

Yeni Dünya'lara Doğru



Cansız, soğuk ve toz fırtınalarının hakim olduğu bir gezegen... 1970'lerin sonlarında gönderilen Viking Uzay Aracı'nın çizdiği Mars tablosuydu bu. Őimdi, bir grup gezegenbilimci, bu gezegeni ısıtmaktan, ona solunabilir bir atmosfer kazandırmaktan, yüzeyinde okyanuslar oluşturılmaktan; kısacası, onu yaşanabilir bir gezegene dönüştürmekten söz ediyorlar. Bu bir bilimkurgu öyküsü değil. Günümüzün teknolojisiyle bunun nasıl gerçeleşebileceğini okuyacaksınız bu yazıda...

IKINCI Dünya Savaşı'nın ortalarında, Jack Williamson adlı bir Amerikalı yazar, savaşın etkisiyle olsa gerek, Güneş Sistemi'ni çeşitli milletlere paylaştırdı. Williamson, yirmi ikinci yüzyılda Çinliler, Japonlar ve Endonezyalılar'ın Venüs'e; Almanlar'ın Mars'a; Ruslar'ın da Jüpiter'in aylarına yerleştiklerini hayal etti. Doğal olarak, Williamson'un yazdığı dili, yani İngilizce konuşanlar Dün-

ya'da kaldı. Ayrıca, asteroidler de onlara ait oldu.

Williamson'un öyküsü, 1942 yılında, "Çarpışma Yörüngesi" (Collision Orbit) başlığı altında yayımlandı. Öykünün konusunu, birbirine çarpışmak üzere olan, birinde yerleşik insan kolonileri bulunan, öteki boş iki asteroid oluşturuyor.

Çarpışma Yörüngesi'nin yazıldığı yıllarda, Venüs ve Mars'ın yapısı pek bilinmiyordu. Herhangi bir yaşam

destek sistemi olmadan bu gezegenlerde insanların yaşamlarını sürdürüp sürdüremeyecekleri de merak konusuydu. Ancak, asteroidlerin küçük, kuru ve havasız cisimler oldukları biliniyordu. Eğer bu gök cisimlerine yerleşilecekse, bir şekilde onlarda yaşamı destekleyen koşullar oluşturulmalıydı.

Çarpışma Yörüngesi'nde, asteroidi yaşamı destekleyecek duruma getirmek için birtakım uzay mühendis-

leri çalışmalar yapıyor. Williamson, bu gök cisminde Dünya'daki koşulların bir benzerini yaratmaya yönelik işleme, "kara oluşturma" (terraforming) adını veriyor. Williamson'un öyküsünde, asteroidlerde kara oluşturma'nın anahtarını yapay yerçekimi oluşturuyor. Çünkü, onun da bildiği bir gerçek, küçük kütlelerinden dolayı, asteroidler bir atmosfere sahip olamazlar. Atmosfer yapay olarak üretilse de, kısa zamanda uzaya kaçır.

Bugünkü bilgilerimize dayanarak diyebiliriz ki, yapay yerçekimi yaratmak olanaksızdır. Ancak, bu gök cisimlerinin üzerine kurulacak kubbe benzeri yapılar, yeterince yoğun bir atmosferi koruyabilir. Su, mineral ve karbon bakımından yeterince zengin olan asteroidler, yaşam için gerekli maddelerin üretimine olanak sağlayabilir. Kapalı kubbelerin altında yaratılacak ekosistemlerde, insanlara oksijen ve gıda sağlayacak bitkilerin yetişmesi olanaklı hale getirilebilir.

Williamson'un geleceğe yönelik bu düşünceleri, bilimkurgu gibi görünse de aslında günümüzün teknolojisiyle bile gerçekleştirilebilir niteliktedir. İlerleyen gezegen araştırmaları sayesinde, sistemimizdeki tüm gezegenlerin yapısını az çok biliyoruz. Ancak, Mars dışında şimdilik hiçbir yerleşime uygun görünmüyor.

Bilim literatürüne baktığımızda, kara oluşturma projesini gerçekleştirme düşüncesini ilk Carl Sagan ortaya attığını görüyoruz. Sagan, bu düşün-



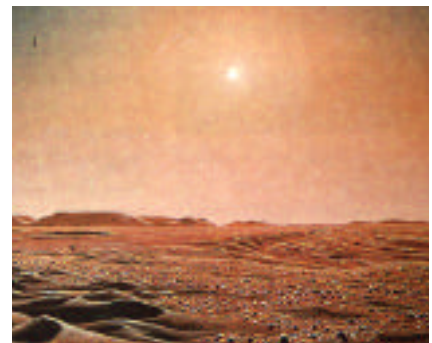
Su, mineral ve karbon bileşikler bakımından yeterince zengin olan asteroidler, yaşam için gerekli maddelerin üretimine olanak sağlayabilir. Kapalı kubbelerin altında yaratılacak ekosistemlerde, insanlar ve öteki canlılar yaşamlarını sürdürebilirler.

ceyi, 1961 yılında Venüs üzerine yazdığı bir makalede ele alıp işledi. O zamanlar, Venüs'teki sıcaklığın, karbondioksit (CO₂) ve su buharının yarattığı sera etkisi nedeniyle, suyun kaynama sıcaklığının oldukça üzerinde olduğu biliniyordu. Sagan, gezegeni kaplayan yoğun bulutlara, karbondioksit, azot ve suyu organik moleküllerle dönüştürecek birtakım mikroorganizmalar yerleştirmeyi hayal etti. Bu mikroorganizmalar, genetik müdahaleyle buradaki ortama uyumlu hale getirileceklerdi. CO₂'yi ve atmosferde bulunan öteki gazları gerekli mo-

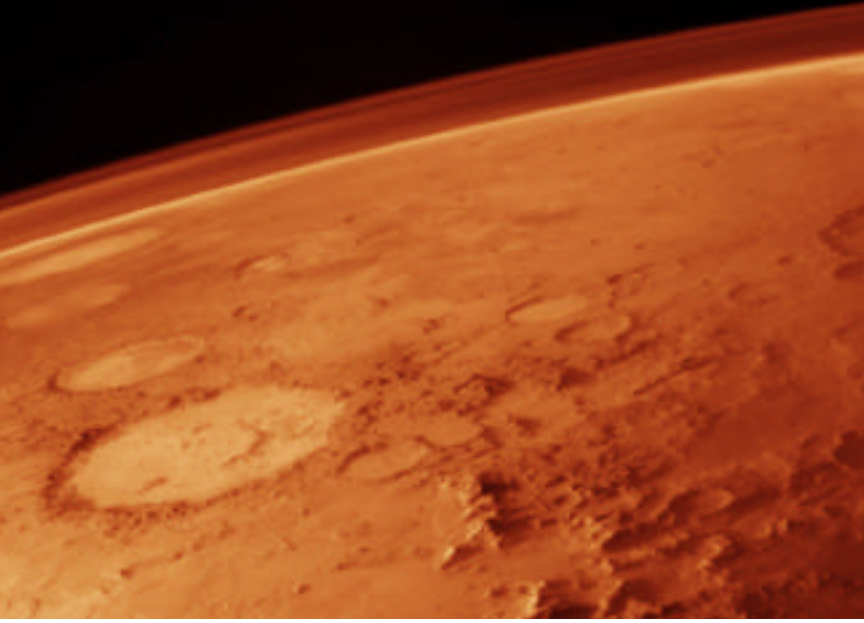
leküllere dönüştüren mikroorganizmalar öldüklerinde gezegenin yüzeyine düşecekler, buradaki yüksek sıcaklıkta kavrulacaklar; böylece içlerindeki su atmosfere yeniden karışacak. Ancak CO₂'nin içerdiği karbon, yüksek sıcaklıkta, kendiliğinden geri dönüşümü olmayan grafitte ya da başka karbon bileşiklerine dönüşecek. Bu düşünceye göre, ne kadar CO₂ dönüştürülürse, gezegenin sıcaklığı o ölçüde azalacak. Sonuçta, Venüs'ün yüzeyi, sıvı halde su içeren, yaşanabilir bir ortama özgü özellikler kazanacak.

Doğal olarak, Sagan'ın bu düşüncesi pek çok bilimkurgu yazarına iyi malzeme oldu. Ancak ortada birtakım ciddi sorunlar vardı. Bunlardan ilki, Venüs'ün bulutlarının yüksek konsantrasyonlarda sülfürik asit içermesiydi. Bu, yukarıda sözünü ettiğimiz mikroorganizmalar ve öteki canlılar için çok ciddi bir tehlike oluşturuyordu. Aslında Dünyamız'da yüksek konsantrasyonlu sülfürik asit çözeltilerinde yaşayabilen mikroorganizmalar yok değil. Belki Venüs koşullarında yaşayabilecek mikroorganizmalar da genetik müdahaleyle üretilebilir.

Daha öldürücü olan ve 1961 yılında bilinmeyen bir gerçek, Venüs'ü yaşanabilir kılmada gerçekten büyük bir engel ortaya koymuştu. Bu gerçek, gezegenin yüzeyindeki 90 atmosferlik basınçtır. Carl Sagan, o sıralarda, gezegenin yüzeyindeki atmosfer basıncı-



Bir ressamın çizimleriyle Venüs, Dünya ve Mars.



Mars'ın, ince bir atmosferi var. Bu atmosfer, çok büyük oranda karbondioksitten oluşuyor. Ayrıca yüzeydeki atmosfer basıncı, Dünya'dakinin sadece yüzde biri kadar. Gezegenin yüzeydeki kırmızı renkse "demir pası" yani demir oksitten kaynaklanıyor.

nın birkaç atmosfer olduğunu sandıklarını belirtiyor. Tüm bu olumsuz koşullar, Eski Yunanlılar'ın güzellik tanrıçası Venüs'ü yaşanabilir bir ortam olmaya aday gezegenler arasından şimdilik uzaklaştırıyor.

Güneş Sistemi'ndeki gezegenler ve onların uyduları arasında, en konuksever görüneni Mars'tır. Yüzyılımıza gelene değin, gökyüzünde çok parlak olmayan, turuncu bir nokta olarak görünen Mars insanların pek de ilgisini çekmiyordu; yaklaşık 100 yıl öncesine değin... 1800'lerin sonlarında, Percival Lowell adlı bir gökbilimcinin gezegenin yüzeyinde kanallar gördüğü-

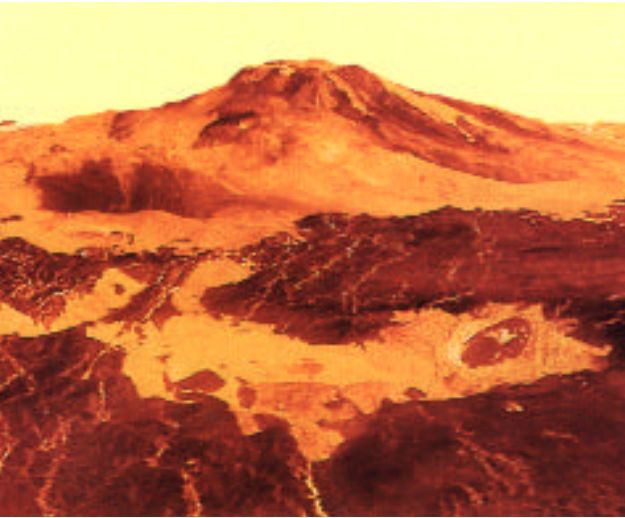
nü söylemesiyle, tüm ilgi bu gezegen üzerinde odaklandı. Mars yüzeyinde gerçekten suyun izleri vardı. Ancak, Lowell bunları insan benzeri birtakım akıllı canlıların yaptığı kanallara benzetti. Lowell, yüzeydeki açık tonlu bölgelerin çöller, koyu tonlu bölgelerin de bitki örtüsünün oluşturduğu, tarım yapılan alanlar olduğunu sandı. Gördüğü kanallarsa, Lowell'a göre, kurak olan ekvator bölgesini sulamak için, kutuplardaki buzların eritilmesiyle elde edilen suyu buraya taşımak için yapılmıştı.

Bugün, uzay araştırmalarının sağladığı bilgiler sayesinde, Mars hak-

kında pek çok şey biliyoruz. Gezegende uzunca bir süre önce (yaklaşık 3,5 milyar yıl öncesine kadar) suyun sıvı halde bulunduğuna ilişkin önemli kanıtlar var. Bu da Lowell'dan bu yana, Mars'ta yaşam tartışmasını gündemde tutuyor. Ancak, günümüze değin herhangi bir yaşam izine rastlanmadı.

Tüm hızıyla süren Mars araştırmalarının sonuçlarına dayanarak gezegene baktığımızda, buradaki koşulların Venüs'tekinin tersi olduğunu söylersek pek de yanlış bir şey söylemiş olmayız. Doğal olarak, bu da birtakım sorunlar doğuruyor. Mars'ın bir atmosferi var; ancak, Venüs'ün atmosferi ne kadar kalınsa, Mars'ınki o kadar ince. Yüzeyindeki atmosfer basıncı Dünya'dakinin sadece yüzde biri kadar. Atmosfer, çok büyük oranda (%95) CO₂'den oluşuyor; az miktarda azot (%3) ve argon (2%) içeriyor. Mars'ın kutup buzulları, büyük oranda CO₂ buzu içeriyor. Ayrıca, yine kutup buzullarında önemli miktarlarda su da (buz halinde) bulunuyor. Katı CO₂, gezegenin ne kadar soğuk olduğunun en iyi göstergesidir.

Mars'ın Güneş'e olan uzaklığı, Dünya'ninkinin yaklaşık bir buçuk katıdır. Bu nedenle, gezegene ulaşan güneş ışınlarının yoğunluğu, Dünya'ya ulaşan ışınların yoğunluğunun yarısından bile azdır. 4 Temmuz 1997'de gezegenin yüzeyine inen Pathfinder'in taşıdığı hareketli yüzey aracı Sojourner, yüzeydeki ince bir toz tabakasının sıcaklığını 21°C ola-



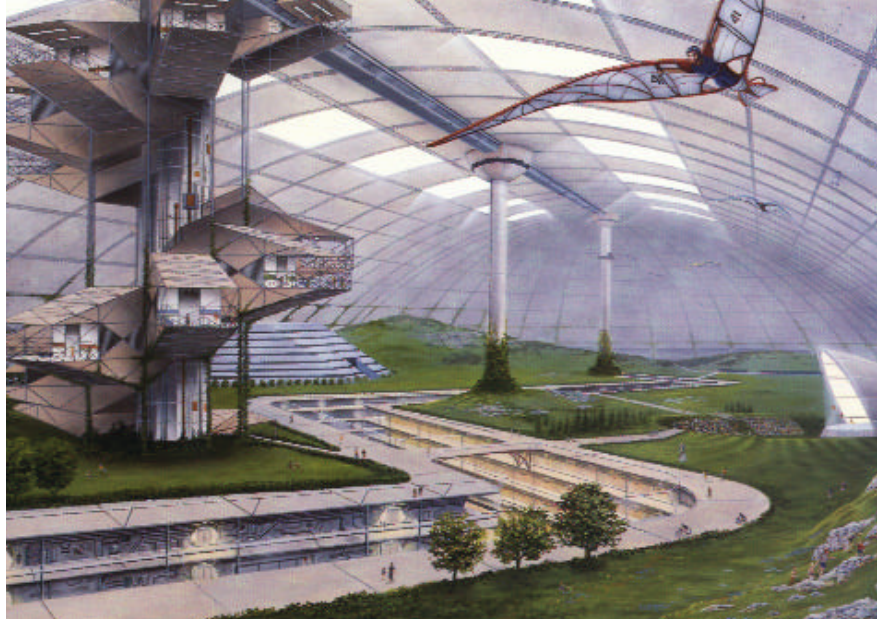
Solda: Magellan Uzay Aracı, kalın atmosfer yüzünden optik dalgaboyunda göremediğimiz Venüs yüzeyinin şaşırtıcı radar görüntülerini yolladı. Fotoğrafta Maat Yanardağı görülüyor. Sağda: Dünya okyanuslarından, Venüs de kalın atmosferinden arındırılarak çizilen bu resimlerde iki gezegenin birbirine ne kadar benzediği görülüyor. Ancak iki gezegen birbirinden farklı biçimde evrim geçirmiş.

rak ölçmüştü. Bu sıcaklığa karşılık, kutup bölgelerindeki sıcaklıklar -100°C 'nin altına düşebiliyor. Gezegenin ortalama sıcaklığıysa -60°C civarında.

Neden Mars?

Yukarıda değindiğimiz olumsuzluklara karşın, Mars, ikinci bir yerleşim yeri olmada en kuvvetli aday olarak görünüyor. Çünkü, bu olumsuzlukların yanı sıra bu gezegenin seçilmesinin pek çok avantajı da var. Öncelikle, gezegende bir zamanlar suyun sıvı halde bulunduğuna yönelik belirgin kanıtlar var. Ayrıca, kutup buzullarında ve yüzeyin altında önemli miktarlarda su bulunduğu biliniyor. Yaşam için gerekli temel madde olan suyun bu gezegende hazır bulunması, belki de onun sahip olduğu en önemli ayrıcalık. Araştırmaların sonucuna göre, yüzeyin altında ve kutuplarda bulunan suyun tamamı eritilebilirse, yüzeyinin tümünü (gezegenin düzgün, küresel bir yapıda olduğunu varsayarsak) 100 metre derinlikte bir tabaka halinde kaplayabilecek miktarda su ortaya çıkabilecek. NASA Ames Araştırma merkezi'nden, gezegenbilimci Christopher McKay, Mars'taki suyun sıvı halde bulunabilmesi için gezegenin ortalama sıcaklığının 0°C dolayında olması gerektiğini söylüyor.

Mars'ın ince de olsa bir atmosferinin olması, buraya ulaşımında kullanılacak uzay araçlarını yavaşlatacak pa-



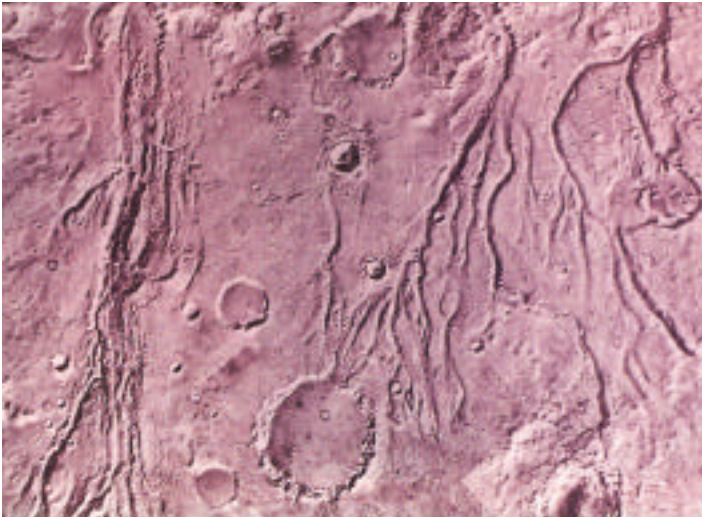
Büyük olasılıkla Mars'a yerleşmeye bir takım üsler ve kalıcı yerleşim yerleri kurarak başlayacağız. Daha sonra, sera etkisi yaratacak gazları üreterek gezegeni ısıtmaya başlayacağız. Bu, yeterli miktarlarda atmosfer ve su oluşuncaya değin sürecek.

raşütlerin kullanılmasını olanaklı kılıyor. Doğal olarak, gezegenin kütleçekiminin düşük oluşunun da (yerçekiminin beşte ikisi) bunda büyük payı var. Bu sayede, uçak benzeri, havada yol alabilen araçların da kullanılması olanaklı olabilir.

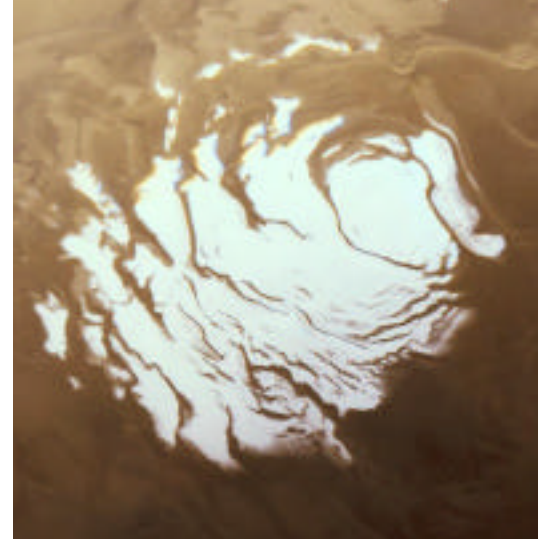
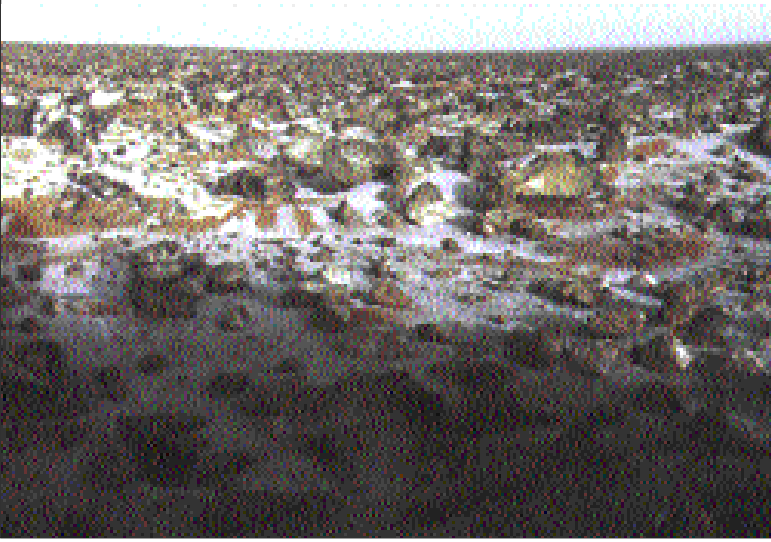
Eğer Mars'ta yaşayacaksak, günlük ritmimizi de pek değiştirmemiz gerekmeyecek; çünkü bir Mars günü 24 saat 37 dakikadır. Yani bizimkiyle hemen hemen aynı. Yine, eğer uygun bir iklim yaratabilsek, mevsimler de Dünya'dakine benzer olacak. Çünkü, Mars'ın dönüş eksenini Dünya'ninkiyile yaklaşık aynı eğiklikte. Ancak, Gü-

neş'e olan uzaklığı nedeniyle, bir Mars yılı, bir Dünya yılının yaklaşık iki katıdır.

Yüzyılımızın ikinci yarısında, yaygın düşünce Mars'ta herhangi bir yaşam biçimi olamayacağı yönündeydi. Çünkü, bir zamanlar sıvı halde bulunan suyun varlığıyla ilgili kanıtlar dışında hiçbir canlı izine rastlanmamıştı. Gezegen, uzunca süredir kuru, bomboş bir çöl gibi görünüyordu. 1996'da tüm ilgi yeniden Mars'a yöneldi. NASA'nın, Antarktika'da bulunan ve Mars'tan geldiği sanılan bir göktaşında ilkel, tek hücreli canlılara ait olduğu sanılan fosillere rastlaması,



Mars'ta bir zamanlar suyun sıvı halde bulunduğuna dair belirgin kanıtlar var. Gezegenin yüzeyinde, uzunca zaman öncesinden kalma nehir yatakları bulunuyor. Yaşam için gerekli temel madde olan suyun bu gezegende hazır bulunması, Güneş Sistemi'ndeki gezegenler arasında ona büyük bir ayrıcalık kazandırıyor.



Mars'ın, kutup buzullarında ve yüzeyinin altında önemli miktarlarda su bulunduğu biliniyor. Sağda: Mars'ın güney kutbundaki buzul.

Mars'ta yaşam düşüncesini yeniden ateşlendirdi. Bunun yanında, görevi Mars'ta yaşam aramak olmasa da, Pathfinder'in verileri uzunca bir süre önce, gezegenin yüzeyinde sanıldan çok daha fazla su hareketi olduğunu gösterdi.

Kara oluşturma için, Mars'ın aday listesinin başında yer almasının en büyük nedeni, belki de onun bir zamanlar yaşam için uygun koşullara sahip olmasıdır. Eğer, Mars, geçmişte böyle bir özelliğe sahiptiyse, gelecekte de niçin olmasın?

Bu soruyu yanıtlarken, bazı temel sorunlar çıkıyor karşımıza. Öncelikle, Mars'ta yaşayabilmek için daha yoğun bir atmosfere gereksinimimiz var. Bu atmosferin bileşimi de önemli; yeterli miktarda oksijen içermeli. Gezegen yeterince sıcak olmalı ve su sıvı halde bulunabilmelidir. Ayrıca, ötekilere oranla belki de daha az önemli bir sorun, Güneş'in zararlı ışınlarından bizi koruyacak bir katmandır.

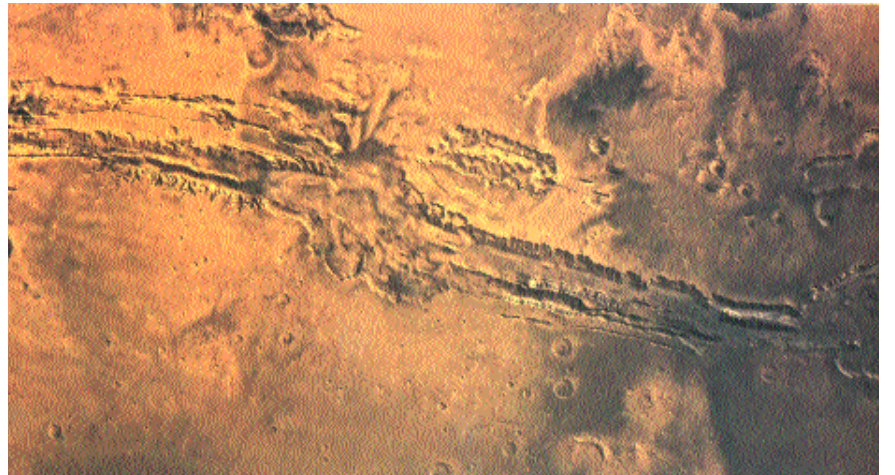
Önce gezegeni nasıl ısıtabileceğimize bir bakalım. Aslında, bu konuda pek de tecrübesiz sayılmayız. Endüstride bolca kullandığımız *freon* gibi kloroflorokarbon (CFC) gazlarının nasıl bir sera etkisi yarattığına tanık olduk. Dünya'nın biyosferini kendi kendini idare eden tek bir organizma varsayan James Lovelock, CFC'lerin Mars atmosferine salınmasıyla, gezegenin ısıtılabilirliğini söyleyen ilk kişi. Senaryoya göre, CFC'ler, güneş ışınlarını soğurarak sera etkisi yaratır. Bu sayede, gezegenin yüzey sıcaklığını artırmak olasıdır. Yüzey sıcaklığı-

nın artması sayesinde, yüzeyin altında bolca bulunan CO₂ gaz haline geçerek serbest kalır. CO₂, sera etkisi yaratan başka bir gazdır. Bu nedenle, serbest kalan CO₂'de gezegenin ısınmasında önemli rol oynar. Daha fazla CO₂ gaza dönüştükçe, gezegen daha da ısınır.

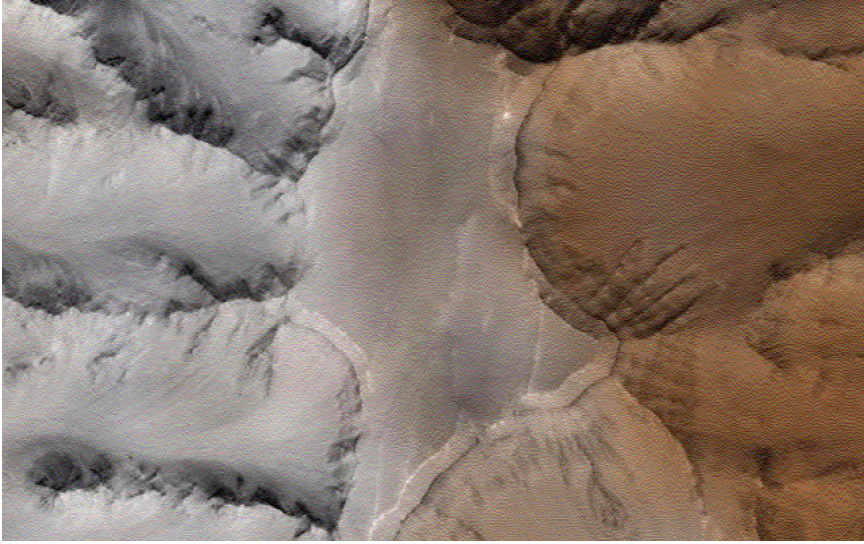
McKay ve bir başka kara oluşturma uzmanı Robert Zubrin, Mars ikliminin canlandırıldığı modeller üzerinde yaptıkları araştırmalarla, 4°C'lik yapay bir artışın, sera etkisini önemli ölçüde artırarak, kendiliğinden yaklaşık 55°C'lik bir artışa neden olacağını hesapladılar. Yani, biz biraz yardım ettikten sonra doğa işin çok büyük bir bölümünü kendiliğinden gerçekleştiriyor. 55°C'lik artış, yüzey sıcaklığının ortalama -5°C'ye yükselmesi demek. Bu da McKay'ın gerekli gördüğü 0°C sıcaklığa oldukça yakın bir de-

ğer. Bu sıcaklıkta da mevsime bağlı olarak yüzeyin belli bölgelerinde suyun sıvı halde bulunması mümkün. Bu işlem sonucunda, yüzeydeki atmosfer basıncının Dünya'dakinin beşte birine ulaşacağı hesaplanıyor.

CFC'ler, CO₂ gibi gezegende hazır bulunmuyor. Bu nedenle onları yapay olarak elde etmek gerekecek. Kuramsal olarak, gezegeni ısıtmak için neredeyse sonsuz miktarda CFC'yi Mars atmosferine karıştırmak gerekiyor. Çünkü, Güneş'in morötesi ışınları CFC moleküllerini parçalıyor. Aslında, bu parçalanma işleminin Dünya'da gerçekleşmesi hem olumsuz hem de olumlu etkilere sahip. CFC'lerin parçalanması kötü; çünkü, bunun sonucunda ortaya çıkan klor, ozon tabakasına zarar veriyor. İyi, çünkü sera etkisi yaratan bu gazlar yok ediliyor. Mars'ta henüz bir ozon



Mars'taki en belirgin yüzey şekli olan Denizler Vadisi, yaklaşık 5000 kilometre uzunluktadır. Denizler Vadisi, suyun aşındırmasıyla oluşmuş.



Denizler Vadisi'nden bir ayrıntı.

tabakası bulunmadığından, onun için üzülmemize gerek yok. Ancak, ozonun yokluğu nedeniyle atmosferi rahatça geçen morötesi ışınlar, büyük bir hızla CFC moleküllerini parçalayacaktır. Bunun için yapabileceğimiz, eksilen CFC'lerin yerini yenileriyle doldurmaktır.

CFC'lerin üretimi ya Mars'ta olacak ya da Dünya'da. Bu gazların Dünya'da üretimi kolay; ancak, günümüzün teknolojisıyla buradan Mars'a taşınması çok pahalı ve zahmetli bir işlem. Yeterli miktarda CFC'yi Dünya'dan Mars'a taşımak için, en azından yüz yıl boyunca her gün bir roket göndermek gerekecek. Bu nedenle, CFC'leri Mars'ta üretmek şimdilik tek çözüm olarak görünüyor. Yapılan araştırmalar, CFC'lerin Mars'ta da üretilebileceğini gösteriyor. Burada kurulacak fabrikalarda,

Mars'taki flor içeren moleküllerden bu gazlar üretilbilecek.

CO₂ ve CFC'ler yanında, sera etkisi yaratabilen başka gazlar da vardır. Bunlardan biri amonyaktır (NH₃). Az miktarda amonyak, gezegenin yüzeyini suyun donma sıcaklığının üzerine çıkarabilir. Amonyak, asteroidlerde bolca bulunabilen bir maddedir. McKay ve Zubrin bir konferansta, gezegene çarptırılacak 2,6 km çaplı bir asteroidin, gezegeni 3°C ısıtacak miktarda amonyak sağlayabileceğini iddia ettiler.

Mars'ın sıcaklığını artırmak için başka öneriler de var. Bunlardan birisi, Mars'ta nükleer bombalar patlatmak. Böylece, kutuplardaki buzulların üzeri tozla kaplanacak; güneş ışınlarının geri yansımaları azalacak. Bu, kutup buzullarının bir bölümünün erimesini sağlayabilir; ancak, aynı zamanda nükleer

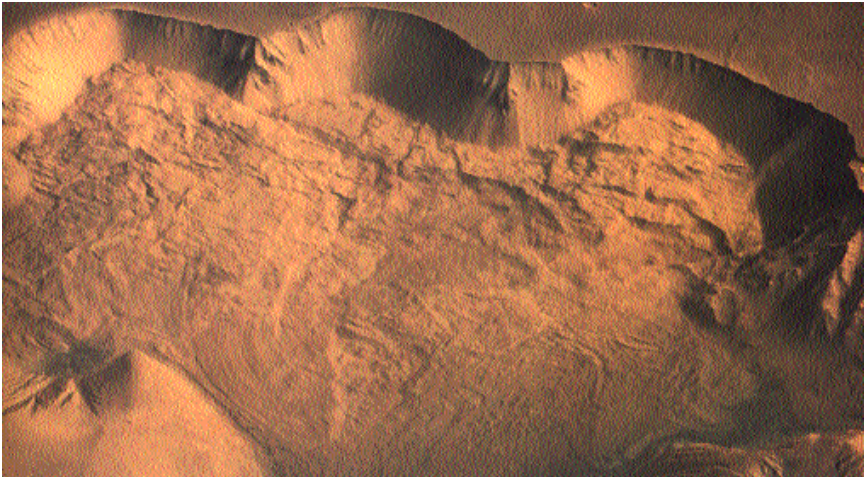
leer kış etkisi yaratacağından sonuçları çok daha olumsuz olabilir.

Yukarıda değindiğimiz yöntemlerle, yüzey sıcaklığını artırdığımızı varsayalım. Bunun sonucu olarak, atmosferi kalınlaştırdığımızı ve sıvı halde su elde ettiğimizi kabul edelim. Peki, oksijen gereksinimimiz nasıl sağlanacak? İnsanların ve pek çok hayvanın yaşamını sürdürebilmeleri için soludukları havanın yaklaşık altıda biri oksijenden oluşmalıdır. Buna karşılık, yapay olarak elde edebileceğimiz atmosfer çok büyük oranda CO₂'den oluşacak. Böyle bir havayı soluyarak yaşamamız olanaksız. Buna karşın, bitkiler CO₂ ağırlıklı bir atmosferde yaşayabilirler. Üstelik, fotosentez yaparak CO₂'yi, oksijene dönüştürürler. Mars'ı yaşanabilir kılmada, bitkilerin çok büyük rolü olacak gibi görünüyor. Bunun için Mars koşullarına uygun bitkilerin seçilmesi; ya da genetik müdahaleyle geliştirilmesi gerekiyor.

Mars, atmosferindeki CO₂ yanında, bir başka oksijen kaynağına daha sahip: Yüzeyin kendisi. Gezegene kırmızı rengini veren, toprağın içerdiği oksitlerdir. Bunun çoğunluğunun demir pası olduğunu söylemek pek de yanlış olmaz. Sıcaklığın artması, buradaki oksijenin bir bölümünün serbest kalarak havaya karışmasını sağlayabilir. Ancak, oksijenin elde edilmesinde birinci kaynak fotosentez olarak görülüyor.

Oksijenin, solunum için çok önemli oluşunun yanında, ozon olarak adlandırılan ve üç oksijen atomundan oluşan molekül, zararlı morötesi ışınları soğurur. Ozon tabakası olmadan, yaşamın süremeyeceğini söylemek pek de doğru olmaz. Dünya'mızın ilk zamanlarında, henüz ozon tabakası oluşmadan önce, ilkel canlılar okyanuslarda yaşamlarını sürdürüyorlardı. Mars'ta eğer sıvı halde su ortaya çıkarılırsa, bazı organizmalar su altında yaşamlarını sürdürebilirler. Ancak, karadaki yaşamın sürdürülebilmesi için birtakım önlemler alınmalıdır.

Mars'ta kara oluşturma, eğer bir gün gerçekleşirse, kuşkusuz insanlığın gerçekleştirdiği en büyük proje olacak. Ancak, donmuş bir gezegeni ısıtmaktan; ona soluyabileceğimiz bir atmosfer kazandırmaktan; okyanuslar oluşturmaktan söz ediyoruz. Peki bunu ne kadar sürede başarabiliriz?



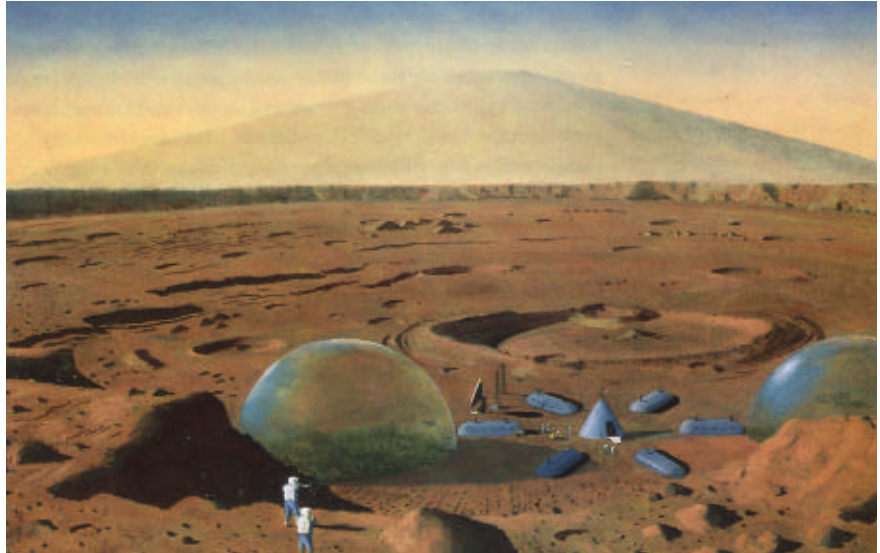
Denizler Vadisi'nden ayrıntı. Yaklaşık 3,5 milyar yıl önce içinde sular akan bu vadinin tabanı, heyelanlar sonucu Mars toprağıyla dolmuş.

Büyük olasılıkla Mars'a yerleşmeye birtakım üsler ve geçici yerleşim yerleri kurarak başlayacağız. Daha sonra, sera etkisi yapacak gazları üreterek gezegeni ısıtmaya başlayacağız. Bu, yeterli miktarlarda atmosfer ve su oluşuncaya değin sürecek. Son olarak, gezegenin yüzeyine burada yetişebilecek bitkiler ekeceğiz. Fotosentez yoluyla, CO₂ oksijene dönüşecek.

Kara oluşturma, günümüzün teknolojisiyle, binlerce yıl sürebilir. Son aşamaya gelindiğinde bile, bitkilerin fotosentez yoluyla yeterli miktarda oksijen üretmeleri için en azından bin yıl gerekiyor. Teknolojinin gelişimini hesaba katarsak, Mars'ı yaşanabilir bir gezegen yapma bundan daha kısa bir sürede gerçekleştirilebilir. Ancak tam olarak ne kadar süreceğini kestirmek pek kolay değil.

Güneş Sistemi'ndeki öteki gezegenlere bakacak olursak, Satürn'ün uydusu Titan, Mars'tan sonra en uygun koşullara sahip görünüyor. Titan'ın atmosferi büyük oranda azot içeriyor. Ancak, Güneş'ten çok uzakta yer alan Titan'ın yüzeyi çok soğuk. Ayrıca, bu uzaklık nedeniyle uyduyu sera etkisiyle ısıtmak çok zor. Amonyak ve su, yüzeyde donmuş olarak bulunuyor. Titan'ı ısıtmak için, ancak nükleer tepkimeler gibi yöntemlerden yararlanılabilir.

Bol miktarlarda su içerdiği bilinen Jüpiter'in uydularında da durum Titan'dakine benzer. Ayrıca, Dünya'ya olan uzaklıkları şimdilik bu uydulara yerleşimi güçleştiriyor.



Mars'ta yerleşimin ilk zamanlarına ait bir canlandırma.

Neden Başka Bir Dünya?

Kuşkusuz, gezegen araştırmalarının tek amacı kendimize yerleşecek başka bir gezegen bulmak değil. Bu araştırmalar, Güneş Sistemi ve onun ötesine açılmak için bir basamak olarak kabul edilebilir. Kara oluşturma çalışmaları, ister istemez şöyle bir soruyu getiriyor akıllara: Bir gün Dünya'mızı terk etmek zorunda mı kalacağız? Bu noktada, akıllara ilk gelen nedenler, nüfus artışı ve bunun sonucunda yaşamsal kaynakların tükenmesi gibi güncel sorunlar olabilir. Ancak, yakın zamanda gerçekleşmesi mümkün olmayan Mars'ta kara oluşturma projesinin bu talebi karşılaması çok zor.

Eugene Shoemaker, Temmuz 1994'te Jüpiter'e çarpan Shoemaker-Levy Kuyruklu Yıldızı'nın kâşiflerinden biri olması sayesinde tanınır. Shoemaker, aynı zamanda, Güneş Sistemi'ndeki çarpışmaların sıklığı konusunda bir uzmandır. Shoemaker'a göre, 65 milyon yıl önce dinazorların yok olmasına yol açan göktaşının büyüklüğünde bir cismin Dünya'ya çarpma olasılığı yüz milyon yıldı birdir.

Böyle bir çarpışma durumunda büyük bir yıkım olacağı kesin; ancak tüm insanlığın yeryüzünden silinmesi beklenmiyor. Zaten, tüm insanları başka bir gezegene taşımak da olanaksız.

Mars'ı ya da başka bir gezegeni Güneş Sistemi'nde ve belki de tüm Evren'de bir benzeri bulunmayan gezegenimize benzetmek hiç de kolay görünmüyor. Zaten Dünya'nın tıpatıp benzerini yaratmamız da mümkün değil. Bu durumda yapılacak şey, Dünya'mıza iyi bakmak, onu korumaya çalışmaktır.

Alp Akoğlu



- Kaynaklar
 Beatty, K.J., Petersen, C.C., Chaikin, A., *The New Solar System*, Sky Publishing Corporation, 1999
 Cohen, J., *How to Design an Alien*, New Scientist, 21 Aralık 1991
 Hiseox, J. A., *Biology and Planetary Engineering of Mars*, <http://spot.colorado.edu/~marscase/cfm/articles/biorev3.html>
 Jankosky, B., *Warm Havens for Life on Mars*, New Scientist, 4 Mayıs 1996
 Klunger, J., *Mars, in Earth's Image*, Discover, Eylül 1992
 McKay, C.P., *Te transforming: Making an Earth of Mars*, <http://quest.arc.nasa.gov/lfow/misc/other/making.html>
 McKay, C.P., Zubrin, R.M., *Technological Requirements for Te transforming Mars*, <http://www.users.globalnet.co.uk/~mfogg/zubrin.htm>
 Nadis, S., *Mars The Final Frontier*, New Scientist, 5 Şubat 1994
 Sagan, C., *Pale Blue Dot*, Random House Inc., New York, 1994
 Testa, B.M., *The Mars Model*, Discover, Haziran 1995