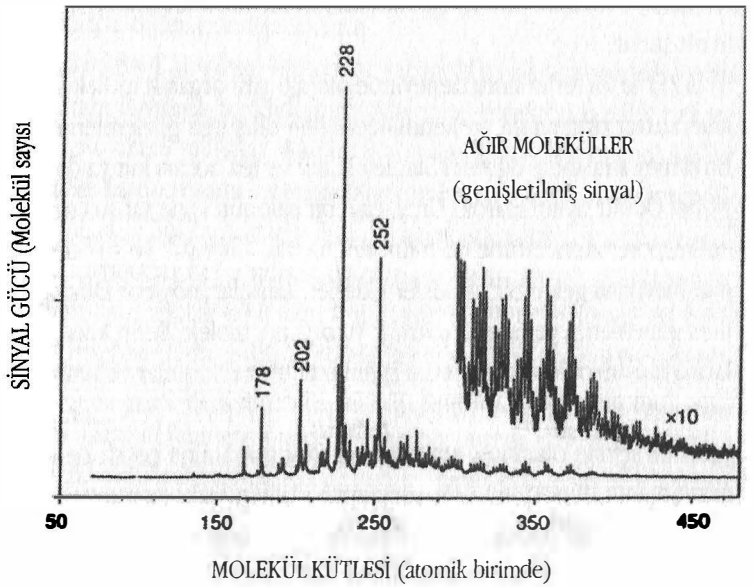
Karbon kanıtı

McKay ve ekibi için, 1995 yılı sonunda, ALH 84001 göktaşındaki karbonatların karmaşıklığı, mikrofosillerin biçimleri ve manyetit damlaları, artık eski ve fosilleşmiş bir biyolojik etkinliğin inandırıcı izlerini oluşturuyordu. Bu arada, analizlerini ve yorumlarını açıklamadan önce, Los Angeles Üniversitesi'ndeki mikrofosil uzmanı Schopf ile görüşmeyi ihmal etmediler. Schopf onlan uyardı: Tabii ki buluşları ilginçti, ancak eğer göktaşının içindeki organik karbon izlerini ortaya çıkaramazlarsa buluşlarının eleştiriler karşısında ayakta kalması olanaksızlaştırdı.

Bu arada, karbonun canlı dünyanın anahtarı olduğunu bir kere daha tekrarlayalım. Dünya'da olduğu gibi kosmozta da bol bulunan bu hafif element, çok işlevliliği ile tanınır: dört çevre elektronu yoluyla, dört komşu atomla ilşkiye geçebilir ve karmaşık moleküller oluş-



5.9- Stanford ekibi ALH 84001 göktaşını lazerle inceliyor. Soldan sağa: Richard Zare ve asistanları Xavier Chillier ile Simon Clement örneğin içindeki organik moleküllerin yoğunluklarını izliyorlar (Ricahrad Zare'ye teşekkür ederiz.)



5.10- Stanford ekibi tarafından, ALH 84001 göktaşında tespit edilen, HAP tipi başlıca organik moleküllerin yoğunluğu. Kütlelerine göre tanımlananlar (178, 202, 228 ve 252) penantren ve antrasen, krizen ve benzopirendir. Daha ağır başka organik molekülleri ortaya çıkarmak sinyali genişletmekle mümkündür (sağdaki testere ağzı eğri) (Ricahard Zare, Simon Clemette ve Xavier Chillier tarafından geliştirilmiştir.)

turabilir. Aynı şekilde benzerleriyle –diğer karbon atomlarıyla– birleşebilen halkalar, zincirler canlı doğanın temeli olan, her türlü karmaşık yapılar oluşturabilir. Asit amineler, proteinler ve ADN nükleotitlerinin –yaşamı yönlendiren moleküller– hepsi karbon zincirine dayanır. Bu tür karbon moleküllerine, canlı maddenin oluşturulmasında oynadıkları rolün belirtisi olarak, "organik" moleküller dendiğini görmüştük.

Sayısız karbon halkalarının ve zincirlerinin, bütün biyolojik mekanizmalar dışında yalnızca kimyasal yoldan oluşabileceğini hatırlatmak isteriz. Evrende, bu duruma karbon açısından zengin ortamlarda, yıl-

dızlararası gaz bulutlarında, karbonlu kuyrukluyıldız ve asteroitlerde rastlanır; buralarda Güneş ışınlanmasının ve kozmik ışınların etkisiyle oluşurlar.

1953'te Miller'in ünlü deneyinde olduğu gibi organik moleküllerin laboratuvar ortamında da kendiliklerinden oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu deney sırasında, öğrenci Stanley Miller ve tez hocası kimya dalında Nobel Ödülü sahibi Harold Urey, cam bir balonun içine saf su (strelize edilmiş) ve onun üstüne de hidrojen, metan, amonyak ve su buharından meydana gelen bir atmosfer eklerler. Amaçları böylece Dünya'nın ilkel atmosferini yeniden yaratmak ve organik moleküllerin kendi başlarına oluşup oluşmayacaklarını izlemektir. Kozmik ışınlar ve şimşekler yerine de, karışıma elektrik kıvılcımı uygularlar. Birkaç gün sonra, cam balonun içinde oluşmuş, aralarında birçok asit amine çeşidi de bulunan organik depolanmalarla karşılaşmak onları fazla şaşırtmaz. O zamandan beri gerçekleştirilen sayısız deney, gezegen ortamında oluşabilen organik molekül çeşidini durmadan arttırmaktadır.

Günümüzde bu "kendiliğinden oluşan" organik moleküllerin dünya üstünde yaratılmasını ve hatta onların uzun dönem varlıklarını sürdürmesini sağlayan koşulların fazlasıyla "oksitleyen" (pas yapıcı) duruma geldiklerini belirtmek gerekir. Gezegenimizde organik moleküller, neredeyse yalnızca canlı dünyaya özgü olma niteliği kazanmıştır. Organik moleküller biyolojik etkinlik tarafından sentetize edilmekte, yeniden dönüştürülmekte ve artıkları da onlar oluşturmaktadır. Yeraltından çıkardığımız gaz ve petrol bile, yüzlerce milyon yıl önce yaşamış olan canlı organizmaların –bitki, yosun ve diğer plaktonlar– ayrışmasıyla oluşmuştur.

Organik madde, ister canlı ister canlı öncesi olsun, her durumda, bir örneğin içindeki günümüze ya da geçmişe ait bir yaşam varsayımını kanıtlamak için, vazgeçilmez bir göstergedir. Viking uçuşu sırasında, dedektörlerin organik madde açısından olumsuz tespitlerinin sonuç değerlendirmesinde ne kadar önemli rol oynadığını gördük. De-

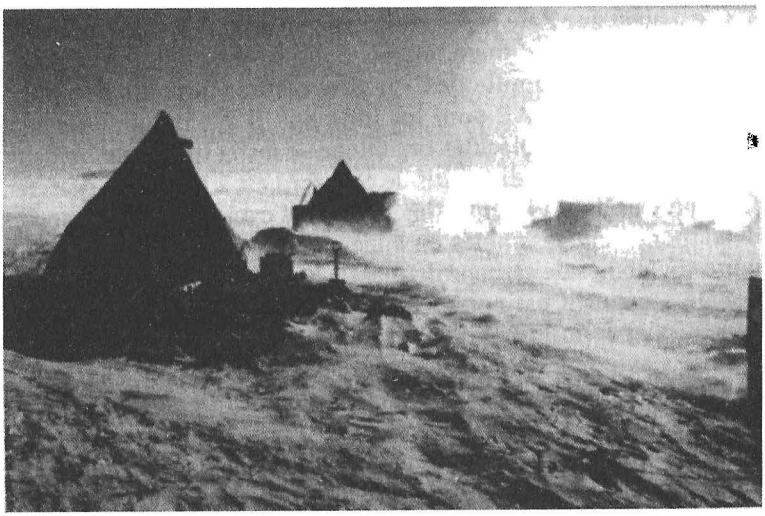
mek ki, McKay ve ekibi, Schopf'un önerdiği gibi, örneklerinde organik madde bulmaya çalışacaklardı.

ALH 84001'in içinde, karbonat kabarcıklarının ana maddesi olan karbonun fazlasıyla bulunduğunu biliyoruz. Ancak bu fazlalık her zaman için yeterli sayılmaz. Karbonatların kendileri organik moleküller değildir: Karbon orada karmaşık zincirler halinde değil, ama inorganik oksit halinde bulunmaktadır. Bulunması gereken okside olmamış organik karbondur ve bir önceki bölümde de belirttiğimiz gibi, Houston ekibi bu ince analizi yapmaları için Stanford'daki Zare'a başvurdular.

Mars göktaşında organik moleküller aramak, sonsuz derecede küçük olanın keşfedilmesinde bir aşamayı katetmek demektir. Karbonat kabarcıklarının milmetrenin dörtte biri boyutunda olduğunu gördük. Elektronik mikroskop altında devam ettiğimiz çalışmamızda "mikrofosiller" mikrometrenin dörtte birinden bin kere daha küçüktüler. Tek bir organik karbon molekülü aramaksa küçüklük cetvelinde bir sıçrama daha yapmak ve mikrometrenin binde birlerine ulaşmak anlamına gelir. Bu işlem, molekül analizi büyücüsü Zare'nin uygulamaya koyduğu çifte lazer yöntemiyle mümkün oluyordu. Zare, göktaşının bir parçasını infraruj lazeriyle bombalayarak organik molekülleri yerlerinden sökebiliyordu. İkinci bir lazerle iyonize olan ("elektiriklenen") bu moleküller, onları sayan ve ağırlıklarını ölçen bir düzeneğe yönlendiriliyordu.

İşte böylece Zare ve asistanları Mars göktaşının, "çok dönemli kokulu hidrokarbüler" ailesine dahil –konuyu bilenlerce HAP diye adlandırılan* – bir yığın organik molekülünü ortaya çıkardılar. Göktaşının içinde kesinlikle başka tip organik moleküller de bulunuyordu, ancak Stanford'un düzeneğinin tespit ettikleri HAP'lardı. Adlarının belirttiği gibi HAP'lar dönemseldir: Karbon atomları halka biçiminde bir araya gelmiştir. Ana bir halka, moleküle altıgen biçimini kazandıran altı karbon atomu taşır (Bu halka altı hidrojen atomuna tamam-

* Anglosakson terminolojisinde PAH'ın açılımı, "polycyclic aromatic hydrocarbon"dur.



5.11- Göktaşı avcılarının Antarktika'daki kampları. Antarktika çölü zor kuşullarına karşın rüzgârla yayılan mikrop yaşamını barındırmaktadır. Bu yaşam gökyüzünden gelen göktaşlarına bulaşmakta ve araştırmacıların işini zorlaştırmaktadır. (fotoğraf NASA/JSC)

landığında, benzen adını alır.) Karbon halkaları daha sonra bir mozaiğin taşları biçiminde bir araya gelebilirler: İki halkalı, üç halkalı vb. HAP'lar vardır ve bunların çok sayıda varyantları bulunmaktadır. Mars göktaşında ortaya çıkarılan HAP'lar üç ila altı halkalıdır: Adları fenantren ve piren, krizen, benzopiren ve antantrasendir. Daha ağır, ama tespitleri daha zor olan diğer HAP'lar da göktaşında bulunmaktadır: Bunlar yeryüzünde, bitkilerde ve fosil şeklinde bitümlü yapraktaşlarda rastlanan, karmaşık molekül kerojenin ayrışma maddeleridir.

Bulaşma endişesi

Zare ve yetenekli meslektaşları, ALH 84001 göktaşında ilginç organik moleküller tespit ettiler. Ama onlar yine de bu moleküllerin bir biy-

lojik etkinliğe tanıklık ettiğini ve üstelik, bu biyolojik etkinliğin Mars'ta gerçekleştiğini kanıtlamış olmaktan henüz oldukça uzaktaydılar.

HAP'ları biyolojik bir etkinliğin kanıtı olarak görmek tabii ki imrenilecek bir durumdur. Ne de olsa, Dünya'da bu moleküllerin özü, hayvan dokularının ve bitkilerin, bakterilerin ayrışmasıyla oluşur. Hayvan ve bitki ayrışmasının ürünü petrol HAP'larla doludur. Mangalda et veya balık pişirdiğimiz zaman yüzeyde oluşan siyah zar bir HAP tabakasıdır. Ancak, genelde bütün organik moleküller gibi; HAP'lar da zorunlu olarak biyolojik kökenli değildir. Karbonlu göktaşlarında HAP'lara rastlanır ve bunların oluşumu, karbonun, Güneş'in ultraviyole ışınlarıyla etkileşime girmesine bağlanır.

Öte yandan, biyolojik kökenli olsalar bile göktaşı HAP'ları zorunlu olarak Mars'lı değildir. Dünya HAP'larının, göktaşı 13 000 yıl Antarktika buzullarında beklediğinden, kayanın çatlaklarına süzülmek için vakit bulamamış olduğu şöylenemez. Bulaşma her yönüyle bildiğimiz bir olgudur: uzaydan gelen bir madde, uzun yıllar dünya ortamında kalması durumunda, gezegenimizin biyolojik molekülleri –sporlar ve diğer bakteriler– tarafından "bozulmuş" olma riski taşır. Orgueille göktaşı deneyi de bunu bize ispatlamıştır.

McKay, Zare ve onların ekipleri bu çifte sorunun bilincindeydiler. Ancak eleştirilere güçlü kanıtlarla karşı koydular. HAP'larının biyolojik olması konusunda, bunların diğer göktaşlarında rastlanan biyolojik olmayan HAP'lara oranla daha çok yoğun ve daha değişik olduklarını kanıtladılar. Bu biyolojik omayan HAP'lar özellikle naftalin içeriyorlardı. (Kokusu iyi tanınan ve güve öldürücülerde kullanılan bir kokulu hidrokarbür.)* Oysa ALH 84 001 hiç naftalin içermiyordu. Ondaki HAP'lar, özellikle bakteri hücrelerinin ayrışmasıyla ilgili olan pirenler ve krizenlerdi. İşte bu yüzden, bu HAP'ların göktaşındaki biyolojik bir etkinliğin göstergesi olduğunu düşünmek akılcı bir yaklaşımdı.

Geriye bulaşma sorunu kalıyor. Bu HAP'ların dünyalı değil de

* Naftalin.

Mars'lı oldukları nasıl kanıtlanır? Bu HAP'lar, Antarktika'da geçirdiği 13 000 bin yıllık sürede göktaşına, yeryüzü yaşamından bulaşmış olamazlar mı? Zare ve arkadaşları, organik moleküllerin göktaşına Antarktika buzullarında sızmışlarsa, bu moleküllerin göktaşının dış cidarlarında çok sayıda ve taşın içlerine girdikçe daha az sayıda bulunmaları gerektiğini belirtiler (basit bir yayılma olgusu). Oysa Zare ve ekibi bunun tam tersini gözlemlemişlerdi: Göktaşının dış yüzeyinde HAP yoktu. Tam tersine HAP yoğunluğu, karbon kabarcıklarının çok olduğu, manyetit kristallerinin ve mikrofosillerin bulunduğu bölgelerde en yüksek değerine ulaşıyordu. Zaten ekip tarafından öne sürülen HAP'ların diğer göstergelere yakın yerlerde bulunması, Zare'yi, göktaşının Mars'lı bir yaşam barındırdığı düşüncesine ulaştırmıştı. Ona göre Dünya HAP'larının bulaşmış olma olasılığı, HAP'lara Antarktika'da çok az rastlanması, rastlanılanlarınsa, ALH 84001'de bulunanlardan çok farklı olmasından dolayı çok düşüktü. Gerçekten de Antartika'daki bulaşma özellikle naftalen ve dibenzotiofen izleri taşır. Oysa Mars göktaşında bu moleküllerden iz yoktu.

McKay ekibi tarafından bulunan Mars yaşamının son göstergesi, yani HAP organik molekülleri (makalede ilk belirtilen gösterge), dedikoducu basının bazı şişirmelerine karşın eleştirilere çok iyi dayandı. 1982 yılında *Science* dergisinde yayınlanan iki makale, Mars göktaşındaki organik bulaşmanın ve özellikle dünya kökenli oldukları açık olan asit aminelerin kesin kanıtlarını açıkladılar. Dünya'daki organik maddelerin ve özellikle asit aminelerin, Antarktika'da kaldığı 13 000 yıllık sürede ALH 84001 göktaşına gerçekten bulaşmış olduğunu kabul etmek gerekiyordu ve bu makalelerin yazarları bu konuda gerçekten haklıydılar... Ancak söz konusu olan McKay ekibinin tespit ettiği HAP'lar değildi. Onlar, tersi kanıtlanıncaya kadar Mars'lıydılar ve ortada önemlerini azaltacak hiçbir şey yoktu.

Zaten sorunu çözmek için, karbonun kendi atomlarının kesin kütlesiyle ilgilenmeye dayanan başka bir yaklaşım da söz konusuydu. Bü-

tün bu organik moleküllerin bileşimine giren karbon atomları gerçekte, değişik kütlelere sahip üç çeşit (ya da izotoplar) halinde bulunurlar: karbon-12, karbon-13 ve karbon-14. Bir hücre dokusu oluşturulması gibi bir biyolojik etkinlik söz konusu olduğunda, canlı dünyanın enzimleri çoğunlukla en hafif izotopları seçerler ve özellikle karbon-13 yerine karbon-12'yi yeğlerler. Demek ki, bir mineralin biyolojik kökenli olduğunu gösteren bir diğer kanıt, içerdiği karbonun, zenginleştirimiş karbon-12 olduğunukanıtlamaktır.

Karbon- 14'e gelince, o özel bir durumu yansıtır. O dengesiz radyoaktif bir atomdur, kozmik ışınlarının bombalaması sonucu sürekli olarak atmosferde oluşur. Bu karbon oluştuktan sonra, dünyadaki organik moleküllere küçük dozlar halinde yerleşir. Bu arada onun varlığı geçicidir: karbon -14 radyoaktif olduğu için birkaç bin yıl içinde uzayda yok olur –parçalandığı söylenir– (bu radyokronoloji yoluyla tarihleme ilkesidir: Cisimde kalan karbon-14 miktarına bakılarak, cismin yaşı belirlenebilir.) Sonuçta, Dünya atmosferinde kaldığı süre içinde bulaşmış olmasının dışında, milyar yıllık Mars göktaşında karbon -14 bulunmamalıydı.

İlk karbon analizleri, ALH 84001 için kısmi bir karara vardılar. Bunlar karmaşık analizlerdi: Göktaşının bir parçasını yakmak, böylece salınan karbonu toplamak ve tam kütlesini ölçebilmek için spektometreye başvurmak gerekiyordu. İlk elde edilen sonuçlara göre, Mars göktaşının organik karbonu, çok radyoaktif karbon-14 içeriyordu, bunun anlamı, organik moleküllerin çoğunluğu, Antarktika, da bulunduğu sırada göktaşına bulaşmıştı. (Daha önce sözü edilen bütün asit amineler.) Yine de göktaşının organik karbonunun önemli bi bölümünde –yaklaşık yüzde 10'unda– karbon-14 bulunmamaktaydı, işte bu bölüm Marslı kalmıştı. Öte yandan bu Marslı bölüm, sanki biyolojik bir kökenden geliyormuş gibi, karbon-13 yerine karbon-12 ile zenginleştirilmişti. Eğer bu sonuçlar onaylanırsa, Mars'ta bir zamanlar yaşam bulunduğu tezi hiç kuşkusuz güçlenecektir.

d'Ockhamn usturası

Gelişmelerin eriştiği bu noktada, kavramak zorunda olduğumuz sayısız bilgi yığınının boyundurluğu altındayız. Ağustos 1996'da McKay ve ekibinin imzaladığı "olay yaratan" makaleden bu yana geçen iki yıl boyunca, varsayımı savunan veya bu cesur varsayıma karşı çıkan, yaklaşık yüz rapor ve makale yayınlandı ve sözlü açıklamalar yapıldı. O günden bu güne, ALH 84001'in, insanlık tarihinin en çok incelenen –ve incelemelerin henüz son bulmadığı– kayası olduğunu söyleyebiliriz. Göktaşından örnek verme –damla hesabıyla– halen devam ediyor. (McKay ve ekibi varsayımlarını sadece 3 gram'lık bir örneği inceleyerek ortaya çıkardılar.) 1998'in ikinci altı ayında, altmış ekibe, uzmanlar komitesinin incelediği istek dilekçelerine yanıt olarak, göktaşından 125 gram örnek verildi –ekip başına 2 gram.

McKay ve ekibi, 1996'da Mars göktaşındaki yaşam izlerini –karbonatların dönemsel minerolojileri, mikrofosiller, manyetitler ve organik moleküller– açıkladıkları zaman, kendilerine güçlü bir şekilde karşı çıkılacağını bekliyorlardı ve herkes varsayımın iki yıl içinde kabul veya reddedileceğini sanıyordu. Oysa iki yıl geçmesine karşın varsayım hâlâ ayakta duruyor. Bu kendi başına bir başarı, ancak yeterli değil. Bu durum bilimsel çalışmanın niteliği üstünde biraz düşünmemizi gerektiriyor.

Bilim, eleştiriye dayanan bir düşünme biçimidir, gücünü bu özelliğinden alır. Bir varsayım ileri sürüldüğünde, bilimadamları bu varsayımın geçerliliğini, karşı gözlemlerle çürütülmediği sürece kabul ederler. Bu çalışma biçimi etkindir, çünkü bir savın yanlış olduğunu kanıtlamak tersini yapmaktan daha kolaydır. Örneğin, eğer size Dünya'nın bütün kargalarının siyah olduğunu söylersem, kimse benden bunu kanıtlamak beklemez: çünkü gezegenin bütün kargalarının fotoğrafını çekme olanağına (ne de sabrına) sahip değilimdir. Buna karşın, bana bir tek beyaz karga getirilmesi, teorimin yanlış olduğunu ka-

bul etmeme yeter.

Eğer bu mantığa sadık kalırsak, şu an McKay'in tezi, hiçbir savı yalanlanmadığı için doğrudur. Ancak burada, biri kadar öbürünün de geçerli olduğu iki değişik tez, aynı olguyu eşit inandırıcılıkla açıkladığı zaman, işler biraz karışmaktadır. Hangisinin doğru olduğuna nasıl karar vereceğiz? Zorluğu düşünün! Karbonat pütürleri biyolojik bir etkinlik sonucunda oluşabilmektedir, ancak biz, karbonat pütürlerinin aynı şekilde organik olmayan yollardan da oluşabileceğini biliyoruz. Manyetit kristalleri bakteriler tarafından salgılanabilir, bu arada, manyetit kristalleri yaşam işin içine girmeden de oluşabilir. Mikroskobik boyuttaki sopamsılar fosil bakterilere benzemektedir, ama onlar minerallerin basit bir sürtünmesiyle de ortaya çıkmış olabilirler. Çok dönemli hidrokarbürler canlı maddenin ayrışmasıyla oluşurlar, ancak aynı hidrokarbürlerin, kozmik ışınlarla ve Güneş'in ultraviyole ışınlarıyla sentetize olabilmesi mümkündür. Biyolojik açıklamayla, mineral açıklama arasında bir karara nasıl varacağız?

İki değişik teori bu tür bir rekabete girdiğinde, bilim adamları genelde İngiliz felsefecisi Guilliam d'Ockham'ın (13.-14. yüzyıl) bir kuralına başvururlar: İki açıklamadan doğru olanı genelde en basitidir. Doğa var olmayı karmaşık kılan her şeyden nefret eder. Bu kurala bir örnek gezegenlerin hareketleriyle ilgili olarak yaşanmıştır. Dünya'yı evrenin merkezine yerleştirmek için (ve dairesel yörüngelere inanıyorlardı) Ptolemeus ve Brahe, gökcisimlerin hareketlerini, gerçek bir saatçi kâbusu yaratan iç içe girmiş daireler ve diğer dairelerle (ilmeklerle) açıklamaya çabaladılar. Copernicus da, evrenin merkezine Dünya yerine güneşi oturturak ve Kepler elipsleri işin içine sokarak, gökcisimlerin hareketlerini, üstüste binmiş, iç içe geçmiş bir yığın daire kullanmadan açıklamayı başardılar. Modellerinin basitliğine hayran kaldılar ve haklıydılar.

Mars göktaşı olayındaysa, bilim adamları "d'Ockham usturası" kuralına –basitlik kuralına– başvurmayı istediler. Ancak bu özel durum-

da, "d'Ockham usturası"nın iki tarafı da keskindi, çünkü iki varsayımdan –yaşamın bulunduğu veya bulunmadığı– birinin diğerinden daha "basit" olduğuna nasıl karar verilecekti? McKay'i eleştiren tezler, biyolojik olmayan varsayımın en basiti olduğunu, dolayısıyla "karmaşık" diye nitelendirdikleri dünya dışı yaşam varsayımına karşı kabul edilebileceğini öne sürdüler. McKay ve ekibiyse, hiç de öyle değil diye yanıt verdi, gözlemleri basit mineral süreçlerle açıklamaya uğraşılırken karmaşıklığa toslanıyordu. (Kimyasal denge kurallarına aykırı olan, oksitleri ve kükürtleri yanyana getirmek gibi.) Onlara göre, tam tersi geçerliydi, en basit açıklama biyolojik etkinlikti.

Burada sorunun temeline inmiş bulunuyoruz. Yaşam olağanüstü, dünya da tek, dolayısıyla "karmaşık" bir açıklama mıdır? Yoksa, daima rastlanan, Evren'de yaygın olan ve dolayısıyla "basit" bir açıklama mıdır? İşte bizim de öğrenmeyi arzuladığımız budur! Gerçekten zor durumdayız ve "d'Ockham usturası" da sorunu çözmemizi sağlayamıyor!

Çağın davası

McKay ve ekibi, ileri sürdükleri dört yaşam göstergesinden her birinin, biyolojik kökenli olmama yorumuna açık olduğunu kabul ediyorlardı. Seçimlerini doğrulamak için biyolojik açıklamanın en basiti olduğunu vurgulayarak d'Ockham usturasından söz ettiler, ancak rakip durumundakilerinin de aynı şeyi yapabileceklerini gördük. McKay ekibinin akıl yürütmesinin bir diğer özelliği, inandırıcı olmayan dört varsayımı, inandırıcı bir varsayım yaratmayı denemek için birleştirmekti. Bu girişimlerini makalelerinin ilk paragrafında özetlemişlerdi: "Hiçbir gözlemimiz tek başına, geçmiş bir yaşamın varlığını (göktaşının içinde) kanıtlamaya izin vermiyor. Her gözlem tek başına ele alındığında her biri için başka açıklamalar olsa bile, bütün gözlemler birden ele alındığında ve özellikle ortam içinde birbirleriyle birleştikleri ölçüde (birbirlerine yakın oldukları), genç Mars gezegeni üs-



5.12- NASA başkanı Daniel Goldin basının karşısında. Amerikan uzay ajansı, ALH 84001 olayı hakkındaki kararında Houston araştırmacılarından kendini ayırmaya özen gösterdi. Mars'ta yaşam tezinin çekiciliğini kabul ederken, eleştirel düşünceye ve ihtiyatlı olma konusunda çağrıda bulundu. (Fotoğraf yazarın arşivinden.)

tündeki ilkel bir yaşamın belirtisi oldukları sonucuna varıyoruz."

McKay ve ekibinin, gözlemlenen olguların kayanın aynı milimetre küpünde birleşmiş olmasına ve bundan dolayı belirtilerin birbirlerini desteklemesine çok önem verdiği anlaşılıyor. İlk bakışta bu akıl yürütme mantıklı görünüyor. Yine de inandırıcı değil. Dört tartışmalı belirti alt alta birleştirilerek doğru bir sonuca ulaşılamaz.

Bu sorun hakkındaki eşsiz kitabında,* yazar Donald Goldsmith, Mars'ta yaşam tartışmasını, yaşam tezini savcının dile getirdiği, yaşamın yokluğu tezini de savunmanın savunduğu bir davaya benzetir. (Gerçekten de ileri sürdüklerini kanıtlamak McKay ekibinin işidir, eleştirenlerse kanıtları çürütmekle yükümlüdür.) Oysa Golgsmith'e göre, bu hukuksal meselede, dünya dışı yaşamın tespit edilmesi gibi bu kadar devrimci bir teorinin yargılanması, yargılanan olguların öne-

* Donald Goldsmith *The Hunt for Life on Mars*, New York ve Londra, Dutton (Penguin Books, 1997.)

minden dolayı (olağanüstü niteliğinden dolayı) hukuk mahkemesi yerine cinayet mahkemesine daha çok uyardı. Hukuksal kesinlik çerçevesi içinde kendi başlarına tam olarak inandırıcı olmayan belirtilerin alt alta sıralanıp toplanması, onlara inandırıcılık kazandıramazdı.

Gerçekten de bir cinayet davasında, sanığın cinayet mahalli yakınında görülmüş olması, yaklaşık uzaktan fark edilen katilin silüetine sahip olması, cebinde tabanca kurşunları bulunması ve pantolonunda kan izlerine rastlanması, katilin eldeki sanık olduğunu düşündürten bağımsız belirtilerdir. İddianame, dört belirtinin birleşmesinin sonuçu güçlendirdiğini ileri sürebilirse de, savunma avukatı bunlara kulak asmaz: Cinayet anında sanığın "tam" cinayet yerinde bulunduğu, tanıklar tarafından fark edilen silüetin kesinlikle sanığa ait olduğu, kurşunların maktülün bedeninden çıkarılan kurşunlarla aynı kalibrede ve seride olduğu ve kanın da maktülün kanı olduğu kanıtlanmadığı sürece, kısaca karinelerin, yoruma gerek bırakmayan kanıtlara dönüşmediği durumlarda sanık beraat ettirilmelidir. Bir yerine dört belirti olması hiçbir şeyi değiştirmez.

Mars'ta yaşam gibi, bu kadar önemli bir tartışmada belirtilerin aynı yöne yönelmesi yeterli değildir: Her belirtinin, bir cinayet mahkemesinde olduğu gibi, kuşkuya yer bırakmayacak şekilde kanıtlanması gerekir. Resmi olarak, belirtilerin birbiri ardına eklendiği için değer kazandıkları düşüncesi, ilginç olsa da savunulamaz.

Jüri tartışması

ALH 84001 göktaşının bu büyük davasında bilim topluluğu aralıksız tartıştı ve 1998 Ağustosu'nda –iki yıl sonra– kararını hâlâ açıklamamıştı. McKay ve meslektaşlarının makalesi yayınlandıktan dokuz ay sonra, Houston'da her yıl yapılan konferansta araştırmacılar arasında ilk anket yapıldı: Ankete katılanların yarıdan fazlası bir zamanlar

Mars'ta yaşam bulunduğunu kabul etmekle birlikte, yalnız dörtte biri yayınlanan gözlemlerin bir kanıt oluşturduğuna inanmıştı.

Bu 1997 Martı anketine ben de katıldım. Bizden "inanma derecemizi" yüzde olarak belitmemiz istendi (%0 hiç inandırıcı bulmadığımızı, %100 tamamamıyla inandırıcı bulduğumuzu gösteriyordu). Ben o yıl, McKay ekibinin ileri sürdüğü belirtilere %60 inandığımı söylemiştim. Bu satırları yazdığımdaysa, 1998 ortasında, yine % 60 inanıyorum: Mikrofosil biçimlerin anlamına inancım daha az, ancak saf manyetit kristalleri bana daha çok inandırıcı geliyor. Anketin 1998 de tekrarlanmaması yazık oldu: Tekrarlansaydı da düşünceler fazla değişmezdi.

Birinci derecede olayın içinde olanlar ne düşünüyor? Bu soruyu yanıtlamak için önce, onları neyin inandırdığını hatırlamak yerinde olur. McKay ve Gibson için, kendilerinin de itiraf ettikleri gibi, mikrofosil şekillerin ve özellikle "etkurdu"nun bulunması (Bakınız şekil 4.8.) onları geceleri uyumaktan alıkoydu. Kathie Thomas-Keptra ve Vali için şimşekleri çaktıran, kesin biyolojik biçimlere sahip manyetit kristalleriydi. Zare ve ekibi için, organik HAP'ların karbonat yanında, belirtilerin yer aldığı bölgede yoğunlaştıklarının ortaya çıkmasıydı.

İnanışları zaman içinde nasıl bir evrim gösterdi? McKay bir kalp ameliyatı geçirmiş olduğundan1997 Houston basın toplantısına katılmamıştı. Ancak Kathie-Thomas-Keptra sekiz aylık hamile olmasına karşın oradaydı, Gibson da onunla birlikteydi. Gibson, bir yıl önce açıkladıkları tezlerine bugün daha fazla inandıklarını söyleyerek ekibin durumunu özetledi.

1998 Martı'nda, Houston'daki sempozyumda, tutumları değişmemişti. Göktaşının Antarktika'da kaldığı süre içinde dünya kökenli organik moleküller tarafından kirletildiğini kabul ediyorlardı, ancak yargıları aynıydı. Eleştiri cephesine gelince, birkaç ilerleme sağlamışlar, fakat McKay ve ekibinin ileri sürdüğü belirtilerden hiçbirini çürütememişlerdi. Bilim dünyası nefesini tutmuş bekliyor. Gelecek kimin haklı olduğunu gösterecek. Bu özelliği bilim dünyasının en güzel ya-

nı: Gerçek sonunda hep kazanır.

Daha şimdiden ALH 84001'in incelenmesinin bir başarı olduğunu söyleyebiliriz. Bu göktaşı 20. yüzyılın en heyecanlı bilimsel tartışmalarından birine tanık olmamızı sağladı ve bu tartışma büyük bir dinginlik içinde geçti. (Bu özelliğin hiç küçümsenmemesi gerekir.) Karşıt görüşler açıklanırken tartışmanın ses tonu çok ender olarak yükseldi. Hatta çoğu zaman mizah da oradaydı. McKay 1995 Ağustos'unda tarihi makalesini yayınladığında, "dünyalı canavar, içeride tuttuğun arkadaşlarımızı serbest bırak" veya " demek etkurduna benziyoruz? Ya sen, aynaya baktın mı?" türünden notlar, McKay'in bürosunda birikti.

Diğer bir gevşeme anı, 1997'de Houston'daki bir konferans sırasında, biyolog Ken Nealson, Mars örnekleri Dünya'ya getirildiğinde, dünya dışı organizmaların yol açabileceği salgın hastalık tehlikesi üstüne NASA'nın düşüncelerini dile getirirken yaşandı. Bu ciddi konuşmanın ortasında, beyaz perdeye yansıtılan saydamın üstüne konan bir sineğin dev silüeti perdeyi kaplayınca, dinleyiciler gülmekten kırıldılar.

Belki de bu tartışmayı sarmalayan iyi mizacın nedeni, tezin sahiplerinin yanılmış olabileceklerini iyi niyetle kabul etmiş olmaları ve eleştirenlerin de rakiplerinin haklı çıkmalarını istemiş olmalarıdır! Kuşkucu Mc Sween'in dediği gibi "Gerçekte yanılmış olmaktan rahatsızlık duymam, dünya dışı yaşam kavramına bayılırım." En sert eleştiriyi yapan John Kerridge de Mars'ta yaşamın bu tartışmadan daha güçlü çıkacağını itiraf etti: "ALH 84001 göktaşında eskiden yaşam bulunduğu tezi yalanlansa bile, dünya dışı bir biyolojinin araştırılması için Mars'ın fethedilmesinde temel bir rol oynayacaktır." Belki de son sözü, Ay'a giden astronotlardan, uzay gemisinin birinci kumandanı John Young'a bırakmak yerinde olur:

"Mars'ta yaşam mı? En kısa sürede bu yaşamın bir parçası olacağız, en iyisi herkes için gerçekleşecektir." Çünkü yapılması gereken, yeni göktaşları kafamıza düşsün diye oturup beklemek değil, Mars'a gidip her şeyi gözlerimizle görmektir."

ALTINCI BÖLÜM

Kızıl Gezegene Dönüş

Mars'ta birazcık yaşam. McKay'in ve meslektaşlarının tezi, 1996'da, NASA'nın kızıl gezegene dönüş hazırlıklarıyla bundan daha iyi çakışamazdı. Kötü niyetli kişiler, bu bilimsel toplantıyı, NASA'nın kamuoyu kazanmak, Amerikan senatosundan yeni araştırma bütçeleri koparmak için hazırlanmış bir "reklam kampanyası" olarak nitelendirdiler ve olayın medyatik yönünü karalamaktan çekinmediler. McKay'in açıklamasının tam zamanında yapıldığı doğrudur, ancak zamanlamanın önceden planlandığı sanılmamalıdır. Houston araştırmacıları, tezlerini, *Science* dergisine teslim etmeden önce on sekiz ay yoğun bir çalışma sürdürdüler. *Science* dergisi de makaleyi yayınlamak üzere kendi takvimini izledi, düzeltmelerini yaptı ve makale sonunda, 16 Ağustos 1996'da yayınlandı. Eğer basın toplantısı yapıldıysa, bu, makalenin yayınından önce basına bilgi sızdığı ve NASA'yı önlem almaya zorladığı içindir.

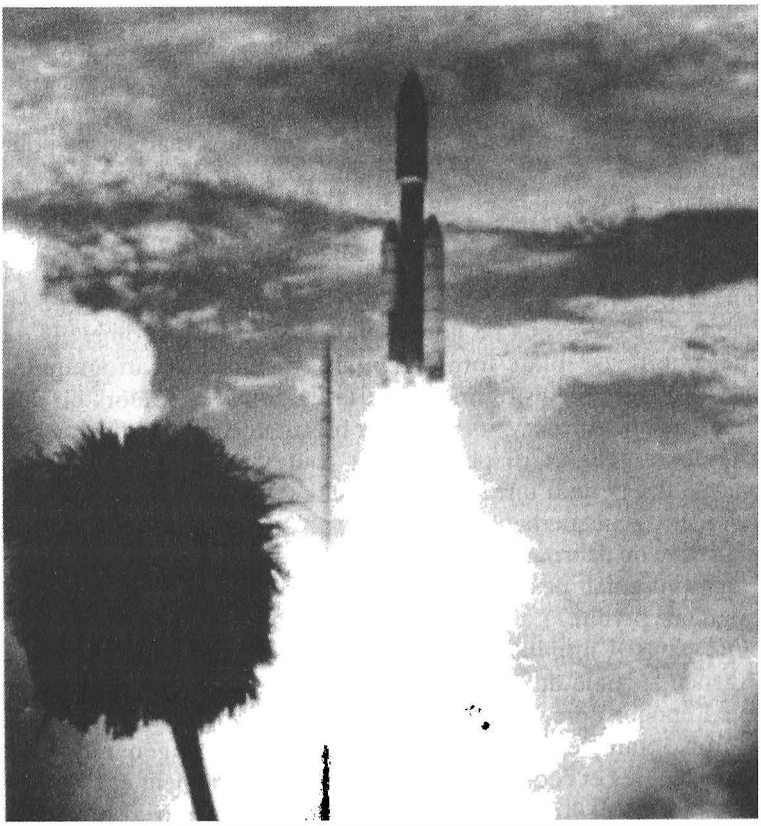
Olayı daha önceden bilmeyen Amerikan Uzay Ajansı, bu yeni haber karşısında, çalışmalarını yeniden gözden geçirdi, gezegenlerarası uçuş programının değiştirilmesi gerekip gerekmediğini tartıştı. 1996 Aralığı'nda bir uzman grubunun önerisi sonucunda NASA'nın Mars'a gitme stratejisinde bir değişiklik yapılmaması kararı alındı. Gezegen jeologu Ronald Greeley'in başkanı olduğu uzmanlar komisyonu, yürümekte olan programı, uzaktan kumandalı robotla Mars'ta fosil arama lehine değiştirmenin akılcı olmayacağı sonucuna vardı. Dünya'da bilimadamları ve son derece gelişmiş laboratuvarlar bulunmasına karşın

bu tür analizlerin ne kadar karmaşık ve karşıt sonuçlara ulaştığı görülmüştü. Mars'ta öncelikle yapılması gereken, gezegenin bütünsel kimyasının, minerolojisinin ve ikliminin ortaya çıkarılmasıydı. Gerisi zaman içinde yapılırdı. Hazırlıkları yıllar öncesinden başlayan Mars Pathfinder ve Global Surveyor sondaları, yıl sonunda fırlatılmak üzere Canaveral üssünde birleştiriliyordu ve sonuçta programda hiçbir değişik yapılmadı. Yirmi yıllık bir aradan sonra Amerikalılar –göktaşında yaşam izi bulunsun veya bulunmasın– Mars'ın fethine gidiyorlardı.

Mars'ın uğursuzluğu

Yirmi yıl önce, 1976'da iki Viking uçuşu, Mars'ın fethinin birinci perdesini tamamlamıştı. Bu iki uçuşun amacı, Mars yüzeyinde yaşamın, hiç olmazsa yaşamı başlatacak olan organik moleküllerin bulunup bulunmadığını belirlemekti. Büyük bir şaşkınlıkla birlikte, iki sondanın spektometrelerinin de, Mars yüzeyinde bu tür molekül tespit etmediklerini gördük. 3. bölümde yaptığımız gibi bu tartışmalı aletlerin sonuçlarına kuşkuyla bakabilir veya bu organik molekül yokluğunu, Mars yüzeğindeki yıkıcı ve oksidan bir kimyanın meyvesi olarak görebiliriz. Bu negatif sonuçlar, gelecekteki Mars uçuşlarını, başlama tarihi belirlenmeden sona erdirdi.

Yıllar geçti ve Mars, Amerikalılar tarafından yavaş yavaş unutuldu. NASA'nın, pahalı uzay gemisi programlarıyla, Venüs, Jüpiter gibi dev gezegenlerin keşfiyle başının dertte olduğu doğruydu. İşte bu yüzden 1980'li yıllarda, Amerikan arkadaşlarının Mars'ta yaşam olup olmadığını çözemediklerini düşünen Sovyetler'in önünde Mars yolu tamamıyla açıktı. Bu arada Sovyetler fırsatın kokusunu hemen alamadılar. Son başarısızlıkları yüzünden olaya soğuk bakan (1971'de ve 1972'de sondalar altıda iki buçuk başarı sağlamıştı) ve Amerikalıların Viking'te gösterdikleri teknik başarıdan dolayı cesaretleri kırılan Sovyetler, başarılı oldukları Venüs projesine odaklandılar.



6.1- Mart 1975'deki iki başarılı Viking sondasının güçlü Titan III füzeleriyle fırlatılışından sonra Mars'ın fethi bir dizi başarısızlık yüzünden sekteye uğradı. Sondalar kadar taşıyıcı füzeler de güvenilirliklerini yitirdiler. (Fotoğraf NASA.)

Sovyetler ancak 1988 yılında, iddialı sondaları Phobos-1 ve 2 ile Mars çevresinde uydulaşıp, yörüngeye yerleşerek gezegen hakkında ayrıntılı bilgi toplamaya giriştiler. Ne yazık ki, elektronik sorunlar, küçük düşürücü başarısızlıklar listesini uzattı. Sovyetler Birliği'nin çöküşü ve yeni CEI'nin ekonomik sorunları, yüzyılın sonuna kadar cesur Mars uçuşları planlayan Rus bekleyişine ek bir fren darbesi yaptı. Ertelemeler, bütçe kısıntıları birbirini izledi ve ilki ancak 1996 yılında hazır oldu. Bunun öyküsünü ileride anlatacağız.

Amerikalılar sonunda, 1992 yılında fırlatılan masraflı sondaları Mars Observer ile kızıl gezegenin yolunu tuttular. Mars'ın haritasını en ince ayrıntısına kadar çıkarmaya yönelik bu yörünge platformunun amaçları üstünde uzun uzun durmayacağız. Mars Observer 21 Ağustos 1993'te varış noktasına eriştiğinde motor sisteminin bir kanalının kırılması sonucu sonsuza dek kontrol ekranlarından silindi. Bir Amerikan sondasının kaybedilmesi sık rastlanan bir olay değildi: Genelde bir sorun çıktığında, NASA ne yapar ne eder yatırılan parayı kurtarırdı. Oysa bu son sonda 1 milyar dolara yakın bir meblağı temsil ediyordu ve sonsuza dek kaybolmuştu. NASA'nın şöhreti bu olaydan ciddi bir yara aldı. Yeni başkanı Goldin'in etkisiyle Uzay Ajansı gezegenlerin keşfi stratejisini yeni baştan ele aldı. Artık pahalı bütçeli, gösterişli füzeler devri kapanmıştı, şimdi en kısa sürede üretilebilen ve görevlerini yine en kısa sürede yerine getirebilen, ekonomik ve hafif, yeni nesil füzeleri öne çıkarmanın zamanı gelmişti.

NASA kendine yeni bir slogan buldu: "Daha hızlı ve daha az pahallı olan daha iyidir." Ajansın sorumluları, kaybedilen Mars Observer'ın yedek ve değiştirme parçalarıyla, üç yıl içinde, 1996 Ağustosu'nda fırlatılmak üzere dört kez daha ucuz bir sonda imal etme cesaretini gösterdiler: Global Surveyor böyle doğdu. Bu çalışmalara paralel olarak JPL mühendisleri, aynı yıl için, bir iniş modülünden ve yüzeyde hareket edebilen bir modülden oluşan orijinal bir uçuşu, Mars Pathfinder uçuşunu planladılar.

1996 fırlatma penceresinin çok yoğun olduğu o yıl, Ruslar ekonomik zorlukları aşıp, Fransa ve birçok Avrupa ülkesiyle girdikleri teknik ve bilimsel işbirliğinin sonunda, iki iniş modülü ve bir yörünge modülünden oluşan iddialı sondaları Mars-96'yı fırlatma aşamasına geldiler. Bu iddialı sondaya yüklenen sayısız aletin ayrıntılarına girmeyeceğiz. 19 Kasım'da, fırlatma sırasında Proton füzesinin dördüncü katı arızalandı ve Mars-96, güney Amerika atmosferinin üstünde kayboldu. Bu kaza Rusya için olduğu kadar, Avrupa ve birçok deneye kat-

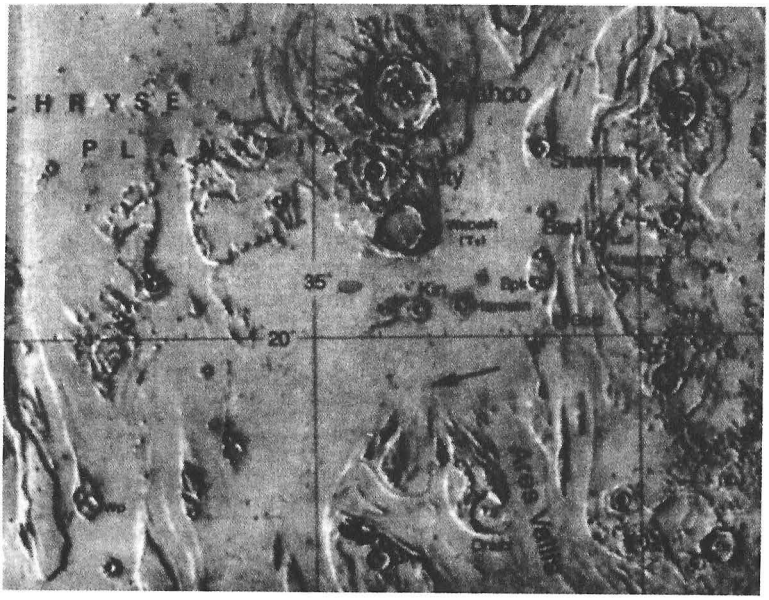
kıda bulunmuş olan Fransa için de kötü bir darbe oldu. (Mars-96'daki yirmi dört aletten on birini Fransızlar üretmişti, CNES tarafından finanse edilen bu aletlerin maliyeti 230 milyon Franka ulaşıyordu.)

Mars Pathfinder: geri dönüş

Amerikalılar daha başarılı oldular. Mars-96 felaketinden on gün önce, on aylık bir süre sonunda Mars'ın yörüngesine girecek olan Global Surveyor sondalarını başarıyla fırlattılar. Sonra 2 Aralık'ta, kızıl gezegene doğru hareket etme sırası Mars Pathfinder'e geldi. Uzun bir aradan sonra Mars'ın keşfi yeniden başladı.

İki Amerikan sondasından, Mars Pathfinder ilk varan oldu. Daha hızlı bir yolu seçen Mars Pathfinder'in görevi 4 Temmuz 1997'de –Birleşik Devletler'in kuruluş günü olmasından dolayı– Mars'a inmek ve hareketli robotu Mars yüzeyine çıkartmaktı. 1976 Viking uçuşunda, Amerikallılar inişi, ulusal bayramlarına birkaç günlük farkla denk getirememişlerdi. Bu kez takvim tıkır tıkır işleyecekti, çünkü Pathfinder doğrudan uçuşla gitmişti: Sonda, yörüngeye yerleşmeden, doğrudan Mars'ın yüzeyine yönelecekti. Bu kısa yol manevra yapmak için harcanacak propergolden tasarruf sağlıyordu. Daha da mükemmeli, yüksek vitesle Mars atmosferine dalarak, atmosfer sürtünmesi sayesinde frenleme yapabilecek, böylece iniş minimum propergol tüketimi ile gerçekleşecekti.

Amerikalılar Pathfinder ile risk almaya hazır olduklarını gösterdiler. Hatta bu, onların amaçlarından biriydi bile diyebiliriz: Artık başarısız olmaktan korku duymadan, daha az pahalı sondalarla yeni teknikler deneyebilirlerdi. Yeni iniş tekniklerine güvenen NASA, kayalarla dolu Ares Vallis'i iniş alanı seçmekten çekinmemişti –halbuki bu alan Viking döneminde çok tehlikeli olarak nitelendirilmişti. (Bakınız şekil 6.2.) Aslında Mars Pathfinder sondası, kendi üstüne kapanarak,



6.2- Mars'ın kuzey yarımküresindeki Chryse Ovaları. Pathfinder'in iniş alanı okla işaretlenmiştir. Bu alan, başlangıcı yüksek platolarda bulunan Ares Vallis sel vadisinin bitimindedir. Akıntı tarafında oyulan bazı adacıkların ince uzun biçimleri (altta solda), selin şiddetine tanıklık etmektedir. (NASA/USGS Haritası.)

ve gerçek "hava yastıklarını" kullanarak herhangi bir alana inebiliyordu. Sonda, bir kez, kayaların arasında "tutununca", hava yastıklarını şişirme, güneş panolarını ve aletlerini açmaya girişiyordu.

Bir uçuşun öyküsü

Pasadena'daki JPL kontrol merkezi, 4 Temmuz 1997 şafağında, Mars gezegenine bu tarihsel ve cesur dönüş hazırlığı içinde arı kovanı gibi uğulduyordu. Uçuşta görev almış olan bütün araştırmacılar ve mühendisler ve benim de aralarında bulunduğum ulusal ve uluslararası basının sınırlı sayıdaki temsilcisi, NASA başkanı Goldin ve diğer

tanıdık yüzler: Mars mikrofosilleri tezini sahibi McKay, Viking araştırması döneminden olan ve yirmi yaş gençleştiğini söyleyen biyolog Jerry Soffen de oradaydı.

Herkes soluğunu tutuyordu. Artık, beklemekten başka yapılacak bir şey yoktu, çünkü Mars Pathfinder'in iniş programı tamamıyla otomatikti. Gerçekte uçuşun gelişimine "direkt" olarak etkide bulunmak olanaksızda: Mars, Dünya'dan 200 milyon kilometre uzaklıktaydı ve ışık hızında (300 000 km/s) bir radyo sinyalinin bile mesafeyi aşması on dakika alıyordu. Onayı gelen her operasyonun Mars'ta on dakika önce gerçekleştiği bilinci içinde ekrandan inişi izliyorduk: Sonda parçalanmış olsa bile, bunu biz bile bilemeyebilirdik...

JPL merkezine önce, planlanan inişin beş dakika sonra gerçekleşeceği haberi ulaştı, Pathfinder öngörüldüğü üzere 7,5 km/saniye hızla Mars atmosferinin üst katmanlarına girmişti. Isı kalkanı kızaran uzay gemisi, 20 G'ye yaklaşan bir yavaşlatma ile karşı karşıyaydı. (Yaklaşık bir Formül 1 otomobilinin fren gücünün yedi katı.) Sondanın hızı üç dakika içinde, aniden, 7,5 km/saniye'den 500 m/saniye'ye düştü. Yerden 10 000 metre yükseklikte, çarpmadan 20 saniye önce paraşütü açılmalıydı. İniş hızı 60 metre/saniyeye inmek üzereydi. (360 kilometre/saat.) Daha sonra, çarpmadan on saniye önce gemideki radar, sondanın etrafındaki 24 balonluk bir salkımın şişmesini sağlayacak –meşhur hava yastıkları– ve üç karşı füzenin ateşlenmesi, yerden birkaç metre yükseklikte sondayı havaya asılı bırakacaktı. İnişin devamlılığı için de, sondayı örtmesi tehlikesine karşın paraşütün halatı patlayıcı ile koparılmalıydı. Demek ki Pathfinder, yere kadar birkaç metreyi serbest düşüşle katedecek, hava yastıkları salkımı tarafından korunarak kayaların üstünde sekecek, sabitleştikten sonra da vardığına dair radyo sinyali gönderecekti. (Bakınız şekil 6.3.

Heyecanla beklenen sinyal Pasadena saatiyle 10.08'de alındı ve gerçek bir sevinç patlamasıyla karşılandı. NASA başkanı, mühendislere içecek ikramına başladı. İniş sorumlusu, halinden memnun, ancak



6.3- Mars Pathfinder'in inişinin sanatçı tarafından yorumlanması. Paraşütüne dolanmamak için 20 metre yükseklikte ondan kurtulan sonda, 50km/saat lik bir hızla yere çarptı. 24 hava yastığı salkımı tarafından korunan sonda kayalar arasında sabitleşmeden önce on beş kez zıpladı. (Pat Rawlings, NASA.)

yorguluktan tükenmiş olan Ron Manning, nöbeti, yer operasyonlarından sorumlu Jennifer Harris'e devretti. Mars'ta iniş yapılan alanda saat sabah üçtü. Pathfinder, hava yastıklarının söndürülmesi, sondanın etrafındaki arazinin düzeltilmesi için bunların çıkrıkla sarılması, Ares Vallis de Güneş doğduğunda akülerin doldurulması için güneş panolarının üç kolunun açılması gibi talimatları karanlıkta yerine getiriyordu.

Pasadenaki bu molayı hızlı bir kahvaltı yapmak için kullanıldı. 1976 Viking uçuşları sorumlusu Soffen ile Mars'a başarılı dönüşü konuşuyorduk. Soffen 1980'li yılların kısıtlı bütçe dönemlerinden sonra, NASA'da dünya dışı bir biyoloji programının doğumuna tanıklık etmek ümidini tamamıyla aklından çıkarmış olduğunu açıkladı. Oysa Başkan Goldin onu danışman olarak çağırmıştı. Soffen bize gelecekteki halefini, ajans tarafından yeni işe alınmış ve "iş"deki ilk gününü yaşayan biyolog Nealson'u tanıştırdı. Mars'ta yaşam arayışı yeniden güncelleşiyordu.

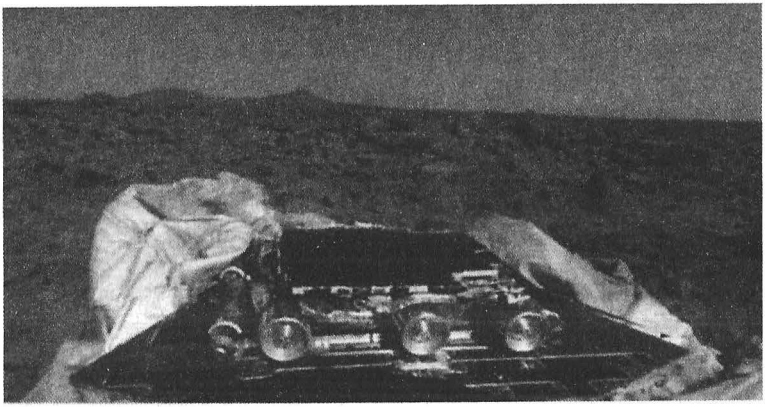
Bir medya başarısı

Mars Pathfinder sondasının Mars'a, yaşamı araştırmak amacıyla inmediğini unutmayalım, çünkü bunu yapacak olanaklara sahip değildi. 220 milyon dolara mal olan uçuş, Viking sondasında bulunan pahalı biyolojik aletlerin kullanılmasına izin vermemişti. Bu keşif gezisinin amaçları daha alçakgönüllüydü. Mars Pathfinder, adının da belirttiği gibi, bir öncüydü. Yere özgün inişinin dışında, onun amacı Mars gezegeninin yeni keşif programını hazırlamaktı.

Bu keşif gezisinde dikkat robotlar üstünde yoğunlaştı. Mars pathfinder, optikleri ve işleyişleriyle mükemmel görüntüler sağlayan Streoskopik kameralar dışında, altı lastikli, bir valiz büyüklüğünde olan ve sadece 11 kg ağırlığındaki bir arabayı da test etmekle yükümlüydü. Bu küçük boyutlu "arazi aracı", onu televizyondan, basından, ve İn-

ternet'ten tanıyan milyonlarca uzay tutkununun sevgilisi olacaktı. Fransız medyası ona Rocky adını koydu (bu ad prototipin adıydı), ancak gerçek adı Sojourner'dı. (Bu ad da Amerikan okullarında düzenlenen bir yarışma sonucu seçilmişti.) 13 yaşındaki Valerie Ambroise (Connecticut Bridgeport'an), Birleşik Devletler'de köleliği kaldıran kahraman Truth Sojourner anısına, onun adını önererek yarışmayı kazanmıştı. Sojourner "geçici gezgin" anlamına geliyordu.

Güneş panoları sayesinde hareket eden Sojourner robotu, açılır kapanır bir rampa kullanarak iniş paltformunu terk edecek ve çevrenin keşfine çıkacaktı. Sojourner, tüy siklet olmasına karşın, üç küçük kamera –iki önde, bir arkada– kayaların kimyasal bileşimini değerlendirebilen, alfa ve X ışınlı bir spektometre taşıyordu. Uçuş görevlileri, herhangi bir arızanın çıkmaması durumunda, Sojouner'in en az bir hafta, hatta daha fazla, görevini yapacağını umut ediyorlardı.



6.4- Pathfinder sondası 4 Temmuz 1998'de Mars yüzeyinde görünüyor. Platformun üstünde duran Sojourner kızıl gezegene inme emirini bekliyor. Daha önce çıkrıklar hava yastıklarını sarmak ve çevreyi düzenlemek için harekete geçecekler. Ufukta ikiz Twin Peaks tepeleri yeralıyor. (Fotoğraf NASA/ Caltech.)

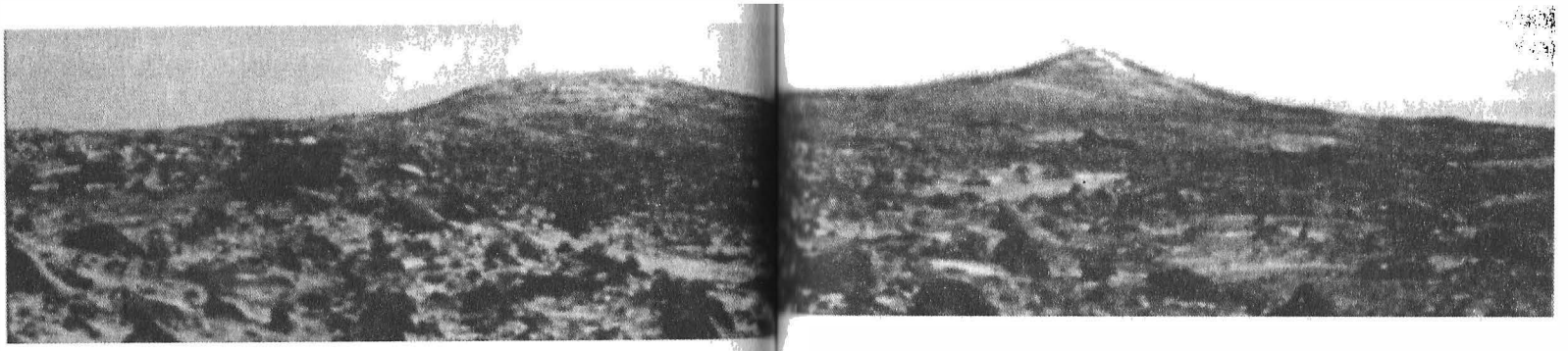
Keşif gezisi, basitliği ve gönderdiği görüntülerin güzelliği ve netliğiyle herkesi büyüledi. Görüntüler İnternet'e iletildi. Sörfçü bir kuşak

Mars gezegenini doğrudan bilgisayarlarından izledi. 1996 uzmanlar için göktaşı yılı olduysa, 1997 yazı Sojourner'ın ve halkın yılı oldu. Ancak, uzay arabası, araziye çıkmadan önce (teknik nedenlerden dolayı iki gün beklemesi gerekti) halk kadar araştırmacılar da, ana platformun iki kamerasından Ares Vallis bölgesini izlediler. Teleskopik direkler üstüne yerleşik olan bu iki kamera 360° bir görüş sağlıyorlar ve görüntülerin kesişmesiyle yerin engebelerini yakın plan gösteriyorlardı. On iki filtre yardımıyla gerçek renklerin görüntülere yansıması sağlandı. İnişin ilk gününden itibaren bize sunulanlar, nefes kesen manzaralardı.

Ares Vallis alanı

Pathfinder'ın indiği alan, Mars'ın yüksek bölgelerinden aşağı inen Ares Vallis kanal çıkışında bulunan bir sel ovasıydı. Bu tür bir kanal, 2. bölümde gördüğümüz gibi, geniş yeraltı buzullarının erimesi sonucu oluşmuş olmalıdır. Ares Vallis, Mars'ın en uzun kanallarından biridir: Güneyden kuzeye, 1700 km boyunca kıvrılarak ilerler. Boyu, dünyadaki büyük nehirleri kendine imrendirmekten geri kalmaz. Kuşkusuz debisi korkunçtu: Buzulların çözülmesi sırasında, Amozon nehrinin debisinden bin kez daha fazla bir debiye ulaşmış olmalıydı. Ancak bu kadar güçlü bir akıntı, kanalın bitiminde binlerce kilometrekareye yayılan kayaları, taşları ve çökeltileri açıklar. Yüzlerce metre derinliğe sahip su kütlelerinin geçişini yaşamış olan yukarıdaki boğazların derinlikleri de bu güçlü akıntıyı doğrular.

Mars Pathfinder, sel ovasında, Ares Vallis'in aşağı çevreye, zamanında zincirinden boşanmış suyun 10 ile 20 metre derinlikte olduğu alana indi. Jeologlar akıntının yukarı kısımlardan söktüğü büyük kaya bloklarını yuvarladığını ve her türlü taşı etrafa yaydığını düşünüyorlar. Kameraların da bize gösterdiği zaten bu görüntüler: Çevreye saçılmış kırmızı toz ve kayalarla kaplı dalgalı bir zemin göz alabildiğine



6.5- Birbirlerinden 1 km uzaklıkta bulunanTwin Peaks tepeleri ovadan 50 m yükseklikteler. Yamaçları kalker depolanmalanyla, önlerine çıkan engelleri aşan kabarma sularının oyduğu teraslarla yol yol olmuş. Yakın planda, suların çekilmesiyle ortaya çıkan her boydan taş çevreye dağılmış. (Fotoğraf NASA/JPL/ Caltech.)

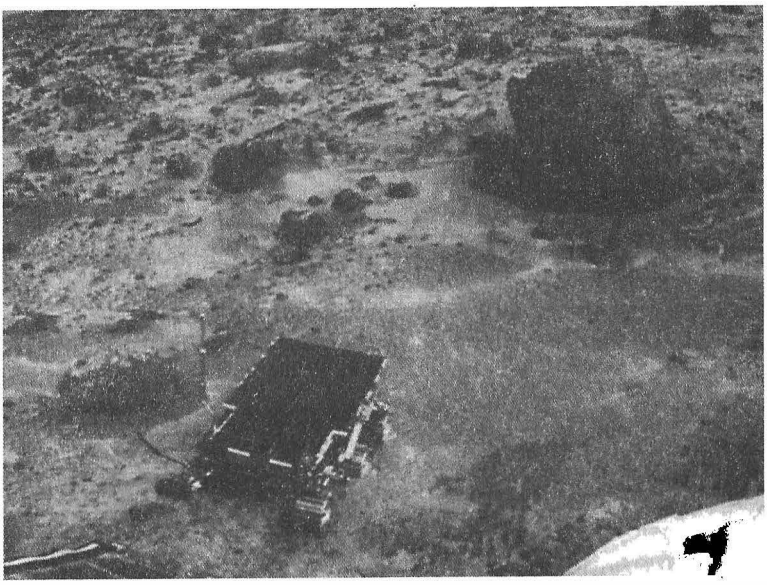
uzanıyor. Güneyde, otuz kilometre uzaklıkta, çözülmeyle oluşmuş ve çevrelenmiş bir arazi adacığının yüksekliği tahmin edilebiliyor. Daha yakında, sondanın yalnızca 2 km güneydoğusunda bir çarpma kraterinin yükselen sınırı bulunuyor. Yüzlerce metre derinliğe ve 1 600 metrelik çapa sahip bu Big Crater –Amerikalıların deyişiyle– Arizona-'daki meteor kraterinden biraz daha büyük.

Daha da yakında, 1 km'den az bir mesafede, alçak bir çift tepe batı ufkunda yükseliyor: 50 metre yüksekliğe sahipler ve ikiz görünümlerinden dolayı Twin Peaks adını aldılar. (Bakınız şekil 6.5) Pathfinder, şimdiden jeologların, suların geçişinde bıraktıkları teras ve diğer izleri tespit etmeye çalıştıkları bu araziye, bu alçak tepelerin uzantılarına indi. Keşif gezisi görevlileri de, uzay arabasının gezineceği sondanın çevresiyle ilgileniyorlar.

Mars'ta arabayla dolaşıldı

İkinci gün öğleden sonra, robot Sojourner, Pasaneda kontrol merkezindeki bayram havasıyla birlikte, platformun kuzey rampasından harekete geçti. Ancak Mars yüzeyinde, ilginç olarak nitelendirilen ilk kayaya, Burnacle Bill'e doğru, 35 cm'lik kısa ilerlemesini izlemek için, üçüncü günün sabahını beklemek gerekecekti. Amerikalılar iyi niyetle, favori kayalarına resimli roman kahramanlarının adlarını verdiler. Ancak ilerlemeyi, uzaktan kumandayı kullanmanın püf noktalarını öğrenerek çok ciddiye aldılar.

Bir otomatik alet ilk kez başka bir gökcisminin üstünde yürüyor değildi. Sovyetler 1970 yılları başlarında, Lunakhod arabasıyla iki kez Ay üstünde gezindiler. Mars'ta da arabayı idare etme stratejisi aynıydı: Dünya'daki bir kullanıcı, varılmak istenen amaca uygun olarak katedilecek yolu programlıyordu. Genelde katedilecek yol, alanın üç boyutlu resimlerine bakılarak seçilir ve manevraları gerektiği zaman yapmakla yükümlü arazi arabasının bilgisayarına bildirilir. Aracın önünde bulunan bir lazer sistemi, her an engelleri tespit etmeyi, uzaklığı ayarlamayı ve gideceği yolu belirlemeyi sağlar. Kutarıcı sistemler, iniş eğiminin artması, bir engelle karşılaşılması gibi bazı sınırlar aşıldığında ilerlemeyi durdurur.



6.6- Mars'a iniş. Sojourner, 5 Temmuz 1997 günü, sondanın "kuzey" rampasından inerek, kızıl gezegen yüzeyindeki ilk turlarını atmaya başlıyor. İlk hedefi, ekseni üstünde dönerek ulaşacağı Barnacle Bill kayası (Sojourner'in solunda). İkinci hedefiyse büyük kaya Yogi (yukarda sağda). (Fotoğraf NASA/JPL/Caltech.)

Mars yüzeyindeki bu ilk uzay arabası kullanımı gösterisinin şoförü, başkan yardımcısı Al Gore tarafından verilen Mars sürücü ehliyetini almış olan mühendis Brian Cooper'di. Cooper ayrıca, uçuş şefi Mat Golonbek'ten, arazi arabasına gönderilecek, araştırmacılar ekibinin belirlediği talimatları da almıştı. 6 Temmuz 1997'de Sojourner'ın tekerlikleri Dünya'nın dikkatli sürüşü altında dönmeye başladı. Arazi otomobili, taşları aşmak için tasarlanmış, bağımsız hareket yeteneğine sahip altı tekerleği ile 40 metre/dakikalık bir hıza, çok hareketli olmayan bir kaplumbağanın hızına sahipti. Zaten Mars'ta zamana karşı yarış yoktu ve söz konusu olan, iniş paltformunun çevresindeki, yirmi metre yarıçaplık alanı, en küçük bir kazaya meydan vermeden incelemekti. Aracın kameraların tespit ettiği alanın dışına çıkması söz

konusu değildi, zaten yüz metrenin dışında, arazi otomobiliyle olan radyo haberleşmesi kesiliyordu.

Sojouner'in hedefleri alçakgönüllüydü ve kaya Barnacle Bill'in –ilk hedefin– 35 santimetre uzaklıkta bulunması büyük bir şanstı. Birkaç tekerlek dönüşüyle manevra tamamlandı ve Sojourner, spektometre analizini yapmak amacıyla bir gece geçireceği küçük kayaya yaslandı. Bütün gece boyunca, arazi otomobilinin önünde yerleştirilmiş, bu yönlendirebilir alet, 1 santimetre kare kayayı –bir posta pulu büyüklüğüne eşit– X ve alfa ışınlarıyla bombaladı. Kayanın geri yansıttığı ışınlar sayesinde, kimyasal bileşimi değerlendirilebilecekti. İlk analiz, ilk şaşkınlığı doğurdu. Barnacle Bill, ilk örnekte Mars'ta karşımıza çıkacağı beklenmeyen, az rastlanan bir lav türü olan andesit bileşimine sahipti. (Dünya üstünde lavların %5'i andesit, büyük çoğunluğu da bazalttır.) Jeologlar şaşırdılar.

Sojourner, iki gün sonra, ikinci hedefine ulaşmak için gerekli manevrasını tamamladı. Bu hedef, 5 metre ötede kuma saplı duran, ayı başı biçiminde, Yogi adlı, daha büyük bir kayaydı. (Bakınız şekil 6.6.) Sojourner, 14 Temmuz gecesini, güzel bir yengeç yürüyüşüyle ulaştığı bu etkileyici kayanın dibinde, yeni bir kimyasal analiz elde etmek amacıyla, ev sahibini alfa partikülleriyle, kestane fişeği gibi bombalamakla geçirdi.

Daha ikinci haftanın başında bulunuluyordu ve mühendisler mutluydu. Şimdiden keşif gezisinin başlıca amaçlarına ulaşılmıştı: Arazi arabası manevra yeteneğini kanıtlanmış ve iki yer analizi, iki de kaya analizi bitirilmişti. Kayayı kaplayan demir tozunu hesaba katmamak için yapılan ince düzeltmelerden sonra, Jeologlar Yogi'nin de, Barnacle Bill gibi, andesit bileşimi sergilediğini gördüler. Uzmanlar, göreceli olarak silis açısından zengin olan bu lavların bolluğu karşısında gitgide büyüyen bir şaşkınlığa düştüler.

Pathfinder, bu keşif gezisi boyunca günde iki kere veri gönderiyordu ve mühendisler, Mars üzerinde yapılan bu ilk analizleri sıcağı sıca-

ğına yorumladılar. (Vikingler ancak, uzaktan kumandalı kürekle spektometreye verilen birkaç santimetre küp yer örneği incelemişlerdi.)

Mars göktaşları uzmanı McSween, 200 milyon km uzaklıktan, kumanda ile analiz edilen Barnacle Bill ve Yogi kayalarıyla, Viking'in incelediği kayaların benzerliklerini ve farklarını yorumladı. Koyu gri tozların örttüğü Ares Vallis lavları, bizde bulunan on üç Mars göktaşına oranla daha fazla silis, alüminyum ve potasyum barındırıyordu. Bu özellikleri magmalarının, patlamadan önce yüzeyde uzun süre bekleyerek, silis ve alüminyum açısından zenginleşmesiyle açıklanabilirdi. Bu, İzlanda volkanlarında, Galapagos denizdibi yarığında ya da Hawai volkanlarının zirvelerinde gözlemlenen bir olgudur. Zaten, Hawai volkanlarının üstündeki bazı andesit tepeleri, Mars tepelerine benzer.

Seyir defteri

Jeologlar, çevreye saçılmış kayaların karşısında, pastane vitrini önündeki çocukları andırırlar. Jeologlar arazi otomobilini nereye göndereceklerini kararlaştırmak zorunda kaldılar ve sonunda, sondanın güneybatısındaki bir kaya yığınında karar kılındı. Bu kayalar bir akıntının etkisiyle birbirlerine yanaşmışlardı. Sanırım, zaman içinde donmuş olan bu manzaranın, geçmişteki korkunç su baskınını sahnelediğini hatırlatmak gerekmez. Sürücü Cooper, bu ilginç kaya yığınını incelemek için seçilecek en kısa yolun, en iyi yol olmadığının hemen farkına vardı: En kısa yol küçük taşlarla doluydu. Arazi otomobili için, en uzun yolu seçmek ve doğuya doğru, saat yönünde, iniş platformunun çevresinden dolaşmak daha yararlıydı.

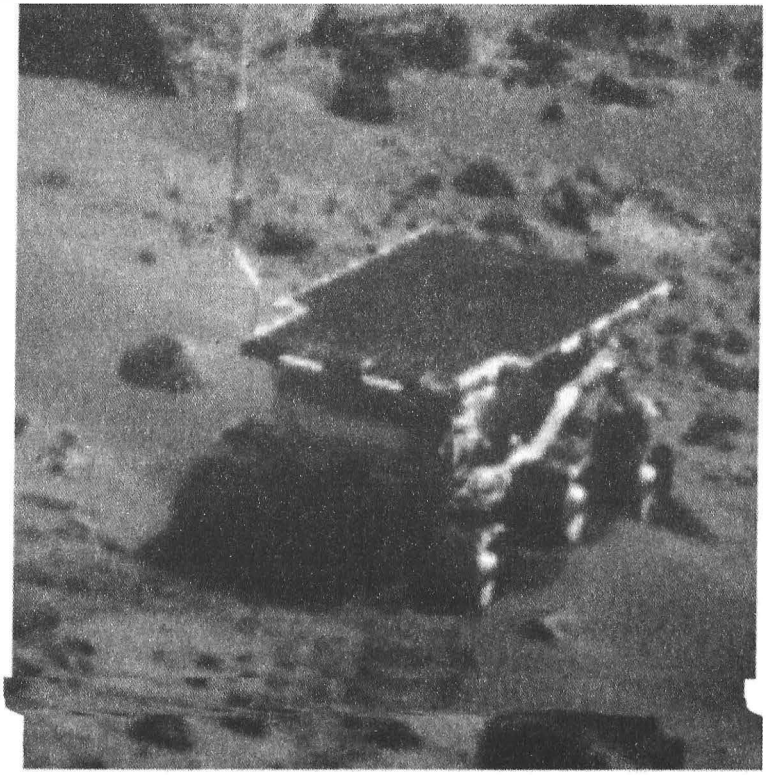
Sojourner, 14 Temmuz'da Yogi'yi analiz ettikten sonra tozlu zeminde ilerlemeye başladı. Bu zemini ve biraz ileride, bol demir ve kükürt içeren sert zemini analiz etti. İlerleyişinin ikinci haftası sonunda, 21 Ağustos'ta kameralar tarafından yakından izlenen otomobil, platform çevresindeki uzaklığın üçte birini katetmişti. Mühendisler şimdi

zamana karşı yarıştıklarını biliyorlardı. Sojourner, iyi "çalışma" bakımından bir haftalık garantiye sahipti. Dünya ile otomobil arasında radyo bağlantısını gerçekleştiren iniş paltformunun garanti süresi de bir aydı. Bu tarihten sonra bateriler, sınırlı sayıda şarj edilebilmelerinden dolayı- son nefeslerini verecekti.

Mühendisler, aceleye karşın Sojourner'ın otomatik çalışmasını da test ettiler: Otomobil bir sonraki hedefine –Souffle adındaki kayaya– ulaşmak için, sürücüden minimum verileri aldı. Eğer spektometrenin kötü bir konumu söz konusu kayanın incelenmesine engel olsa bile, otomobil görevini tamamıyla yerine getiriyordu. Ne önemi vardı! Kaybedilecek zaman yoktu ve Sojourner, üç gün içinde on metre yol alarak ilerlemesini sürdürdü. 1 Ağustos tatilinde küçük arazi otomobili artık dinlenebilirdi, Mermaid Dune adlı kumun üstünde yıldızlı bir gece geçirdi. Bu arada analiz yapmayı da unutmadı. (Bakınız fotoğraf 6.7.)

Mars'ın zemini çok incedir. Zemini olşturan toz partikülleri ortalama mikrometrenin ellide biri boyundadır. Bu boyut, tanımı gereği milimetre civarında olan bildiğimiz kumdan çok daha küçüktür. Demir açısından zengin ve yumak halindeki bu mineral toz rüzgârlarla bütün gezegene taşınır. Bu tozun bileşimi, 850 ve 6 000 km uzaklıkta olmalarına karşın, 1976'da Viking'in indiği iki alandaki (Chryse ve Utopia) tozun bileşimiyle aynıdır. Engebe açısında Sojourner'ın keşfini yaptığı alan, bir sel ovasından beklendiği gibi dalgalıdır.

Sojourner, gezintisinin dördüncü haftasında, jeologların tabiriyle "arroyo" denilen kurumuş küçük bir vadiden aşağı inmeye koyuldu. Otomobilin başlıca hedefi olan kaya yığını diğer tarafta yükseliyordu. Yolu üstünde, tekerlekleri biraz dolaştığından Wedge kayasının çok yakınına sokuldu. 11 Ağustos'ta onun da ustaca analizini yaptı ve beşinci haftasına girdi. Bu üçüncü kaya da, Barnacle Bill ve Yogi gibi, andesit sınıfındandı. Ancak otomobil, yalnızca 2 km uzakta olan kaya yığınına yönlenince işler karıştı. Uzay arabası, tekerlekleri taşların üstünden geçerken dengesini kaybetmeye başladı. İlerleme durdu. Al-



6.7- 1 Ağustos, Sojourner, taneleri 1 milimetreden küçük olan koyu gri kum dökün-tüsünü (Mermaide Dune) geçiyor. Bu tür bir kum olsa olsa bir akarsu erozyonun-dan gelebilir ve bölgenin, Mars tarihinin geçmiş bir döneminde sel baskınına uğra-dığı tezini doğrular. (Fotoğraf NASA/JPL/ Caltech.)

tıncı hafta boyunca, sorunların çözümlenmesiyle uğraşıldı ve Sojourner ancak 21 Ağustos'ta Rock Garden kaya yığınına varabildi. (Bakınız fotoğraf 6.8.)

Bu kaya sırasının en başında komşusu Half Dome kaya kütlesine dayanmış, bir köpekbalığı ağzına benzer, Shark diye adlandırılan büyük kaya yükseliyordu. Bütün bu kayalar 1 metreden yüksek ve birkaç ton ağırlığındaydı. Tozdan arınmış olan Shark, 25 Ağustos'ta

spektometre ile analiz edildi: o da antresit çıktı.

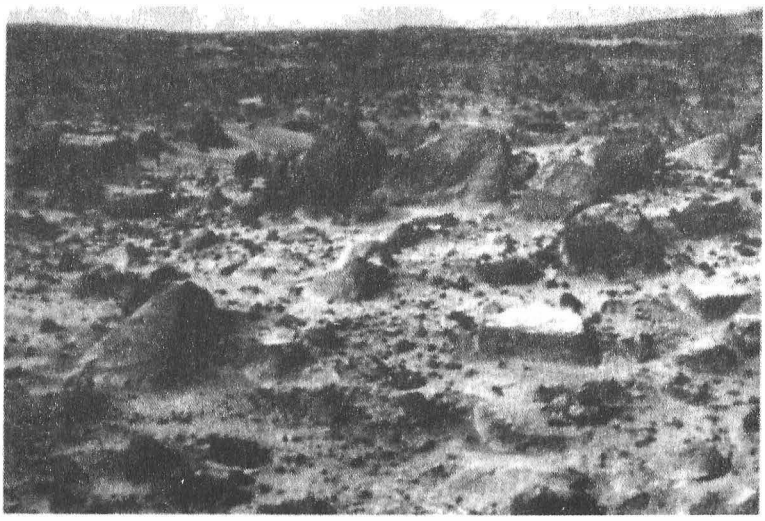
Sojouner böylece yedinci haftasını kaya yığınının yanında geçirdi. Orada ilerlemek çok zahmetliydi, Half Dome kayasına takılmak dahil, sayısız kez durmak zorunda kaldı. Jeologlar, spektometrenin bu kaya yığını dibinde analiz yapılmasında ısrar ettiler.

Yetim Sojourner

İnişten iki ay sonra, araba olduğu kadar Spjourner'da iyi durumdaydı. Keşif gezisi rakamlar açısından umulanı kat be kat aşmıştı: Otomobil için sekiz haftalık iyi çalışma, sekiz misli bir haftalık "garanti" demekti. Karmaşık kameraları, meteoroloji aletlerini ve radyo vericisini barındıran platforma gelince yaşam süresini iki katına çıkararak verdiği bütün sözleri tutmuştu. Yine de gelecek günlerin giderek daha zor geçeceği belli oluyordu.

Düşünüldüğünün tersine, ilk durma tehlikesine maruz kalan sağlam platform oldu: Baterileri, güneş panolarıyla her gün şarj edilmelerine karşın, yavaş yavaş boşaldılar. (Güneş panoları da, üstlerine konan tozlar yüzünden bozuldular.) Ne olursa olsun, bateriler yüz kereden fazla şarj edilemiyordu. Boşaldıklarında sonda ve otomobille radyo bağlantısı sonsuza dek kesilmeye mahkûmdu.

Sojourner, bu 1977 Eylülü'nde, özellikle Moe ve komşusu Stimpy başta olmak üzere yeni kayalara doğru harekete geçti. Arazi otomobili, rüzgârın binlerce, milyonlarca yıl savurduğu kum tanelerinin darbeleriyle oyulmuş, çizgiler ve delikler sergileyen bu blokların birçok fotoğrafını çekti. (Bakınız şekil 6.9.) Sojourner 15 Eylül'de kaya yığınına veda edip, daha ilerideki, maymun kafasına benzeyen Chimp kayasına ulaşmak için, Rock Garden'den ayrıldı. Bu arada küçük araba ana paltformdan rekor denilebilecek, 12 km'lik bir uzaklığa erişmişti. Sojourner, daha önde bulunmasının avantajıyla, iniş modülünden görünme-



6.8- Rock Garden (Kayalar bahçesi). Bu büyük kayaların oluşturduğu yığıntı Sojourner'ın başlıca hedefiydi ve otomobil oraya Ağustos ayı sonunda ulaştı. Yakın planda, solda, köpekbalığı yüzgecine benzeyen kayanın adı Shark. Sağında açık renk tozla kaplı olanının adı Flat Top. İkinci plandaki kayalar güçlü bir akıntının etkisiyle sıralanmış gibiler. (Fotoğraf NASA/JPL/Caltech.)

yen, kayaların arkasındaki bir kumul alanının fotoğraflarını çekti. birkaç on santimetre yüksekliğe ve özgün ay çöreği biçimine sahip bu açık renkli kumullar, büyük bir olasılıkla, yalnızca sıvı su erozyonunun açıklayabileceği büyük taneli kumdan, silis kumundan oluşuyordu.

Bu, Chimp kayasını Eylül'ün son günlerinde analiz etmeye çalışan Sojounerin son keşfi oldu. Ayın 27'sinde analizi bitirmiş gibiydi ve sonuçlar bekleniyordu, ama bu bekleme boşunaydı. Ayın 28'inde, dünya ile radyo iletişimini yürüten iniş platformu artık yanıt vermiyordu. 1 Ekim'de, sonraysa 7 Ekim'de, güneş panolarının şarjıyla canlı kalmaya çalışan palformdan zayıf bir sinyal alındı. Ancak, paltform elektrik kesintisi sonucu susmuş olmalıydı ve gittikçe artan gece soğuğu

(Mars kışı yaklaşıyordu) Pathfinderi'ı kesin olarak susturmuştu. 7 Ekim 1997 sinyali alınan son sinyal olarak tarihe geçti.

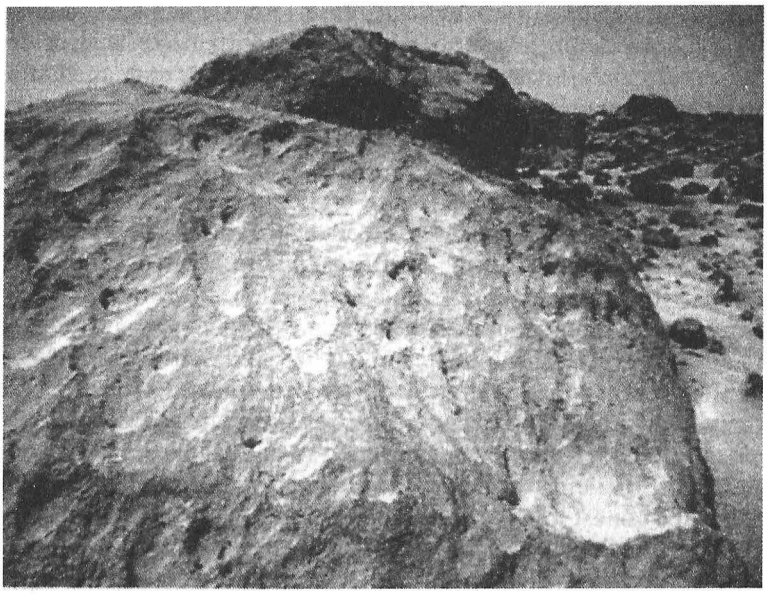
Birden yetim kalan yiğit araba Sojourner'ın tek başına yaşadığı sonu ancak tahmin edebiliriz. Ölü platformla iletişim kesilince –aynı zamanda Dünya ile de– araba programlandığı şekilde hareket edecekti. Programına göre, radyo bağlantısı kesilince, platforma doğru beş metre yaklaşacak ve bağlantının kurulmasını bekleyecekti. Eğer sessizlik devam ederse, Sojourner, radyo bağlantısını başka bir yerde yakalamak için platform çevresinde saat yönünde turlamaya başlayacaktı. Ancak radyo bağlantısını yakalayamayacağını biz biliyoruz.

Ares Vallis alanında üç ay yaşadıktan sonra Mars Pathfinder öldü. Gelecekte, astronatlar bu alana gittiklerinde, otomobilin yeni talimatlar almak için iniş platformunun çevresinde yorulmadan turlayıp turlamadığını bize söyleyecekler. Belki de aylarca devamlı platformun çevresinde dönmekten arızalandı. Belki de birkaç gün sonra, taşları aşarken devrildi, sıkıştı. Tekerlekleri havada, kendisini kurtaracak talimatları bekledi. Gelecek, bize her şeyi söyleyecek, çünkü bir gün bu tarihi alanı ziyaret edeceğiz.

Bir keşif gezisinin bilançosu

Ares Vallis ziyareti, Chryse ve Utopia volkanik ovalarından (Viking-1 ve 2) yirmi yıl sonra, Mars'a üçüncü gidişimiz. Bu alan bizden çok uzaktaki en şaşırtıcı yer, çünkü bize 1 milyar yıl önce zamanın içinde donup kalan, korkunç bir sel baskını manzarası sunuyor.

Pathfinder'ın bizlere sunduğu bu manzara, sürüklediği çökeltilerini güneyden kuzeye doğru bırakmış olan Ares kanalı ile, Ares'i güneybatıdan itibaren kesen Tiu kanalının kesiştiği yerde bulunuyor. İniş alanına 1 kilometre uzaklıktaki Twin Peaks tepeleri, su baskınını bıraktığı döküntülerin yüzeye çıkmasıyla oluşan adacıklara benziyor.



6.9- Sojourner kamerasını yakından görüntülediği Moe kayası. Bu kaya bloğu şimdi durduğu yere kadar akıntı sularıyla yuvarlanmış ve sonra 2 milyar yıl boyunca rüzgâr erozyonuna maruz kalmış olmalı. Gerçekten de yüzeyi, rüzgârların taşıdığı kum taneleriyle sürekli dövülerek, oyulan çizikler ve deliklerle dolu. (Fotoğraf NASA/JPL/ Caltech.)

Bu alçak tepelerinin yamaçlarının ortasındaki kayalar, eskiden suyun derinliğinin 10 ile 20 metreyi bulduğunu gösteriyor: Tepelerin çevresinde yer alan su çizgisinden itibaren bu bloklar ortalama su seviyesinden 20 ile 30 metre yükseliyorlar.

Ova, tabii ki seller tarafından biçimlendirilmişti. Twin Peaks'in ön tarafında akıntıdan korunan bir bölge, ovaya bir iki metre yüksekten bakıyor. Kambur sırtı Pathfinder'in kuzeyinden seçilebiliyordu. Bütün bu alanın yüzeyi, en küçük ölçekte, 2 ile 3 metre derinliğe, otuz metre genişliğe sahip küçük vadiler şeklinde kırışmıştı. Pathfinder, işte güneye açık bu küçük vadiye indi. Bu vadinin batı kenarında tanıdık bir kaya yığını, arazi otomobilinin incelediği, Rock Garden yer alıyordu.

Bu sıralı kayalar, daha önce söylediğimiz gibi, su baskını sırasında gürültülü dalgaları ve yığılmayı yaşadılar. Jeologlar, blok kayaların hâlâ köşeli biçimlerinden hareketle, kayaların bölgenin belki de elli kilometre güneyindeki yüksek alanlardan, onlarca kilometre yuvarlandığını düşünüyorlar. Ne olursa olsun, sonuçta vadinin tatlı eğimi (eğim ancak 1 veya 2 metre/km'dir) göz önünde bulundurulursa, akıntının 10 metre/saniyeyi aşmamış olması gerekir. Yine de bu 36 km/saat gibi önemsiz sayılamayacak bir hızdır. (Koşucunun yarışa başlama hızı.)

Bu sel baskını 1 milyar yıl önce gerçekleşmişti. O zamandan beri, devamlı esen buz gibi rüzgârların erozyonuna karşın, yer yer hâlâ görülebilen, suların buharlaşmasının ortaya çıkardığı manzaranın, tuz ve kil kabuğu gibi en küçük ayrıntıları bile korunmuştu. Bölgeden geçtikten sonra bu su kütlesi, daha kuzeye Chyrse havzasına akmış ve orada milyonlarca yıl kalmış olmalı. Acaba yaşam barındırıyor muydu? Su yeraltına süzüldüğünde, yaşam, yeraltı eko-sistemine mi geçti?

Yine de, Ares Vallis alanında, Pathfinder'in sahip olduğu tek tespit aracı kameralarına göre, yaşam yok. Klorifilin veya yosunların varlığına işeret edebilecek olan ışığın infraruj bandın da hiçbir emilme gözlemlenmiş değil. Ayrıca, rüzgârınki hariç, hiçbir hareket de saptanmamış: Pathfinder'ın kameraları, öğleden sonra, yer tarafından ısınan havanın yükselmeye başladığında ufukta toz hortumu görmüşler. Bu aslında göreceli bir ısınma. Sondanın meteoroloji istasyonu, alan sonbaharı yaşarken -10'dan yukarı sıcaklık kaydetmedi, gece sıcaklığı da -75 °C'a kadar iniyordu. İnce ve soğuk atmosfer de alabildiğine kuruydu: 10 mikrometre su: yani yerdeki bütün suyu sıvılaştırsanız, ancak bir saç teli kalınlığında sıvı elde edebilirdiniz.

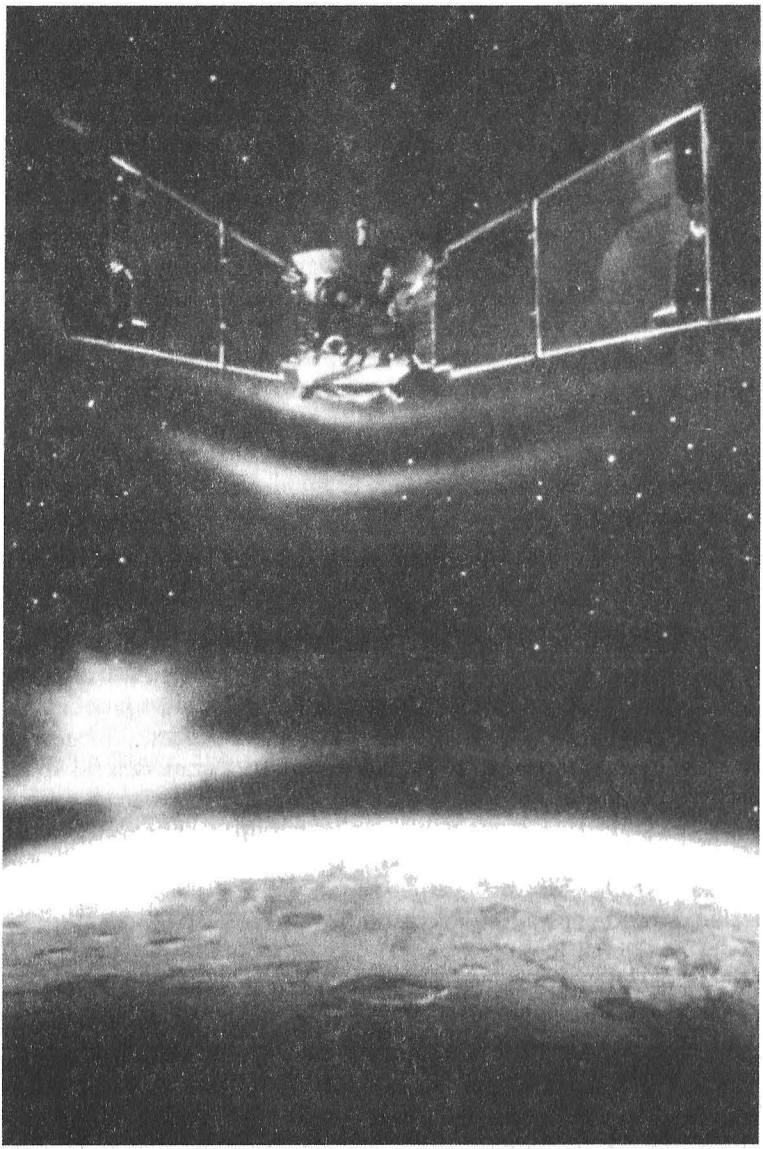
Soğuğa ve kuraklığa karşın, Ares Villas'i ziyareti, gezegenin aslında yaşanabilecek bir yer olduğu kanısını uyandırdı. Isı yaklaşık Antarktika ile aynı ve manzara batı Amerika'yı ya da Hawai volkanlarının tepelerindeki çölleri andırıyor. Yalnızca aşırı kuraklık (geçerli olan zayıf ba-

sınçtan kaynaklanan) yaşamı baltalayacak boyutlarda görünüyor. Bu arada daha ılıman dönemlerde Mars'ta yaşamın gelişmiş olmasını engelleyen hiçbir şey yok. Yaşam, kayaların arasındaki basınç ve ısının yaşam barındırmaya elverişli olduğu yeraltı mağaralarına sığınmış olamaz mı? Araştırma bir dahaki keşif gezilerinde sürdürülecek.

Global Surveyor: kartal uçuşu

1997'de Pathfinder sondası ve onun şaşırtıcı motorlu robotu hakkında çok konuşuldu. Aynı yıl, ikinci Amerikan sondasının Global Surveyor'un, Mars yörüngesine ulaşması daha sessizce gerçekleşti. Global Surveyor'un, Pathfinder'den farklı olarak, olay yaratacak bir görevi yoktu: O, fazla fotoğraf göndermeden, üç ay boyunca yörüngeye tam yerleşmeyi ayarlayacak olan bir gözlem uydusuydu. Gerçekten de sondanın 450 km yükseklikteki dairesel bir yörüngeye yerleşmesi için bu süre gerekliydi. Bu yörüngeye yerleştikten sonra iki yıla yayılan araştırmalarını sürdürecekti. İlk başta senaryo aynen böyleydi. Aslında Global Surveyor uçuşu, JPL mühendisleri için gerçek bir baş ağrısına dönüştü.

Kasım 1996'da fırlatılan Global Surveyor, aslında daha uçuşun başında sorunla karşılaştı. 4 metre uzunluktaki panolarından sadece bir tanesi tam olarak açıldı: Diğeri yarım açıldı, böylece Global Suveyor yaralı bir kuşu andırıyordu. Oysa güneş panolarının varlıkları yalnızca elektrik üretimi açısından değil –1 000 wat elektrik üreteceklerdi– sondanın fren uygulaması açısından da yaşamsal bir öneme sahipti. Surveyor, ters füze ateşlemesiyle yörüngeye yerleştikten sonra, üst Mars atmosferinde yakıt harcamadan, aşama aşama daha alçak bir yörüngeye yerleşebilmek için fren yapmalıydı. Geniş kanatlarını aerodinamik fren olarak kullanmak zorunda olduğundan, bir panonun tam açılmamış olması mühendisleri telaşlandırıyordu.



6.10- Global Surveyer sondasının Mars yörüngesindeyken sanatçı taafından yorumlanması. Uzay gemisi güneş panolarını hava freni olarak kullanıyor: Hız azalması ona, propergol yakıtı kullanmadan "kendiliğinden" yörüngesini düzeltmeyi sağlıyor. (Pat Rawling, NASA.)

On aylık bir uçuş sonrası, 12 Eylül 1997'de Suveyor, sahip olduğu hidrazin yakıtının büyük bir kısmını harcayan uzun süreli bir ters füze ateşlemesi sonucunda, Mars'ın kuzeykutup bölgesinden yörüngeye girmeyi başardı. Tamamlanması iki gün süren, sondayı Mars'tan en fazla 50 000 km uzaklaştıran, sonra da sondayı Mars'a 300 km yaklaştıran (enberi noktasına) yörünge çok eliptikti. Enberi noktasını her geçişte, sondanın daha da aşağı inmesi için, kısa ters füze ateşlemeleriyle yörünge saptırılacak ve daha sonra atmosfer freni yörüngeyi "kendiliğinden" daha da dairesel kılacaktı.

İlk manevra, 16 Eylül'de gerçekleşti, altı saniye süren bir ters füze ateşlemesi, Global Surveyor'un yörüngesinin en alçak noktasını 120 km'nin altına indirdi. Sondanın, yüksek atmosferden her geçişinde maruz kaldığı birkaç dakika süreli yoğun aerodinamik sallantı güneş panolarını etkiledi. Hatta güneş panoları hava direnci sonucunda, V biçiminde 30° kapandılar. Mühendisler bu motor ateşlemesi işleminin altı ay boyunca aralıklarla tekrarlanmasının, sondayı 450 kilometre yükseklikte dairesel bir yörüngeye yerleştireceğini ve sondanın, oradan gözlem deneylerine başlayabileceğini düşünüyorlardı.

Ancak bu güzel senaryo kısa sürede tartışılır duruma geldi. Global Surveyor, 110 km yükseklikteki ilk alçak uçuşunda, normal zamankinden daha yoğun bir atmosferle karşılaştı.

Mühendislerin, Pathfinderin iki ay önce (1997 Temmuzu) bu atmosferi geçtiğinden ve alışılmamış toz yoğunluğunu bildirdiğinden haberleri vardı. Ancak bu yoğun atmosferin etkileri düşünülenden daha dramatik olacaktı: Global Surveyor, 5 Ekim'de, on üçüncü alçak uçuşu sırasında, öyle güçlü bir aerodinamik sürüklenmeye maruz kaldı ki, güneş panoları on derece daha büküldüler. 9 Ekim'de iki geçiş daha gerçekleşince, bükülme daha da arttı, sıkışan pano, kırık bir kanat gibi ters tarafa döndü.

Mühendisler hava freni manevrasını, durum değerlendirmesi yapmak için bir ay erteleddiler. (Hafif bir füze ateşlemesiyle yörüngeyi yük-

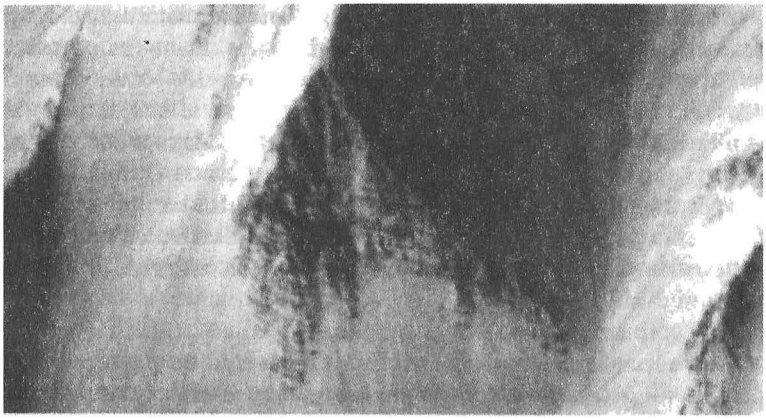
seltiler.) 7 Kasım 1997'de, 110 km'ye yerine sadece 120 km'ye inme koşuluyla frenleme manevrasına izin verildi. Sonda daha üst, daha ince bir atmosfere geçerek, daha dikkatli bir yavaşlama yaşadı ve yaralanmaktan kurtuldu. Ancak bu yeni uçuş planının, yapılacak işlerin takvimini uzatmak gibi bir sakıncası vardı. Şimdi, sondanın 450 km yükseklikteki yörüngeye yerleşebilmesi için, adım adım birçok geçiş yapması gerekiyordu: yörüngeye oturma ancak 1999 Martı'nda, hesaplanan üç ay yerine, on sekiz ay sonra gerçekleşecekti.

Zengin, bilimsel bir hasat

Araştırmacılar, bilimsel keşiflerine başlamak için 1999 yılını beklemediler. Bu araştırmalar için, 1997 Ekim ayı ve 1998 Nisan ayından, Kasım ayına kadar süren, yedi uzun aylık, hava freni manevralarının durdurulma süresinden yararlanıldı. Bu durdurmalar, Global Surveyor yörünge planına, yörüngeye yerleşmeden önce, Güneş'e göre daha iyi bir konuma geçebilecek şekilde, Mars çevresinde dönme zamanı kazandırmak için gerekliydi. (Amaçlanan kutuptan kutuba uçmaktı, Mars'ı aydınlatan öğleden sonrası ışığı, iyi fotoğraflar ve iyi infra-ruj verileri elde etmek ve mükemmel fırsatı sağlıyordu.) 1998'de, manevra dönemleri arasındaki bu birkaç aylık manevra durdurma süreleri, ilk gözlemlerin gerçekleşmesine yaradı. Bu gözlemler çok umut vericiydi.

Global Surveyor, toplam ağırlıkları 75 kg olan altı alet taşıyordu. En ilginci, dahi Michael Malin'in eseri olan üç objektifli kamerasıydı. Büyük açılı iki objektif, doğudan batıyı, birkaç yüz metrelik bir çözümleme ile bütün gezegeni tarayarak, 140° bir görüş açısı sağlıyordu, diğer objektifse, yalnızca 4 ile 5 metre çözümleme ile yakın planları çekmeye yarıyordu.

Micheal Malin'in fotoğrafları, kızıl gezegenin görüntülerinde ilk defa erişilen bir ayrıntı zenginliğini ortaya çıkardı: Bu ölçekte, Mars



6.11- Araştırmacıların Matterhon adını verdikleri, Mars'ın büyük kanyon yarığının Global Surveyor tarafından çekilen fotoğrafı. Bu kayalık dik bayır 1 000 metre yüksekliktedir ve kesitte görünen lav akıntılarının ince dikey yarıklarını sergiler. Bu üçgen duvarın her iki yanındaki küçük vadiler çökelti ile doludur. (Fotoğraf NASA/JPL/Caltech, Malin Space Science Systems.)

üstündeki bir ev bile görülebilirdi. Kraterlerin içine, kanyonların dibine ve akarsu vadilerinin yataklarına yuvalanmış kumul alanları bütün karmaşıklarıyla belirdiler. Schiaparelli kraterinin –ekvatordaki geniş çarpma havzası– yamaçlarındaki akıntı yataklarının teleobjektif le çekilmiş görüntüleri, dünya çöllerinin kurumuş göllerine benzeyen parlak renkli düzlükleri gözler önüne serdi. Ares Vallis üstünden uçarken, Global Surveyor, Pathfinder iniş alanının ayrıntılı fotoğraflarını çekti: Sonda görülmeyecek kadar küçük kalmıştı, ancak bu kez –derinlemesine görüntüyle– uzayan Twin Peaks adacıkları ve yukardaki çarpma krateri hemen tanınıyordu.

Pathfinder gibi Global Surveyor'in de, kızıl gezegenin bugünkü veya geçmişteki yaşam sorununa bir yanıt getirmesi beklenmiyor. Ancak yörüngede yaptığı gözlemler, bazı soruları cevaplayıp sorunu daha iyi anlamamızı sağlayarak, Mars hakkındaki bütünsel bilgimizin te-

mellerini atacak.

İlk şaşırtıcı bilgi Mars'ın manyetik alanıyla ilgili. Bilindiği gibi, ALH 84001 göktaşında Mars mikrofosillerinin bulunduğu açıklandığında, ileri sürülen kanıtlardan biri, Mars bakterilerinin de bazı dünya bakterileri gibi, "pusula" ile yön tayin etmek için, manyetit kristallerini sentetize ettikleri olmuştu. Oysa eleştiriler, hiçbir sondanın Mars çevresinde manyetik alan tespit etmediğine dikkat çektiler, bu da kanıtın gücünü azalttı: Bir bakteri, eğer kullanılacak bir manyetik alan yoksa niye bir pusula imal edecekti ki? Global Survoyer tartışmayı canlandırdı. Sondada, güneş panolarının üst kısmda iki manyometre bulunuyordu. Bu aletler Mars çevresindeki manyetik alandan söz edilemeyeceğini doğruladılar. (Dünyanın ortalama 50 000 nanoteslas'lık manyetik alanına karşı 5 nanoteslas.) Ancak öte yandan Mars'da, gezegenin yeraltında, bölge bölge, "fosil" şeklinde donmuş, geçmişe ait bir manyetik alanın izini ortaya çıkardılar. Dünya'da bu "manyetik bozukluklar" çok iyi tanınır: Bu bozukluklar, oluşum anında mıknatıslanan, yani zamanın manyetik alanını yapılarına "kaydeden" kayaların sonucudur. Bu tür manyetik bozuklukların Mars'ta var olması, kızıl gezegenin de tarihinin bir döneminde güçlü bir manyetik alana sahip olduğunu gösterir. Eğer, aynı dönemde yaşam geliştiyse, McKay ekibinin, ALH 84001'in manyetit kristallerinin biyolojik bir kökenden ileri geldiklerini söylediği gibi, yön tayin etmek için "mikro-pusulalar" üretmeyi yararlı bulmuş olabilirler.

Ama, Global Survoyer sondasının asıl araştırdığı, yaşamın gelişmesinde vazgeçilmez olan, suyun, Mars'ta bulunup bulunmadığı sorusuydu. Gördüğümüz gibi iklim bilimciler, 4 milyar yıl önce Mars'ın daha kalın ve sıcak bir atmosfere sahip olmasının gezegenin yüzeyinde sıvı su bulunmasına izin verdiğini düşünüyorlar. Bazı jeologlar bu su yüzeylerinin, atmosferin karbon gazını, karbonatlı çökelti haline getirip, dipte biriktirerek emmiş olabileceğine dikkat çekiyorlar. Bu karbon gazı azalması, suların üstündeki atmosferi zayıflatmış olmalı ve buna

bağlı olarak ortaya çıkan ısı düşmesi, suyun donması veya buharlaşmasıyla sonuçlanmış olmalıydı. Suyun, yaşama gelişme şansı tanıyacak kadar yeterli süre (onlarca, yüzlerce milyon yıl) sıvı kalması için atmosferin, kayıpları karşılayacak ve su yüzeyleri üstünde doğru ısı ve basıncı sabit tutacak yeni gazlarla devamlı desteklenmesi gerekirdi.

Atmosfer gazlarının bu tür bir yenilenmesi, milyarlarca ton karbon gazı, kükürtdioksidi ve su buharı salan büyük volkan patlamalarıyla mümkün olabilirdi. Global Survoyer kameraları, bu eski döneme ait korkunç hacimde volkan lavı tespit ettiler. Teleobjektifini, Mars'taki Valles Marines büyük kanyonun setlerine yönlendiren tanınmış uydu, en az 5 km kalınlığa ulaşan bir istiflenmenin, üst üste binmiş yüzlerce lav katmanının fotoğrafını çekti. Bunun üzerine volkan bilimciler, o dönemde açığa çıkan lav hacmi tahminlerini on ile çarptılar: Bu dev patlamalarda çıkan gazlar kuşkusuz atmosferi desteklemiş ve sıvı suyun onlarca, hatta yüzlerce milyon yıl var olmasını sağlamıştı.

Geçmiş zamanlardaki bu su örtülerinin yayılma alanları Global Survoyer ile de tespit edildi. Kameralar, geniş göller barındırmış olan çarpma kraterlerinin içinde ve yine onlarca veya yüzlerce metre derinlikte eski okyanusların hayal edildiği, kuzey yarımküre çukurlarının içinde ince kıyı seviyesi çizgileri ortaya çıkardılar. Topografilerini berlirlemek amacıyla, bu çukurlar, Amazonis çukurunda yapıldığı gibi, uydu aracılığı ile laser taramasından geçirildi. Bu çukurların yapıları şaşırtıcıdır: Yüzlerce kilometre boyunca ancak 2 ile 3 metrelik engebe sergilerler. Kuzey Mars ovaları, derecenin onda birinden az eğimleriyle, Dünya okyanuslarının derin çukurları kadar düzdürler. Bunların gerçekten eski deniz dipleri olduklarını söyleyebiliriz.

Global Surveyor'ın verileri arttıkca –görevi 2001 yılına kadar sürecek– Mars gezegeni hakkındaki görüşümüz, gitgide daha çok ayrıntı kazanıyor ve göllerin, okyanusların hayal edemediğimiz kadar daha derin ve daha kalıcı oldukları geçmiş zamanlara ait bir biyolojik etkinliği savunanların lehine gelişiyor..

2000 yılında Mars

Global Surveyor geleceği hazırlıyor. Mars'ın keşfi zaman içinde devamlılık gösterecek. Amerikalıların uyguladığı, on yıl içinde on fırlatma öngören program son derece tutarlı. Her çift sonda, bir sonraki keşif gezileri için veri topluyor. Global Surveyor'ın görevi de, bir sonraki sondaların iniş alanlarını belirlemektir.

1998 Aralığında ve 1999 Ocağında fırlatılacak ikinci Mars uzay gemisi çifti, yeni amaçlar dizisiyle Pathfinder'in ve Global Survoyer'in yerini alacak. Bir öncekiler geçmişe ait bir akarsu etkinliğini kalıntılarını ortaya çıkardılar, ikinci sonda çiftiyse bu suyun evrimi üstünde yoğunlaşacak. Sayısız jeolog bu suyun, birçok kilometre kalınlığa erişen kutup takkelerinde stoklandığını düşünüyor. Bu stokların erimesi milyonlarca kilometre küp suyun serbest kalmasını, bütün gezegenin yüz metre derinlikte bir okyanusla kaplanmasını mümkün kılıyor. Ancak düşük ısılar ve geçerli basınç yüzünden bu kutup suyunun 1 kilo lilometre küpünden azı, mezvsimler boyunca dalgalanmalar göstererek, su buharı halinde ince atmosfere karışıyor.

1998-1999 sondaları, Climate Orbiter'in ve Polar Lander'in görevleri Mars çevresini ve özellikle su çevrimini daha iyi anlamaktır. Gerçek bir meteo uydusu olan Climate Observer, 23 Eylül 1999'da görev başında olacak. Uydu platformu yedek radiometreli, renkli bir kamera taşıyor: Uydudan ufka kadar atmosferi gözleyecek aletin görevi, bir Mars yılı boyunca, yani altı yüz seksen yedi gün boyunca, atmosferin infraruj yansımasını toplayıp, buradan hareketle ısıyı ve toz ile su buharı açısından, yoğunluğu belirlemektir. Climate Orbiter, meteo uydusu olma işlevleri yanında, iniş sondası Polar Lander ile bağlantıyı da sağlamak zorunda olduğundan, iletişim uydusu olarak da görev yapacaktır.

Polar Lander, Viking –1 ve2(1976) Pathfinder'den sonra kızıl gezegendeki dördüncü keşif paltformu olacaktır. 3 Aralık 1999'da güney kutbu yakınına inmesi öngörülüyor. Mars'ın keşif programı verimliliği

ön planda tutuyor ve Polar Lander, Pathfinder tarafından denenmiş ısı kalkanı, paraşüt gibi sayısız sistemi kullanıyor. Buna karşın, inişin en son aşamasında, Viking'ten miras kalan, ters füze ateşlemesi ve üç ayak üstüne yumuşak iniş sistemlerini kullanıyor. Yenilik, 8 000 metre yükseklikte paraşütlerin açılmasından, yere 15 metre yaklaşılıncaya kadar geçen sürede bir iniş kamerasının, iniş alanının on fotoğrafını çekmesinde yatıyor. Bu fotoğraflar jeologlara, yer operasyonu başlatmadan önce, alanı değişik ölçeklerde tanımaları fırsatını verecek.

Polar Lander'ın görevi oldukça özel görünüyor. Sonda, 75°C güney enleminde, kutuba 1 000 km yakına, kutup takkesinin yıllar boyu süren donmasından ve çözülmesinden kaynaklanan çözelti alanına inecek. Araştırmacılar bu çözeltilerin buz içerdiğini sanıyorlar ve araştırmanın amacı, 2 metre uzunluğunda bir kürekle, altında ne olduğunu görmek için yeri kazmak. Mekanik kol bu işi yaparken, kazdığı çukurun içinin fotoğrafını çekecek ve gerekirse çok ince ölçekte katmanlaşmayı ortaya çıkaracak olan, büyülteç görevli makro bir objektifle donatılmış bir kamera taşıyacaktır. Uzmanlar bu yolla, tıpkı jeologların dünyada, kutuplardaki buz katmanlarını ya da göllerin dibine yıl ve yıl çöken çökeltileri inceleyerek dünyanın eski iklimlerini okumaları gibi, Mars ikliminin binlerce yıllık geçmişini öğrenmeyi umut ediyorlar.

Polar Lander, Mars'ta yalnızca fotoğraf çekmeyecek. Mekanik kürek, sondanın içinde ısıtılmış bölümlere yeraltı örneklerini taşıyacak. Salınan gazlar oksijen, karbon gazı ve su buharı içermeleri açısından incelenecek. Böylece kutup çökeltilerinde hapsedilmiş olan uçucu elemanların miktarını ve niteliklerini daha iyi değerlendirebileceğiz. Sonda, bunlardan başka, ısıyı, basıncı, rüzgârın yönünü ve şiddetini, ve atmosferin toz ve diğer uçucu maddeleri barındırma oranlarını ölçerek, bir meteoroloji istasyonunun geleneksel işlevlerini yerine getirecek. Amerikalılar Polar Lander'in,1999 Aralığı'nda 2000 yılının Martı'na kadar, en az üç ay çalışır durumda kalacağını umut ediyorlar.

Sonda ayrıca, inişten önce atılacak iki mikrosondayı da beraberin-

de götürüyor. Bu 2 kilogramlık sağlam sondalar 700 km/saat gibi yüksek bir hızla yere çakılacaklar ve ok gibi yerin içine dalacaklar; yerin 2 metre kadar altına girecekleri sanılıyor. Sondaların, çarpma sırasında bozulmamaları, günlerce yeraltındaki buz yoğunluğunu lazerle ölçmeleri gerekiyor.

Bu veriler, ana modülün mekanik koluyla, daha az derinlikte elde edilecek verilerin tamamlayıcısı olacaklar.

Örneklerin getirilmesi

Böylece, 21. yüzyılın başında iki çift uzay sondası, Mars keşfinin temelllerini atmış oluyor. Mars Pathfinder, bir arazi otomobilinin kızıl gezegen yüzeyinde nasıl ilerleyebileceğini, eski bir sel baskını ovasını keşfederek bize göstermiş oldu Global Surveyor (1997-2000) gezegeni benzersiz bir kesinlikle fotoğraflayarak, laserli altimetresiyle topografiyi saptayarak, infraruj radyometresiyle maden alanlarını ortaya çıkararak, büyük çapta yörüngesel bilgiye ulaşmamızı sağladı. Climate Observer (1999-2001), bulutları ve toz fırtınalarını görüntülüyerek, atmosferi radyometre ile dikkatlice inceleyerek meteo uydusu rolü oynamış oldu ve Polar Lander (1999-2000) güney kutbunun buz tutmuş çözeltilerini araştırarak yeryüzünden katkıda bulundu.

Yeni bin yıl, üçüncü bir Mars sondası salvosuyla açılacak: Mart-Nisan 2001'de fırlatılacak olan yeni filoda üstünde uçulan alanların maden taramasını uzaktan kumanda ile yapan dedektörlü bir servis uydusu (amaç gelecekteki iniş alanlarını saptamak için çökelti ve karbonat içeren alanların tespiti) ve Survoyer tipinde geleneksel bir iniş sondası bulunacaktır. 2002 Ocağı'nda Mars'a inmesi beklenen yeni platform, Sojourner arazi arabasının" Marie Curie" diye adlandırılan geliştirilmiş bir benzerini, kadın meslektaşı gibi sondanın çevresini birkaç metrelik bir yarıçap içinde incelemesi için yüzeye çıkaracak

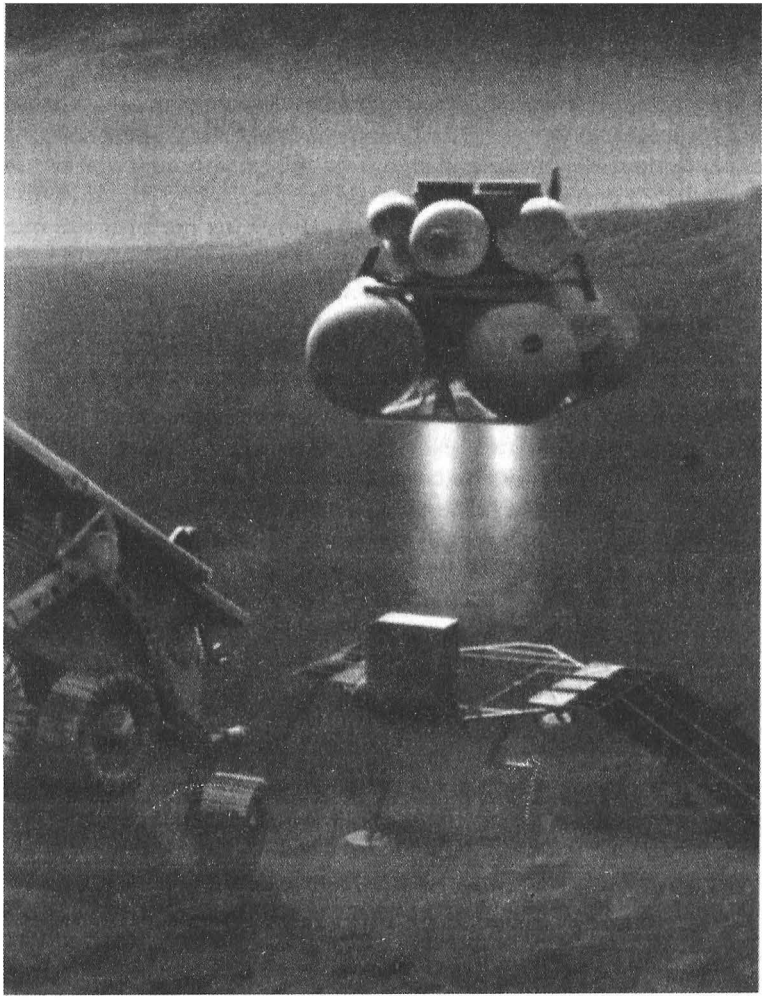
Bu, bir sonraki 2005-2006 görev dönemi sırasında otomatik olarak Dünya'ya getirilmesi beklenen örneklerin, 2003-2004 yıllarında gerçekleşecek iddialı bir programla toplanmasından önceki son tekrar olacak.

birçok kez yeniden gözden geçirilen bu örnek getirme programı, Fransa'nın da oyun alanına girmesinden bu yana uluslararası bir kapsam kazandı. CNES, 2,5 milyar frank düzeyinde bir bütçeyle –bütçeye özellikle bir Ariane-V füzesinin ve Mars-Dünya arasında kullanılacak itici bir katın teslimi dahildir– bu programa katılınca, kızıl gezegenin fethinde söz sahibi oldu.

Fransız ajansıyla, NASA'nın JPL'si tarafından geliştirilen bu iddialı proje iki aşamada gerçekleşecek. İlk etapta, 2003 İlkbaharı'nda fırlatılacak yeni kuşak bir arazi otomobili de taşıyan iniş platformu Mars'a konacak. Arazi otomobilinin görevi kaya örneklerini araştırmak, bunlar arasında fosil yaşam izleri barındıranları toplayarak bunları iniş platformundaki stok çantasına yerleştirmekden ibaret. Çanta dolduğunda, çantayla birleştirilmiş füze Mars yörüngesine yerleşecek.

Projenin ikinci aşaması, çantayı Mars yörüngesinden alıp Dünya'ya getirmekten ibaret. İşte bu aşamada Fransa'nın bilgi ve deneyimini sergilemesi gerekiyor. 2005-2006 Mars penceresi sırasında bir Ariane-V füzesi, örnek toplama görevini başka bir iniş alanında tekrarlayacak olan, NASA'nın yeni bir iniş platformunu, bir arazi otomobili ve yörüngeye çıkış katıyla birlikte Mars'a gönderecek. Demek ki, 1 kilogram ağırlığında kaya taşıyan yeni bir çanta, bir önceki gibi yörüngeye yerleşecek.

Aynı Ariane–V tarafından fırlatılacak, Fransa yapımı başka bir modül, örnekleri Dünya'ya getiren araç görevini üstlenecek. Yeni iniş platformu Mars yüzeyinde çalışırken, Mars yörüngesinde bulunan modül, 2004 uçuşunun örnek dolu çantasını –greyfurt büyüklüğünde bir daire– izleyecek ve lazerle yönlendirilen buluşma sonucunda onu yakalayacak. Sonra zamanı kalırsa, Mars'taki arkadaşının yörün-



§6.12- Marsın keşfinde bir sonraki aşama: Örneklerin otomatik olarak dünyaya getirilmesidir. Öngörülen tarih 2007-2008 yıllarıdır. Yüz kadar küçük kaya ve yer örneği, bir kazıcı ile donatılmış arazi arabası (yakın planda solda) tarafından toplanacaktır. Yük, sondanın yörüngeye çıkma katına teslim edilince, dünyaya dönüş yolculuğu başlayacaktır. (Pat Rawling, NASA.)

geye yeni gönderdiği ikinci çantasının peşine düşecek. Böylelikle bir, hatta iki örnek çantasını alan modül, 2008 yılında Dünya'ya dönüş yolculuğunun sonunda, Dünya atmosferine dalarken giriş kapsülünden kurtulacak ve paraşütle inişe gececek.

Bugünden yarına, operasyonun önünde ayrıntıları değiştirmek için çok zaman var. Ancak temel düşünce iddialıdır ve bize çok şey kazandırabilir. Örneklerin elimize geçmesi Mars çevresi ve jeolojisi modellerimizi gerçekten geçerli kılabilir ve biyolojik belirtileri araştırmamızı geliştirebilir.

Seçilecek yol ne olursa olsun, operasyonun başarısı öncelikle, örnekleri toplamakla yükümlü yeni arazi arabasının sergileyeceği performansa bağlıdır. Sojourner deneyinin ışığında, bu geliştirilmiş arazi arabası çok daha hafif –20 kilogram kadar– ancak onun küçük bir arazi jeoloğu gibi davranmasını sağlayacak bir sürü eşsiz aletlele donatılacağı da gerçektir. Her şeyden önce, Sojourrer'ınkinden dört misli daha verimli, infraruj spektometre yedekli, renkli kamerayla donatılacaktır. Bu aletler arazi arabasının, ilginç kayaları uzaktan belirlemesini ve mineral bileşimlerini değerlendirmesini sağlayacaktır. Bu kayalar belirlendikten sonra onlara göre konumlanacak ve incelemesine eklemli kolunun üstündeki aletlerle devam edecektir. Robot kol ‚makro objektifli bir kamera taşıyacaktır. Optik inceleme 20 mikrometrelik bir kesinliğe sahiptir ve böylece kamera, Allan Hills göktaşındaki kabarcıklar boyundaki küçük mineral pütürleri görebilecektir. Üstelik eklemli kol, gözlemlenen minerallerin niteliklerini açıklamayı ve sıvı suda depolanan karbonatlar ve diğer çökeltiler gibi, özellikle fosil barındırabilecek çökeltileri tanımayı sağlayan bir spektometre taşıyacaktır.

Arazi otomobili, bu gözlemlere dayanarak, şasisinde saklı bir kazıcı sayesinde en iyi örnekleri toplayacaktır. Jeologların, yüzeyden basit bir taş toplama işlemi yerine karmaşık kazma yöntemini seçmelerinin nedeni, yüzeydeki kayaların erozyon yüzünden eskidiklerini,

bozulduklarını ve bu kayaların içerdikleri "yaşamla ilgili" bilgilerin kaybolduğunu bilmeleridir. Oysa kazma tekniği, kayaların yapmacık cilalarını altına geçmeye, Mars atmosferinin oksidan saldırılarından korunan en derin katmanları örneklemeye izin vermektedir. Minyatür kazıcı önceden test edildi: 4 kilogram ağırlıkta olan bu kazıcı bir arazi otomobilinin önüne yerleştirildi ve döndürücü motoru bir kayayı 5 cm delmeyi başardı.

Böylece toplanan örnek –bir tüfek mermisi büyüklüğünde, çapı 1 cm, uzunluğu 2cm– daha sonra arazi otomobilinin "silindir kutu" taşıyıcısına yerleştirilecek ve ana platformdaki çıkış katına nakledilecektir.

Gelecek bize, hangi örnek kutusunun, 2003-2004 arazi aracına ait olanın mı, yoksa 2005-2006 arazi aracına ait olanının mı, ya da her ikisinin mi Mars yörüngesinden alınarak dünyaya getirildiğini söyleyecektir.

İdeal alan arayışı

Yeni arabalar, kontrol merkezindeki uzman jeologların yönlendirmesi altında, kızıl gezegenden getirelecek en ilginç örnekleri bile tespit edebileceklerdir. Üstelik, seçilen alanların, umutları boşa çıkarmaması gerekir. Gelecek uçuşun sorumluları, örneklerde yaşam izleri bulmak istediklerini saklamıyorlar ve en çok umut vaadeden alanın şeilmesi gerektiği düşüncesine sahipler.

San Fransisko yakınındaki, NASA'nın Ames merkezi araştırmacısı Jack Farmer 1990'lı yılların başından beri konuyu inceliyor. Jack Farmer, en çok yaşam izi barındırması olası alanların, başka organizmalar tarafından saldırıya uğrayıp ayrıştırılmadan önce, hızla ince çökeltilerin arasına saklanma zamanı bulabilen organizmaların yaşadığı çökelti çukurları olduğunu belirtiyor. Öte yandan bu çökelti mezarlarının değerli kapsamının süzülen sularla erimemesi için, su geçirmez olmaları gerekiyor. Bu koşullara uyan koruma çökeltileri, silisler, kar-

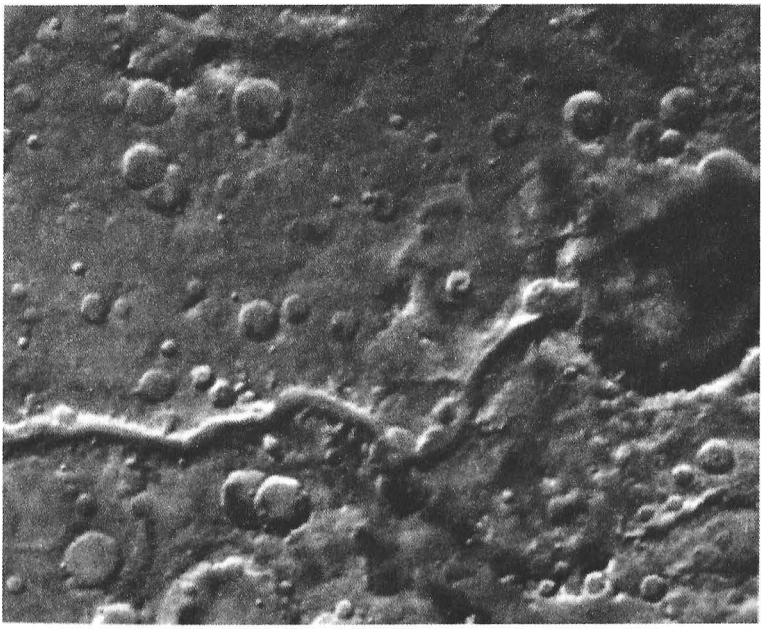
bonatlar ve fosfatlar, kil ve demir oksitleridir.

Demek ki, iniş alanlarını seçmede, yörüngeden uzaktan tespitle çıkartılan maden haritaları –Globl Surveyor'ın çıkarttığı haritalar ve özellikle 2002 yılında yörünge uydusunun çıkaracağı haritalar çok değerlidir.

Bu ayrıntılı verileri beklerken, uçuş sorumluları en ilginç alanlarla ilgili bir önseçim yaptılar bile. Dikkatlerini kızıl gezegenin en eski bölgelerine çevirdiler, çünkü Mars'ta yaşamın filizlenme şansı ancak çok eski çağlarda –4 milyar yıl önce– mümkün olabilirdi. Uzmanlar özellikle yüksek platoları aşındıran eski akarsu yataklarıyla ve özellikle bu suyun toplanmış olduğu havzalarla ilgeleniyorlar. Ayrıca suyu uzun süre barındığı, bazı çarpma kraterleri de bu tür birikim alanlarının arasında bulunuyor. Yine o döneme ait volkanik bölgeler de ilginç. Daha önce gördüğümüz gibi biyologlar, dünya yaşamının, ilk bakterilerin ortaya çıkışlarına ideal bir ortam hazırlayan, erimiş elementler açısından zengin sıcak su kaynaklarında, bu tür bölgelerde filizlendiğinden kuşkulanıyorlar. Mars yüzeyinde de böyle bir çevre aynı sonucu doğurmuş olabilir.

Sonuçta, uzmanlar, akarsu vadilerinde ve volkan alanlarında bulunan yüzey kayaları yerine yeraltı kayalarına ulaşmak isteği içindeler. Eğer yüzey koşulları, oksidan (paslandırıcı) ve yaşama karşı düşmanıysa, yaşam yeraltına, kayaların çatlaklarına, hatta derinliği yüzlerce metreyi bulan yeraltı kaynak sularına yerleşmiş olabilir. Tabii ki arazi arabası, yaşamı aramak için yeraltı tünelleri açacak değil. Bu arada jeologlar, çarpma kraterlerinin, derinlerdeki kayaları yüzeye fırlatarak, bu köstebek rolünü üstlendiklerine dikkat çekiyorlar. Örneğin, 10 kilometre çapında bir çarpma krateri, 1 000 metre derinlikteki örnekleri çevreye saçar.

1998'de resmen kurulan seçim komitesi, gelecekteki fosil araştırmasının iniş alanlarını seçerken işte bu bilimsel kıstaslara uyacaktır. Bu komite aynı şekilde teknik kıstasları da göz önünde bulundurmak



6.13- Geleceğin Mars sondaları, fosil içermeleri en fazla olası, akarsu ve göl çökelti alanlarına ineceklerdir Gusev krateri (sağda) ideal bir alandır: Kraterlerle dolu eski platonun içinden kıvrılarak geçen derin Ma'adim Vallis vadisinin suları buraya boşalmıştır(Fotoğraf NASA/JPL/Caltech).

zorundadır: Alanlar, paraşütün tam anlamıyla atmosferden yararlanabilmesi amacıyla en azından 2 500 metrenin altında (Mars'ın "0" referans düzeyine oranla) bir yükseklikte bulunmalıdır. Öte yandan alanlar, sondanın ve arazi otomobilinin güneş panolarından tam verim alabilecekleri ekvator kuşağında, yani 5 derece kuzey enlemiyle 15 derece güney enlemi arasında yer almalıdır. Araştırmacılar, Ocak 1998'de NASA'nın Ames merkezinde, yaptıkları toplantıda, bilimsel ve teknik kıstasları sınıflandırarak şimdiden altmış alanı seçtiler.

En dikkat çekici öneriler arasında, büyük Ma'adim Vallis nehrinin boşaldığı, 160 kilometre çaplı çöküntü alanı olan Gusev krateri (15°C

güney, 185 °C batı) yer alıyor (bakınız fotoğraf 6.13.) Yüksek platolardan geçen bu 1 000 km. uzunluğundaki, akarsu yatağının, çok çeşitli örnekleri taşıdığı sanılıyor. Yüzlerce metre kalınlığındaki çökelti katmanları kraterin dibini kaplıyor ve küçük bir göktaşı çarpmasının açığa çıkardığı çökelti yığını çeşitli katmanlara ulaşmaya izin veriyor. Burası, Ames merkezinde, Mars taşılgöller uzmanı Fransız Nathalie Cabrol'ün en beğendiği alanlardan biri. Diğer bir büyük akarsu yatağı, Kasei Vallis, Güney-Paris Üniversitesi'nden FramçoisCostard, Jean Pierre Peulvast ve Philippe Masson tarafından öneriliyor. Tharsis volkan platosunun kenarındaki bu alan, akarsu yatağı dibine yuvarlanmış çökeltilerden ve alan yüzeyinde akmış olan değişik lavlardan örnekleme yapmaya olanak sağlıyor.

Amerikalı Virginia Gulick, ise, Gusev kraterinin hemen kuzeyindeki volkan alanı, Apollinaris Patera'yı öneriyor (8° güney, 186° batı). Hidro-termal etkinlikten kaynaklandığı sanılan, üstündeki kanal yarıklarıyla bu lav kalkanının yanında gerçek çökelti plajları bulunuyor. Burası da, biraz daha kuzeyde, büyük bir delta halinde bütün alkarsu yataklarının birleştiği Elysium havzası gibi, fosil aramak için mükemmel koşullara sahip. Nathalie Cabrol ve E. Grin de daha batıda bulunan (5° güney, 223° batı) Gale kraterini öneriyorlar. 140 km genişlikteki bu krater, suların çukuru doldurmak için şelaleler oluşturduğu bir akarsu ve göl etkinliği sergiliyor. Çökelti terasları, sonda ve arazi arabaları için çok elverişli bir iniş alanı oluşturuyor.

Fransızların, gelecek iniş alanlarının seçiminde kendilerini gösterdikleri anlaşılıyor. Mars'ın fethinin bu bir sonraki büyük aşamasını özel bir dikkatle izleyeceğiz, bu aşamayla birlikte daha büyük bir serüven başlayacak: Pilotlu uçuş ve ilk astronotların Mars'a adım atmaları.

YEDİNCİ BÖLÜM

İnsanoğlu Mars'ta

Yeni bin yılın ilk on yılı, hiçbir gecikme yaşanmazsa 2008 yılında, ilk Mars örneklerinin Dünya'ya gelişine tanık olacak. Uzun dönemli tahminlerde bulunmak her zaman tehlikeli sayılsa da, yüzyılın ikinci on yılı, insanoğlunun Mars'a gidişine tanıklık edecek.

Neden Ay değil de Mars? Ay, doğmakta olan uzaybiliminin ilk hedefi oldu, çünkü çok yakındı ve hemen fethedilmeye uygundu. Ay, sembolik önemi dışında –Amerikan– Sovyet rekabetinin bilinen hedefiydi– bilim dünyasında, güneş sisteminin kaynakları hakkında birçok gizin aydınlatılması umudunu uyandırıyordu. Umutlar boşa çıkmadı. 1969'dan 1972'ye, Ay'ın yüzeyini arşınlayan altı Apollo ekibi, Dünya-Ay çifti hakkındaki bilgilerimizde devrim yapan 300 kiloyu aşkın örneği Dünya'ya taşıdılar. Bu örnekler, sistemin doğuşunu ve Dünya'da yaşamın, sayısız çarpma ile kendini belli eden, hangi hareketli ortamda filizlendiğini daha iyi anlamamıza yaradı. Eğer Ay, uzaybilimin geçmesi gerekli bir aşama olsa da, von Braun gibi büyük düşünürler onu Mars'ın fethine hazırlanmak için sadece bir atlama taşı olarak gördüler.

Mars'lılar kulübü

Mars, çok küçük ve atmosferi bulunmayan Ay'dan farklı olarak, in-

sanda yerleşme düşlerini uyandıran, insana uygun bir gezegendir. Mars geniştir: Yüzölçümü, dünyanın bütün kıtalarının toplam yüzölçümüne eşittir. Mars'ın bizimkine benzeyen mevsimleri, gece ve gündüzü vardır. (Halbuki Ay'da buz gibi geceler iki hafta sürer.) Çok küçük olan Aydan farklı olarak Mars bir atmosfere sahiptir: Bugün çok ince olsa da, gelecekte gezegeni yaşanabilir kılmak için kalınlaştırılacağı düşünülebilir. (Bu ileride söz edeceğimiz "dünyalar oluşturma" projesidir.) Sonuçta, Mars devamlı aradığımız dünya dışı yaşama ev sahipliği yapabilir. Mars'tan otomatik sondalarla alınacak ve dünyaya getirilecak örneklerin, kesinlikle yaşam izleri barındırmaması durumunda, araştırmaya devam etmek için insanın kendisinin Mars'a gitmesi gerekir. Mars'ta yaşam bulunması veya bulunmaması gizi, insanoğlu, gezegeni baştan aşağı incelemediği sürece çözüme ulaşamaz: Robotlar bu iş için yetersiz kalırlar.

Dahi yaratıcı von Braun, 1950 yıllarında ilk Amerikan füzelerini geliştirirken, daha o günlerde bile Mars'a yolculuğu düşünüyordu. 1953'te İngilizce yazılmış, *The Mars Project* (Mars'ın Geleceği) adlı kitabı yayınladı, 1960'lı yıllarda bütün benliği ile Apollo programına kendisini adadığında, kızıl gezegen her zaman onun baş hedefi oldu. Von Braun, Ay programı sona erip, NASA gelecek hakkında kendisine sorular sorduğunda, dev projesini NASA'ya sundu. Proje dünya etrafında bir yörünge istasyonu kurulmasını ve istasyonun geniş hangarlarında, Mars'ı fethetmeye gidecek büyük uzay gemisinin yapımını içeriyordu.

Ama olaylar başka türlü gelişti. NASA, uyduları yörüngeye yerleştirilme maliyetini yüz kez azaltacağı kabul edilen, devrim sayılabilecek bir aracın, bir uzay gemisinin yapımına girişti. Sayısız gecikme ve bütçe yetersizliği yaşayan bu iddialı proje, yirmi yıl boyunca uzay ajansının etkinliğinin merkezi oldu. 1970-1990 döneminde hiçbir Mars sondasının ön-proje aşamasını geçememesi bir rastlantıyla açıklanamaz. Bu iddialı projeyi savunanlar sonunda düş kırıklığına uğradılar

(zaten von Braun 1977'de öldü) ve Mars uzmanları, en inatçılarını ayırırsak, mesleklerini değiştirmek zorunda kaldılar.

İnatçı olanlar, kendilerini uzun ve zor günlere hazırladılar. Colorada Üniversitesi'nde astrofizik öğrencisi olan Chris McKay (göktaşı ile ilgilenen David McKay ile herhangi bir akrabalığı yoktur), sorumluluklarının bilincine vararak, 1979 yılında, Mars gezegeninin kolonileşmesi konusunda bir seminer düzenlemeye karar verdi. Profösörleri etkilendiler, diğer öğrenciler heyecanlandılar ve sonuçta ertesi yıl seminer gerçekleşti. Mars'ta yaşanabilir tesisler, gezegeni büyük ölçekte değiştirme stratejileri, solunabilir bir atmosferin yaratılması, tarım ve madencilik gibi konular tartışıldı. Düşünürler, daha uzağı görebilme yararına, kısa dönemli hedefleri es geçtiler.

Cesaretlenen, iddialı McKay ve grubu çevrelerini genişlettiler ve düşüncelerini yaydılar. Chric Mckay ve Colorado Üniversitesi'ndeki meslektaşları, ilk uzay gemisinin havalandığı 1981 Nisan'ında, Rocheuse dağının eteklerinde kurulu Boulder kentinde, Mars'ın Fethi konusunda ilk sempozyumu düzenlediler. Sempozyumun adını, "Mars Davası" ya da " Mars Savunması" diye çevirebileceğimiz "The case for Mars" koydular. Konferans dizisi çok başarı kazandığından, her üç yılda bir tekrarlanmasına karar verildi.

1984'de ikinci toplantı birkaç yüz uzmanı bir araya getirdi. Bu heyecanlı öğrencilere herkes kulak veriyordu. Dinleyiciler arasında, Apollo uçuşları döneminin eski NASA başkanı ve birkaç yıl sonra başkan George Bush'un isteği ile göreve dönen ve Başkan Bush'a projelerini sunmak söz konusu olduğunda, bu ateşli Mars toplantısını hatırlıyacak olan Tom Paine'de bulunuyordu. 1987'de, üçüncü sempozyum iki yüz kadar konferansa, on altı yuvarlak masa toplantısına ev sahipliği yaptı Ulusal ve uluslararası basının önemli temsilcilerini ağırladı.

Her sempozyum sonunda, konferanslar ve çalışmalar, telefon rehberi kalınlığında bir kitapta yayınlandı. Mars hakkındaki düşünceler yavaş yavaş yol aldılar. Konunun meraklıları, posta, elektronik mesaj

ve İnternet yoluyla haberleşmeyi sürdürdüler. Mizahla karışık, Mars kulüplerine "Mars gezegeninin marjinalleri" adını bile koydular.

Reagan-Bush aldatmacası

Bu arada Amerikan hükümeti, uzay gemisi başarısından sonra, teknolojik gücünü ortaya koyacak bir büyüme programını uygulamakta geç kaldı. 1980 yıllarının başında, uzay gemisi programının yöneticisi general Ambramson, kamuoyunun ne düşündüğünü araştırdı. Paris'te, Albert Ducroq'un düzenlediği bir yemekte Fransız kozmos kulubü temsilcileriyle tanıştı. Onlara üç projeden –yörünge istasyonu, Ay'a dönüş ya da Mars'ta insan– hangisini seçeceklerini sordu. Yalnızca Mars'ta insan projesi, uzmanların olduğu kadar geniş halk kitlelerinin de ilgisini çekiyordu.

Neler olduğu biliniyor. Başkan Reagan, daha çok sanayii –asker cephesindeki arkadaşlarının söylediklerine kulak vererek hayalci, Uzay savunması (SDI) ya da Yıldız savaşları girişimini başlattı: Milyarlarca dolar, uydu yok edici silahları, lazerleri, engelleyici füzeleri geliştirmeye ayrıldı. General Abramson, iki süpergüç arasında nükleer savaşı başlatma tehlikesi doğuran, ancak sonuçta Sovyetler Birliği'ni baskı altına alıp onu çökerten, bu geleceği olmayan teknolojik çılgınlığın başına getirildi.

Birleşik Devletler yıldız savaşları hayaline paralel olarak, NASA'nın sivil kaynaklarını yirmi yıl boyunca kurutan, büyük bir uydu istasyonu çalışması başlattı. Ön projelere milyarlarca dolar harcandı ve çalışmalar elle tutulur hiçbir sonuca ulaşamadı. Bu gerçekdışı atmosferde, Başkan Reagan, ikinci görev süresinin sonunda, "önümüzdeki otuz yıl içinde" insanoğlunun Mars'ta olacağı, düşüncesini ortaya attı. İktidarın püf noktasını bilenlere göre, bu kadar uzun soluklu bir programın başkanlık ve siyasal çoğunluk değişiklikleri karşısında hiç yaşama

şansı bulunmuyordu. Ancak burada, amaç da bu değildi zaten. Ronald Reagan ve onu izleyen George Bush, insanoğlunun Ay'a ayak basmasının yirminci yıldönümünde kitleleri şaşıtmak istiyorlardı. O gün George Bush Washington'da Uzay Müzesi merdivenlerinde, büyük bir şamatayla gelecek on yıl içinde insanlığın Ay'da olacağını, sonraki yirmi yıl içindeyse Mars'a gidileceğini açıkladı ve üç ay içinde konuyla ilgili bir raporun hazırlanmasını emretti.

1989'da başkana teslim edilen "doksan gün raporu" –rapora bu ad kondu– bir uydu istasyonu ve Ay tesisi kurulmasını, burada inşa edilecek 1 000 tonluk dev bir füze ile Mars'a gidilmesini öngören gerçek bir saçmalıktı. Bütün bunlar 450 milyar dolara çıkacaktı. Proje, yalnızca Bush'un projeye üstünkörü sahip çıkmasından ya da bir John Kennedy desteğini arkasına almamasından dolayı değil, ama asıl maliyetinin ölçüsüzlüğünden dolayı başarısızlığa mahkûmdu. Kongrede muhalefet, projeyi kolayca yok etti. Projenin, Dünya'yı saran uzayı bir şantiyeye çevirmek isteyen Amerikan hava-uzay endüstrisinin yalnızca, kaymak tabakasına yaradığı açıktı. Üstelik stratejisi bile yetersizdi. Sorumlular, uçuşun süresini sınırlamak isterken tuzağa düşmüşlerdi: Dokuz ay süren bir Dünya-Mars uçuşu sonrasında, astronotlar orada ancak bir ay kalabileceklerdi, çünkü gökyüzü mekaniğinin kuralllarının belirlediği dönüş için fırlatma "penceresi" bu kısa kalma süresi sonunda kapanıyordu (Eğer bu fırlatma penceresini kullanmazlarsa geri dönüş için iki yıl Mars'ta beklemek zorundaydılar.)

Bush planının öngördüğüne göre, gidiş-dönüş yolculuğu bir buçuk yıl sürüyordu, Mars yörüngesinde bir ay ve Mars yüzeyinde de on beş gün kalınıyordu. Bu Christophe Colomb'un Kraliçe Isabelle'den, iki ayda Karaiblere ulaşması için bir yelkenli filosunu finanse etmesini istemesine, ancak orada üç gün kalabileceğini de belirtmesine benziyordu. (Açık söylemek gerekirse, Ay'a ilk pilotlu gidişlerde bu tür kötü bir yol/orada kalma oranı yaşanmıştı: Gidiş-dönüş yedi gün süren uçuşta orada ancak bir iki gün kalınabilmişti.)

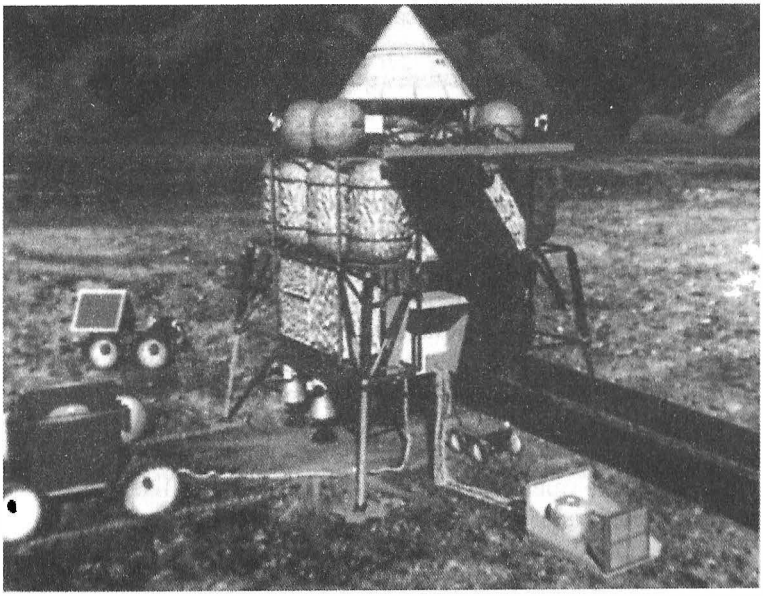
"Doksan gün raporu", mantık eksikliği ve ölçüsüz maliyetlerinden dolayı kongre tarafından kısa sürede reddedildi. 1990 Ocağı'ndan itibaren projenin asla gün yüzü görmeyeceği belli olmuştu ve ilgili taraflar projenin yerine konulacak bir çözüm için kafa patlatıyorlardı. Oysa 1990 Şubatı'nda Martin Marietta şirketinde acele ile düzenlenen bir yuvarlak masa toplantısında, bazı mühendisler Mars'ın fethi konusunda değişik fikirlere sahiptiler.

Dahice bir fikir

Mars'a geleneksel pilotlu uçuş projelerinde, büyük gemileri istenilen hıza ulaştırma için gerekli propergolün ağırlığı hep sorun yaratmıştır. Gönderilen araçlar, ekibi ve aletleri taşımanın yanı sıra, Mars yörüngesine gelişte gemiyi frenleyecek, Mars yüzeyine inişte ikinci defa frenleme yapacak, dönüş yörüngesine girmek için Mars yüzeyinde fırlatmayı gerçekleştirecek kadar yeterli bütün propergolüde taşıyordu. Bütün bu propergol hacmi ve ağırlığı gemiyi 1 000 tonluk bir dev haline getiriyordu. Onu parça parça dünya yörüngesinde üretmek gerekecekti, çünkü elimizdeki füzeler her defasında yörüngeye ancak birkaç yüz ton taşıyabiliyordu.

Oysa, 1989'da mühendis, Jim French tarafından parlak bir fikir dile getirilmişti. Geri dönüş için propergol Mars'ta üretilse nasıl olurdu? Böylece başlangıçtaki bütün zorluklar çözüme ulaşıyordu: Araç bu ağır yük olmadığından önemli bir oranda hafifleyecekti. French, pilotlu uçuştan önce, Mars atmosferinde bulunan gazları kullanarak orada propergol üretecek otomatik bir fabrikanın Mars'a gönderilmesini önerdi.

Martin Marietta'daki yuvarlak masa toplantısında bir mühendis bu düşünceyi daha da geliştirdi. Neden, pilotlu uçuştan önce Mars'a propergol fabrikasıyla birlikte geri dönüş aracı da gönderilmesin?" diye



7.1- İniş bölümüne propergol fabrikası yerleştirilmiş pilotlu bir modülün Mars yüzeyindeki halinin sanatçı tarafından yorumlanması. Tekerlek üstüne yerleştirilmiş nükleer bir jeneratör gerekli elektiriği sağlıyor. Fırlatılma bölümü propegol deposu ile çevrilmiş. Üstte Apollo tipi bir kapsül ekibin dünya atmosferine dönüşünü garantiliyor. (NASA/ JSC, Houston.)

sordu. Bu araç otomatik sistemle Mars'a indikten sonra, propergol ikmali yapar, dönüş için hazır olduğunu bildirince, yalnızca gidiş için tasarlanan çok hafif bir araçla astronotlar Mars'a gönderilirler.

Bu iddialı senaryoyu öneren mühendisin adı Robert Zubrin'di. (Bakınız fotoğraf 7.2.). Martin Marietta'da işe başlamadan önce lisede fen bilimleri öğretmeni olan Robert Zubrin açık düşüncelere ve onları satma yeteneğine sahipti. İşvereninin ve meslektaşı David Baker'in desteği ile Zubrin, birkaç hafta içinde, ekipten önce Mars'a gönderilecek propegol fabrikalı bir dönüş aracı tasarımına dayanan bu devrimci yaklaşımı geliştirmek için işe koyuldu. (Bakınız fotoğraf 7.1.) Mars atmosferinin karbon gazından, birkaç ay içinde elde edilecek olan propergol sıvı oksijen ve metandan oluşacaktı. Araçlar, Mars yö-

rüngesine yerleşmek için motor ateşlemesine gereksinim duymayacaklarından ek bir hafiflemeden yararlanacaklardı. Mühendisler daha o tarihte, birkaç yıl sonra Mars Pathfinder ve Global Surveyor sondaları tarafında başarıyla kanıtlanan manevrayı, yüksek atmosferde sürtünme ile elde edilecek yavaşlamayı düşünmüşlerdi.

Zubrin ve Baker'in senaryosu, Mars yüzeyinde de inandırıcıydı: Astronatlar modülleriyle tam ekipmana sahip diğer bir aracın yanına inerek daha büyük bir güvenlikten yararlanıyorlardı. Böylece Mars'ta kalabilecekleri çift barınağa sahip oluyorlardı. Öte yandan önerilen program her iki yılda bir pilotlu uçuş öneriyordu. Uzay ajansı, birinci ekiple aynı zamanlarda, ikinci ekibin dönüşünü sağlayacak, ikinci bir dönüş aracı gönderecekti. Böylece, yan yana konmuş iki dönüş aracı astronatların emrinde olacaktı. Birincisi propergolle dolu olarak onları bekleyen araç, ikincisiyse kendi dönüş araçları arıza yaptığında kullanabilecekleri bir sonraki ekibin aracı...

Bunun yanında Zubrin-Baker projesinin diğer avantajı, "yerel" kaynakların kullanımını ve yedekleme olanağı sayesinde astronotlara, Mars'ta uzun süre kalma olanağı sağlamasıydı. Gerçekten de, gökyüzü mekanik kuralları ya bir ya da iki yıla yakın bir süre Mars'ta kalmayı öngrüyorsa, iki mühendis ikinci seçeneğin kullanılmasını öneriyordu. Ekip, altı ayını uzayda gidiş yolunda kullanacaktı, dönüş için de altı ay harcayacaktı ve on sekiz ay Mars'ta araştırma yapacaktı. Araştırmacılar, yüzeyde geçirilecek bir buçuk yıllık sürenin Mars'ta en az tehlike içerdiğini düşünüyorlar: Burada astronotlar göktaşlarından, güneş fırtınalarından ve diğer kozmik ışınlardan daha iyi korunacaklar (Mars atmosferi kalkan rolü üstlenecek.) yerçekimi daha kabul edilebilir düzeyde (0,5 G yer çekimi, hiç yerçekimi olmamasından yeğdir) ve barınak açısından en iyi durumda olacaklar. Üstelik, orada geçirilecek bir buçuk yıllık süre (otomobil ve basınç kabini) onlara Mars'ta gerçek bir araştırma yapma olanağı sağlayacaktır.

Bu akıllı srateji daha işin başında önemli tasarruflarla kendini bel-

li ediyordu. Zubrin-Baker planı, aynı sonuca ulaşmak için, Dünya yörüngesinde (hatta bazılarının önerdiği gibi Ay'da) 1 000 tonluk bir aracı birleştirmek yerine, yalnızca 150 tonluk iki araca– pilotsuz dönüş aracı ve pilotlu gidiş aracı– gereksinim duyuyordu. Bu tür ağırlıklar en güçlü füzelerin taşıyabileceği sınırlar içindeydi, (Eski Satürn V, Rus füzesi Energya ya da uzay gemisinin bir benzeri) bu sayede dünya yörüngesinde yapılacak pahalı parça parça birleştirme işlemine gerek kalmıyordu. Zubrin ve Baker bu programın otuz milyar dolara, Reagan-Bush hayalci projesinden on beş kez daha ucuza mal olacağını hesapladılar. Geriye baştaki ilgilileri, NASA'yı ve hava-uzay endüsrilerini, girişimlerinin doğruluğu konusunda ikna etmek kalıyordu.

Robert Zubrin'in mücadelesi

20 Nisan 1990'da Zubrin ve Baker, zamanında von Braun'un yönneticisi olduğu ve Apollo uzay gemisi ve yörünge istasyonu programınlarını üreten, NASA'nın gergin merkezi Marshall Space Flight Center'ın üst düzey yetkileri ile görüşmeye, Alabama'daki Huntsville'e gittiler. Zubrin ve Baker, genç arkadaşlarına yalnızca önerilerde bulunmayı düşünce şekli olarak benimsemiş önemli kişiler tarafından soğuk karşılanacaklarını bekliyorlardı. Oysa tam tersiyle karşılaştılar: Marshall Center mühendisleri anlatılanları ilgi ve hayranlıkla dinlediler. Bir hafta sonra, "Mars davası"nın dördüncü ismi Boulder'den, sempozyuma katılmaları konusunda sıcak bir davet aldılar. Konuşmalarını yalnızca uzmanlar değil, kamuoyu ve basın da izledi ve herkes önerilerinin doğruluğunu ve yürekliliğini anladı.

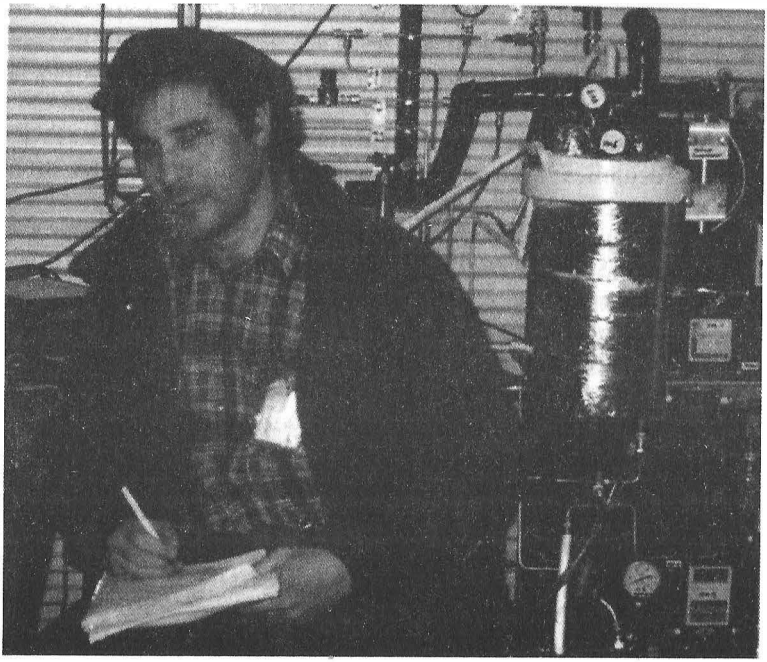
NASA'yı ikna etmek için de zaman gerekliydi. Martin Marietta'da Zubrin'in bazı üstleri gibi NASA'da da bazı ikinci plandaki uzmanlar, bütün hiyerarşilerde rastlandığı üzere onu kıskandılar ve bilgileri üstlerine iletmeyi geciktirdiler. Uzay istasyonu sorumluları tedirgin oldu-

lar: Onlar, dev projelerini doğrulamaya ve bütçe kısıtlamalarını aşmaya uğraşırken, iki "amatör" Dünya-Mars uçuşunun onlarsız ve çok gülünç bir bütçeyle yapılabileceğini ileri sürerek, onları devre dışı bırakıyordu. Neyse ki, 1992'de NASA'nın genel bölüm başkanlığı yardımcılığına yeni atanan Mike Griffin, iki mühendisin önerilerine kulak verdi. Mike Griffin, NASA genel başkanı Goldin'in yanında konuyu açarak bilgilenmesini sağladı. Goldin Zubrin-Baker planına hayran kaldı: Yeni çözümlere dayanan bu zekice kotarılmış düşünce, NASA'da yerleştirmeye çalıştığı devrimci yönelmeye tanmamıyla uyuyordu.

Uzay Ajansı, 1993'te ilk somut adım olarak, Mars yüzeyinde otomatik olarak gerçekleştirilecek propergol üretiminin küçük bir örneğini kanıtlamaları için Zubrin ve Baker'a 47 000 dolarlık mütevazı bir ödemede bulundu. Tasarımcılığı kadar yaratıcılığı da üst düzeyde olan Zubrin, kısa sürede sonuca vardı: Üç ayda laboratuvarın inandırıcı bir prototipini ortaya çıkardı. Aygıtın ağırlığı 20 kilogramdı ve karbon gazından yarım ton propergol elde etti.

Yöntem basitti, ama hemen akla gelir cinsten değildi. Mars atmosferindeki karbon gazı –ne kadar az olursa olsun– basit bir emici haznede toplanabiliyordu (pompa kullanmayarak arıza tehlikesinden sakınmak mümkündü.) Zeolit mineralleri gibi bazı maddeler gerçekten sünger işlevi görerek, ağırlıklarının yüzde 20'si kadar karbondioksidi emebilirler. Isıtılarak bir kompresöre gönderilen karbon gazı sıvılaşır ve saflaşır. Daha sonra sıra asıl kurnazlıktadır. Karbondioksit dünyadan getirilmiş olan hidrojenle karıştırılır. (Hidrojen hafif olduğundan dünyadan getirilmesi zorluk çıkarmaz). İki gaz tepkimeye girer: Atomları erirler su ve metanı oluşturmak için yeniden birleşirler. (Tepkime şu şekilde yazılır $CO_2 + 4H_2 = CH_4 + 2H_2O$. Tepkime nikel gibi bir katalizör gerektirir.)

Bu Sabatier tepkimesidir (19. yüzyılda tepkimeyi bulan Fransız kimyacısı Sabatier'in adını taşır.) Bu kimyasal tepkime, ısı üretmesi açısından da ilginçtir. (Isıveren tepkime diye adlandırılır.) Elde edilen



7.2- Robert Zubrin Denver'deki laboratuvarında çalışırken. Mühendis, Mars'ta, kızıl gezegenin atmosferinden faydalanarak propergol üretecek minyatür bir fabrika geliştirdi. Bulduğu teknik Mars'a pilotlu yolculuğun maliyetini on misli azaltıyor. (Robert Zubrin'e fotoğraf için teşekkür ederiz.)

ısı başka kimyasal tepkimeleri gerçekleştirmek veya elektrik üretmek için kullanılabilir. Açıklamakta olduğumuz Mars'taki üretim zinciri daha sonuçlanmadı. Bir haznede stoklanan metan, istenilen yakıt olsa da, su, birleştiği cismi yakan maddeyi sağlamak için ek bir işlem aşamasından daha geçmek zorundadır. Bu amaçla "servis-istasyon" suya, onun iki elemanını, oksijeni ve hidrojeni ayrıştıracak elektrik gücü uygular. (Elektroliz işlemi.) Hidrojen birleştiği cismi yakan madde olarak stoklanır, füze motorlarında metanın yakılmasında kullanılacaktır. Hidrojene gelince o, Sabatier tepkimesini devamlı beslemek için, üretim zincirinin başında yeniden dönüştürülür.

Bütün bu sistem, günümüz teknolojilerine göre şaşırtıcı derecede

basittir. Zubrin, Sabatier tepkimesi çin, 1 metre uzunluğunda, 12 cm genişliğinde iki veya üç çelik tüp, katalizör olarak da nikel önerdi. Karbon gazı tüpün bir ucundan verilir, öbür uçtan metan ve su elde edilir. Suyun elektrolizine gelince, nükleer denizaltılarında daha önce test edilen kompakt çekirdekler tarafından sağlanır. Zubrin'in hesaplarına göre, Mars'a yerleştirilecek birkaç on kiloluk bir servis istasyonu, tesis otomobilleri için birkaç ton yakıt, ekip için su ve oksijen dahil olmak üzere, dönüş yolculuğunda kullanılacak 100 ton propergolü sağlayabilir.

Mars'ta servis istasyonu ilkesi sayısız avantajlar sunmaktadır. Önerilen propergol –metan ve oksijen– basit ve verimlidir: Birçok füze motoru artık kerosen ve oksijen kullnmaktadır. Onları biraz değişikle metan kullanımına uydurmak yeterli olacaktır. Mars arabalarında, yüksek ısılarda yanıp motorlarını yakmaması için, metanın yoğunluğunu karbon gazı ile azaltmak söz konusudur.

NASA, 1993 İlkbaharı'nda Zubrin'in planını onayladı. Zubrin'in senaryosu, pilotlu uçuşlardan sorumlu Houston Johnson Uzay Merkezi tarafından ayrıntılı olarak incelendi. Merkez birkaç küçük değişiklik yaptı. Robert Zubrin, Mars yörüngesine yerleşmeden otomatik bir iniş ve yine Dünya'ya doğrudan bir dönüş önermişti. Johnson Uzay Merkezi'nin değiştirilmiş şeklinde, porpergol fabrikasının gerektirdiği gücü azaltmak için, bir yörünge aşaması eklendi. Mars'ta üretilecek propergol, bütün dönüş yolculuğunun itme gücü yerine yalnızca Mars yörüngesine çıkışta kullanılacaktı. Daha önceden Dünya'dan gönderilecek, propelgol gazı taşıyan üçüncü bir araç, astronotları Dünya'ya getirmek için Mars yörüngesinde bekleyecekti. İki yerine üç araçlı bu planla, Mars'a pilotlu uçuşun maliyeti otuz yerine elli milyar dolara yaklaşacaktı. Ne olursa olsun, NASA'nın projesinin temelini oluşturan Zubrin'in devrimci düşünceleriydi ve bu proje 1994'te "referans uçuşu" adı altında kamuoyuna açıklandı.

Mars'ta altı insan

Bu çalışmaya göre, ulusal veya uluslararası düzeyde karara varıldıktan sonra, Mars'a pilotlu uçuş kısa sürede gerçekleştirilebilir. Önerilerini somutlaştırmak için raporu yazanlar, hiç ara vermeden, şimdiki (1998-2008) otomatik uçuş kuşağına eklenen, 2007'de işlemeye başlayacak bir senaryo belirlediler.

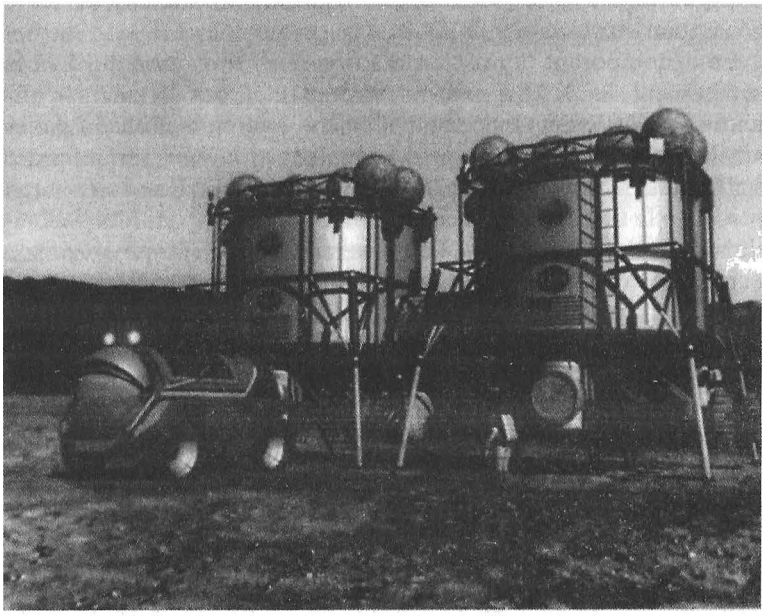
NASA, Mars uçuşunu ayrı ayrı fırlatılan üç modüle bölerek, şu aralar geliştirdiği ve 2007 yılına kadar mükemmelleştireceği "yarı-ağır" fırlatıcılarla amacına ulaşabilir. Önerilerden biri uzay gemisinin bugünkü motor sistemine ekleme yapmaktır. Diğer bir öneri SSCB sonrasında Amerikalılarla birlikte geliştirilen Energya füzesine başvurmaktır. Öneriler arasında, Avrupa'nın Ariane deneyiminden yararlanarak işbirliğine gitmek de bulunuyor.

Seçilecek yol hangisi olursa olsun, Mars füzesi, Dünya yörüngesine, bir Mars modülünden ve onu Mars'a götürecek iticiden oluşan 200 tonluk yükü yerleştirecebilecektir. Bu itici için NASA yeni bir adım atmayı planlamaktadır: 1960 yıllarında Birleşik Develetler de test edilmiş olan bir teknolojiye dayalı, nükleer bir motor önermektedir. Bu yöntemde, hidrojen radyoaktif uranyum çekirdeğinin içinde dolaşımla yüksek ısıya ulaşıyor ve yüksek hızlarda dışarıya püskürtülüyor. Nükleer teknoloji zamanında hazır olmazsa, günmüzün motorları da bu işi başarabilirler.

İster kullanımdaki teknoloji, ister nükleer teknoloji olsun, bu Dünya Mars katı, gereken 100 tonluk yükü kızıl gezegene götürmeli. "Referans senaryosunda", 2007 yılında fırlatılacak ilk üç yük de, ekipsiz araçlardan meydana gelecek: İlki, Mars'a otomatik olarak inecek bir barınma birimi, bir laboratuvar, bir elektrik santralı, mühimmat ve gelecek ekibin kullanacağı bir otomobilden oluşuyor. İkincisi, barınma biriminin tepesine konulacak olan, propergol taşımayan, ama onu üretecek bir fabrikası olan bir yükselme katı. Üçüncü ve sonun-

cusu Mars yörüngesine yerleştirilecek kendi propergolüne sahip dünyaya dönüş modülü.

Zincirin bütün halkaları yerli yerinde ve işler yapılırken Ekim-Kasım 2009 fırlatma penceresi sırasında yeni bir fırlatma salvosu gerçekleştirilecek. İlk iki gemi yine insansız, yedekleme için göderilecek barınma birimleri olacak: Böylece Mars'a, birincisinin yanına inecek olan, yörüngeye çıkma modülü gönderilecek. Bir adet dünyaya dönüş modülüyse ikizi gibi Mars yörüngesine yerleşecek. En sonunda 2009 Kasımı ortasında altı kişilik ekip, barınma birimi tipinde bir modülle, daha önce gönderilmiş modüllerin yanına inmek için Mars'ın yolunu tutacak.



7.3.- Mars'ta ilk yer istasyonu. Çalışılan senaryo astronotlar için kalacak yedek yer sağlamak üzere yerleşim birimlerinin yan yana konulmasını öngörüyor. Basınçlı uzay arabası (yukarıda) benzer şekilde, gövdede sorun olması durumunda barınak görevi yapabilir. Bir haftalık yolculuklar şimdiden beklenebilir. (NASA/JPL)

Pilotlu uçuş, kullanılacak modül itme gücüne ve fırlatma penceresinin durumuna göre dört ile altı ay sürecek. Bu süre, NASA'nın, yapay bir yerçekimi sistemi geliştirmesine izin vermesi acısından oldukça kısadır. (Örneğin bir merkezkaç gücü yaratarak.) Mir yörünge sitasyonundan kazanılan deneyim, insanın bu süre de yerçekimsizliğin yarattığı zararlara alışabileceğini gösterdi. Buna karşın, güneş partiküllü fırtınalarının ve kozmik ışınların daha fazla tehlike doğuracağı sanılıyor. Bu bombardıman, gezegenlerarası uzayda, astronotların, Dünya'nın manyetik kalkanıyla korundukları yeryüzüne oranla daha yoğun olacaktır. Yine de, ekibi, nükleer iticiden korumakla görevli kalkan aynı zamanda Güneş'in zararlarına ve tehlikeli ışınmalara karşı koruma sağlayacaktır.

Diğer bir kalkan, ısı kalkanı da Mars'a yaklaşma sırasında frenleme rolünü üstlenecektir. İlk aşamada, atmosferin üst katmanlarına teğet bir yaklaşma, kızıl gezegenin çevresinde yörüngeye yerleşmek için gerekli hız kesmeyi sağlayacaktır. İkinci aşamadaysa sistemlerin ve iniş alanı meteoroloji koşullarının incelenmesinden sonra, kısa bir ters füze gücü ile iniş başlayacaktır. İlk ekip, daha önceden inmiş iki modülün radyo işaretleri yardımıyla, her şey yolunda giderse Haziran 2010 yılında Mars'a inecektir.

Kırmızı toz tabakası yere çökünce, ekibin altı erkek ve kadını, iki yıldır onları bekleyen, bu arada da propergol üretmiş olan yörüngeye çıkış katını ve yine iki yıl önce inmiş olan barınma birimi— laboratuvarı görecekler. (Tabii büyük bir rahatlama hissederek, çünkü yaşamları barınma birimlerine bağlı olacak.) İki ay sonra, kendilerinden birkaç hafta önce yola çıkan, ancak "yüklere" ayrılmış başka bir yol izleyerek Mars'a ulaşan, ikinci yörüngeye yükselme katının iniş alanına konduğunu görecekler. (Birinci yörüngeye çıkış katı arızalanırsa bunu kullanacaklar.)

İlk altı astronot Mars'ta gerçek bir yerleşme birimini seyredecekler: Barınma birimleri, kullanım alanlarını iki misline çıkaracak olan laboru-

tuvar birimine bağlı olacak. (Modüller birbirlerine yakınlaştırılabilecek şekilde tekerlek sistemliler.) Her barınma birimi 5 metre çapında, iki katlı ve 3 metre tavan yüksekliğine sahip. Demek ki ekip, mütevazı bir daire boyutları olan 70 m^2'yi paylaşacak. Ayrıca uzay elbiseleriyle "mahallelerinde" dolaşmalarını saymazsak bile dört kişinin barınabileceği normal basınçlı arazi otomobilleri de var. (Bakınız fotoğraf 7.3.)

Büyük bir keşif programı

Astronotlar Mars'ta beş yüz gün geçirecekler. Yararlı bir çalışma yapma süresine sahipler. Bu çalışma, on gün ve 500 km'lik özgürlük sağlayan normal basınçlı bir arazi arabası sayesinde (uzay elbisesi olmadan kullanılıyor) alanın keşfini içeriyor. Öte yandan, Apollo uçuşunda kullanılanın benzeri iki küçük "açık" arazi arabası, uzay elbisesi kullanılarak yapılacak, üssün 10 kilometrelik yarı çemberi içindeki gezintileri kısaltacak.

Keşif, jeoloji, iklim ve biyoloji alanlarında yürütülecek: Projenin sorumluları, fosil yaşam biçimlerinin araştırılmasının –örneğin yarların yamaçlarında bulunan çökelti tabakaları– programın başlıca amaçlarından biri olacağını saklamıyorlar. Olası yeraltı sularını bulmak için kullanılacak radarlarla sıvı suyun araştırılması da çok önemli bir uğraş oluşturacak ve sıvı su sözünü kullanan herkes Mars'ın yeraltında bir yaşam olasılığından söz ediyor demektir.

Görüldüğü gibi, astronotların Mars'ta yapacak çok işleri olacak. Herhalde ilk iki veya üç günlerini iniş alanını düzenlemekle, aletleri indirmekle, diğer modülleri kontrol etmekle ve üssün birkaç yüz metre ilerisinde, otomatik bir arazi otomobiline yerleştirilmiş 160 kilovat güçündeki elektrik santrallerinden birini üsse bağlamakla geçirecekler. Bu ana elektrik gücü, radyoaktif madde çubuklarının ısı kaynağını kullanan atom pilleri tarafından sağlanacak. Güneş enerjisiyse,

gezegenin güneşe olan uzaklığından ötürü (Mars'ta Güneş ışınlarına maruz kalma Dünya'ya oranla yarı yarıya daha azdır) çok kısıtlı bir verimliliğe mahkûmdur. Bu arada barınma birimlerinin, ek enerji için güneş panoları bulunacaktır.

Üs bir kez kurulunca keşif gezileri artık başlayacaktır. Önce alanın yakınlarına daha sonra da, normal basınçlı arazi otomobili ("istasyon -servisi" tarafından beslenecektir) ile daha uzaklara gidilecektir. Her keşif gezisinden dönüşte astronotlar bir ay boyunca, getirdikleri malzemeleri, barınma–laboratuvar biriminde analiz edeceklerdir. Uzmanlıklarına göre, jeoloji, biyoloji, paleontoloji alanlarında yürütecekleri çalışmalar hangi örneklerin daha derin inceleme için dünyaya götürüleceğini ortaya çıkaracak ve bir sonraki keşif gezisini yönlendirecek bilgileri sağlayacaktır.

Yüklü çalışma takvimleri belirlenirken astronotlara dinlenme süreleri de verilmiştir. Referans planı, hafta da altı gün, gün başına yedi saat mesai ve her üç ayda bir, bir hafta tatil öngörmektedir. Kırmızı gezegende "tatil" düşüncesine gülünebilir, ancak bu süreler çok değerlidir. Bu rahatlama, gevşeme süresi, psikolojik katkısı yanında, astronotların eşsiz deneylerini daha iyi anlamalarını ve onu doyasıya yaşamalarını sağlayacaktır. (Astronotlar geçmiş uçuşlar sırasında hissettiklerini özümseyecek boş zamanları bulunmamasından yakınmışlardır.) Bu boş zamandan bütün insanlık yararlanılacaktır. Çünkü biz onlarla iletişim halinde olacağız, bize yazacaklar, resim yapacaklar ve televizyonla bize ulaşacaklar. serüvenin iyi bir şekilde medyalaştırılması çok önemlidir: Bu tür bir programın başarısı, kamuoyunun göstereceği ilgiye bağlıdır. Mars gezegeninden canlı yayın haklarının satışının gelecekteki Mars yolculuklarının finansmanında büyük bir rol oynamayacağını kim söyleyebilir.

Ekip, Ekim 2011 tarihinde, yani gezinin bitiminde tesisi beklemeye geçirecek ve 30 ton propergolü Mars'ta üretmiş olan yörüngeye çıkış katında yerini alacak. Metan ve sıvı oksijenle çalışan iki motoru-

nun ittiği yörüngeye çıkış katı birkaç dakika içinde, Dünya'ya dönüş modülüyle buluşmak için Mars yörüngesine erişecek. Ekip modüle geçtikten sonra, modül, altı ay sürecek geri dönüş yolculuğu için motorlarını harekete geçirecek. Astronotlar Apollo tipi kapsülle, 2012 İlkbaharı'nda son atmosfer dalışına geçeçekler. Astronotlar, her şey yolunda giderse, kızıl gezegendeki nöbeti devralmak için yola çıkan ikinci ekibi birkaç hafta farkla kaçırmış olacaklar.

Pilotlu uçuşa hazırlık

NASA, 2009-2012 yılları arasında gerçekleşecek pilotlu uçuşla birlikte, "referans programı sayesinde on yıldan kısa bir sürede büyük bir Mars programını, Apollo esprisi içinde gerçekleştirmenin olası olduğunu ispatlamayı umuyor. Belki de, bu ilk insanlı uçuş 2012-2014 ya da 2014-2016 yılları arasında hayata geçirilecek. Karar ekonomik ve politik özellikler taşıyor. Çünkü, gerçekte pilotlu uçuşa teknolojik bir engel ortada görülmüyor. Mars modülünü transit katlarıyla birlikte yörüngeye oturtacak ağır bir fırlatıcının, var olan füzelerden hareketle üretilebileceğini sizlere söyledik. Ekip açısından, altı ay sürecek yerçekimsiz uçuş da gündeme bir zorluk getirmiyor. Mars'ın yüksek atmosferinde hava freniyle hız kesme teknikleri, Global Surveyor gibi otomatik sondalarla inceleniyor. Geriye, propergol'ün Mars'ta üretilmesi kalıyor ki, bu bilinmeyen risk de ortadan kalkacak.

Amerikalılar yeni çözümleri denemek için otomatik sonda programlarına güvenebilirler. Bir sonraki Mars-Surveyor sondaları –ilke olarak 2001 yılında fırlatılacak olanı– Zubrin tasarımına uyan "mahallinde" propergol üretimi fabrikasının bir prototipini taşıyacak. Aynı zamanda NASA, bazı Mars sistemlerini deneyebileceği, inşa halinde bir yörünge istasyonunu elinin altında bulundurma şansına ya da şansızlığına da sahip. Olayın şanslı yönü, uzun zamandır bir var olma ne-

deni bulunmayan bu istasyonun, bundan böyle geç de olsa, Mars barınma modüllerinin testine ve astronotları uçuşa hazırlamaya ayırabilecek olmasıdır. Bu modüller bütünüyle istasyona uymaktadır. NASA, 2003 yılından itibaren, istasyonun standart barınma modülünü, mimarisini denemek için, bir Mars barınma birimiyle (7,5 metre çapında, 8 metre yüksekliğinde) değiştirmeyi planlıyor. Öte yandan, istasyonda, kapalı ekoloji sistemlerini, yani su ve havanın yeniden üretim çevrimlerini, geleceğin Mars'ta yaşayacak ekiplerine oksijen ve besin sağlayacak olan bitki üretimini test etmek söz konusudur. Şansızlıksa, yörünge istasyonunun bir para tuzağı oluşudur. Bütçe açıkları, Mars sondalarından başlamak üzere, NASA'nın diğer programlarıyla kapatılacaktır.

Kızıl gezegene bu kurallı yaklaşımda, Avrupa'nın elinde kullanacağı bir kart bulunmaktadır. Şimdiye kadar Mars'ın fethinde şansını kullanamadı. Fransa dahil üye ülkelerce üretilen çok mükemmel araçlar Mars-96 Rus sondasının Dünya atmosferinde düşmesiyle yok oldu. Avrupa öncelikli durumundan yararlanamadı. Avrupa Uzay Ajansı (ESA), kızıl gezegeni, her defasında, dev gezegenler, kuyrukluyıldızlar gibi diğer amaçlar lehine arka sıralarda tuttu. Tabi ki her şey birden yapılamaz. Yine de 21. yüzyılda Mars gezegeninin uzayın fethinin odak noktasını oluşturacağı çok açık. Şimdi zaman yitirmek, yarının büyük serüveninde kendini kenardaki bir iskemleye mahkûm etmek anlamına gelir

Mars yörüngesine bir gözlem platformu yerleştirerek ve Mars yüzeyine bir modül göndererek birkaç kilogramlık yararlı ağırlıkla, biyoloji ve jeoloji deneyleri yürütmeyi hedefleyen Mars-Ekspres projesini destekleyenler bunun farkındalar. Öte yandan ESA ve Fransa, Amerikalılara 2005 yılındaki Surveyor uçuşu için, Ariane-5 füzesini fırlatıcı olarak pazarlamaya çalışıyorlar. Karşılığında, Avrupalı bilimadamları otomatik sondanın getireceği örnekleri inceleyebilecekler.

Pilotlu uçuş ne olacak? Avrupa'nın ve üye ülkelerin, Avrupa yapı-

mı Spacelap ve Rus Mir istasyonunda astronotların geçirdikleri binlerce saatten kaynaklanan, takdir uyandıran deneyleri bulunuyor. Öte yandan, araştırmacılarının küçük bir kısmı, bunun için bazen Birleşik Devletler'e göç etmek zorunda kalmış olsalar bile, Mars gezegeni üstünde uzmanlaşmış konumdalar. Fransız Nathalie Cabrol ve Pascal Lee araştırmalarını, San Francicko yakınında, NASA'nın Ames merkezinde sürdürüyorlar. Nathalie Cabrol, Mars kraterlerinin ve onların sıvı su tutma özellikleri konusunun uzmanı (bu tür taşıl dönem göllerinin barındırabileceği bütün biyolojik zenginlikler dahil olmak üzere). Pascal Lee de kuzey kutbu ve Antarktika'da, Mars çevre koşulları ve jeolojisiyle paralellik kurulabilecek sayısız keşif gezisi deneyimine sahip. 2010 yılının şafağında, Mars'a gidecek ilk ekip kurulurken bu tür araştırmacılar ekipte yerlerini alabilirler.

Aslında, Mars'ın keşfi uluslararası olmalıdır. Sagan, 1980'li yıllarda, soğuk savaş sırasında, Mars'ın keşfinde, iki süper gücü (Birleşik Devletler ve SSCB) ortak bir projede birleştirme fırsatının saklı olduğunu görüyordu. Bugün de harekete geçirici güç daha çok ekonomik kökenli olacaktır. NASA, birçok on milyar doları aşan programları yürütmede uluslararası ortaklara ihtiyaç duyacağını biliyor. Ayrıca içte çok zeki bir planı uygulamak da söz konusu: Amerikan kongresinin uluslararası anlaşmalara dayalı bir programı baltalaması, ulusal bir plana oranla daha zordur.

Bu açıdan bakıldığında, NASA başkanı Goldin, daha şimdiden Ekim 1997 sırasındaki bir gezide Avrupa ile diyaloga girdi. Almanlar önerilere kapalı olduklarını söylediler, ancak İtalyanlar ilgilendiler. Fransızlara gelince, bakanları Claude Allègre'nin ağzından, pilotlu uçuşlardan daha çok otomatik uçuşlarla ilgilendiklerini açıkladılar ki, bu bir bakıma geleceğe ipoteklemek anlamına geliyordu. Ancak Fransa'nın politikasını gözden geçirmesi için hükümet değişikliği yeterlidir. Eski Uzay ve Araştırma Bakanı Hubert Curien'nin, pilotlu Mars uçuşları konusunda söylediği gibi "Göreceksiniz, gideceğiz. İnsanlık

böyle bir meydan okumaya dayanamaz. Tersini düşünmek dünyalıların tutkularının iflası anlamına gelir."*

Mars kolonileri

İlk Mars üssü –ister 2008 yılında, isterse daha sonra oluşturulsun– bu tutkulara yanıt verecek bir alanda kurulacaktır. Bu tutkular iki türdür: Mars'ta şimdiye ait yaşam biçimi veya geçmişe ait (fosil) yaşam bulmak ve kendi yaşamımızı oraya yerleştirmek, yani gezegeni kolonileştirmek. Alan seçimi bu iki kurala uyacaktır ve bu alanın ekvatora yakın (iyi Güneş gören bir yer), yararlı bir atmosfer basıncı sunan bir havzanın dibinde (inişlerde paraşütlerden kolayca yararlanılacak bir yer) bir alan olacağı konusunda bahse tutuşabiliriz. Bu teknik kıstasların dışında, sorumlular oylarını, keşif yapılabilecek bir çeşitlilik sergileyen, örneğin fosil yaşam aramaya uygun karbonatlı çökelti alanları veya yeraltı sıcak sularının bulunabileceği genç volkan alanları lehine kullanacaklardır.

Mars'ta yaşamın varlığı kesin olmasa da, günümüzde yaşamın yerin binlerce metre altına, suyun sıvı ve sıcak kaldığı yerlere sığınmış olabileceğini ileri süren düşüncelerden söz ettik. Mars astronotlarının, bu yeraltı sularını aramak için, daha pratik kaygılardan kaynaklanan başka nedenleri olacaktır. Bu suya hem hayatlarını sürdürmek, besinlerini sağlamak hem de elektrik üretimi ve sanayi için gereksinim duyacaklardır. Atom pilleri verimlidir, jeotermik enerji de daha da verimlidir. Jeotermik bir santral, 1 megavatlık enerjiyi, birkaç ayda kurulabilecek bir tesisle sağlar. (Dünyadan taşınacak atom pilinin sağladığı enerjinin on katını.) Doğal olarak kazı yapmak gerekir. "Yeni" bir volkanik alanda bile, sıcak su örtüsü kuşkusuz 3 ile 4 bin metre derinlikte bulunacaktır. Ancak astronotların etkin aletleri olacaktır:

* Alıntı yapan Paul Dufour, *Ciel et espace* (Gökyüzü ve Uzay) dosyası, Aralık 1997.

Arazi otomobilinin motoru bir kuyu açabilir, tribünler ve borular Dünya'dan getirilecektir.

Böyle bir endüstri, bugün size ütopik gelse bile, gezegeni koloni-leştirmek isteyen herkes için geçilmesi zorunlu bir aşamadır. Derinlerden elde edilecek su koloniyi besleyecek ve Mars mikroorganizmalarının bulunup bulunmadığına kesin bir yanıt getirecektir. Suyun filtre ve analizini, tek bir astronotun yapabileceğine bahse girebiliriz.

Mars kolonize edilebilir. Mars kolonize edilecektir. Bu yalnızca bir zaman sorunudur. Gezegenin ekonomik yarar sunmadığından kuşku duyulabilir, ancak gerçek, kızıl gezegenin iki bakımdan ilginç olduğu yönündedir. Gezegen öncelikle kendi kaynakları açısından ilginçtir. Mars, daha önce de belirttiğimiz gibi, dünyanın bütün kıtalarının toplam yüzölçümüyle kıyaslanacak bir yüzölçümüne sahiptir. Kızıl gezegen volkanları sayesinde, doğrudan çıkartılabilecek filizler halinde maden stoklamış olmalıdır. Şimdiden, Mars'ın demir ve kükürt açısından zengin olduğunu, otomatik sondaların çalışmaları sonucunda öğrenmiş bulunuyoruz: Bbu durum yerel inşaatlara yarayacaktır. Altın, platin gibi daha asil madenlerin, Mars propergolü ile işleyecek kargo gemileri uygun fiyata taşıma yapmaya hazır olduğunda, Dünya'ya getirilmesi düşünülebilir.

İkincisi, Mars, astroitlerin yolu üzerinde bulunuyor. Hemen Mars'ın yakınında, yörüngesinin dışında bulunan bu küçük gezegenler, kolayca gidip işletebileceğimiz gerçek maden yataklarıdır. Bazıları demir veya nikel topudur, asil madenlerle doludur. Diğerleri de su ve karbon deposudur. Onların işletilmesi kaçınılmazdır ve zaten şimdiye kadar sayısız çalışmaya konu oldular*. Asteroitlerden her türlü yararlanma görevi su besin, oksijen, propergol ve iş gücünün sağlanmasını gerektirir. Mars bunların sağlanması için en iyi konumdadır.

Tabii bütün bunlar Mars'ın bize orta dönemde sunacaklarıdır. Zaten, yeni bir dünyanın yalnızca erzak elde etmek açısından işletilme-

* Bkz. J. Lewis. *Mining the Sky*. Addison Wesley, Helix Books, 1996



7.5- Mars yüzeyindeki bir araştırma gezisinin sanatçı tarafından yorumlanması. Astronotlardan oluşacak ekip, geleceğin kolonilerini hazırlamak için iki yıl kızıl gezegende kalacaklar. Araştırma gezileri boyunca bulundukları yerin jeolojisini, maden yataklarını diğer ham maddeleri ve içme suyu ve elektrik sağlamak için yeraltı su kaynaklarını inceleyecekler (William. K. Hartman.).

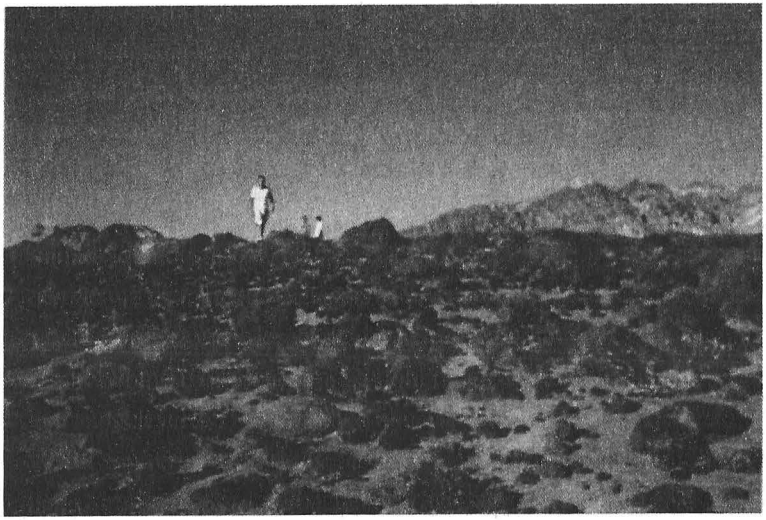
si ilk defa gerçekleşmeyecek. Tarihçilerin de söyleyecekleri var. Zubrin bize, Kuzey Amerika'da kahramanlıklarla dolu ilk koloniler döneminde aynı şeylerin yaşanmış olduğunu hatırlatıyor. Kolonilerin Atlantik kıyılarındaki üsleri, bir ticaret üçgeni ağı mantığı içinde, ilk başlarda, zengin Karaiplere giden kalyonların iaşesini sağlıyordu. Avrupa, kolonilerin ihtiyacı olan işlenmiş maddeleri gönderiyor, bunlar hemen orada Karaiplere doğru yola çıkan tekstil ve erzakla değiş tokuş ediliyordu. Karaiplerdeyse erzak ve elbiseler, Avrupa'ya götürülecek şeker ve diğer ada zenginlikleriyle takas ediliyordu.

Mars, güneş sistemi ölçeğindeki üçgen bir ticaret ağı içinde, bir zamanlar astreoitleri temsil eden zengin adalar yolu üstündeki Kuzey Amerika'nın üstlenmiş olduğu rolü oynamaya adaydır. Uzun dönemde, Kuzey Amerika'nın kendi başına güçlü ve zengin olması gibi, bir

gün Mars da kendi kanatlarıyla uçma noktasına gelecektir. Bu parlak gelecek Mars çevresinin radikal değişiminden geçer.

Ve insan yaşamı yarattı

İlk Mars üslerini, Dünya'dan getirilen ve birbirlerine geçirimsiz bölümlerle bağlanacak modüller oluşturacaktır. Yine de mantık, astronotların kendi barınma birmlerini inşa etmeleri gerektiğini buyuruyor. Mars, hammadde açısından zengindir. Bol kil barındıran tozlu toprağa sahiptir. Bu hammadde tuğla yapımına çok uygundur. Tuğla aslında, fırında pişirilen ve suyla karıştırılmış topraktır. Mühendis Robert Body ve Martin Mariette laboratuvarda ürettikleri Mars toprağı karışımıyla beton kadar sağlam tuğlalar yaptılar. (Öte yandan Mars zemininin kü-



7.6-İnsanlar uzay elbisesi giymeden Mars yüzeyinde nasıl dolaşabilirler? Amerikalılar, karbon gazını serbest bırakmak amacıyla kutup takkelerini ısıtmak gibi, Mars ekolojisini değiştirmeye yönelik iddialı projeler üretiyorlar. İkinci aşamada da bitkiler karbon gazını oksijene çevirecekler ve atmosfer nefes alınabilecek duruma gelecek (Fotoğraf yazara ait.)

kürt ve kalsiyum açısından zenginliği göz önünde tutulursa, orada kireç ve alçının ham maddesi olan alçıtaşının bulunacağı düşünülebilir.) Zubrin, Dünya üstünde ilk antik uygarlıkların tuğlalar üstünde yükseldiklerini hatırlatıyor. Aynı şey, mühendislerin, tuğla duvarların tuttuğu dehlizler açmayı planladığı Mars'ta da tekrarlanabilir. Böylece Mars'ın ilk mimari sitilinin Romen olabileceğini söyleyebiliriz.

Geçici olarak kullanılacak şişebilen yapılar seraların oluşmasını ve yerel tarımın başlamasını sağlayacaktır. Gerçekte Mars toprağı verimlilik vaat ediyor. Toprak demir, kalsiyum ve potasyum açısından zengin. Bu tür şişen seralar altında tabii ki Mars'ın zayıf atmosferi yetersiz kalacak: Bitkilerin büyümesi için en az 50 milibarlık bir basınç yeterlidir.

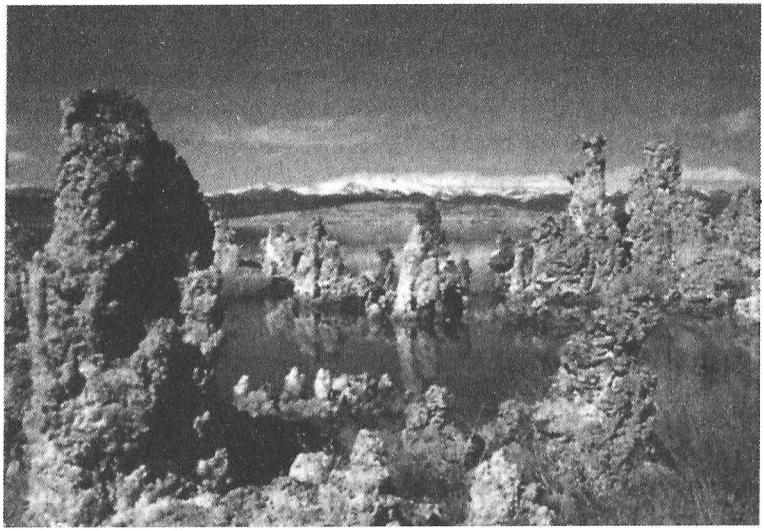
Bunun içinse, seranın içindeki karbon gazı basıncını on misli artırmak gerekir. Bu yaratılan atmosfer aynı şekilde kalmayacak: Karbon gazı içinde banyo yapmaktan çok hoşlanan sera bitkiler oksijen salmaya başlayacaklar! Hesaplar bize, orta boy bir sera atmosferinin bu biyolojik dönüşümü birkaç haftada tamamlayacağını ve bu sürecin sonunda seranın havasının solunabileceğini söylüyor. Basıncı biraz daha arttırmak orada insanın üstünde uzay giysisi olmadan dolaşabilmesini sağlayacak. 350 barlık bir basınç bunun için yeterlidir. Üstelik bu basınç böcek uçuşunu da mümkün kılar. Zubrin bitkilerin çoğalması için Mars'a arı götürülmesinin unutulmaması gerektiğini belirtiyor. (Tabi ki, ilerde Dünya'ya getirilecek en güzel hediye Mars balı olacaktır!)

Bu senaryolar orta dönem için ütopik görülse de, düşünürler uzak geleceği ilgilendiren daha iddialı senaryolara sahipler. Seranın içinde yaptığımızı, neden gezegen çapında yapmayalım? Mars'ın kutup takkelerinde ve kabuğunda hapsolmuş karbon gazı, sera etkisiyle, Mars'ın atmosferini kalınlaştırmak ve gezegeni ısıtmak amacıyla neden salınmasın? İkinci bir aşamada, Mars, karbon gazını oksijene dönüştürmeye uygun bitki örtüsüyle kaplanacak. Mars kolonileri maske ve uzay elbiselerininden kurtularak kızıl gezegenin gerçek sa-

hipleri durumuna gelecekler.

Bulanlar tarafından *"terraforming"* diye adlandırılan, (dilimizde "dünya oluşturma" diyebileceğimiz) bu bilimkurgu senaryosu çok ciddidir. Bu senaryo, şu satırların yazıldığı sıralarda ilerlemiş çalışmalarla desteklenmektedir. Zubrin ve Chris McKay, kutup takkelerinde 5°C bir ısı artışının karbon katmanlarını eritmeye yeteceğini ve bütün gezegenin atmosfer basıncını on katına çıkaracağını umut ediyorlar. Bu 5°C C'lık ilk ısı artışını elde etmek kolay bir iş değildir, ancak bunu gerçekleştirecek araçlara sahibiz. Örneğin, Zubrin'in belirttiği gibi, çok hafif maddeden imal edilecek, 250 kilometre çapında bir ayna (boyutunun küçüklüğünden dolayı özür dileriz!), kuzey kutbunun üstüne, güneş ışınlarını buraya yansıtması için, 200.000 km yüksekliğe asılabilir. Sistem yörüngede olmadığı ve kutbun üstünde 200.000 km yükseklikte asılı kalacağı için dahicedir. Zubrin güneş ışınmasının ayna yüzeyindeki yansımasının, onu bir uçurtma gibi bulunduğu yerde asılı tutacağını hesaplamaktadır.

Yöntem ne olursa olsun, takkelerin erimesiyle, sera etkisi bir kez başlayınca, ısı ve basınç yükselme eğilimine girecektir. Karbon gazının ısısıyla uyarılması sonucu, bu kez bütün enlemlerde gaz gezegen kabuğundan dışarı çıkacaktır. Öte yandan, mühendisler, süreci hızlandırmak ve sera etkisi yaratmak amacıyla gaz üretecek büyük fabrikalar kurmayı öneriyorlar. Daha iyisi de, metan ve amonyak üreten sayısız bakteri çeşididir. Hesaplamalar, bu tür bir bakteri kolonisinin Mars yüzeyinin yüzde 1'ini kaplaması durumunda, günde 1 000 ton olmak üzere sera etkisi yapacak gaz üretileceğini ortaya koyuyor. Bu hızla, yer sıcaklığı otuz yıl içinde 10°C artacak ve önemli bir miktar gaz atmosferi kalınlaştırarak ve ısıtrarak salınacaktır. Yüz yıl gibi bir sürede atmosfer basıncı 500 milibara ulaşacaktır. Bu durumda astronotların uzay giysilerine artık gereksinimleri kalmayacaktır. Dalgıçlar gibi sırtlarında bir oksijen tüpü ve bir soluk alma maskesiyle Marsın yüzeyinde dolaşabilecekler.



7.7- Kaliforniya'da tuhaf bir manzara. Kule biçimindeki bu oluşumlar, gölün tabanındaki maden suyu kaynaklarının etrafında, su altı mikroorganizmaları tarafından meydana getirildiler. Suların alçalması bu oluşumları gün ışığına çıkardı. Astronotlar Mars yüzeyinde, geçmiş bir biyolojik etkinliğin belirtilerini ve fosilleri ararken benzer oluşumları bulmaya çalışacaklar. (Fotoğraf yazara aittir).

Bundan sonraki adım da, tüpsüz yaşayabilmek için bu atmosferi oksijen açısından zenginleştirmektir. Mühendisler yeniden biyolojinin dehasına başvuracaklardır. Bakteri yetiştirilmesi bir yüzyıl içinde ilk oksijen milibarını sağlayabilir. Gelişen bitkiler nöbeti devralacaklardır. Hesaplar, bin yıldan kısa bir sürede, atmosfere 100 milibar oksijen salacaklarını gösteriyor. Bin yıl uzun bir süre gibi gelebilir, ancak ne eksik ne fazla, tamamiyle yaşanabilir ikinci bir gezegen yaratıldığı unutulmamalı!

Bu projelerin ışığında, şimdiden Mars'ta yaşamın bir kesinlik olduğu konusunda bahse girebiliriz. Eğer, daha önce yaşam özerk bir şekilde geliştiyse, bizden bağımsız, bu ikinci bir canlı dünyanın keşfi, evrene bakış açımızı ve yaşamın evrende oynadığı rolü sonsuza dek değiştirecektir. Yok eğer, yaşam Mars'ta asla gelişmediyse, bu durum metafizik açıdan oldukça ilginç sonuçlar doğuracak, ancak kızıl geze-

gen uzun süre boş kalmayacaktır. İnsanı, bitkilerini ve bakterilerini ağırlıyacağını söyleyebiliriz. Zubrin'e göre "Mars'ı yaşanabilir kılmamak, insan doğasına, canlı varlıklar olarak taşıdığımız sorumluluğa hıyanet etmek anlamına gelir." NASA başkanının söyledikleri de daha da duygusal: "Mars'ta yeni doğan bir bebeğin çığlıklarıyla karşılanacak gün doğumunu sabırsızlıkla bekliyorum." Bu düşünürlere göre Mars'taki yaşam öncelikle bizim yaşamımız olacaktır.

SONUÇ

Dünya Dışı Yaşam ve Uygarlıklar

Bu satırları yazdığımız sırada, Mars yüzeyinde ilkel bir yaşamın bulunup bulunmadığını ya da geçmişte var olduğunu (belirtiler cesaret verici olsalar bile) hâlâ bilmiyoruz. Viking'in yaşam dedektörleri, çelişkili sonuçlar elde ettiler ve Allan Hills gökataşının "mikrofosilleri", hâlâ şiddetli bir tartışmanın konusunu teşkil ediyor. Gelecek yılların robotları, Mars'ın geçmiş ve günümüz iklimleri ve atmosferi konusundaki bilgilerimizi arttıracak. Ancak soruna kesin bir cevap verebilmek için, kuşkusuz insanın Mars'a gitmesini beklemek zorundayız. Çünkü ancak insanoğlu, orada kayaları en ince ayrıntısına kadar inceleyebilir ve dünyadaki uzman laboratuvarlara en aydınlatıcı örnekleri getirebilir.

Eğer, Mars'ta yerli bir yaşam bulursak, o zaman evren bilgimizde baş döndürücü bir sıçrayışı gerçekleştiririz. Artık yaşam, yalnızca Dünya'ya özgü bir mucize gibi algılanamaz, ama kimyanın çok doğal bir evrimi, kozmik bir genelleme olarak kabul edilmelidir. Bundan böyle araştırmacıların değerlendirmelerinde, evrende olası yaşam vahası sayısını ve bundan hareketle bu sayının doğurabileceği dünya dışı uygarlıklar sayısını açıklayacaklarını göreceğiz. İşte Mars kayasında önemsiz bakteri keşfinin, evren anlayışımızda ve evrende oynadığımız rol –birincil veya ikincil rol– konusunda bir devrimi temsil edebilmesi budur.

Mars: bekleyiş

Günümüzde, Viking deneylerinden çıkan inanışlara, ALH 84001 göktaşının içerdiği gerçeklere ve yaşamın kökeni hakındaki güncel modellerimize yanıtın ne olacağı konusunda yalnızca spekülasyon yapabiliyoruz. Yine de ilk çözümlemeler iyimser olmamıza olanak sağlıyor.

Dünya üstünde yaşamın çok erken, bundan 4 milyar yıl önce, korkunç astereoit ve kuyrukluyıldız bombardımanı kesilince, okyanuslar yerkürenin çukurlarına temelli "yerleştiğinde" ortaya çıktığını biliyoruz. Görünüşte, Dünya yüzeyinde bu sıvı su devamlılığı oluşunca, dizginsiz bir biyokimya, yalnızca onlarca milyon yıl içinde, canlı hücreleri ortaya çıkardı. (Büyük asteroit bombardımanının 3,85 milyar yıl önce sona erdiği sanılıyor, çökeltilerdeki ilk yaşam izleri de 3,80 milyar yıl yaşında.) Bir gezegenin hayatında birkaç on milyon yıl çok kısa bir süredir. Başka bir deyişle, yalnızca kendi Dünya deneyimize bağlı kalırsak, koşullar uygun olduğunda yaşamın hemen geliştiğini söyleyebiliriz. (Sıvı su ve ılıman bir ısı.)

Bu durum Mars gezegeni için oldukça cesaret vericidir, çünkü Mars, olası okyanuslarıyla aynı dönemde, (4 milyar yıl önce) aynı zaman süresince –en azından birkaç on milyon yıl– Dünya'da yaşamın ortaya çıkışına benzer bir çevreye sahipti. Öte yandan; Mars, bu dönemde tıpkı Dünya gibi yoğun bir volkan ve sıcak su etkinliği yaşadı. Günümüzde, okyanus dibi çatlaklarından toplanan ilkel bakteriler göz önünde bulundurulduğunda, Dünya'da ilk bakterilerin volkanların sıcak su kaynaklarında ortaya çıktıkları düşünülüyor. Halbuki, Mars'ın volkanik bölgelerinde sıcak su koşullarının, okyanuslar geçici bir süre var olmuş olsalar bile, yüzlerce milyon yıl (hatta milyarlarca yıl) sürdüğünü biliyoruz. Demek ki, Mars'ta uzun dönemler boyunca yaşamı elverişli kılan koşullar, yüzeyde olmasa bile, yer kabuğunun kırıkları içinde dolaşan ılık sularda hüküm sürdü.



8.1- Kızıl gezegenin, mavi halinin, sanatçı tarafından yorumlanması!Birçok jeolog Mars'ın, 4 milyar yıl önce daha kalın bir atmosfere sahipken, büyük göllerle kaplı olduğundan kuşkulanıyor. Solda; Pavonis Mons volkanından bir gaz kütlesi yükseliyor; yukarda, Acidalia havzasında bir siklon ortalığı kasıp kavuruyor. (NASA/JPL/Caltech/M.Carroll.)

Demek ki, teorik açıdan eğer yaşam Dünya'da doğduysa, koşullar ve elemanlar temelde aynı olduğundan, yaşamın aynı şekilde Mars'ta da filizlenmemiş olması için önemli bir neden yok. ALH 84001 göktaşının içerdiği gerçek bu kanıyı destekliyor. Araştırmacıların çoğu, Houston ekibinin saydığı belirtileri inandırıcı bulmuyorlar, diğerleri de bu belirtileri, biyolojik veya biyoloji öncesi bir etkinliğin güçlü kanıları olarak kabul ediyorlar. Ben kendi adıma, bu sonuncu araştırmacılar

gibi düşünüyorum. Sorunun aydınlığa kavuşması için başka analizlerin yapılmasını beklemek gerekiyor.

2008 yılında Mars örneklerinin mahallinde toplanarak otomatik şekilde Dünya'ya getirilmesi incelemeyi ilerletecektir. Aynı şekilde, 2010 yılından itibaren insanın Mars'a gitmesi aynı sonucu doğuracaktır. İnsan, mahalinde uzun keşif gezilerine çıkarak, yarların kenarlarından, volkan çatlaklarından, sıcak su kaynaklarından çökelti örnekleri toplayarak fosil araştırmalarını genişletebilir. Yine aynı şekilde kuyular kazdığında, kızıl gezegenin derinliklerindeki su tabakasına ulaşacaktır. Bir gün Mars'ta yaşam doğduysa onu bu yeraltı suyunda bulmayı umut ediyoruz.

Gerçekte, uzak bir geçmişte Mars'ta yaşam geliştiyse, birçok araştırmacı yaşamın günümüze kadar geldiğini düşünüyor. Yaşamın özelliklerinden biri de, düşmanca koşullar altında bile kendini devam ettirme yeteneğidir. Bizim Dünya örneğimizde, bu devamlılığı sağlayan bireylerin genetik çeşitliliğinin, mutasyon piyangosuyla sürdürülmesidir: Şans eseri değişikliklere daha iyi uyum sağlayanlar yaşamlarını sürdürürler ve ürerler. Bu evrimin mekanizmasıdır. Mars'ta iklim koşulları zorlaşınca, bu yaşam biçimlerinin zarar gördükleri, ancak doğal ayıklama ile, yeni koşullara en iyi uyumu sağlayan soyların, değişerek geliştikleri düşünülüyor. Tersi şaşırtıcı olurdu. Eğer Mars'ta gelişen yaşam yok olduysa, bu biyolojik sürecin dayanıklılığı ve esnekliği anlayışımızı kökten sarsacaktır.

Bu düşünce biçimi çerçevesinde, Viking sondalarının Mars yüzeyinde gerçekleştirdikleri biyolojik deneylerin sonuçları anlaşılmazlığını koruyor. Uçuş sorumluları, biyolojik bir açıklamanın reddini desteklemek amacıyla o tarihte, günümüz koşullarının organik moleküllerin oluşmasına, dolayasıyla Mars yüzeyinde yaşamın doğmasına karşı olduğunu belirtmişlerdi. Bu arada, eğer yaşam geçmişte, iyi koşullar altında örneğin yeraltı sıcak su kaynaklarında doğduysa, 4 milyon yıllık evrim boyunca yüzey kayalarında bile kolonileşmiş olabilir. Bel-

ki yerin birkaç milimetre altında, ultraviyole ışınlardan uzakta, sadece hafif bir nem dalgasının geçişiyle ancak etkinlik kazanan aşırı yavaşlatılmış bir mekanizmanın tutsaklığında uyuyorlardır. Belki de, 1976'da Viking aletlerinin tespit ettikleri işte bu gizli ve katılaşmış yaşamdır.

Genç Mars yüzeyinde, iklim ve kimya açısından uygun bir çevre; geçmiş dönemlerin kayalarında bulunduğu sanılan mikrofosiller; bugünkü yüzey için en az "yabancıl" bir kimya: kızıl gezegen bende, her zamankinden daha çok, dünya dışı yaşam barındırıyor kanısını uyandırıyor. Bu saptama ek bir iyimserlik faktörüyle güç kazanıyor. Mars, kendi yaşam barındırma yeteneğinden ayrı olarak, göktaşları aracılığı ile, biyolojisini geliştirmede Dünya'nın yardımından faydalanmış olmalı.

Panspermi

Böyle bir yaşam potansiyeline sahip, bir "kız kardeş" gezegenin, yakınımızda bulunmasından dolayı şanslıyız. Öte yandan bu yakın olma durumu işleri karıştırıyor. Bu kadar yakın iki gezegen arasında, gelişmiş kimya biçimlerinin yayılmasını, hatta bir gezegenden ötekisine yaşam biçimlerinin olası bulaşmasını öngörmeliyiz. Bu Mars göktaşlarından çıkarabileceğimiz bir sonuçtur. Gezegenler arasında, asteroit ve kuyrukyıldız çarpmaları sonucu, birinden ötekine kilogramlarca kaya göndermeler, devamlı bir madde değiş tokuşu söz konusudur: 1815'te Chassigny göktaşı, 1865'te Shergotty göktaşı, 1912'de Nakhla göktaşı, 1962'de Zagami göktaşı olmak üzere her yüzyılda en az iki göktaşı teslimine tanık olduk. Her yıl kaya ve toz karışımı yüzlerce kilogram Mars maddesinin Dünya'ya düştüğü sanılıyor. Buna karşın, çarpmalarla Dünya'dan kopan parçalar devamlı Mars'ın yüzeyine düşüyor. Demek yaşam, değerli biyolojik madde taşıyıcı göktaşının hoyratca fırlaması, boşluk, soğuk ve kozmosun zararlı ışınları tarafından yok edilmediği takdirde, bir gezegende doğup bir diğerine saçılabilir.

Bu, yaşamın gökcisimleri arasında yayılması tezinin –panspermi– yeni olmadığını biliyoruz. Berliuz tarafından 19. yüzyılda ortaya atılan bu tez, 1908'de İsveçli kimyacı Arrhènius tarafından bilimsel açıdan dile getirildi. Panspermi teorisi, savaştan sonra, canlı sporların ve organik moleküllerin gezegenler, hatta yıldızlar arasında dolaştıklarını ileri süren astronot Fred Hoyle ve Chandra Wickramasinghe tarafından yeniden ele alındı. 1973'te bu teorinin daha köktenci bir versiyonunda, biyolog Francis Crick ve Leslie Orgel, yaşamın, bütün galaksiye, sporlar halinde ve bilinçlii bir şekilde, yüksek bir zekâ tarafından dağıtıldığını iddia ettiler.

Doğru olan şudur: Uzayda kısa mesafeler boyunca, canlı spor aktarımı olasıdır. Kanıtını 1960 yılının sonlarında, Surveyor-3 otomatik sondasıyla birlikte kaza eseri Ay'a bakteri gönderilmesiyle yaşadık. (Bu olaydan söz etmiştik.) Bakteriler iki yıl sonra Apollo-12 astronatlarınca Dünya'ya taşındılar ve sıcak ortamda yeniden canlılıklarına kavuştular. Uydularda yürütülen biyolojik deneyler, uzay boşluğuna bırakılan sporların çoğunun, belli bir zaman süresine bağlı kalmadan yaşamlarını yıllarca sürdürdüklerini ortaya koymuştur. Mikroorganizmaların, göktaşlarının derinliklerine bir kere yerleştikten sonra, kozmosun en zararlı ışınlarından etkilenmeden korunmaları olasıdır. Tabii ki, donmuş mikroorganizmaların kozmos boşluğunda "milyonlarca" yıl geçirdikten sonra, (Mars kökenli bir göktaşının fırlamasından Dünya'ya erişimine kadar geçen süre) yaşamlarını sürdürebilecekleri savunulabilir. Günümüzde bu tür bir güçsüzlüğün kaçınılmaz olduğunu kanıtlamaya hiçbir şey izin vermiyor. Tam tersine, milyonlarca yıllık kış uykusundan sonra canlanan, donmuş bakteriler Sibirya'nın donmuş topraklarında bulundu. Öte yandan, hesaplamalar, bazı göktaşlarının Mars-Dünya arası mesafeyi daha kısa sürede katettiklerini söylüyor. Her çarpmada, az da olsa bazı parçalar, bir yıldan kısa bir sürede, bizim sondalarımız gibi bir gezegenden öbürüne ulaşıyor olmalılar!

Bu panspermi işleyişi, Mars'ta yaşam araştırmamızda çok önemli bir karmaşıklık yaratıyor. Eğer orada fosil veya canlı mikroorganizmalar bulursak, onların, bağımsız şekilde kızıl gezegende ortaya çıkmış yerli bir yaşam mı, yoksa tek bir yerde –Dünya da– doğup kızıl gezegende kolonileşmiş "ihraç" mikroorganizmalar mı olduklarını çözmemiz gerekiyor. (Bu arada, yaşamın önce Mars'ta doğmuş, sonra da göktaşlarıyla Dünya'ya taşınmış olması da olasıdır –burada akıl yürütme simetrik özellik taşır– Bu düşünce, ALH 84001 göktaşının açıklanması toplantısında Zare tarafından dile getirilmişti: Belki de hepimiz Marslıyız, bu işin ilginçliğini daha da artırıyor.)

Eğer Mars'ta yaşam bulursak, yerli mi yoksa, Dünya kökenli mi olduğunu belirlemeliyiz. İlk durumda, evrende yaşamın ortaya çıkması sık rastlanan bir olgu durumuna gelecektir. İkinci durumdaysa, söyliyebileceğimiz tek şey, yaşamın bir kez ortaya çıkınca kendini dışa ihraç ettiğidir. Bu da çok ilgiçtir. Gerektiğinde karmaşıklığa yer vermemeliyiz. Dünya yaşamının mimarisini, yüzlerce olası asit yerine yalnızca yirmi tip asit amine –bir bakıma dünya yaşamının alfabesi– üstüne inşa ettiğini ve bu yüzlerce asit arasından sadece levogyre çeşitlerini (molekül yapılarında "sol el" simetrisi bulunan asit amineleri) kullandığını biliyoruz. Mars'ta yaşam tespit edilirse, orada başka bir asit amine alfabesinin ortaya çıkarılması, ters bir simetrinin kullanılmış olması (dextrogyre), hiç itirazsız bu yaşamın bağımsız kökenden geldiğini kanıtlayacaktır. Eğer durum böyle olmazsa kuşku sürecektir.

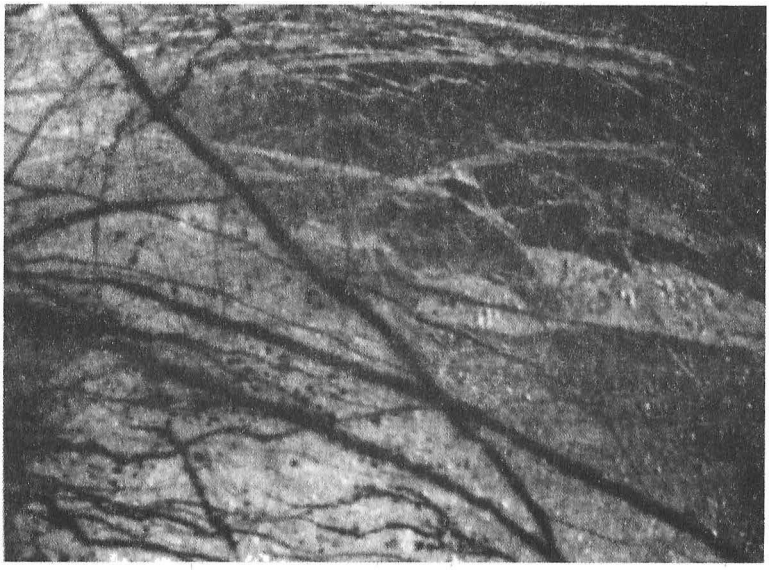
Europa ve Titan

Dünya dışı yaşam araştırmaları Mars üzerine odaklansa da, iyimser araştırmacılar yaşamı güneş sistemimizdeki diğer dünyalarda bulma konusunda umutsuz değiller. Onlar özellikle Jüpiter'in ayı Europa ve Satürn'ün ayı Titan üzerinde duruyorlar.

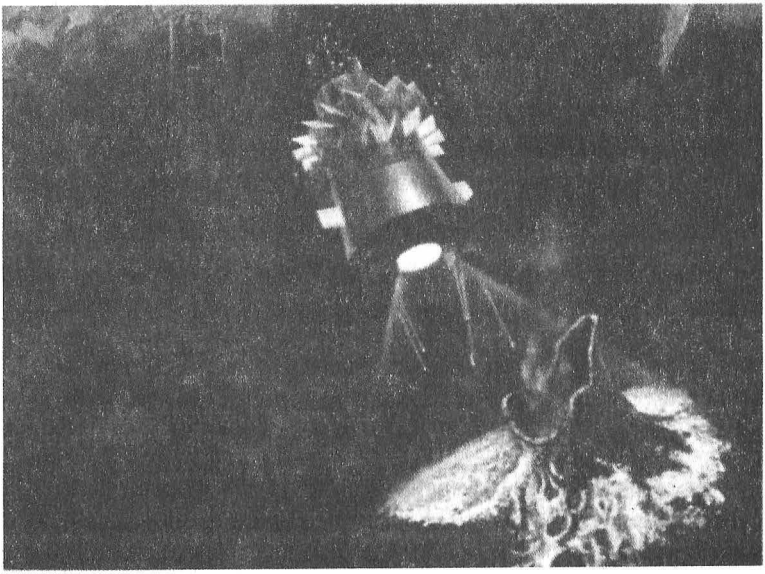
Jüpiter'in etrafındaki Europa ilginç bir aday. Mars'tan daha küçük olan 3 000 km çaplı Europa, çok zayıf yerçekimi yüzünden atmosfere sahip değil, ancak bu eksiklik günümüzde kesin bir engel sayılmıyor. Eskiden, yaşamın bir gaz atmosferinde, güneş ışınları ve yıldırımlar eşliğinde doğması gerektiği ilkesinden yola çıkılarak düşünce yürütülüyordu. Günümüzdeyse, yaşamın okyanusların karanlık diplerinde, hatta volkanların kırıklarında doğduğundan kuşku duyulduğundan bu yana düşünce yürütme şekli değişti.

Europa'nın atmosferi yok, ama yerinin altında, içsel bir ısı kaynağı tarafından sıvı halde tutulan ve yalıtkan buz kabuğu ile örtülmüş bir sıvı su okyanusu bulunması mümkün.

Bize bunu belirten, okyanusun engebeli deniz buzulunu andıran, kesik buz kalıpları mozaiğişeklinde bölünmüş yüzeyidir. (bakınız şe-



8.2- Jüpiter'in uydusu Europa. Bizim Ayı'mızın boyutlarına sahip, bu buz tutmuş dünyanın yüzeyi, uzun kırıklarla yırtıktır. Bu engebeli deniz buzulu görünümü, araştırmacıları, buzun birkaç yüz metre altında bir yeraltı okyanusunun varlığından kuşkulanmaya götürüyor. (Fotoğraf NASA/JPL/Caltech)



8.3- Europa'nın yeraltı sularını inceleyen bir sondanın sanatçı tarafından yorumlanması. Sonda, ayın yüzeyine konduktan sonra, ısıtıcı bir bölme sayesinde, derinlerdeki sıvı suya erişinceye kadar buzun içine gömülecektir. Bu resimde sondayı, bu varsayımsal okyanusun tabanında sıcak su bacasını incelerken görüyoruz. (NASA/JPL/ Caltech.)

kil 8.2.) Bu buz kabuğunun 1 000 metre kalınlığında olduğu sanılıyor. Bu kabuğun altında su sıvı durumda olmalıdır. Yüzeyin çok düşük ısısına karşın, Europa'nın içi, çevresinde döndüğü Jüpiter gezegeninden kaynaklanan, gerçekte güçlü bir deniz gelgiti etkisiyle ısınıyor. Yapılan hesaplamalara göre, Europa yeraltı okyanusunu sıvı halde tutan ısı, 100 kilometre dipten yayılıyor. Sıcak su kaynaklarının ve bacaların, dip karanlığında fokurdadıkları hayal edilebilir.

Milyarlarca yıldan beri Europa'nın buzul kabuğunun altında varlığını sürdüren bu yeraltı denizi, yüzeyi delen kuyrukluyıldız çarpmalarıyla devamlı getirilen organik moleküller oranında zengin bir kimyasal etkinlik barındırıyor olmalıdır. Günümüzde Europa yüzeyinde gözlemlenen koyu lekeler, organik maddeler açısından "temiz olmayan" bir suyun taşmasından kaynaklanıyor olabilir.

Güneş sisteminde dünya dışı yaşamın yeşermesi için en iyi aday, Mars'tan sonra Europa'dır. NASA, Europa hakkında daha geniş bilgi edinmek amacıyla, 2010 yılından önce gerçekleşecek iki uçuşa hazırlanıyor. Birincisi, yüzeye en yakın sıvı su bölgelerin tespiti için, radarla yüzey katmanlarının inceleyecek ve uydunun ayrıntılı fotoğraflarını çekecek olan bir yörünge sondası. Daha sonra, ikinci bir sonda belirlenen alana inecek ve etrafındaki buzu radyoaktif güçle ısıtıp, yavaş yavaş, sıvı su okyanusuna kadar ilerleyecektir. Hedefe ulaşınca bu kara-deniz sondası suyun altında uzun zamandır beklenen biyokimyasal analizlerinie başlayacaktır. (Bakınız şekil 8.3.)

Güneş sistemimizdeki gezimize devam edelim. Bize göre, Mars ve Europa'dan sonra, dünya dışı yaşam barındırabilecek üçüncü gökcisim Satürn'ün uydusu Titan'dır. Daha doğrusunu söylemek gerekirse Titan, "biyoloji öncesi" diye adlandırılan yaşamın eşiğindeki bir kimyasal etkinliği sergilemektedir. Bu kanı, Titan'ın teleskop ve radarla gözlemlenmesinden ve Voyager-1'in, 1980 yılından Titan'ın üstünde yaptığı kısa uçuştaki ölçümlerden kaynaklanıyor

Titan 5140 kilometre çapında, Mars'tan biraz daha küçük, büyük kütleli bir aydır. Titan'ı, yüzeydeki basıncın, Dünya'nınkinden bir buçuk kat fazla olduğu kalın bir atmosfer çevreler. Bu atmosfer umut vericdir, çünkü, çok düşük oranda metanla (CH_4) birlikte başlıca azottan (N_2) oluşur. Titanın üst atmosferi, Güneş'in ultraviyole ışınlarının ateşi altında, Satürn'ü bombalayan kozmik ışınlar ve Satürn'ün manyetik alanının hızlandırdığı elektronlar yüzünden, gazlarının sürekli uyarıldığına, ayrıştığına, daha karmaşık moleküller halinde birleştiğine şahit olur. Bu moleküllerin bazıları organiktir, bu özellik Titan'ın atmosferine turuncu bir renk verir. Voyager sondası, Titan üzerinde uçuşu sırasında, etan, asetilen ve propan başta olmak üzere altı hidrokarbür çeşidi, azot ve karbon kökenli beş nitrit çeşidi tespit etti. Kimse daha karmaşık ve daha ender rastlanan ve daha az kolayca tespit edilebilen bileşiklerin aynı şekilde bu zengin atmosferde

oluştuğundan kuşku duymuyor.

Titanın büyük çıkmazı aşırı derece düşük, -179 °C ısısıdır. Bu düşük ısıdan dolayı atmosferdeki kimyasal tepkimeler aşırı derecede yavaş gerçekleşebilir. Sıvı su,organik kimya için en uygun bu eritici de ortada yoktur: Buza dönüşmüştür. Onun yerine metan ve sıvı metan gölcükleri yüzey şekillerinin çukurlarını doldururlar veya yer altı birikintilerini oluştururlar. Biyologlar bu kadar düşük ısılarda ve su yokluğunda yaşamın doğmuş olamayacağını ancak, Titan'ın kimyasının yaşamın eşiğine kadar gelişmiş olabileceğini söylüyorlar. Dünya'da izleme olanağını kaybettiğimiz bu biyoloji öncesi aşamayı başka bir yerde keşfetmek çok ilginç olacaktır.

Bu konuda daha geniş bilgiye ilerde kavuşacağız. Uzun hazırlık yıllarından sonra iddalı bir uzay sondası Satürn ve Titana doğru yola çıktı. Programın adı Cassini-Huygens. NASA ile Avrupa uzay ajansı işbirliğinin sonucu olan bu sonda 15 Ekim 1997'de fırlatıldı. Satürn'e ulaşması Haziran 2004 yılında gerçekleşecek. Tekrarlı uçuşlarla Titan'ı gözlemleyecek olan gemi 6 Kasım 2004 tarihinde Titan'ın atmosferine girecek bir iniş modülü (Huygens sondası) gönderecek. Huygens ana hız azaltma aşamasından sonra 165 km yükseklikte, kendisinin iki saat içinde atmosferi geçmesini sağlayacak olan paraşütünü açacak. Sonda yere sağlam şekilde ulaştığı durumda baterileri sondaya ek yarım saat çalışma fırsatı verecek. Vikinkglerin GCMS ilkesine benzer şekilde çalışan bir kütle spektometresi içinde süzüldüğü Titan atmosferini analiz edecek. Organik moleküllerin değişik çeşitlerini inceleyecek. Uzman Tobiyas Owen'in dediği gibi "Titan'da yaşamın olması beni şaşırtır, ancak güneş sistemimiz bir sürü süprizlerle doludur..."

Daha geniş bir hayal gücüne doğru

Burda bir parantez açalım. Okur belki canlı tartışması sırasında bi-

raz hayal gücü eksikliği sergilediğimizi ve yaşamın olabileceği biçimlerin bizim beklentilerimizi aşacak şekilde çeşitli olduğunu düşünmüştür. Bu doğru olabilir. Belki sıvı su vazgeçilmez değildir ve karmaşık organik tepkimeler hidrokarbür veya başka eriten birikintilerinde gerçekleşebilir ve bu tepkimeler "canlılar" diyeceğimiz, yani evrimleşebilen ve üreyebilen oluşumların doğmasına yol açabilir. Günümüzde biz karbon atomunu canlı dünyasının temel elemanı olarak kabul etme eğilimi içindeyken, belki yaşam başka yerlerde sadece sıvı sudan değil, ama karbondan da gelişiyordur.

Bu konuda iddiaya girmek çok zor. Evrenin bütün atomları içinde, karbon gerçekten gezegenlerin yüzeylerinde hüküm süren basınç ve ısı koşullarında en fazla olası kimyasal birleşmeyi (zincir, örgü şekline sıralanmalar ve üç boyutlu yapılar) ve en büyük evrim esnekliğini –yapısal yeniden birleşmeler ve çeşitlemeler– sunan atomdur. Karbonla aynı kimyasal kategoride (dört bağlantılı atomlar kategorisi), kıyaslanabilecek tek element silistir ve bazı bilimkurgu yazarları bu element üstüne kurulan yaşam biçimleri düşünmüşlerdir. Ancak biz,silisyumun doğada ortaya çıkardığı kimyasal birleşmelerin büyük bir çoğunu tanıyoruz: Bunlar kuartz, olivinve piroksen gibi mineral formlar, hatta yapılarına su girince de kil ve mikadır. Bu mineral türleri, kendilerinden "canlı" ve evrim gösteren organizmalar çıkarabilecek niteliklere sahip görünmemektedirler. Atomları, yaşamın sürekliliğinin gerektirdiği ani değişikliklerde esneyemeyen çok sert elektronik bağlantılarla birleşmiştir.

Yine de silisyum bazlı bazı maddelerin üremeye yakın yeteneklere sahip olduklarını belirtelim: Killer, kristal yapılarının ayrıntılarını ve bozukluklarını beraberca oluşturdukları maddeye aktarır. Böylece kil katmanlarının, su içeren bir ortamda, çökelti oluşturması ve evrimi kendi kendine üreyen ve dönüşen sistemleri oluşturabilir. (Kristal bozukluklarının aktarılması ve eklenmesiyle.) Günümüzde bazı biyologlar kil gibi minerallerin (hatta pirit gibi silisyum içermeyen mine-

rallerin) çevrelerindeki organik molekül oluşumuna bulunabilecekleri etkiyi işlemelerine karşın, açıkcası, söz konusu olan daha tam anlamıyla yaşam değildir –bu nokta da daha ondan uzaktayız. Dünya organik yaşamı, ilk başlarda, ilk büyük organik molekülerin bir araya getirilmesini yönlendirecek, demir sülfürlü ya da silikat bazlı bir mineral "patron"dan yararlanabilirdi.

Canlının olası "tuğlalarını" incelediğimiz bu gözden geçirme sırasında, karbonun, canlının "yumuşaklılığını" oluşturmakta, evrenin bütün diğer doğal maddelerinden (bütün bu maddeleri tanıyoruz ve bunlardan en az yüz madde var) sonsuz derece daha esnek olduğu sonucuna varırız. Üstelik karbon çok yaygın bir atomdur. Gezegenlerin yüzeylerinde ve atmosferlerinde, ona bol şekilde rastlanır. Ancak rakipleri için aynı bolluktan söz etmek olanaksızdır. Dünya dışı yaşam tartışmamızı, karbon üstüne kurulu organik kimya ile sınırlamamız Dünya ile ilgili dar bir anlayıştan kaynaklanmıyor, ama evren fiziği ve kimyası konusunda bugün bildiklerimizi yansıtıyor.

Hayal gücünün kendini kanıtlanması gereken yer, karbon kökenli organik bir yaşamın bir gezegen üstünde ortaya çıktığında, nasıl davranacağının düzeyi ile ilgilidir. Yaşam, Dünya'da yapılarını oluştururken, kozmosda hazır yüzlerce asit amineler arasından sadece yirmi çeşidini kullanır. Acaba kullanılanların yeri doldurulamaz mı, ya da başka yaşam biçimleri diğer çeşitleri kullanıyor mu? Kullanılanlar, bakteri ve hücre düzeyinde, ilkel canlılar varlığı olarak mantığa uygun ve başka türlü biçimlenemez yapılar mı veya tamamıyla hayal gücümüzde yer almayan çözümler mi? Bu soruların yanıtlarını gelecekte öğreneceğiz.

İlk canlı varlıkların kesin biçimlerinin ve organik molekül kökenlerinin seçimi, kozmostaki iki yer arasında, gözle görünür şekilde farklılıklar sergileyebilir. Belki de hayal gücünün karşılaşacağı en büyük kararsızlık ve meydan okuma, bir kere oluştuktan sonra canlı varlıkların her dünyada geçirecekleri evrimle ilgilidir. Yaşam, ilkel ve tek

hücre düzeyinde kalabilir veya karmaşık birleşmelerle evrim gösterebilir, bu daha çok çevreye bağlıdır. Eğer bir dünya üzerinde bazı "şeyler" oluyorsa, eğer bu dünya jeolojik ve subilimsel devirlere maruz kalıyorsa, iklim değişiklikleri, kozmik bombardımanlar ve organik madde getirilmesi dahil her şey gerçekleşebilir. Oysa bizim kendi güneş sistemimiz, bize büyük bir dinamik dünyalar çeşitliliği sunuyor: kuyrukluyıldız ve asteroit çarpmalarıyla tektonik plaka hareketleri ve iklim değişiklikleriyle Dünyamız; büyük volkanları ve iklim değişiklikleriyle Mars; yeraltı okyanuslarının buzlarını parçalayan kuyrukluyıdız çarpmalarıyla Europa. Bu dünya çeşitliliği karşısında evrim mekanizmaları nerelerde gelişebili gibi sorular dünya dışı zekâlar gibi bilinçli varlıklarında dahil olduğu, sayısız senaryo düşleyebiliriz.

Dünya dışı yaratık arayışı

Dokuz gezegenden ve yarım düzine büyük uydudan oluşan güneş sisteminde, bugünkü bilgilerimiz ışığında tek bir gezegen (Dünya) gelişmiş yaşam barındırıyor. Bir diğeri, ilkel biyolojik etkinliğe bağlayabileceğimiz bir mineroloji ve kimya sergiliyor (Mars). Bir uydu, ılık yeraltı okyanusu sayesinde büyük bir yaşam potansiyeline sahip (Europa) ve soğuk ama atmosferi zengin bir uydu da, organik moleküller ağır ağır fokurduyor (Titan). Bu kadarı çok fazla. 1970'li yılların sonunda, Mars üstünde yaşam tespiti deneylerinin olumsuz sonuçlanmasından ve dünya dışı yaşam olasılığının gözden düşmesinden itibaren, bakış açılarımızda ve bilgilerimizde net bir gelişme kaydettik. Bugün araştırmacıların hayal gücünün gerçekten hızla ilerlediğini söyleyebiliriz. Aynı zamanda araştırmacılar bir sonraki uzay sondaları sayesinde Mars, Europa,Titan'da canlı öncesi kimyasının ve yaşamının izlerini bulacaklarını umut ediyorlar.

Kendi güneş sistemimizde olası yaşam alanlarının çoğalmasının

yanı sıra bambaşka bir alanda ilerleme yaşıyoruz: "güneşdışı" diğer yıldızların etrafındaki gezegenlerin keşfedilmesi, yaşamın gelişebileceği alan sayısını astonomik şekilde arttırıyor.

Çalışmalarımıza uygun bu iki gelişme, Dünya'dan başka bir yerde evrimleşmiş zekâ gelişimi hakkındaki düşünceleri canlı tutuyor.

Dünya dışı zekâlar hakkında düşünce üretme, insanlık tarihi kadar eskidir ve bu düşünceler evrenin bilimsel modelleri ve felsefeleri boyunca dalgalanmalar gösterir.1700 yıllarının başında Fontenelle ve Huygens döneminde gökyüzünün bütün cisimlerinde yaşam vardı. 1900 yıllarının başında Mars kanallarının ve başka güneş sistemlerinin olasılığının gözden düşmesi sonucunda tam tersi gerçekleşti: artık evrende yalnızdık.

Şimdi çevremizdeki dünya dışı uygarlıkların sayısı hakkında akıl yürütmek için bilgilerimizi teorik düzeyde bir olasılık hesabında kullanabiliriz. (İşleri basitleştimek amacıyla hesabımıza yalnızca galaksimizin yüz milyar yıldızını katıyoruz. Ancak daha uzaklarda bir milyar başka galaksi bulunuyor.) Bu olasılık hesabı bir dizi zor tahmine dayanıyor ve tabii ki tartışmaya alabildiğine açıktır.Yine de bu hesabın mantık ve sağlamlıkla düşünmemizi sağladığını, birçok bilmeceyi belli değişkene indirgediğini söyleyebiliriz. Bu düşünce oyununa Green Bank formülü denir, çünkü oyunun kuralları Virjinya'daki Green Bank gözlem evinin radyo astoronomu Frank Drake tarafından 1961 yılında formüle edilmiştir. (Astoronotun anısına "Drake denklemi" olarak da adlandırılır.)

Denklem aşağıdaki şekilde biçimlenir. Galaksimizde bulunan dünya dışı uygarlıkların sayısı N ile gösterilir. Bugün bunları tespit etmemiz ancak gökyüzünü radyoteleskoplarla dinlemekle mümkündür. (Bu, bugün elimizde olan tek tespit yöntemidir.) N sayısı, aşağıdaki terimlerin birbirleriyle çarpımı sonucu elde edilir: galaksimizdeki yıldız oluşumunun oranı (T*): bu yıldızların gezegen sistemine sahip olanları (fp): yaşamı barındırmaya uygun kimyasal ve iklimsel ko-

şullarını sergileyen sistem başına gezegen (ve ay) sayısı (n): bu gezegenlerin yaşamın doğuşuna gerçekten tanıklık etmiş olanları (fv): bu yaşam vahalarından üstün zekâlı uygarlıklar (fi): bu üstün zekâlı uygarlıklar arasında, kozmosda haberleşme yapabilme teknolojisine sahip olanlar (fc): bu uygarlıkların ortalama yaşam süreleri(D).

$N = (T^*) (f_p) (n) (f_v) (f_i) (f_c) (D)$.

Bütün bu etkenlerin her biri, göreceli olarak bildiğimiz birincisi (T*) haric, şiir gibidir, her biri uzun düşüncelerin sonucudur. (T*) yani Galaksideki yıldız oluşumu oranı yılda yaklaşık 10 yeni yıldızdır. Bu konuda, galaksideki yıldız oluşumu oranı yerine neden galaksinin içerdiği toplam yıldız sayısını temel almıyoruz? Çünkü bu terim bize, denklemin içine zaman kavramını katmamızı sağlıyor. Gerçekte soruyu galaksinin tarihinin bir anında soruyoruz. Daha önce ortadan kalkmış olan uygarlıklar bizi ilgilendirmiyor, çünkü haberleşmede bulunmuyorlarsa onları tespit edemeyiz. Bu etkenin önemini ilerde göreceğiz.

Yeni gezegenlerin keşfi

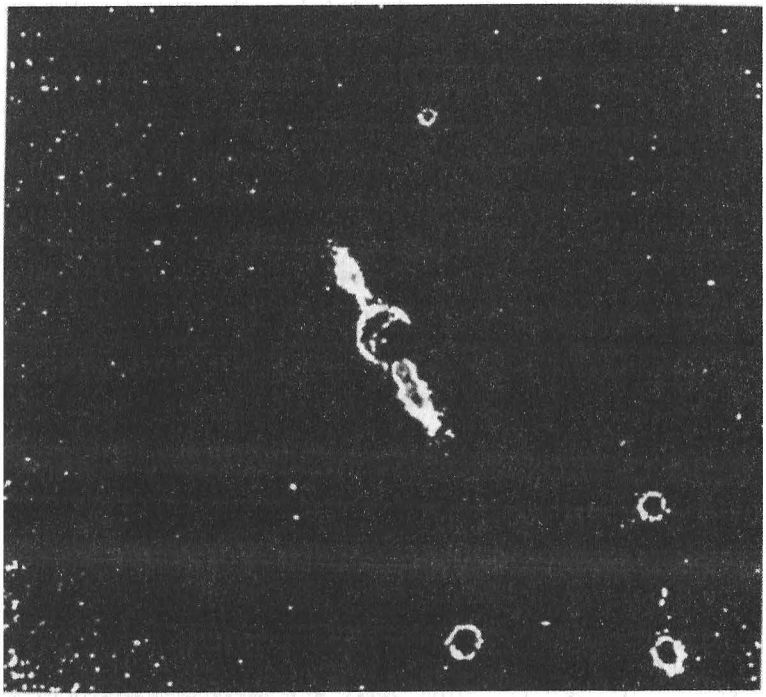
Denklemin ilk terimini biliyoruz: Galaksideki yıldız oluşumu oranı (T*), bu oran ortalama yılda on yıldızdır. Galaksimizin "zeki" uygarlık tahminimizde aydınlatmamız gereken bir sonraki terim, bu yıldızların (doğan, doğmuş, yada doğacak olan yıldızlar) gezegene sahip olanlarıdır (fp), çünkü en iyi yaşam alanları bu gezegenlerdedir. İşte burada yeni bilgilerimizle verimli olabiliriz. Aslında uzun bir tünelden çıkıyoruz, çünkü 1995'e kadar, kadar kendimizinkinden başka hiçbir gezegen sistemi keşfedilmemişti. ("Pulsar" adlı bir yıldızın etrafındaki tuhaf bir sistem hariç, bu konuya döneceğiz.) Bu durumda, güneş sistemi oluşumunun üst düzeyde olası olmadığı, ya da bizim Güneş sistemimizin tek olduğu ve bu yüzden de yaşam barındıran dünyaların çeşitliliği sorununun anlam taşımadığı ileri sürülebilirdi.

Fakat olaylar çok değişti. Günümüzde birçok yöntem sayesinde yıldızların çevresinde gezegenler keşfediliyor. İlk yöntem onları çok güçlü bir teleskopla tespit etmeye çalışmaktır. Bu tespit, günümüzün olanaklarıyla bile çok zordur, çünkü bir gezegen kendi ışığı içinde boğulacak kadar çok az bir ışıkla parlar—etrafında döndüğü yıldızın parlaklığının milyonda birine eşit parlaklıktadır. Olay kilometrelerce uzaktan, bir otomobil farının etrafında kanat çırpan ateşböceğini dürbünle tespit etmeye benziyor. Gelecekte, belki de 2010 yılına kalmadan, bu görsel tespit, gelecekteki teleskoplarımızın geniş ayırma ve büyültme güçleri sayesinde, özellikle gözlem, yıldızla gezegeninin kontrastının normal ışığa oranla daha az körleştirici olduğu infraruj ile yaplıyorsa, mümkün olabilecektir. Zaten, infrarujla gezegenler olmasa da, Vega ve Beta Pictoris gibi bazı yıldızların etrafındaki toz diskleri tespit edildi. (Bakınız şekil 8.4.) Bu disklerin içindeki görünen izler gibi koyu kesitler yeni yaratılmış gezegenlerin orada, deliklerini açtıklarını belirtiyordu

Diğer tespit yöntemleri simdiden sonuç veriyor: Bu yöntemler, gezegenleri, bağlı oldukları yıldızların üstünde yol açtıkları yerçekimsel düzensizlikler sayesinde dolaylı şekilde tespit etmeye dayanan astrometri ve spektroskopidir. Birinci yöntemde (astrometri), gökbilimciler, gözlem yaparak, bir yıldızın gökyüzündeki konumunu çok kesin bir şekilde belirlerler. Eğer bu konum, geceler boyunca hafifçe salınırsa, bunun anlamı, yıldızın yörüngesinde bulunan ve gezegen olması muhtemel bir kütle tarafından çekiştirildiğidir. İkinci yöntemde, yıdızın bu aynı salınımı, Doppler etkisiyle, yani ışın tayfında doğurduğu dönemsel frekans kaymasıyla tespit edilir. (Dopler etkisi herkesçe bilinir: yaklaşan bir polis otomobilinin veya ambülansın siren sesi, bize, arac uzaklaşırken duyduğumuz siren sesine oranla daha ince gelir. Bir yıldız içinse bu, gezegen tarafından düzensizliğe itildiği durumlarda salınan ışın frekanslarıdır.)

1960 yılının başından itibaren, astronomlar bu astrometrik ve

spektroskopik yöntemlerle en yakın yıldızların etrafındaki gezegen sistemlerini tespit etmeye çalıştılar. (Yakınlık daha kesin gözlemlemeye imkân tanır). birçok yanlış alarmdan sonra, 1991'de ilk güneş dışı gezegen tespiti açıklandı. Bu buluş bütün beklentilerin aksine, süpernova patlamasından sonra oluşan, yoğun ve ağır yıldızın, bir pülsar'ın etrafında yapılmıştı. Astronom Alex Wolszczan ve David Frail, Başak takımyıdızında, bir pulsarın etrafında, kütlesinin Dünya'nın



8.4- Beta Pictoris yıldızı bir toz diskiyle çevrili durumda (solda yukarda ve sağda aşağıda "parıldıyan kulaklar" görülüyor.) Gözlem alanının merkezinde yer alıyor. Şili Campanas gözlemevinde Carnegie Enstitüsü'nün teleskobuyla elde edilen bu fotoğraf, Güneş dışında başka yıldızların da gezegen sistemlerini barındırabileceğinin ilk kanıtlarındandır. (Carnegie Enstitüsü, fotoğrafın işlenmesi JPL ve Arizona Üniversitesi, Lunar ve Planetery Enstitüsü koleksiyonu.)

birkaç katı olduğunu sandıkları iki gezegen, ve bizim ayımız büyüklüğünde bir üçüncü kütle tespit ettiler. Bulunan bu üçlü o dönemde kamuoyunun dikkatini çekmedi, çünkü pulsarlar bizim güneşimize benzemeyen tuhaf gökcisimleriydi ve onların zayıf ışıklarının, gezegenlerini, yaşamı filizlendirecek düzeyde ısıtması olası değildi. Açıklama yapıldığında genel kanı bu yöndeydi. Oysa, bunun geçerli bir neden olmadığını bugün biz biliyoruz. Yaşamın doğuşundan söz etmek için güneş ısısının artıkkaçınılmaz olmadığını gördük. Yaşam gezegenin karanlık yeraltında sıcak su kaynaklarında ortaya çıkabiliyor.

Başak takımyıldızı pulsarının gezegenleri çok sınırlı ses getirdiyse de, Güneş'e benzeyen bir yıldız etrafındaki bir gezegenin keşfi tam tersi yankılara yol açtı. 1995 Ekiminde İsviçreli gökbilimciler Michel Mayor ve Didier Queloz, Doppler etkisi yöntemiyle, Kanathat takımyıldızında bulunan, Güneş tipinde bir yıldız, 51 Pegasi etrafında dönen büyük bir gezegeni tespit ettiklerini, Haute-Province gözlemevinden açıkladılar. Bu açıklama dünya dışı yaşam amatörlerine hiç sevindirmedi, çünkü yapılan ölçümler gezegenin Güneş'ine çok yakın olmasından dolayı yüzeyde ısının 1000 derece C vardığını belirledi. Bu gezegenin de kısmeti buymuş!

TABLO 3. **Başka yıldızların etrafında keşfedilen yeni gezegenler**

Yıldızın adı (ve tayf tipi)	*Takımyıldız (ışık-yılı cinsinden mesafe)*	*keşif yılı (keşfedenler)*	*gezegenin kütlesi (jüpiter=1)*	*yıldız-gezegen (milyon km)*
PSR B 1257+12	Başak	1991	0,01	55
(pulsar)	(1 300)	(A.Wolszczan,	0,01	70
		D. Frail) 1993	<0,000 1	30
51 Pegasi	Kanathat	1995	0,5	8

(G2)	(50)	(M.Mayo D. Queloz)		
47 Ursae Majoris (GO)	Büyükayı (46)	1995 (G: Marcy P:Butler)	2,4	315
70 Virginis (G4)	Başak (59)	1995 (G:Marcy,P.Butler)	6,6	70*
55 Rho Cancri A (G8)	Yengeç (44)	1996 (G. Marcy, P.Butler)	0,8	17
Ialande 21185 (M2)	Büyükayı (8)	1996 (G. Gatewood)	0,9	1 200
Tau Bootis.A (F7)	Çoban (49)	1996 (G:Marcy, P:Butler)	3,9	7
Upsilo (Andromeda(F8)	Andromeda (57)	1996 (G.Marcy, P.Butler)	0,7	9
16 Cygni B (G2)	Kuğu (72)	1996 (G.Marcy, P.Butler) (W. Cochran, A.Hatzes)	1,71	90*
Rho Coronae Borealis(GO)	Kuzeytacı (57)	1997 (R. Noyes ve diğerleri)	1,1	38
Gliese 876 (M4)	Kova(15)	1998	2,1	30
14 Herculis (KO)	Herkül(60)	1998	3,3	375
Güneş (G2)	—	Dünya Mars Jüpiter	0,003 0,0003 1	150 225 770

* : Ortalama mesafe (dışmerkezli yörünge).

1995 Ekim ayının bu ilk açılıştan sonra, gözlemlerin kesinliği ve verilerin bilgisayarla değerlendirilmesi alanlarında kaydedilen gelişmeler sayesinde, keşifler zincirinden boşanmış gibi, birbiri ardına sıralanmaya başladı. Aralık 1995'te, ilk açıklamadan iki ay sonra,San Francicko Üniversitesi'nden Geoffrey Marcy ve Paul Butler, Jüpiter'den daha büyük bir gezegeni, Büyükayı yıldızlarından, 47 Ursae Majoris etrafında tespit ettiler. Bu gezegen yıldızından ortalama 300 milyon km. uzaklıktaydı ve Mars'ın bizim Güneş sistemimizde ışık almasına benzer bir şekilde yıldızından ışık alıyordu. Yine, Marcy ve Butler, Başak takımyıldızına ait bir yıldız etrafında büyük bir gezegen tespit ettiklerini açıkladılar (70 Virginis). 1996'da aynı gökbilimciler tarafından, Yengeç takımyıldızında Rho Cancri A yıdızının, Çoban takımyıldızında Tau Bootis yıldızının, ve Andromeda takımyıldızında Upsilon Andromeda yıldızının çevresinde gezegenler tespit ettiler. Yeni keşfedilen bütün bu gezegenler, yıldızlarına çok yakındır ve özellikle kütlelidir, çünkü günümüz araçları küçük veya uzak gezegenleri tespit edecek kadar hassas değiller. (Tespit biçimi değişik olan pulsar yıldızlarının gezegenleri hariç.) Bu ilk av tablosunu tamamlamak için, 1996 sonu-1997 başında, Büyükayı takımyıldızında, "kırmızı cüce" tipindeki Lalande 21185 yıdızının çevresinde ve Kuzeytacı takımyıldızında, Rho Coronea Borealis yıldızının etrafında iki büyük gezegen tespit edildiğini söyliyelim. 1998'de, gözlem yöntemiyle, yıldızından çok uzaklarda bulunan bir şaşırtıcı bir gezegen, Boğa takımyıldızında (TMR-1) tespit edildi. Kimse, interferometreler gibi –bilgisayarla birleştirilmiş birçok teleskop– daha gelişmiş aletlerin devreye girmesiyle keşiflerin hızla artacağından kuşku duymuyor.

Bilanço şimdiden şaşırtıcı: Üç yıl içinde gözlemlenen ortalama iki yüz yıldız arasında (bir kırmızı cüce ve bir pulsar etrafında bulunan gezegenleri saymıyoruz), Güneş tipi yıldızların çevremde bir düzine gezegen keşfedildi. Demek ki, yüz üstünden dört güneş yıldızı büyük gezgenlere sahip. Aletlerin hassaslığı daha küçük gezegenleri tespit

etmeye izin verdiğinde, oranın ikiye katlanması gerektiğini ve güneş tipi yıldızların en azından % 10'nunun gezegenlerinin bulunduğunu ileri sürebileceğiz. Dünya dışı yaşamla ilgilenen gökbilimcilerin, özellikle güneş tipi yıldızlara rağbet gösterdiklerini belirtelim (Tayf tipi F ya da G yıldızlar). çünkü birçok milyar yıllık zaman dilimi boyunca istikrarlı olan bu yıldızlardır ve bu böyle bir zaman dilimi, yaşamın doğmasını ve özellikle gezegen üstünde gelişmesini sağlaması açışından kaçınılmazdır.

Bütün bu yeni verileri Drake denklemine katarak, dünya dışı zekâların yaşam şansları üstündeki akıl yürütmeye dönersek, on yıldızdan birinin "güneş" tipinde olduğunu ve on "güneş" tipi yıldızdan birinin gezegenlere sahip olduğunu söyleyebiliriz. Toplam olarak galakside yüz yıldızdan bir tanesini kalıcı bir gezegene sahip olmalıdır. Bu durumda fp değişkenimiz %1'dir.

Yaşam için elverişli gezegenler

Değerlendirilicek bir sonraki faktör, Drake denkleminden ile göstediğimiz, her sistemde yaşam için elverişli gezegenlerin sayısıdır. Gezegenler tek başlarına doğmazlar. Bizim kendi sistemimizde dokuz tane var. Üç tanesi Başak pulsarının etrafında bulundu ve bu aşamada yalnızca en büyüklerinin tespit edilebildiği düşünülürse, keşif aletleri daha duyarlı hale getirildiğinde daha küçük gezegenlerin de tespit edileceklerini varsayabiliriz. Bizim güneş sistemimiz ile (dokuz gezegen), Başak pulsarınınkinin (üç gezegen) ortalamasını aldığımızda, bir sistemin ortalama altı gezegene sahip olduğunun ileri sürmek abartılı bir iddia sayılmaz. Üstelik biraz da tutucu bir iddiadır, çünkü yaşam barındırabilecek olan ayları saymadık. Daha da zor olanı, karbon, azot sıvı su barındıran ve zengin bir organik kimyaya sahip, "yaşam için elverişli" gezegen kütlelerini belirlemektir.

Eskiden, bizim sistemimizde yalnızca Dünya'nın sıvı su ve ısı barındıracak kadar Güneşe uygun uzaklıkta bulunduğunu ve sistem başına bir gezegenin (n=1) yaşam için elverişli olduğunu söyleme eğilimindeydik. Yeni keşiflerin ışığında bu sayının daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Sistemimizde, dokuz gezegenden ikisi –Dünya ve Mars– tarihlerinin bir döneminde uygun koşulları bir araya getirdiler ve buna Jüpiter'in uydusu Europa'yı da ekleyebiliriz. Böylece güneş sistemimizde aday sayısı üç olur. Bir güneş sisteminin dokuz yerine ortalama altı gezegene sahip olacağını söylemiştik, indirim yaparak, sistem abaşına iki gezegen kütlesinin yaşama elverişli koşulları barındırabileceğine karar verebiliriz. n=2 yolunda bir belirleme yapmak bizim seçimimiz.

Bir sonraki değişken –f_v– belki de en tartışmaya açık olanı. Gerçekten yaşamın doğacağı, "yaşam için elverişli" gezegenlerin oranı nedir? Sayı sıfıra eşit olamaz, çünkü Dünya bir örnek oluşturuyor. Fakat elimizde fazladan ne var? Mars'ta yaşamın bulunmasının çok önemli olduğu ve istatistikleri zenginleştireceği anlaşılıyor. Yaşam için elverişli üç gezegenin bulunduğunu söylediğimiz bir sistemde (Dünya, Mars, Europa), Mars'ta yaşam tespit edilmesi başarıyı üçte ikiye çıkarır (%66). Eğer Dünya, Mars ve Europa, üçü de yaşam barındısaydı, başarı oranı %100 olurdu. Ancak yaşam yalnızca Dünya'da doğduysa, oran, büyük bir brelirsizlikle birlikte, ancak %33 olacaktır (üçte bir). Bu durumda, yaşam yalnızca Dünya'da tespit edilmişken, Dünya'daki yaşamın, olağanüstü bir istisna olmadığını ve sadece milyonda bir, hatta milyarda bir gezegenin, gerçekten canlı bir gezegendeki yaşam için elverişli aday olduğunu bize kim kanıtlayacak?

Bugünkü bilgi düzeyimizde, varsayımlarda bulunmak zorundayız. Kendi açımdan baktığımda, Viking'in Mars'ta yaptığı analizlerin sonuçları, Mars göktaşı ve içerdiği "mikrofosiller" beni, kızıl gezegende gerçekten yaşamın doğmuş olduğu ve yaşam başarısı oranının böylece %66 eriştiği düşüncesine götürüyor. (Üç gezegenden ikisinde ya-

şam var: Dünya ve Mars). Ben, gelecekte Mars'ta yaşam belirtileri reddedilirse, sayının yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini ve güven içinde bir sayı önermenin olanaksız olduğunu bilerek, f_v için bu sayıyı seçiyorum. Sonuçta, bir bahse giriyorum da denilebilir.

Akıl yürütme oyunumuzun bu aşamasında olaylara bir göz atalım. Seçtiğimiz değerlere göre, galaksimizde yaşam barındırmış olan veya barındıran gezegen sayısı olağanüstü bir değere ulaşır. "Zaman", (T*) değişkenini dışarda bırakır ve galakside günümüzde bulunan yüz milyar yıldızı göz önüne alırsak, yaşam barındırmış veya barındıran gezegen sayısı, 100 milyar'ın, (f_p) (n) (f_v) ile çarpılması sonucu, yani 100 milyar x (%1) x (2) x (%66) elde edilecektir. Bu sayı da 1 milyardan yüksek çıkar. Demek ki Galaksimizde, Hindistanda yaşayan insanlardan daha fazla "yaşam barındıran" gezegen bulunacaktır..

Yaşamdan uygarlığa

Drake denklemindeki değişkenleri tek tek ele almaya devam ederken, yaşamdan zekâ düzeyine geçişe geldiğimizde büyük bir tıkanma ile karşılaşırız. Sonuçta, yaşama barınak sağlamış olan kaç gezegende, "dünya dışı" bilinçli yaşam biçimleri ortaya çıktı?

Aniden, oranın büyük ölçüde düşeceğini hissederiz. Mars, varsaydığımız gibi yaşamın filizlenmesine tanıklık etmişse bile, bu yaşam zekâya ulaşmadı. Çok mükemmel koşullardan yararlanan Dünya üstünde de, yaşamın bakteri aşamasından, çok hücreli organizma aşamasına geçmesi için 3 milyar yıl, çok hücreli organizmadan belli bir zekâ düzeyine ulaşmış hayvan aşamasına gelmek içinse yüzlerce milyon yıl gerekti.

Evrimleşmiş ve akıllı yaşam biçimlerinin gelişmesi için, çok geniş bir zaman süresi ve bu zaman süresi boyunca çevrenin göreceli olarak verimli ve istikrarlı olması şarttır. (Ancak çevre monoton olmama-

lıdır yoksa evrim gerçekleşmez.) Bu herhalde Mars'ın büyük çıkmazını oluşturdu, çevrenin kötüleşmesi evrimi sınırladı. Bu arada, eğer bir gezegende temiz bir çevre ve uzun bir süre (Dünya örneğinin yaşadığı gibi) ve evrim ritmini etkileyen değişken koşulların ve felaketlerin serpiştirilmesi sağlanmışsa, akıllı yaşamın ortaya çıkması olasıdır.

Aslında, insan aklı bir mucize değildir: Kuzenlerimiz şempanzeler ve öteki primatlar, yunuslar ve diğer balinalar gibi diğer yaşam biçimleri de, aynı şekilde yeteneklidir. Eğer bir kuyrukluyıldız çarpması dinozorların soyunu tüketmeseydi, dinozorların son türlerinde beyinlerinin gelişmiş olduğunu dikkat çeken Kanadalı paleontolog Dale Russell'in düşündüğü gibi onlar da gelişmiş zekâ düzeyine ulaşırlardı. Russell, onların arasından düşünen yaratıkların çıkmasının, yalnızca birkaç on milyon yıl sürebileceğini hayal etmekte zorlanmıyor.

Dünya deneyine dönersek, biilnç ve zekânın ortaya çıkması yine de 4 milyar yıl gerektirdi: Bu kısa bir süre değildir. İlkel bir yaşamın doğuşunun basit ve hatta hızlı bir işlem olduğunu ileri sürebilsek bile, bilincin evrimi en azından uzun solukludur ve kuşkusuz, canlı dünyanın serüvenini yaşama zamanı bulması için hem büyük bir çevre istikrarını, hem de organizmaların doğal ayıklamanın acımasız süzgeçinde geçerek daha karmaşık ve daha çeşitli hale gelmeleri için belli kaza tekrarlarını gerektirir. (Bu, evrime yol açan krizlerle bölünen istikrar senaryosu, Dünya evrimini açıklamak amacıyla Stephen Jay Gould tarafından önerilen kesik dengeler teorisinden başka bir şey değildir.)

Uzun dönem çevre istikrarı konusunda iyimser olalım: Denklemin başında, fp faktöründe zaten gezegenlerine milyarlarca yıllık istikrarlı ışık verme sağlayan yıldızları seçtik. Evrim mekanızmasını başlatacak gerekli kazaların dozunu ayarlamaya gelince, senaryolar, bazı düşünce akımlarının Dünya'ya ayrılcalıklı bir statü tanımasına karşın, sayısız olduğu kadar da çeşitlidir.

Bazı gökbilimciler, Dünya'nın dönme eksenini dengeleyen kütle-

li ayı sayesinde, çağlar boyunca çok ani iklim değişimelerinden kurtulduğunun altını çiziyorlar ve gezegene oranla bu kadar büyük bir ayın, kendi Güneş sistemimize bakarsak, oldukça ender rastlanan özel bir durum olduğunu belirtiyorlar. Diğer bazı gökbilimciler, Dünyamızın, mermi gibi gelen göktaşlarının çoğunu kaparak bir kalkan görevi üstlenen dev komşusu Jüpiter sayesinde, sık yenilenen kuyrukluyıldız ve asteroit çarpmalarından korunarak eşsiz bir avantajdan yararlandığını savunuyorlar.

Bu mümkün, ancak asla inandırıcı değil. Şeytanın avukatlığını üstlenerek, daha sık yenilenen çarpmaların ve iklimsel dengesizliklerin, yok olmaları çoğaltmış, ama aynı zamanda bunu izleyen radyasyonların (yeni yaşam biçimlerinin gelişmesi) canlı dünyasının evrimini kesin olarak hızlandırmış olabileceğini ileri süreceğim. Benim, milyarlarca yıllık süreler oyunundan çıkardığım, bol sayıda canlı gezegenin zeki diye nitelendirebileceğimiz gelişmiş türleri doğurmuş olduğudur. Bu düzeyde, elimizdeki tek Dünya örneğine göre, yaşam zekâya doğru yol alan birçok kollar doğurdu: Dinozorlar (bu tartışmaya açıktır), primatlar ve deniz memelileri.

Drake oyunumuza devam etmek için canlı barındıran on üç gezegenden birinin akıllı yaşama geçtiği konusundan bahse girelim (fi = % 7,7). Bu sayı hoşuma gidiyor, çünkü, bütün faktörleri birleştirdiğimizde Drake denkleminin yuvarlatılmış bir sonuç erişmesini sağlıyor. Bilinçli varlıklarının ortaya çıkmasının, ancak yüzde, hatta binde bir canlı gezegenden birinde sonuca ulaşabileceğini kabul ediyorum. Bu açıdan bir iyimserim.

Haberleşme isteği

Bizimle haberleşme sağlayabilecek ve dolayısıyla bu konuda bize yanıt verebilecek teknoloji uygarlığı geliştiren "akıllı" gezegenlerin ora-



8.5- Dünya dışı sinyallerin araştırılması konusunun öncüsü Frank Drake (solda), yine aynı konunun Fransız uzmanı radyoastronom Jean Heidmann ile sohbet ediyor. (S.Brunier/ Gökyüzü ve Uzay)

nı da, alabildiğine tartışmaya açık, nazari bir sayıdır. Bizi, yine Dünya örneği aydınlatablilr. Primatlarda aklın ilk "belirmesinden" sonra, endüstrinin gelişmesi sonucu, galaksinin geri kalan kısmıyla radyo dalgalarıyla haberleşmeye girişmek ve Evren hakkında bir düşünceye sahip olmak, bir bilinç dönemine ve ileri uygarlık düzeyine ulaşmak için 5 milyon yıl geçmesi gerekti. Aklın, ille de, teknolojik veya akıllı bir uygarlık anlamına gelmediğini belirtelim. Bugün ilkel bir akıl düzeyine sahip olan şempanzeler ve yunuslar, zamanla, ileri bir teknoloji dönemine veya Evren hakkında bir düşünceye ulaşabilirler mi?

Belli bir akıl biçimi kuşkusuz, teknolojik nitelikler kazanmak ve kendine fizik ötesi sorular sormak ihtiyacı duymadan, kendi kendine yeterli olabilir. Drake denklemini sürdürmek için, bu tartışmayı bıraka-

lım ve bir gezegen akıllı türleri barındırıyorsa, akıllı bir türün etrafını saran kozmosun bilincine varacağını ve onu keşfetmek ve onunla haberleşmek için yollar bulacağını kabul edelim. Başka bir deyişle, akıldan yola çıkılarak, teknolojik bir uygarlığın yaratılma olasılığının %100 (f_c=1) kabul ediyoruz. Aklı, bir teknolojinin kaçınılmaz gelişmesiyle aceleyle birleştirdiğimi ileri sürecek olanlara, sorunu denklemin bir sonraki gelişmesine, zaman kavramına taşıdığımı belirtmek isterim.

Gerçekten, dünya dışı uygarlıkları tespit etme şansımızı öğrenmek istiyorsak, tahmin edilecek son değişken, var olan bir uygarlığın kozmosla haberleşmeyi sağlayabildiği –veya sağlamak istediği– yıl süresini gösteren D faktörüdür. Drake denkleminin ifade ettiği bütün sorgulamanın, tespit edilmek için kendini açıkca galaksiye açıklayan dünya dışı zekâları bulmak olduğunu unutmayalım. (Eğer kendilerini açıklamıyorlarsa onları bulma olanağımız olmaz ve ortada böyle bir sorun kalmaz.)

D faktörü, bizim bir yüzyıldan beri Dünya'mızdan ışık hızıyla yayılan radyo dalgaları ve başka enerji taşkınlıklarıyla kendimizi belli etmemize benzer şekilde, bir uygarlığın kozmosta kendini belli ettiği süreyi simgeler. Bu zaman faktörü, büyük bir zerafetle Drake denklemini de denkleştirir: D faktörü "yıl sayısı" olarak ifade edilir, halbuki denklemin ilk faktörü "yıl başına düşen" sayıdır. Yıl sayısı ve onun tersi birbirlerini götürürler ve denklemimiz, evrimimizin kozmos tarihinin her anında, örneğin şimdiki dönemde olduğu gibi gerçekleşeceğini simgeleyerek, zamana bağlı olmayan nitelik kazanır.

Bu son terim, dünya dışı bir uygarlığın kendini açığa vurması, aslında birbirine sıkı sıkıya bağlı iki soruyu kapsar. Önce, bir uygarlığın teknolojik aşamaya gelmesi ve kendini tanıtmayı denemesi için geçen süreyi bu terime bağlayabiliriz. Belki, ileri bir akıl düzeyi bir kere gelişince, güvenlik nedenlerinden dolayı, evrende, kendini açığa vurma ve tespit edilme eylemlerine son verecektir: Bu uygarlık, uygulamamız gereken mantıklı bir akıl yürütme temeli üstünde, tespit edilme-

meyi ve olası komşularının kendisini bulmasına yol açacak elektromanyetik ve diğer bütün çalışmaları askıya almayı yararlı görebilir.

Biz kendimiz, bir yüzyıldan beri varlığımıza tanıklık edecek değişik radyo dalgaları yayınlıyoruz. 1960'lı yılların başından bu yanaysa uzaya odaklanmış biçimde yayın yapıyoruz. (İletişim uydularına doğru ve dolayısıyla arka plandaki kozmosa doğru güçlü bir yayın yapıyoruz.) Arecibo radyoteleskobunun bütün güçüyle, Herkül takımyıldızındaki bir yıldız kümesine doğru, dolaysız bir mesaj bile gönderdik. (Operasyon 1974'de bizzat Drake tarafından yürütüldü.)

Bunun komşu yıldızlara yönelik, tarihimizin tek "kılavuz çağrı"sı olduğunu belirtelim.

Bu durum diğer yıldızlarla haberleşmeye büyük bir istek duymadığımızı –ya da en azından bunun araçlarına sahip olmadığımızı– gösteriyor. Düya'da, özellikle Birleşik Devletler'de SETI tarafından yürütülen, dünya dışı zekâları tespit etme araştırmaları en alt düzeyde gerçekleşiyor. NASA tarafından onaylanan ve 1992'de büyük gürültülerle başlatılan, birkaç milyon dolar bütçeli (bir Hollywood filmi bütçesinden daha az) gökyüzü dinleme programı, bir buçuk yıl süren bir araştırmadan sonra, 1994'te Amerikan Kongresi tarafından iptal edildi. Teknolojik bir uygarlık olarak, ne gökyüzünü dinleme ne de gökyüzüne işaret verme konularında iyi bir örnek teşkil etmiyoruz.

Üstelik uygarlığımızın bulunduğu aşamada gönderdiği "kılavuz çağrılar" da, normal radyo-yayın etkinliğini sürdüren radyo dalgalarının fazlalığı sonucu bozuluyor.

Bir yüzyıldan bu yana elektromanyetik dalgalarla kendimizi belli ediyoruz. Galakside yaşayan zekâların oluşturduğu dama tahtası üstünde var olma süremizin, D'nin yüz yıl olduğunu ve bu sürenin artmaya devam ettiğini söyliyebiliriz.

Faktör D'nin bir diğer yorumu, bir uygarlığın "yaşama süresini" ifade etmesidir. Dünya'mızda, yüksek teknolojinin, dev akılsal ve parasal araçlarla, yok etmeye yönelik silah yarışını ortaya çıkardığını bi-

liyoruz. İnsan türü, geçmiş yüzyılda birçok kez, özellikle 1950 ve 1960'lı yıllarda soğuk savaş sırasında (Küba krizinde) ve 1990'ın Reagan döneminde (Avrupa füzeleri krizinde ve " yıldız savaşları" silahlanma yarışında) kendini yok etme tehdidi ile karşı karşıya kaldı.

Dış faktörler de aynı şekilde bir uygarlığı veya akıllı bir türü tehdit edebilir. Asteroitler ve kuyrukluyıldızlar kitle halinde yok etmenin sorumlularıdır. Dinozorlar ve gelecek vaat eden türler, 65 milyon yıl önce, tebeşir çağının sonlarına doğru bir çarpma sonucu yok oldular. Biz de, 5-10 veya 100 milyon yıl içinde, başka bir çarpma tehdidi altında mıyız? Ulaştığımız teknoloji düzeyi ve kendimizi yok etmek amacıyla ürettiğimiz atom silahları sayesinde bu tehlikeyi engelleyebileceğimizi sanmak zordur. (Yine altını çizelim: günümüzde, tehdit edici kuyrukluyıldız ve asteroitlerin tespiti çalışmalarını desteklemekte kamuoyunun ve kamu erkinin sergilediği kayıtsızlığı anlamak zordur.)

Belki de, faktör D, evrenin tehlikelerine karşı bir yaşama umududur? Bu durumda,, insan türü kolonisi kurmak için Mars'a yerleşmemiz mükemmel bir düşüncedir. Birçok kez Dünya biyosferine büyük zararlar veren bu kozmik bilardo oyunu karşısında, bir yerine iki gezegende bulunmak daha iyi olacaktır. Mars'ın, kuyrukluyıldızlar karallığının ve asteroit kuşağının kapısında, olası tehlikeleri önceden anlamak ve engellemek için, ileri bir gözlem noktası olabileceğini de belirtelim. Mars, bir kez daha kozmik geleceğimizde, yaşamı sürdürme şansımızı arttırıcı bir rol üstlenebilir.

Geleceğimiz konusunda spekülasyonlara girmeden, Drake denklemine dönersek, kendini açığa vuran teknolojik uygarlığımızın "var olduğunu" ve yüz yıldan beri kendini açığa vurduğunu (D:100) söyleyebiliriz. Bu, Drake denkleninde kullanabileceğimiz minimal bir değerdir. Yine de kendi mutluluğumuz için bu değerin mümkün olan en büyük sayıya ulaşmasını dileyelim.

Yalnız mıyız?

Şimdi de, tartışmaya ne kadar açık olurlarsa olsunlar, bütün sayıları, Drake denkleminde yerlerine koyarak, nereye vardığımıza bakalım. Dünya dışı uygarlıklar adedini verecek olan N sayısı şu şekilde biçimlenir.

N: (T*) (f_p) (n) (f_v) (f_i) (f_c) (D)

Terimler yerine sayıları koyarsak:

N: (10) (%1) (2) (%66) (% 7,7) (1) (100)

sonuçta N=1 olur!

Galakside, herhangi bir anda tespit edilebilecek tek bir uygarlık olacaktır. Günümüzde bu uygarlık biziz ve demek ki yalnızız. Buna karşın, doğmuş olan her uygarlık bin yıl yaşıyor ve haberleşiyorsa (D = 1000), çevremizde tespit edebileceğimiz on uygarlık olacaktır (N=10). Aynı şekilde devam edersek, eğer bir uygarlık kozmosun sayısız engellemesine hatta uygarlığın kendini yok etme özelliğine karşın 100 000 yıl yaşamaya devam ederse (D=100 000), o zaman N= 1 000 olur. Çevremizde 1000 uygarlık bulunmalı. Bu durumda, neredeler?

D değişkeni ile, kendimize sorabileceğimiz soruları size göstermek için oynadım. Başka bir değişkenle de oynanabilir (örneğin, bir biyosferde akıllı canlıların ortaya çıkma yeteneği olan fi de değiştirilebilir. Ben bu değişkeni, kendi başıma on üçte bir olarak belirlemiştim) ve sonuçta çok çeşitli sonuçlar dizisine ulaşılır.

Tabii ki bütün bunlar bir tür spekülasyon zinciridir. Herkes Drake denklemi değişkenlerini kendine göre saptayarak başka sonuçlara ulaşabilir. (Arşivimi karıştırırken, örneğin Sagan'ın benzer bir sonuca vardığını gördüm. O, D terimini en "bilinmez" olarak görüyor ve D= 100 diyor, N=10 sonucuna ulaşıyor. Bizden daha iyimser olduğu tartışılamaz.)

Mars'ta bir yaşamın tespit edilmesinin –veya edilmemesinin– bü-

tün bu spekülasyonlarda birinci derecede önem taşıdığını belirtelim, çünkü bu tespit, Drake denkleminin en önemli değişkenlerinden birini F_v'yi, yani yaşamın ortaya çıkma sıklığını belirliyor. Öyleyse Mars, yaşanabilir dünyalar olasılığını daha iyi belirlememizi sağlayacak kesin bir bilgiye kavuşmamıza katkıda bulunabilir. Bu katkı, sonunda çözeceğimiz bir gizi, yani dünya dışı yaşamın gizini hep simgelemiş olan bir gezegene uygun bir sonuç olacaktır.

KAYNAKÇA

BEATY J. K. et CHAIKIN A., *The New Solar System*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990.

BENEST D., *Les Planètes*, Paris, Le Seuil, coll. « Points », 1996.

BIZONY P., *The Rivers of Mars*, Londres, Aurum Press, 1997.

CARION A., *Les Météorites et leurs impacts*, Paris, Masson, 1997.

CARR M., *Water on Mars*, Oxford, Oxford University Press, 1997.

COTARDIÈRE P. (de la), *Astronomie*, Paris, Larousse, 1991.

CROSWELL K., *Planet Quest*, Londres, The Free Press, 1997.

DUVE C. (de), *Poussière de vie : une histoire du vivant*, traduction française, Paris, Fayard, 1996.

DICK S., *The Biological Universe*, Cambridge, Cambridge University Press, 1996.

DIGREGORIO B., *Mars : The Living Planet*, Berkeley, Frog Ltd. Books, 1997.

DOLLFUS A., *50 ans d'astronomie : Comprendre l'Univers*, Les Ulis, EDP Sciences, 1998.

DUCROCQ A., *À la recherche d'une vie sur Mars*, Paris, Flammarion, 1976 (épuisé).

–, *La Chaîne bleue*, Paris, Édition n° 1, 1979 (épuisé).

FIEBAG J., *Mars, planète de la vie*, Paris, Hachette, coll. « Sciences », 1998.

FLINN E. A. (sous la dir. de), *Scientific Results of the Viking Project*, Washington D. C., American Geophysical Union, 1977.

FRANKEL C., *La Mort des dinosaures : l'hypothèse cosmique*, Paris, Masson, 1996 ; Le Seuil, « Points Sciences », 1999.

GOLDSMITH D., *The Hunt for Life on Mars*, Dutton (Penguin Books), 1997.

HEIDMANN J., *Intelligences extraterrestres*, Paris, Odile Jacob, coll. « Opus », 1996.

KIEFFER H. *et al.*, (sous la dir. de), *Mars*, Tucson, The University of Arizona Press, 1992.

LEWIS J., *Mining the Sky*, Reading (Mass.), Helix Books, Addison-Wesley, 1996.

LOUCHET A., *La Planète Mars : description géographique*, Paris, Masson, 1988.

MURRAY B. *et al.*, *Mars and the Mind of Man*, New York, Harper & Row, 1973.

PAULS M. et FACAROS D., *The Travellers' Guide to Mars*, Londres, Cadogan Books, 1997.

RAULIN F., *La Vie dans le cosmos*, Paris, Flammarion, coll. « Dominos », 1994.

SAGAN C., *Les Dragons de l'Eden*, Paris, Le Seuil, coll. « Science ouverte », 1980.

SHEEHAN W., *The Planet Mars : A History of Observation and Discovery*, Tucson, The University of Arizona Press, 1996.

ZUBRIN R., *The Case for Mars*, New York, The Free Press, 1996.

ALTER A. et TESTARD VAILLANT P., « Et si nous étions seuls dans l'univers ? », in *Ciel et espace*, 315, 46-50, juillet-août 1996.

BARRAT J. *et al.*, « Formation of carbonates in the Tatahouine meteorite », in *Science*, 280, 412-414, 1998.

CARR M., « Volcanism on Mars », in *Journal of Geophysical Research*, 78, 20, 4049-4062, 1973.

CLEMETT S. *et al.*, « Evidence for the extraterrestrial origin of polycyclic aromatic hydrocarbons in the martian meteorite ALH 84001 », in *Faraday Discussions (Royal Soc. Chem)*, 109, 1998.

CRICK F. et ORGEL L., « Directed Panspermia », in *Icarus*, 19, 341-346, 1973.

DUFOUR J.-P., dossier, *Ciel et espace*, décembre 1997.

DUFOUR J.-P. et DEFAIT J.-P., « La Ruée vers Mars », dossier, *Ciel et espace*, n° 344, p. 37-43, janvier 1999.

FOLK R., « SEM imaging of bacteria and nannobacteria in carbonate sediments and rocks », in *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 63, n° 5, p. 990-999, 1993.

GOLOMBEK M., « La mission Pathfinder sur Mars », in *Pour la science*, septembre 1998.

GULIK V. et Baker V., « Fluvial valleys and martian paleoclimates », in *Nature*, 341, 514-516, 1989.

HARVEY R. et MCSWEEN H., « A possible high-temperature origin for the carbonates in the martian meteorite ALH 84001 », in *Nature*, 382, 49-51, 1996.

JULL A. *et al.*, « Isotopic evidence for a terrestrial source of organic compounds found in martian meteorites Allan Hills 84001 and Elephant Moraine 79001 », in *Science*, 279, 366-369, 1998.

KARGEL J. et STROM R., « Les changements climatiques sur Mars », in *Pour la science*, janvier 1997.

KLEIN H., « On the search for extent life on Mars », in *Icarus*, 120, 431-436, 1996.

KLEIN H. *et al.*, « The Viking biological investigation : preliminary results », in *Science*, 194, 99-105.

LEVIN G. et STRAAT P., « Recent results from the Viking labeled release experiments on Mars », in *Journal of Geophysical Research*, 82, 4663-4667, 1977.

MARCY G., BUTLER R. P. *et al.*, « The planet around 51 Pegasi », in *Astrophysical Journal*, 1997.

MAYOR M. et QUELOZ D., « 1995. A Jupiter-mass companion to a solar-type star », in *Nature*, 378, 355.

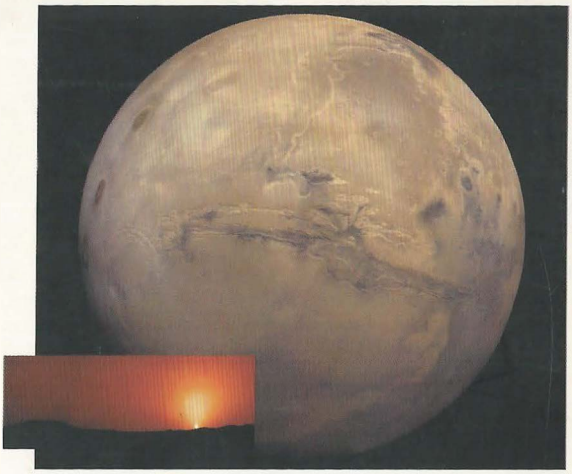
MCKAY C. *et al.*, « Making Mars habitable », in *Nature*, 352, n° 6335, 1991.

MCKAY D. *et al.*, « Search for past life on Mars : possible relic biogenic activity in martian meteorite ALH 84001 », in *Science*, 273, 924-930, 1996.

NEWCOTT W., « Return to Mars », in *National Geographic*, 194, n° 2, 2-29, août 1998.

THOMAS P., « Global Surveyor : premiers survols de Mars », in *Ciel et espace*, 338, 30-34, juillet 1998.

TREIMAN A., « The history of ALH 84001 revised : Multiple shock events », in *Meteorit. Planet. Sci.*, 33, 753-764, 1998.



MARS'TA YAŞAM

Kızıl gezegenin gizemi...

Evrende yalnız mıyız? Yaşam mucizevi ve yalnızca yeryüzüne mi ait? Yoksa yaşam, birbirinden ileri uygarlıklar ve sayısız gelişmişlik düzeyleri ve biçimleriyle bütün evrende yaygın olarak var mı? İnsanoğlu, kendine bu soruyu sorduğundan bu yana, bakışlarını Mars gezegenine yöneltti.

Bu kitap, Mars yüzeyinde yaşamın araştırılması çerçevesinde, ilk filozofların düşüncelerinden, Tycho ve Kepler'in ölçümlerine, Galileo, Huyens ve Lowell'in gözlemlerinden, kızıl gezegeni yakından fotoğraflayan otomatik Amerikan ve Rus sondalarına uzanan Mars keşfinin serüvenini anlatıyor.

Bir jeoloj ve astronom olan, çeşitli yayın organlarında makaleleri yayınlanan Charles Frankel'in canlı, soluk kesici bu yapıtı olanaksızı başarıyor: Bilim tarihini, okurlara bir serüven öyküsü, bilimkurgu ve gerilimli bir cinayet romanı tadında sunuyor.

ISBN 975-8020-93-5

9 789758 020935

GÜNCEL YAYINCILIK