

# YAŞAYAN BİR EVRENİN PEŞİNDE

## Neye benzeyeceği bilinmeden Dünyadışı yaşam nasıl aranır?

Olur da bir gün karşımıza çıkıverirse, dünyadışı yaşamı tanıyabilecek, farkına varabilecek miyiz? Olasılıkla hayır. Uzay sondalarımızın, organizmalar ya da akıllı varlık yaşamına ilişkin nesnelere kaplı gezegen yüzeylerinin görüntülerini yakalama olasılığı, şimdilik çok düşük görünüyor. Yaşama ilişkin kanıtlar, büyük olasılıkla çok daha dolaylı olacak: Belki dünya benzeri, uzak bir gezegende bulunan biyomoleküllere ait tayf çizgileri, belki de bildiğimiz jeolojik, hatta biyolojik yapılardan farklı özellik taşıyan kaya içi yapılar. Bu türden kanıtların varlığını keşfettiğimizde, hatta çok daha öncesinde, yaşamın ne olduğu ve onu nasıl tanıyacağımız konusunda ayrıntılı ve kullanılabilir bir tanıma da ihtiyacımız olacak.

Astrobiyologlarca genel olarak benimsenen görüş, nerede ortaya çıkarsa çıksın, yaşama ilişkin bazı özelliklerin

evrensel olması gerektiği. Bunlardan biri, canlılığın kendini çoğaltabilen ve evrim geçirebilen, karmaşık bir kimyasal sistem oluşu. Çevrelerine iyi uyum gösteren organizmalar, büyük sayılarla hayatta kalmayı başarır ve ürerler. Bu süreçte, Dünya'da yaşam için çok belirleyici olan çeşitliliğin ana motorlarından biri.

İkincisi; bilinen tüm yaşam biçimleri, karbon temelli. Hiç bir kimyasal element, girdiği kimyasal etkileşimlerin çeşitliliği açısından karbonun yanına yaklaşmıyor. Karbonun sağladığı bu esneklik, yaşam sistemleri için çok önemli.

Üçüncü sırada su var. Yaşamın mutlaka suya gereksinim duyacağını, neredeyse % 100 kesinlikle söyleyebiliyoruz. Biyokimyasal tepkimeler, bir anlamda moleküllerin birbirleriyle doğru biçimde ve doğru hızda çarpışmalarına,

bu da ortamda sıvı bir çözücünün varlığına bağlı. Su, tek olmamakla birlikte ortalıktaki en iyi çözücü durumunda. Oldukça geniş bir sıcaklık aralığında sıvı olarak kalmanın yanısıra, her yerde bol bulunabilme özelliğine de sahip. Hatta, sözcüğü Orion bulutsusunun yıldız oluşum bölgelerinde bile.

Evrende yaşamın ne kadar yaygın olduğu sorusunun yanıtı, gezegen sistemine sahip yıldız sayısına, bunların yaşanabilir olanlarının oranına ve yaşamın başlamasındaki kolaylık derecesine bağlı. Astrobiyologlar, şimdi bu etkenlerle ilgili tahminlerini iyileştirme çabalarına girmiş bulunuyorlar.

105 yıldızın çevresinde dolanan 120'nin üzerinde güneş dışı gezegen bulunmuş durumda. Bunların çoğu, ana yıldızına yakın ("sıcak Jüpiterler") ya da oldukça egzantrik yörüngelerde dolanan gaz devleri. Sıcak Jüpiterlerin,

yıldızlarından oldukça uzakta oluşup yıldızla doğru göçtükleri düşünülüyor. Gezegenbilimciler, bilgisayar benzetimlerinden (simülasyon) yararlanarak sıcak Jüpiterlerin oluşumları ve gezegen sisteminin erken gelişim dönemlerindeki göçlerini inceleyebiliyorlar. Görünen o ki, büyümekte olan bir gezegen sistemi, çok daha yavaş süren kayaç gezegen oluşumu için gerekli tozu tutabilirse, bilinen Güneş dışı sistemlerin yarısı kadarı, yaşanabilir bölgelerinde Dünya kütlelerinde gezegenler oluşturabilirler.

Yörüngeleri büyük ölçüde egzantrik olan gaz devleri, genellikle kayaç gezegenleri sistem dışına fırlatırlar. Bununla birlikte bilgisayar çalışmaları, Dünya kütlelerinde gezegen oluşturabilen, bilinen Güneş dışı gezegen sistemlerinin üçte birinin bu gezegenleri 'tutabildiğini' gösteriyor. Bazı benzetimlerdeyse, kendi Güneş Sistemimize benzer gezegen sistemleri ortaya çıkıyor; ancak gaz devlerinin, olası yaşam bölgelerinin çok uzağında ve sabit yörüngede kalmaları koşuluyla.

Şu anda, yaşamın ortaya çıkışının ne ölçüde 'kolay' olduğunu anlamak için ölçüt olarak alabildiğimiz tek şey, Dünya'nın 4,5 milyar yıl önceki oluşumundan, yaşamın ilk ortaya çıkışına kadar geçen süreyi gözönüne almak. Yeryüzündeki ilk organizmaların fosilleri bulunmadığından, bu canlıların ta o zamanlardan kalan az sayıdaki kaya parçasında bulunabilecek biyokimyasal izlerinden yola çıkmak zorundayız. Yaşamın en eski kanıtlarından biri, Ba-

tı Grönland'ın değişime uğramış ve 3,85 milyar yaşındaki bazı tortul kayalarında 12°C'nin (karbonun hafif bir izotopu) yoğunlaştığı bölgeler. Eğer bu 3,85 milyar yıl temel alınacak olursa, Dünya'da yaşamın oldukça hızlı başladığını söylemek mümkün. Ve yaşam, koşulların elvermesiyle hemen başladıysa, o zaman evrenin birçok köşesinde varolabileceği düşüncesi de akla oldukça uygun.

## Cehennemde Yaşamak

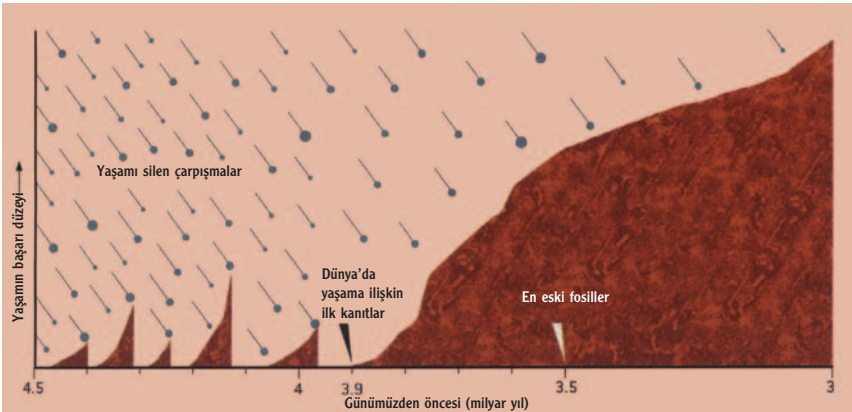
Dünya, ilk zamanlarında tam bir cehennemdi. 3,85 milyar yıl kadar önce, gezegen oluşumunun son dönemlerine sözcüğün tam anlamıyla damga vuran büyük meteorit çarpışmaları yeni sonlanmıştı. Sıcaklıkları neredeyse kaynama noktasına varan okyanuslar, gezegen yüzeyinin çoğunu kaplarken, atmosfer de korkunç düzeydeki volkanik etkinliğin sonucunda gazla doluyordu. Büyük çoğunluğu nitrojen, karbondioksit ve sudan oluşan atmosferde oksijen, dolayısıyla da morötesi ışınlardan koruma görevini yapacak ozon yoktu. Bu ışınlamanın iyonlaştırıcı gücüyle, gerek karasal yüzeyleri, gerekse suyun ilk bir-iki metrelik bölümünü yaşanmaz durumda tutmak için tekbaşına yeterliydi.

İlk bakışta Dünya'nın bu erken dönemleri tümüyle yaşanmaz görünüyor. Ancak geçtiğimiz yıllarda biliminsanları, yaşam için bir zamanlar oldukça düşmanca sayılan koşullarda yaşayabilen, bunun da ötesinde, yaşamak için

bu koşullara gereksinim duyan mikroorganizmaların varlığını keşfettiler. Bunların arasında yüksek basınçlı suda 117 0°C'ye varabilen sıcaklıklarda, güneş ışığı ya da oksijen olmaksızın yaşayabilen "hipertermofiller" var. Bu inanılmaz canlılar, yeni okyanusal kabuğun olduğu okyanus tabanındaki hidrotermal kaynakların içinde ya da çevresinde yaşıyorlar. Burası, Dünya'nın sıcak manto tabakasının yüzeye yakın olduğu bir bölge. Burada kabuğun içine sızarak sıcak manto kayaları tarafından 350 0°C'ye ısıtılan deniz suyu, okyanus dibi geyzeri olarak yeniden yüzeye fışkırıyor. Bu suyun içinde, hidrojen gibi erimiş halde bulunan birçok gaz, ayrıca bol miktarda da metal var.

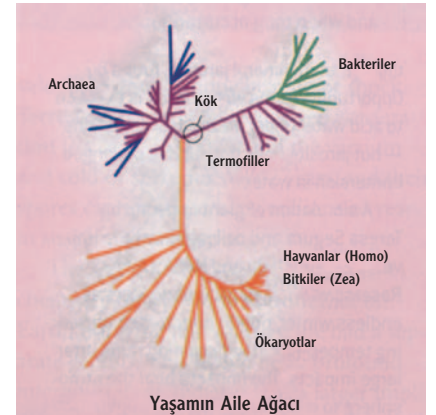
Oksijen soluyan bütün organizmalar gereksinim duydukları enerjiyi, organik moleküllerden (şeker gibi) gelen hidrojeni, oksijenle yakarak sağlıyorlar. Bitkiler ve birçok bakteri türü de, bir adım geriye gidip güneş ışığından yararlanarak, fotosentez yoluyla karbondioksitten organik moleküller elde ediyorlar. Hipertermofillerinse ne organik moleküllere, ne de güneşine gereksinimleri var; enerjilerini farklı metabolik süreçlerle sağlıyorlar; sözcüğü, hidrojeni kükürt ya da karbondioksitle yakarak. Burada, bütün 'malzemeleri' sağlayan, okyanus geyzerleri.

Bütün karasal organizmalar, hücrelerinde her tür için farklı bir diziliş gösteren RNA (ribonükleik asit) molekülleri taşıyorlar. İki tür birbirine ne kadar yakınsa, RNA dizilişleri de birbirine o kadar benzer oluyor. Biliminin



### Yaşam Kaç Kez Sıfırdan Başladı?

Yaşam birden fazla kez mi ortaya çıktı? Dünyamız erken dönemlerinde, varolabilecek herhangi bir yaşam biçimini yokedecek büyüklükte çarpışmalara sahne oldu. Yaşam, eğer o şiddet dolu dönemde ortaya çıktıysa, büyük olasılıkla defalarca sıfırdan başlamak zorunda kaldı. Biliminsanları, bu türden son 'terminatör' çarpışmanın 3,9 milyar yıl önce gerçekleştiğini, bugün varolan bütün yaşam biçimlerinin, bu olaydan sonra ortaya çıkan bir ortak atadan geldiğini düşünüyorlar.



Yaşam ağacının üç ana dalı var. Bu dalların üçünün de, sıcakta seven organizmaların geçirdikleri evrimle ortaya çıkmış oldukları düşünülüyor. Buna göre, bugün varolan bütün yaşam, çok yüksek sıcaklıklarda yaşayabilen termofillerden köken almış durumda.

sanları, belli tür ve sayıda canlıların RNA dizilişlerini birbirleriyle karşılaştırarak, yeryüzünde yaşam için bir aile ağacı çıkarabiliyorlar. Bu yönde yapılan çalışmaların ortaya çıkardığı sonuçsa, ağacın kök ve en alt dallarının hipertermofillerce işgal edilmiş olduğunu ortaya koyması bakımından oldukça ilginç. Bu sonuca göre, neredeyse kuşku götürmez biçimde yaşamın yüksek sıcaklıklarda başlamış olduğunu söyleyebiliyoruz. Ancak yine de, düşük sıcaklıklarda başlamış (belki de Güneş Sistemi içinde başka bir yerde) ve hipertermofillerin bu ilk yaşam biçiminin evrilmesiyle ortaya çıkmış olabileceği olasılığını da dışlayamıyoruz. Yaşam ağacı, bu canlıların hayatta kalmayı başarabilen tek canlılar olduğunu, geri kalanlarınsa Dünya'daki yüksek sıcaklık nedeniyle yok olduğunu gösteriyor.

1990'ların başından beri, Cornell Üniversitesi'nden Thomas Gold'un yıllarca öncesinden tahmin ettiği gibi, yerkabuğunun birkaç kilometre derinliğindeki sıcaklıklarda yaşayabilen birçok bakteri türü (hipertermofiller de dahil) bulundu. Yerkabuğunun derinlikleri, okyanusları kaynatıp buharlaştıracak, atmosferi kaya buharlarıyla dolduracak büyük çarpışmalardan korunma açısından, erken yaşamın tek sığınağı olmuş olabilirdi. Ancak çarpışma sıklığı azaldıkça yeryüzü sıcaklığı da düşmeye başlamış, okyanuslar yerlerinde kalabilir olmuştu. Sıcaklığa alışkın yaşamsa, derin sığınaklarından çıkarak yüze yakın ve daha serin bölgelerde yaşamını sürdürebilecek organizmaları oluşturacak yönde evrim



Sualtı geyzerleri, önemli birer ekosistem destekçisi. Besin zincirinin tabanında, sıcak-seven, inanılmaz canlılar var. Bunlar, okyanus tabanından fişkıran yüksek sıcaklıklı suda çözünen inorganik materyalden, yaşam için gerekli enerji ve karbonu elde ediyorlar. Bu, güneşsiz ve oksijensiz bir yaşam. Yaşamın ilk dönemlerinin de buna benzediği düşünülüyor.

geçirdi. Bu yeni organizmalar, oksijen ve başka yan ürünler açığa çıkararak okyanuslar ve atmosferin kimyasal yapısını değiştirdiler. Bizlerse, onlarla aynı bölgelerde yaşayamaz durumdaysak da, o ilk termofillerin torunları sayılırız!

## Buzun Söyledikleri

Yaşam, derin ve sıcak sığınağından çıktuktan sonra, daha geniş ve çeşitlilik açısından da daha zengin bir biyosfer oluştu. Bu karasal yaşamın kökleri ve çeşitlenme biçimi, araştırmacılara, yaşamın başlamış olabileceği başka yer-

ler bulmak konusunda umut kaynağı. Şimdilik, Güneş Sistemi içinde bu açıdan ilgi odağı olmuş iki aday var: Jüpiter'in uydusu Europa, ve Mars. Her ikisi de, biyolojik çözücü olarak sıvı su içeren -ya da bir zamanlar içermiş olan- birer dünya. Eğer suyun izini sürebilsek, oralarda yaşamın izini bulmamız da olası.

Europa, aslında yaşanabilir bölgenin oldukça uzağında. Bu, yüzeyindeki suyu sıvı olarak tutabilmesi ya da fotosentez için yeterli Güneş ışığını alamıyor olması demek. Ancak buzlu yüzeyinin altında, derinliği 100 kilometreye varan bir tuzlu su okyanusu barındır-

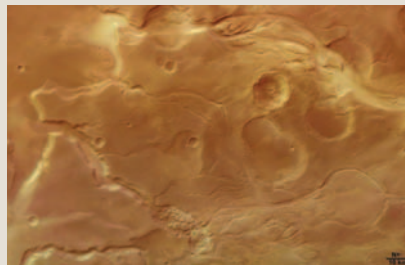
## Ilık ve Sulak Bir Mars (!?)

Elimizde, Mars'ın erken dönemlerinin ılık ve sulak olduğuna ilişkin düşüncelerle bağdaşmayan bazı bulgular var. Su, atmosferdeki karbondioksiti çözer ve normal olarak yüzey maddeleriyle bir araya gelerek, karbonat kayaları oluşturur. Mars yüzeyinde eser miktarda karbonat belirlenmiş olsa da bu, olması beklenebilecek düzeyin çok altında.

Ancak, Mars üzerinde incelemeler yapan Opportunity adlı araçtan Meridiani Ovası'yla ilgili olarak elde edilen bulgular, buradaki suyun asitli olduğunu gösteriyor. Bu durumda, bölgede karbonat birikimi olması zaten beklenmiyor.

Bazalt kayalarda bulunan olivin mineraliye, 30-40 yılda su tarafından serpentin'e dönüştürülebilir. Ancak inceleme araçları, Mars'ta çok geniş ve yıpranmamış olivin alanları belirlemiş durumda.

Mars'ta kilin de izine henüz rastlanabilmiş değil; ki kil de suyun volkanik kayalarla etkileşimi sonu-



Akarsular, Mars'ta bir zamanlar Mangala Vadisi ve birçok başka boşaltım kanalı oluşturmuştu. Ancak gezegenbilimciler, bu sellerin ne kadar sürdüğü ya da ne zaman gerçekleştiği konusunda kesin birşey söyleyemiyorlar.

cu ortaya çıkan son ürün. Tüm bunlar, Mars yüzeyinde sıvı halde su bulunmadığı düşüncesini destekleyen ve Meridiani Ovası üzerinde yapılan mineralojik çalışmaların sonuçlarıyla tutarlı bulgular.

Colorado Üniversitesi'nden Teresa Segura başkanlığındaki ekip ve NASA'nın Ames Araştırma Merkezi'nce ortaklaşa gerçekleştirilen bir benzetim (simülasyon) çalışması, yavru Mars'ı şöyle betimliyor: Büyük çarpışmalardan sonra çok yüksek sıcaklıklar ve 'kaynar' durumdaki yağmurlarla ara ara kesintiye uğrayan, sonsuz bir kış. Benzetimlerde çarpışmalar, atmosfer sıcaklığını 500 0°C'nin üzerine çıkararak, yüzeyaltı buz tabakasını eritiyor. Şiddetli yağmur ve sellerse vadiler oyup kraterleri aşındırıyor. Ancak yaklaşık bir yüzyıl sonra, herşey yeniden donuyor. Bu senaryo Mars'ta yaşam açısından pek ümit vaadedici değil. Tabii yaşamın, Mars kabuğunun derinlerinde bir yerlerde korunmamış olması koşulluyla.

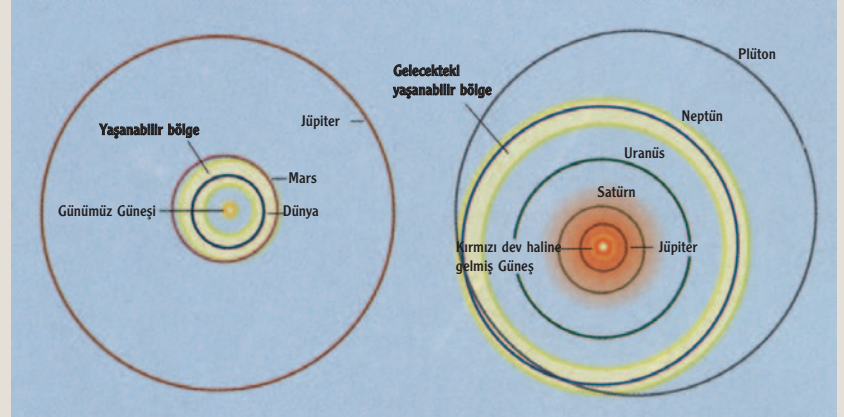
dığı düşünülüyor. En iyi kanıt, Europa yüzeyinin yaklaşık üçte birlik kısmının, kuzey ve güney kutup sularındaki buz yığınlarını andırması. Bu da, sularının bir bölümünün eriyip, sonra yeniden donmuş olabileceğine işaret ediyor. Hesaplamalara göre Europa'nın buzdan kabuğu, en fazla 8 kilometre kalınlıkta. Jüpiter, yanısıra da Europa'nın kendi iki uydusu olan Ganymede ve Io'dan kaynaklanan gelgit etkisinininse, okyanusun ısınıp artırdığı ve onu ve sıvı halde tuttuğu düşünülüyor.

Tümüyle tartışmaya açık olsa bile, Europa da yaşamın ortaya çıkmasına izin verecek, Dünya'dakine benzer denizaltı hidrotermal sistemler içeriyor olabilir. SETI Enstitüsü'nden Chris Chyba ve Stanford Üniversitesi araştırmacılarına göre, burada okyanusa oksijen taşıyacak bir mekanizma bile var: Europa'nın yüzeyindeki su buzunu, Güneş ve Jüpiter'den gelen yüklü parçacıkların sürekli bombardımanı altında. Bu parçacıklar buzdaki su moleküllerini parçalayarak oksijen açığa çıkarıyor. Çarpışmaların etkisiyle de oksijen, yüzeyin bir metre kadar derinlerine itiliyor. Araştırmacılara göre, eğer Europa'daki buz kabuğu, jeolojik hareketler ve uzun bir zaman ölçeğinde okyanus sularıyla bir şekilde karıştırsa, okyanus içinde, fazla oksijen gereksinimi olmayan mikroorganizmaların yaşamasına olanak tanınabilir.

## Kırmızı Gezegen

Mars, hiç kuşkusuz Dünya dışında yaşam açısından en güçlü aday. Mars'ın geçmişte yaşama evsahipliği yaptığı görüşü, gezegenin bir zamanlar ılık ve sulak olduğu varsayımına dayanıyor. Volkanik etkinliğin de yüksek düzeyde olacağı bu erken dönemde, atmosferin karbondioksit ve su bakımından zengin olduğu tahmin ediliyor. Güneş'e uzaklığı gözönüne alınırsa, bu durum büyük olasılıkla gezegenin donmaması için gereken sera etkisini sağlamıştı. Ancak, merkezinin giderek soğuması nedeniyle Mars, yaklaşık 3,9 milyar yıl önce küresel manyetik alanını kaybetti. Kozmik ışınım da Mars atmosferinin önemli bir bölümünün uzaya kaçmasına yol açtı. Sonuç, yüzey sıcaklığının, yaklaşık bugünkü

## Yaşanabilir Bölgeler



Gökbilimciler yaşanabilir bölgeyi şöyle tanımlıyorlar: Bir yıldızın çevresinde yer alan ve yüzeyinde sıvı su bulundurabilecek bir gezegeni barındırabilme potansiyeline sahip uzay bölgesi. Bu bölgenin konumunu, yıldızın özellikleri belirliyor. Sözgelimi, yıldız ne kadar sıcaksa, yaşanabilir bölge de ondan o kadar uzak ve o kadar geniş oluyor.

Üzerinde yaşanabilirlik, gezegenin atmosferine de bağlı. Eğer karbondioksit gibi ısı hapsedici bir sera gazından bol miktarda içeriyorsa, gezegen, yıldızdan belirli bir uzaklıkta da yaşanabilirlik özelliğini koruyabilir. Yaşamın başlayıp kendini devam ettirebilmesi için, bölgenin yaşanabilirliğini jeolojik zaman ölçekleri içinde koruyabilmesi de önemli. Bu nedenle gökbilimciler, yaşanabilir gezegenler olarak yalnızca küçük kütleli anakol yıldızlarını aday gösteriyorlar. (Anakol dönemi, bir yıldızın, ömrünün çoğunu geçirdiği kararlı aşamaya verilen ad.)Güneş benzeri yıldızların anakol döneminde geçirdikleri süre, yaklaşık 10 milyar yıl. Kırmızı cüceler daha da uzun ömürlü. Daha büyük kütleli yıldızlar, varlıklarını yaşamın başlamasına bile izin veremeyecek ölçüde kısa süre koruyabiliyorlar. Kütleli Güneşinkinin 3 katı olan yıldızlara, anakol döneminde ancak 500 milyon yıl kadar yaşayabili-

yorlar.

Ancak, yıldız yaşlanmasından kaynaklanan bir sorun var. Gelişimini sürdürmekte olan bir yıldızın parlaklığının da giderek artması, yaşanabilir bölgeyi daha dışarıya doğru kaydırır.

Aşırı durumlardaysa bölgenin tümü, bir önceki konumunun tamamen dışına çıkarak, orada ortaya çıkmış olabilecek herhangi bir yaşam biçimini yok olmaya zorlar. Bizimkinin de içinde olduğu başka yıldız sistemlerindeyse yaşanabilir bölge, yıldızın ömrünün büyük bölümü boyunca sürekliliğini koruyabilir; yıldızdaki parlaklık değişimlerine bağlı olarak iç ve dış kenarları değişiklik gösterse de. Güneş örneğinde, her zaman yaşanabilir kalmış olan bölge 0,95 - 1,15 AU (astronomik birim = Güneş ile Dünya arasındaki ortalama uzaklık; 150 milyon kilometre).

Ancak hiçbir şeyin ömrü sınırsız değil. Güneş de yaşlanıp bir kırmızı dev olma yolunda ilerledikçe, yaşanabilir bölgesi dışarı doğru yer değiştirecek. Dünya ve diğer iç gezegenlerse ya güneş içine 'emilip' buharlaşacak, ya da basitçe kül olup gidecekler. Tabii barındırdıkları tüm yaşamla birlikte. Bundan milyonlarca yıl sonra gerçekleşmesi beklenen bu senaryo, yaşamın bundan çok önce kendisine yeni bir yuva bulması gerekliliğini doğrular.

düzeylerine; ortalama -50 0°C'ye düşmesi. Yine de ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi NASA'nın Mars robot araçları, Avrupa Uzay Dairesi ESA'nın Mars Express yörünge araçları ve daha önceki çalışmalardan elde edilen bulgular, Mars'ta bir zamanlar sıvı suyun akmakta olduğunu gösteriyor. Son bulgularsa, epeyce suyun donmuş halde Mars yüzeyinde hapsediğine işaret etmekte.

Mars'ta eğer bir zamanlar gerçekten yaşam başladıysa, şurası kesin ki bu, yüzeyde gerçekleşmedi. Mars yüzeyinin maruz kaldığı kozmik ve morötesi ışınım bombardımanı, yüzeysel kayaların da yüksek derecede oksitleyici

olması, yüzeyi, bizimkine benzer yaşam biçimleri için kimyasal bakımdan fazlaca zehirli hale getiriyor.

Ya Mars'ın yeraltı biyosferi neler içeriyor olabilir? Akla uygun görünen bir olasılık, soğuğa uyum gösterebilmiş, belki de buzun eridiği bölgelerde yaşayan mikroorganizmaların varlığı. Bu derinlik, karasal mikroorganizmaların gelişip üreyebildikleri en düşük sıcaklıklara (-18 0°C) karşılık geliyor. İkinci bir senaryo da, daha derinlerde varolabilecek bir yaşam sahnesinde, oyuncuların olsa olsa Dünya'dakine benzer termofiller olabileceğini öngörüyor. Durum hangi görüşün lehine olursa olsun, kesin olarak bir şeyler

söyleyebilmek için derinlerde araştırma yapabilecek donanımına sahip olmamız gerekiyor. Bunun da, şimdilik öngörülmuş robotlu araştırmalarda gerçekleştirilmesi pek mümkün görünmüyor.

Mars atmosferinde metanın varlığının keşfi, oldukça ilgi uyandıran bir gelişme. Üretimini sürekli kılabilecek belirli bir sürecin var olması koşulu dışında, metanın atmosferde en çok birkaç yüz yıl kalabileceği düşünülüyor. Metailan olası kaynakları volkanik ya da jeotermal etkinlikler, belki yakın geçmişli bir kuyruklu yıldız çarpması, ya da yaşamın kendisi. (Dünya'daki metanın büyük bölümünün kaynağı, mikroorganizmalar.)

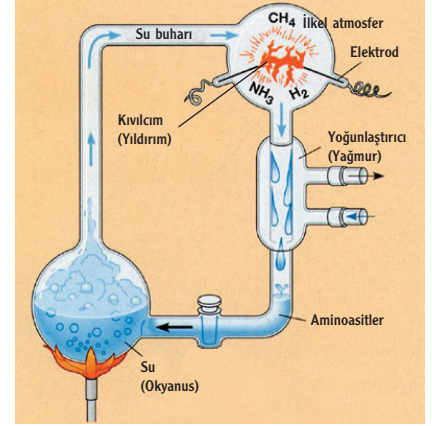
Metan, Mars'ta yüzeyaltı suyunun bol olduğu bölgelerde yoğunlaşma eğilimi gösteriyor. Bu harikulade 'tesadüf' umut verici olsa da, bunu yaşamın varlığıyla ilişkilendirmek için Mars'taki metan üretiminin hızı ve miktarıyla ilgili hesapları da gözönü-



ne almak gerekiyor. Tahminlerse, gazın biyolojik kökenli olması durumunda, Mars biyokütlesinin 20 ton dan öteye geçemeyeceği yönünde. Bu da, yaşam için oldukça küçük bir rakam.

## Yoksa Marslı mıyız?

Mars'ta geçmiş yaşama ya da günümüzde varolan yaşama ilişkin izlere



### Miller-Urey Deneyi

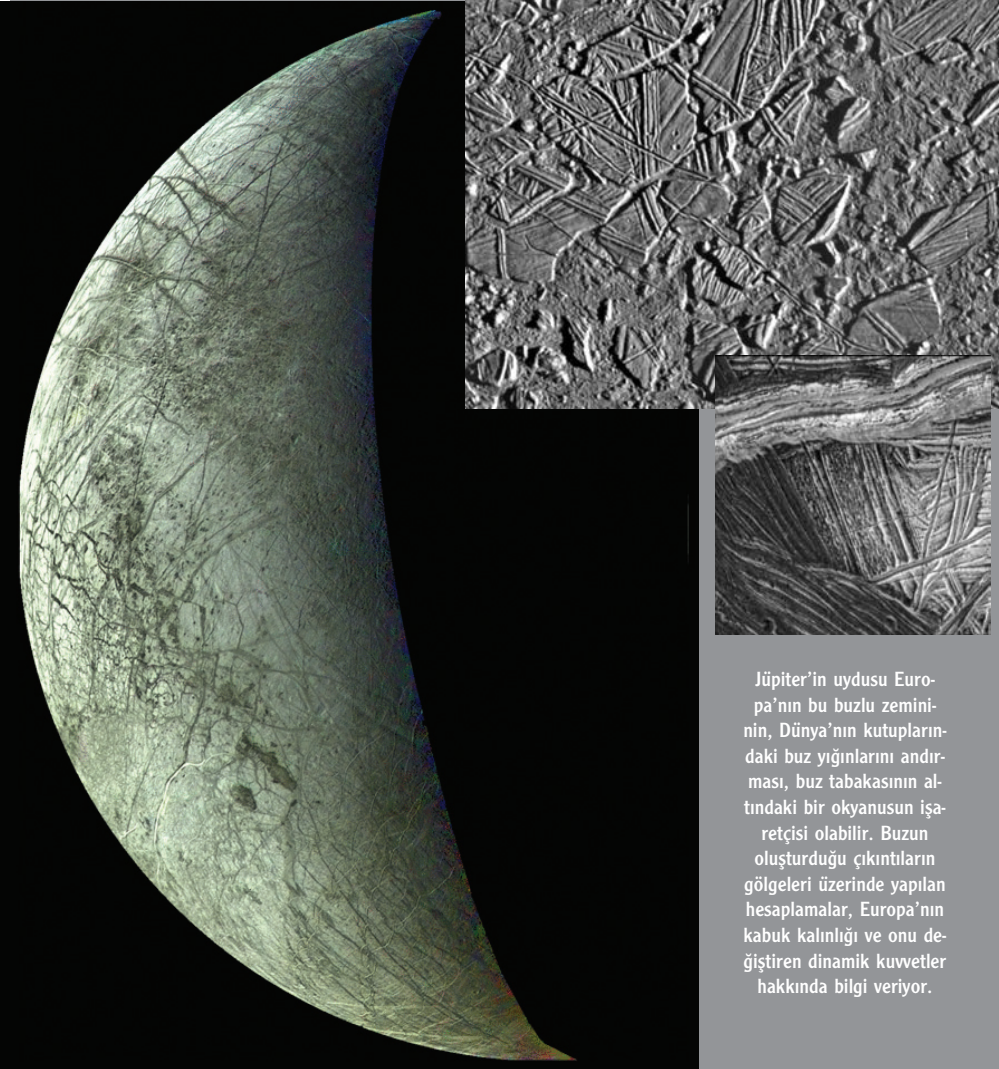
1953'te Stanley Miller ve Harold Urey tarafından yapılan bir deneyde, bir elektrik kıvılcımı ve Dünya atmosferinin erken dönemlerinde var oldukları düşünülen gazlar (metan, amonyak ve hidrojen), bazı aminoasit öncüllerini ortaya çıkarmaya yetmişti. Ancak biliminsanları, artık erken atmosferin temel olarak karbondioksit ve nitrojen içerdiğine, yaşam için gerekli enerjininse daha çok kimyasal ve jeotermal kaynaklardan geldiğine inanıyorlar.

rastlanması, her iki durumda da beraberinde ilginç sonuçlar getirecek..

Birincisi, Mars'ta yaşamın biyokimyasal olarak Dünya'dakine benzerliğinin kaçınılmaz oluşu. O zaman da diyebileceğiz ki, ya dünyasal yaşam Mars'tan türedi, ya da dünyasal yaşam Mars'a da 'bulaştı'!

Avustralya'daki Maquarie Üniversitesi'nden Paul Davies, Mars'ın, yaşamın kökeni açısından Dünya'dan daha uygun bir yer olduğunu savunanlardan. Araştırmacıya göre Mars, Dünya kütlesinin yalnızca onda birine sahip olduğundan, erken dönemlerinde Dünya'ya oranla daha az bombardımana maruz kalmış, dolayısıyla daha hızlı soğumuş olsa gerek.. Bu da elbette, yaşamsal koşulların Mars'ta daha erken bir dönemde olgunlaşmış olması anlamına geliyor. Mars'tan Dünya'ya bilinen 32 meteoritin gelmiş olmasıysa, iki gezegen arasında bir tür kaya alışverişi olduğunun işareti.

Gezegenbilimcilerin yaptıkları hesaplamalara, bazı mikroorganizmaların hem çarpışmalardan, hem de gezegenlerarası uzayda yapacakları uzun yolculuklardan sağ çıkabilecekleri düşüncesini güçlendiriyor. Ancak bir koşul: Onları kozmik ışınlardan koruyacak, en az bir metre yarıçaplı kayayla çevrili olmaları. Çarpışma bölgesinin hemen kenarındaki kayalar, çarpışmadan kaynaklanan yüksek ısı ve şoka



Jüpiter'in uydusu Europa'nın bu buzlu zemininin, Dünya'nın kutuplarındaki buz yığınlarını andırması, buz tabakasının altındaki bir okyanusun işaretçisi olabilir. Buzun oluşturduğu çıkıntılıların gölgeleri üzerinde yapılan hesaplamalar, Europa'nın kabuk kalınlığı ve onu deşitiren dinamik kuvvetler hakkında bilgi veriyor.

maruz kalmadan kaçış hızına ulaşabiliyorlar. Dünyadaki bakteriler, 33.000 G'lik ivmelenme kuvveti, yanısıra uzayın boşluğu ve soğuşuna iki yıldan uzun bir süre boyunca direnmeyi başardıklarına göre, bunların sporlarının milyonlarca yıl yarı-canlı olarak kalabilmeleri çok da akla aykırı değil.

İkinci sonuçta, Mars biyokimyasının Dünya'dakinden farklı olduğu noktasında ağırlık kazanıyor. Buna göre Mars'ta yaşamın ortaya çıkışı, Dünya'dakinden bağımsız olmak durumunda. Bu, başlıbaşına çok ilginç başka yollara açılımı olacak bir sonuç. Çünkü yaşamın, aynı yıldız sistemindeki iki gezegende birden gelişmesi, bir bakıma evrende de birçok bölgede gelişebileceği anlamını taşıyor.

## Güneş Sistemi'nin Ötesi

Güneş dışı gezegenlerden hangilerinin yaşam barındırdığını nasıl bileceğiz? Yanıt, ışıklarından alabileceğimiz dolaylı bilgilerde saklı.

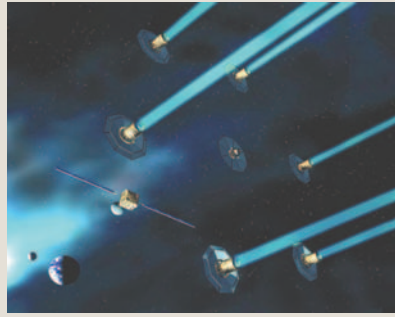
Canlı organizmalar, yaşadıkları ortamın kimyasını altüst ediyorlar. Bu denge bozulması, kendisini bir molekülün varlığıyla gösterebiliyor; bu molekül de ancak bir süreç sonucunda sürekli oluşturuluyorsa açıklanabiliyor. Sözgelimi, Dünya atmosferi oksijen içeriyor; çünkü fotosentez süreci, oksijeni kaybedildiği (kayalardaki demirin paslanması sürecinde olduğu gibi) hızdan daha hızlı üretmeyi başarıyor. Ancak kimyasal dengesizlik biyolojik olmayan süreçlerle de ortaya çıkabileceği için, mutlaka yaşamın göstergesi olmak durumunda değil. Mars'taki metan da, kimyasal dengesizliğin bir kanıtı olmakla birlikte, biyolojik olmayan süreçlerle de açıklanabilir.

Bütün bunlara karşın, bir Güneş dışı gezegenin ışığında kimyasal dengesizliğin imzasını görmek (özellikle de ozon, karbondioksit, su ve metan biçiminde), yaşamı bulmak açısından beklenebilecek en iyi gelişmelerden biri olurdu. Ancak temel sorun, görünür ışıkta bir yıldızın ışığının, gezegeninin ışığını 10 milyar kez katlayarak onu görünmez kılması. Kızılötesi dalgaboylarında yapılan gözlemlerle bu kontrastı 'yalnızca' 10 milyonda 1'e düşürebiliyor. Bunun nedeni de gezegenlerin, enerjilerinin çoğunu kızılötesi dalgaboylarındaki ışınla yaymaları.

## Araştırmalar Yaşam Peşinde

Önümüzdeki on yıl içinde, yaşanabilir gezegen avına çıkacak iki aracın uzaya fırlatılması planlanıyor. Bunlardan biri, altı adet 1,5 metrelik teleskopla donatılacak olan bir ESA aracı; Darwin. Teleskopların birbirlerine göre konumları, lazer sinyalleri aracılığıyla yüksek duyarlılıkla ayarlanabilecek.

Hedef yıldızın ışığı, "silici girişim tekniği" (nulling interferometry) adı verilen bir teknikle perdelenecek. Bu teknik, ışığın teleskoplardan üçünde hafifçe geciktirilmesi temelinde çalışıyor. Işık, bu şekilde diğer teleskoplara göre, faz dışına 180° çıkarmaya zorlanıyor. Bunun sonucu, "yıkıcı girişim" denen ve bir teleskoptaki dalga



ESA'nın Darwin aracı, bize görece yakın olan birkaç bin Güneş-benzeri yıldız çevresini inceleyerek, yaşamın kimyasal imzasını arayacak.

tepesinin, bir diğerindeki dalga çukurunu silmesi durumu. Bu yöntemde, yıldızın yakınlarından, sözgelimi bir Güneş dışı gezegenden gelen ışıkta daha az etkilenir ve baskılanmaz.

Diğer araç, NASA'nın Dünya-benzeri Gezegen Kaşifi (Terrestrial Planet Finder - TPF). Bu da NASA'nın iki projesini biraraya getirecek. Bunlardan bir tanesi, Darwin'in bir benzeri. Diğeriyse optik dalgaboylarında gözlem yaparak, gezegenleri koronagraf yardımıyla yapacak. Koronagraf, teleskopun optik izleğine opak bir disk yerleştirilerek, yıldızın doğrudan ışığının perdelendiği bir aygıt.



Gezegen avında optik teleskoptan yararlanacak olan, NASA'nın Dünya-benzeri Gezegen Kaşifi (Terrestrial Planet Finder)

## Sınıra Kadar

Yaşamın uyum yeteneği, 40-50 yıl önce tahmin edilenden çok daha fazla olsa da, belirli ve kesin sınırları yine de var. En önemli ölçütlerden biriye sıcaklık. Biyokimyasal tepkimelerin donmuş ortamda gerçekleşememesi, gelişme ve üremenin gerçekleşebileceği sıcaklık için bir alt sınırın varlığını zorunlu kılıyor. (Sporlar örneğinde olduğu gibi yarı-canlı formda çok daha düşük sıcaklıklarda 'hayatta kalmak' mümkün.) Tabii bir de diğer uçta, kimyasal bağların kopup biyolojik moleküllerin parçalandığı yüksek sıcaklık var.

Organizmaların uyum yetenekleri, bir başka sınırlama getiriyor. Belirli bir çevrenin koşullarına (yüksek sıcaklık gibi) uyum sağlamış olmak, bir canlı türünün, bir başka ortamın koşullarına (düşük sıcaklık gibi) uyum gösterecek şekilde çeşitlenmesini güçleştiriyor. Evrim kuramından türetilmiş olan bu düşünce, bakterilerle yapılan deneyler aracılığıyla doğrulanmış durumda. Sonuç, evrimsel açıdan kısa sürelerle koşulları bir uçtan diğerine sürekli değişen gezegen-

lerde, yaşamın varlığını beklememek gerektiği. Çünkü organizmaların böyle bir 'salıncak' etkisine ayak uydurmaları olanaksız.

Öyleyse, yaşamın sınırları neler? Deneyimlerimiz yalnızca Dünya canlılarını kapsadığı için, yanıtı kesin olarak bilemiyoruz. Ancak, yegane örneğimiz olan biyolojimiz, bize evrende başka yerlerde yaşam aramak için bir pencere de sağlamıyor değil. Eğer bize yabancı yaşam biçimleri gerçekten varsa, onların termodinamik ya da evrim yasalarını çiğnemiş olmalarını bekleyemeyiz. Ama bize sunacakları başka sürprizler olacağı kesin.

Longstaff, A. "Quest for a Living Universe"  
Astronomy, Nisan 2005

Çeviri: Zeynep Tozar

