

Uzay Yolu'nun yıldız gemisi Atılgan için mesafeler sorun değil. Ne var ki gerçek hiç de böyle değil.



# Dünya'dan Sonra

Bu gezegen bir gün bize yetmeyecek. Ya da merakımız bizi başka dünyaları keşfetmeye, oralara yerleşmeye zorlayacak. Bu şimdilik hayal gibi görünse de insanoğlu eninde sonunda uzaya yerleşecek. Üstelik bu Ay ve Mars gibi yakın gök cisimleriyle sınırlı kalmayacak. Bir gün Güneş Sistemi'nden de öteye giderek tüm Samanyolu'nu kolonileştirme yolunda ilerleyeceğiz.



**D**ünya'yı terk etmek söz konusu olunca ilk akla gelen bunun sebebinin bir felaketten kaçmak olacağı. Gerçekten de gezegenimizin kendisinden kaynaklanabilecek ya da uzaydan gelebilecek çeşitli tehlikeler var. Ancak o durumda hemen bavulumuzu toplayıp gezegeni terk etmek kolay değil. Bunun için gidecek bir yerimizin ve gideceğimiz yere ulaşmamızı sağlayacak teknolojimizin ve araçlarımızın olması gerekir. O nedenle yakın gelecekte herhangi bir felakete karşılaşırsak gezegeni terk etmek gibi bir seçeneğimiz olmayacak, bunun yerine kalıp savaşmamız gerekecek.

Felaket tellallarının gerçek dışı iddialarını bir yana bırakırsak şimdiden öngörebildiğimiz tek felaket, Güneş'in yaşamının sonlarında, yani yaklaşık 4,5 milyar yıl sonra Dünya'yı yutacağı gerçeği. Aslında bundan çok daha önce, yani günümüzden yaklaşık bir milyar yıl sonra Güneş'in parlaklığı okyanuslardaki suları buharlaştıracak kadar yükselmiş ve Dünya büyük olasılıkla yaşamaz hale gelmiş olacak. Ancak o zamana kadar insanoğlu büyük olasılıkla gökadamızın her yerine yayılmış olacak.

Göktaşı çarpması yakın gelecekte bizi tehdit edebilecek tehlikeler arasında en iyi bilinen ve en gerçekçi olanı. Göktaşları yüzünden canlılar dönem dönem kitlesel yokoluşlarla karşı karşıya kalmış. 10-15 km çaplı cisimlerin yeryüzüne çarpmasıyla meydana gelen bu yıkımlar jeolojik anlamda düşününce epeyce sık, ortalama 100 milyon yılda bir gerçekleşmiş. Yaşam ortaya çıktığından bu yana yaklaşık 45 toplu yokoluş meydana gelmiş ve bunların çoğunun göktaşı kaynaklı olduğu sanılıyor.

Uzaydan gelebilecek bu felaketlerin yanı sıra, gezegenin kendinden kaynaklanabilecek birtakım doğal afetlerle de karşılaşabiliriz. Yanardağ patlamaları genellikle bölgesel felaketlere yok açmakla birlikte bazı büyük patlamaların küresel çapta etkileri olabiliyor. Yaklaşık 75.000 yıl önce Endonezya adalarından biri olan Sumatra'daki Toba Yanardağı patladığında atalarımız muhtemelen en büyük yokoluşun eşiğine gelmişti. İnsanın geçmişiyle ilgili yapılan genetik araştırmalar, günümüzden 70.000-80.000 yıl önce genetik çeşitliliğin ciddi anlamda azaldığını gösteriyor. Öyle ki, patlamadan sonra birkaç bin canlı bireyin kaldığı düşünülüyor.

Asıl korkmamız gereken böyle doğal felaketlerden çok insanın kendi soyunu yok etme potansiyeli. Türümüzün varlığını sürdürebilmesi için gereken kaynakları hızla yok ediyor ve kirletiyoruz. Şimdilik bunun ağır sonuçlarını hissetmiyoruz olabiliriz. Ancak bu gidişle çok da uzak olmayan bir gelecekte, ekosistemin hassas dengesini bozmanın belki de telafisi olmayan sonuçlarına katlanmak durumunda kalacağız. Bu durum belki de gezegeni terk etmek için en büyük neden olacak.



Ay, insanoğlunun uzayda kolonileşmeye başlaması için en iyi başlangıç noktası. Ay'a yapılacak uçuşlar daha ötesi için neler başarabileceğini gösteren bir sınav olacak. Buradaki kaynakları kullanma becerisi geliştirme, insanlar için yaşam destek sistemleri kurma, enerji elde etme, yüzeyde hareket edebilen araçlar yapma gibi işler, Mars ve daha uzak hedefler için bir deneyim niteliğinde olacak.

Belki de tüm bunlara mecbur kalmayacağız. Eski çağlardan bu yana gökyüzüne olan merakımız bizi başka dünyaları keşfe zorlayacak.

## Nereye Gidelim?

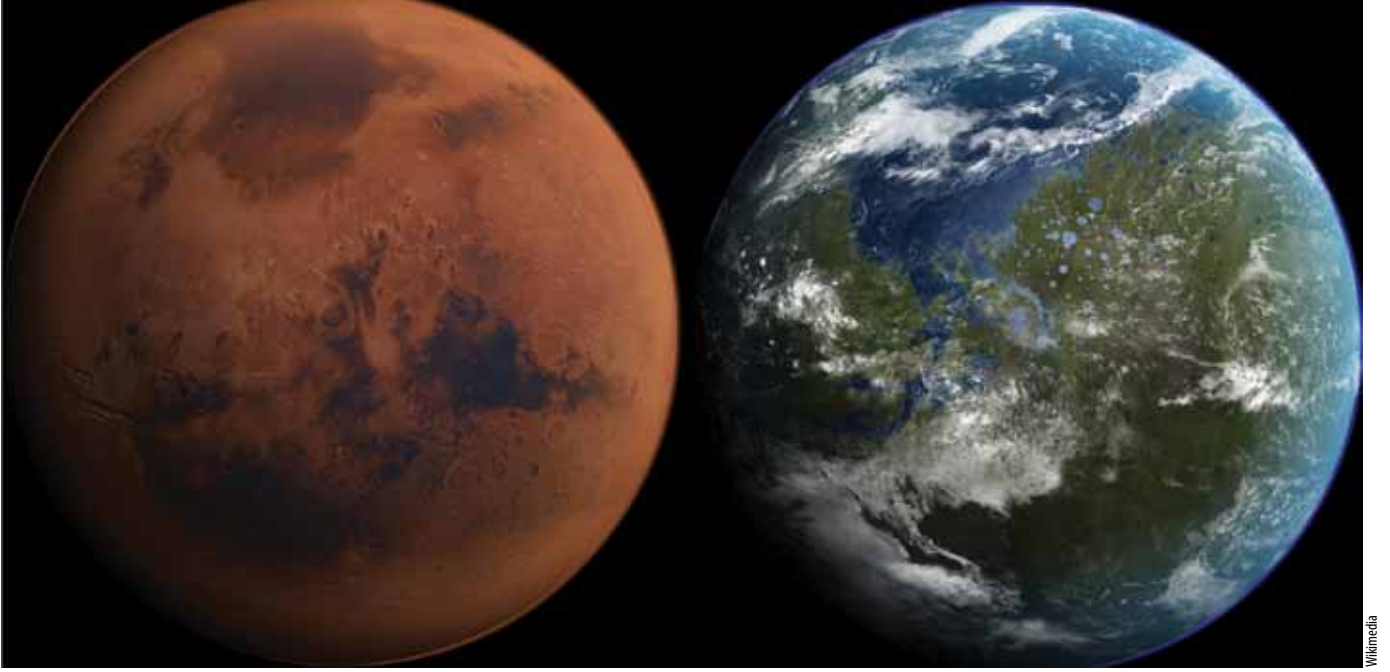
Elbette uzay maceramız öncelikle uzayın bize yakın bölgelerinde başlayacak. Bir uzay istasyonunun atmosferin yavaşlatıcı etkisinden üstesinden gelebilmesi için yerden 300-400 km yukarıda dolanması yeterli. Ay'ın 400 bin, Mars'ın bize en yakın konumunda 56 milyon km uzakta olduğunu düşünürsek bu mesafe hiçbir şey değil. O nedenle başka gezegenlere yerleşmeden önce büyük olasılıkla yörüngeye şimdikinden çok daha büyük ve gelişmiş istasyonlar kurulacak. Bu istasyonlar uzayda çok az kaynakla, çok küçük hacimlerde yaşama deneyimi kazanmada büyük önem taşıyacak.

Uzay istasyonları kalabalık insan gruplarının ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalacak. Çünkü kaynaklar bakımından çok büyük ölçüde Dünya'ya bağımlı olacaklar. Gerçek anlamda uzayı kolonileştirmek için gereksinimlerimizi yerleştiğimiz yerde karşılamak durumunda kalacağız. Bu nedenle yeni yerleşim yerlerinde yapılar inşa edebilmek ve yaşamsal gereksinimlerimizi karşılayabilmek için, mevcut kaynaklardan hammadde elde edebilme ve bunları işleyebilme konusunda da deneyim kazanmamız gerekecek.

NASA, bundan yaklaşık beş yıl önce gelecekteki uzay programıyla ilgili hazırladığı raporda Güneş Sistemi'nin keşfine yönelik bir yol haritası çiziyordu. Öncelikle bir süredir yavaşlamış olan keşif çalışmalarının yeniden hız kazanmaya başlayacağı belirtiliyordu, ki öyle de oldu. Ay'ı, Mars'ı, Jüpiter'in ve öteki dış gezegenlerin uydularını incelemek üzere robot uzay araçları gönderildi. Ayrıca, fırlatılan yeni uzay teleskoplarıyla Güneş Sistemi dışı gezegen araştırmaları hız kazandı. Bu yeni araçlar önceliklere göre daha yüksek teknolojiyle donatılmış durumda. Dolayısıyla önceki araştırmalarda yanıtlanamayan sorulara yanıt aramanın yanı sıra, bu gökcisimlerinde kurulabilecek olası insanlı yerleşimler



Arthur C. Clarke'in aynı adlı romanından uyarlanan 2001: Bir Uzay Macerası (Türkçe'ye 2001: Uzay Yolu Macerası olarak çevrilmişti) filminden bir kare. Uzay maceramızda önümüzdeki süreçte yörüngeye daha büyük istasyonların inşa edilmesi kaçınılmaz. Bu istasyonlar uzayda az kaynakla, küçük hacimlerde yaşama deneyimi kazanmada büyük önem taşıyacak.



Mars kuru ve soğuk bir gezegen. Ama bir gezegeni nasıl ısıtabileceğimizi gayet iyi biliyoruz. Dünya'yı nasıl ısıtırsak, biraz daha fazla uğraşarak Mars'ı da ısıtabilir, buzullarda ve toprağın altında bulunan suyu ortaya çıkarabiliriz. Ondan sonrası basit. Buraya taşıyacağımız bitkiler ve fotosentez yapan canlılar ihtiyaç duyacağımız atmosferi oluşturacaktır. Bir kez niyet ettikten sonra hepsi zaman meselesi.

için yeni kaynaklar arayacaklar. Bu araçlarla yapılacak yeni keşiflerin ışığında, ilk insanlı uçuşların on yıl içinde yeniden başlaması düşünülüyor. İşte bu, insanlığın belki de öteki dünyaları keşfetmek için atacağı ilk adım olacak.

Ay, insanoğlunun uzayda kolonileşmeye başlaması için en iyi başlangıç noktası. Bunun en önemli nedeni yeryüzüne en yakın gökcsimi olması. Örneğin Dünya ile Ay arasında sürekli gidip gelen bir mekik, benzer bir araç Mars'a bir kez gidip gelene kadar yüzlerce sefer yapabilir. Ayrıca, 50 yıl önceki teknoloji bile bizi Ay'a götürüp getirmeye rahatlıkla yetiyordu.

Ay'a yapılacak uçuşlar daha ötesi için neler başarılabilirliğini gösteren bir sınav olacak. Buradaki kaynakları kullanma becerisi geliştirme, insanlar için yaşam destek sistemleri kurma, enerji elde etme, yüzeyde hareket edebilen araçlar yapma gibi işler, Mars ve daha uzak hedefler için bir deneyim niteliğinde olacak. İnsanoğlu'nun Ay'a dönüşü başarılı olursa, Mars ve daha uzak hedefler için insanlı uçuşların yolu açılmış olacak. Bunların yanı sıra, Ay'da yapılacak jeolojik çalışmalarla Güneş Sistemi'nin geçmişine dolayısıyla da geleceğine de ışık tutulmaya çalışılacak.

Ay'ın keşfi artık yalnızca ABD ile Rusya arasında bir yarış olmaktan çıktı. Çin şimdiden Ay'ın yörüngesine 2 araç gönderdi. Bu araçlar Ay'ı daha önce hiç olmadığı kadar ayrıntıyla, üç boyutlu olarak görüntüledi. Çin üçüncü Ay aracını 2013'te fırlatmayı düşünüyor. Bu seferki araç Ay yüzeyinde dolaşabilecek bir de yüzey aracı içerecek. Çin'in yanı sıra şu anda ABD ve Japonya'nın araçları Ay'la ilgili araştırmalar yürütüyor. Önümüzdeki yıllarda Ay'a araç göndereceğini duyuran çok sayıda ülke var.

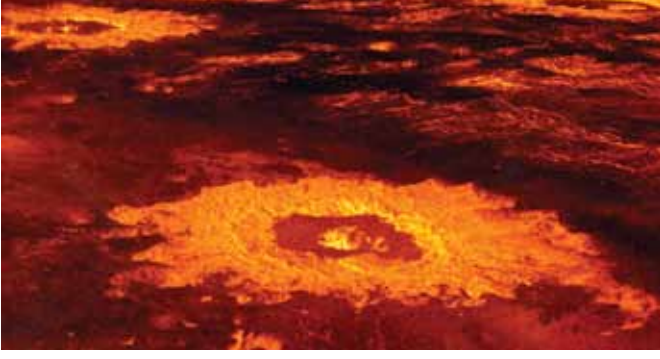
Eğer insanoğlu yeryüzüyle yetinmeyip evrende başka gezegenlere açılacaksa, Güneş Sistemi'nde Mars'tan daha uygun bir yer yok. Günümüzde tüm dünyanın uzay çalışmalarına ayırdı-

ğı bütçeyi birleştirebilsek bu bütçeyle Mars'a yılda 10 uçuş yapılabilir. Bu da Mars'ı yerleşime açmak için yeterli. Eğer uzay çalışmaları yalnızca Mars'a yerleşmeye yönelik olsaydı ve tüm dünya bunda birleşseydi, kısa süre içinde bu hayalin gerçekleşmesi mümkün olurdu.

NASA ve ESA (Avrupa Uzay Ajansı) Mars'ta su ve yaşam olup olmadığına dair ipuçları bulmak için bir süredir araştırmalarını sürdürüyor. Uzay çalışmaları yapan ülkeler, bu görevlerin ardından durumu değerlendirerek bir sonraki on yıl için Mars araştırma uçuşlarını programlayacak. Bunlar duruma göre, Mars'tan çeşitli örnekler getirme, yüzeyi kazarak altını inceleme gibi görevler olabilir.

Yakın gelecekte NASA insanlı yolculuklara hazırlık amaçlı uçuşlar da başlatacak. Bu robot araçlar, insanlı araçların Mars'a inişini canlandıracak. Mars atmosferine giriş, yörünge araçlarıyla buluşma, hassas iniş denemeleri, araçlar arasında ve Yer'le iletişimin sağlanması insanlı uçuşlar başlamadan önce denenecek. Bu uçuşlar sonucunda, gelecekteki insanlı uçuşlar için araştırma alanları ve kaynakların bulunduğu bölgelerle ilgili veriler de elde edilmiş olacak.

Ay'ın ötesine yapılacak insanlı uçuşlar eldeki kaynaklara, deneyim birikimine ve yeterli teknoloji olup olmadığına bağlı olarak değerlendirilecek. Bu arada Mars yörüngesine yakındaki bir asteroite yapılacak insanlı uçuşlar, Mars yolculuğuna hazırlık olarak düşünülebilir. Böylece insanlı uçuşu destekleyecek uzun uçuşlar, güç ve itki sistemleri, Mars yüzeyine inme riski alınmadan denenebilecek. Mars'a yapılacak ilk insanlı uçuşun zamanlaması robot uzay araçlarıyla elde edilecek bilgilere, gerekli teknolojinin geliştirilmesine ve gerekli kaynakların elde edilebilir olmasına bağlı olacak.



Venus'ün yüzey sıcaklığı neredeyse 500°C. Çok yüksek atmosfer basıncını ve sülfürik asit yağmurlarını da eklersek gezegenin tam anlamıyla bir cehennem olduğu söyleyebiliriz.

## Dünyalaştırma

Bilim literatürüne baktığımızda “dünyalaştırma” düşüncesini ilk olarak Carl Sagan'ın ortaya attığını görüyoruz. Sagan bu düşüncüyü 1961 yılında Venüs üzerine yazdığı bir makalede ele alıp işledi. O zamanlar Venüs'teki sıcaklığın karbondioksit ve su buharının yarattığı sera etkisi nedeniyle suyun kaynama sıcaklığı-

nın hayli üzerinde olduğu biliniyordu. Sagan, gezegeni kaplayan yoğun bulutlara karbondioksit, azot ve suyu organik moleküllere dönüştürecek birtakım mikroorganizmalar yerleştirmeyi hayal etti. Bu mikroorganizmalar genetik müdahaleyle buradaki ortama uyumlu hale getirilecekti. Karbondioksidi ve atmosferde bulunan öteki gazları gerekli moleküllere dönüştüren mikroorganizmalar öldüklerinde gezegenin yüzeyine düşecekler, buradaki yüksek sıcaklıkta kavrulacaklar; böylece içlerindeki su atmosfere yeniden karışacak. Ancak CO<sub>2</sub>'nin içerdiği karbon, yüksek sıcaklıkta kendiliğinden geri dönüşümü olmayan grafitte ya da başka karbon bileşiklerine dönüşecek. Bu düşünceye göre ne kadar CO<sub>2</sub> dönüştürülürse gezegenin sıcaklığı o ölçüde azalacak. Sonuçta Venüs'ün yüzeyi sıvı halde su içeren, yaşanabilir bir ortama özgü nitelikler kazanacak.

Doğal olarak, Sagan'ın bu düşüncesi pek çok bilimkurgu yazarına malzeme oldu. Ancak ortada birtakım ciddi sorunlar var. Bunlardan ilki, Venüs'ün bulutlarının yüksek konsantrasyonlarda sülfürik asit içermesi. Bu, yukarıda sözünü ettiğimiz mikroorganizmalar ve öteki canlılar için çok ciddi bir tehlike oluşturuyor. Ashında Dünyada yüksek konsantrasyonlu sülfürik asit çözeltiler-

Asteroitlerin bileşiminde endüstride kullandığımız birçok maden ve su bulunuyor. Bu nedenle asteroidlerin geleceğin maden kaynağı olacağı düşünülüyor. Gelecekte uzun uçuşlar için gereken madenlerin, uzayda inşa edilecek istasyonların, uzay gemilerinin hammaddesi asteroidlerden karşılanabilir. Bunun yanı sıra yeryüzündeki kaynakları tükettiğimizde bu gök cisimlerinde madencilğe başlayabileceğimizi ve madenleri Dünya'ya taşıyabileceğimizi düşünenler de var.



rinde 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 koyuyor. Bu gerçek, gezegenin yüzeyindeki 90 atmosferlik basınç. Tüm bu olumsuz koşullar nedeniyle Venüs'ün dünyalaştırılması zor görünüyor.

Güneş Sistemi'ndeki gezegenler ve onların uyduları arasında en konuksever görüneni Mars. Bugün uzay araştırmalarının sağladığı bilgiler sayesinde Mars hakkında çok şey biliyoruz. Gezegeninde uzunca bir süre önce (yaklaşık 3,5 milyar yıl öncesine kadar) suyun sıvı halde bulunduğuna ilişkin önemli kanıtlar var. Mars'ın bir atmosferi var, ancak Venüs'ün atmosferi ne kadar kalınsa Mars'inki o kadar ince. Yüzeyindeki atmosfer basıncı Dünya'dakinin sadece yüzde biri kadar. Atmosfer, çok büyük oranda (% 95) CO<sub>2</sub>'den oluşuyor. Mars'ın kutup buzulları da büyük oranda CO<sub>2</sub> buzunu içeriyor. Yine kutup buzullarında, önemli miktarlarda su da (buz halinde) bulunuyor. Katı CO<sub>2</sub>, gezegenin ne kadar soğuk olduğunu en iyi göstergesi.

Yaşam için gerekli temel madde olan suyun hazır bulunması Mars'ın sahip olduğu belki de en önemli ayrıcalık. Araştırmaların sonucuna göre, yüzeyin altında ve kutuplarda bulunan suyun tamamı eritebilirse, yüzeyinin tümünü (gezegenin düzgün, küresel bir yapıda olduğunu varsayarsak) 100 metre derinlikte bir tabaka halinde kaplayabilecek miktarda su ortaya çıkabilir.

Mars'ın ince de olsa bir atmosferinin olması buraya ulaşımında kullanılacak uzay araçlarını yavaşlatacak paraşütlerin kullanılmasını olanaklı kılıyor. Doğal olarak, gezegenin kütleçekiminin düşük oluşunun da (yerçekiminin beşte ikisi) burada büyük payı var. Bu sayede uçak benzeri araçların da kullanılması olanaklı olabilir.

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 bulunabilmeli. Bir gezegeni ısıtmak bizim için önemli bir sorun olmayabilir. Çünkü bu konuda pek de tecrübesiz sayılmayız. Bir zamanlar deodorantlarda kullandığımız freon gibi kloroflorokarbon gazlarının nasıl bir sera etkisi yarattığına tanık olduk. Kloroflorokarbonları Mars atmosferine salarak gezegeni

Günümüze kadar tamamı yakın çevremizde olmak üzere 700'e yakın ötegezegen (Güneş Sistemi dışı gezegen) keşfettik. Şimdilik ancak büyük olanları seçebildiğimiz için aralarında Dünya benzeri gezegen yok. Ama yalnızca yakın yıldızların çevresinde bile görebildiğimiz bu kadar çok ötegezegen bulunması, Samanyolu'nda yaşamı destekleyebilecek çok sayıda ötegezegen olması gerektiğini gösteriyor.



ısıtmak mümkün. Kloroflorokarbonlar, güneş ışınlarını soğurarak sera etkisi yaratır. Bu sayede, gezegenin yüzey sıcaklığı artar. Yüzey sıcaklığının artmasıyla yüzeyin altında bolca bulunan CO<sub>2</sub> gaz haline geçerek serbest kalır. CO<sub>2</sub> de sera etkisi yaratan başka bir gazdır. Bu nedenle, serbest kalan CO<sub>2</sub> de gezegenin ısınmasında önemli rol oynar. Yani, biraz yardımla doğa işin çok büyük bir bölümünü kendiliğinden gerçekleştirebilir.

İnsanların ve pek çok hayvanın yaşamlarını sürdürebilmek için soludukları havanın en azından altıda biri oksijenden oluşmalı. Buna karşılık, yapay olarak elde edebileceğimiz atmosfer çok büyük oranda CO<sub>2</sub>'den oluşacak. İşte burada bitkiler ya da fotosentez yapabilen başka canlılar devreye girecek. Aslında Dünya atmosferi de başta oksijen içermiyordu. Oksijenin kaynağı fotosentez yapan canlılardı.

Bir gezegeni yaşanılabilir hale getirmek günümüzün teknolojiyle binlerce yıl sürebilir. Son aşamaya gelindiğinde bile, bitkilerin fotosentez yoluyla yeterli miktarda oksijen üretmesi için en azından bin yıl gerekir. Teknolojinin gelişimini hesaba katarsak, Mars'ı yaşanabilir bir gezegen yapmak bundan daha kısa bir sürede gerçekleştirilebilir. Ancak tam olarak ne kadar süreceğini kestirmek pek kolay değil.



İçinde bulunduğumuz gökada Samanyolu 300 milyar kadar yıldızın bulunduğu dev bir sistem. Işık bile bir ucundan ötekine yaklaşık 100 bin yılda ulaşıyor. Buna karşın günümüzdeki teknolojiyle ulaşabileceğimiz ışık hızının binde biri bir hızla bile tüm Samanyolu'na yerleşmek için 250 milyon yıl yeterli. Bu, Güneş'in Samanyolu'nun merkezi çevresinde bir kez dolmasıyla aynı süre. Hayal etmesi güç bir zaman dilimi olsa da, evrensel ölçüde çok uzun bir süre sayılmaz.

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. Ne var ki 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. Jüpiter'in Galileo Uyduları olarak bilinen 4 büyük uydusundan üçünün (Europa, Callisto ve Ganymede) buzlarla kaplı olduğunu, 1970'lerde buraya ulaşan Voyager uzay araçları sayesinde öğrendik. Bundan 20 yıl sonra, Galileo uzay aracı, bu uyduların buzlu yüzeylerinin altının tümüyle suyla kaplı olduğunu gösterdi. Elbette, suyun bu kadar bol olduğu bir yerde yaşamın gelişmiş olması da olanaklı. Belki de çok farklı yaşam biçimleri oluştu ve bu uyduların okyanuslarında şu anda yüzmekte olan canlılar var.

Asteroitler de geleceğin yerleşim yerleri listesinde yer alıyor. Ancak riskli yerler kategorisindedir. Çünkü bu küçük gök cisimlerinin kütleleri çok küçük. Bu nedenle atmosferleri ve manyetik alanları yok. Düşük kütlecekimi nedeniyle yüzeylerinde durmak çok zor. Böyle bir ortamda yaşamaya ayak uyduramayabiliriz. Bundan da öte, asteroitlerin bir şeye çarpmak gibi kötü bir şöhretleri var. Çoğunun yörüngesi biliniyor ve gelecekte en azından büyük bir cisme çarpıp çarpmayacakları tahmin edilebilir. Ne var ki her zaman uzaktan görülemeyen küçük cisimlerin çarpma riski var. Eğer bir asteroide yerleşilecekse önce iyi bir savunma mekanizması geliştirilmeli. Ya da bir kaçış planı olmalı.

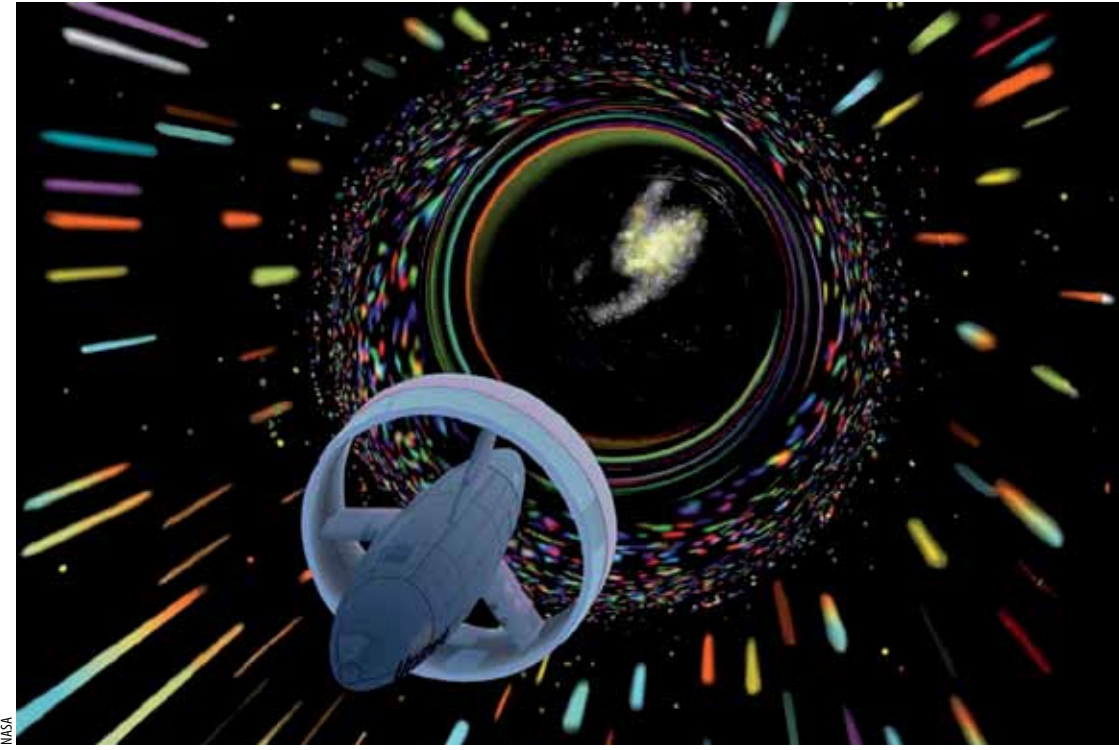
Asteroitlerin bileşiminde endüstride kullandığımız birçok maden ve su da var. Bu nedenle asteroitlerin geleceğin maden kaynakları olacağı düşünülüyor. Gelecekte uzun uçuşlar için gereken madenlerin, uzayda inşa edilecek istasyonların, uzay gemilerinin hammaddesi asteroitlerden karşılanabilir.

Dünyadan herhangi bir yükü uzaya göndermenin en büyük zorluğu yerçekiminden kurtulmak için çok fazla enerji gerektirir. Asteroitlerden elde edilecek hammaddelerin uzaya taşınmasıysa çok düşük kütlecekimi sayesinde çok kolay olacaktır.

## Yıldızlararası Yolculuk

Ünlü fizikçi Stephen Hawking, insanın tek bir gezegene bağımlı olmasının geleceği için büyük bir risk oluşturduğunu, herhangi bir felaket karşısında türümüzün ortadan kalkabileceğini söylüyor. Geleceğimizin garanti altında olabilmesi için başka yıldızlara gitmek zorunda olduğumuzu, Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin yaşama uygun olmadığını belirtiyor.

Bir kez başka gezegenleri yaşanılır hale getirmeyi ya da büyük uzay gemileri inşa etmek için bu gezegenlerdeki kaynakları kullanmayı öğrendiğimizde, yıldızlararası yolculuklar mümkün hale gelecek. Işık hızının aşamayacağı, hatta ona yaklaşamayacağımız bilgisini göz ardı edemeyeceğimize göre bu tür yolculukların önündeki en büyük zorluğun yolculuk süresi olduğunu söyleyebiliriz. Öyle ki iyimser bir yaklaşımla ışık hızının % 10'una ulaşsak bile en yakın yıldız gidip gelmek bir insan ömrü kadar sürer. Bu nedenle insanlı yıldızlararası yolculuklar birkaç insan nesli boyunca sürebilir. Bu da Dünyadan yola çıkan insanların ancak çocuklarının ya da torunlarının yakın yıldızlara ulaşabileceği anlamında geliyor.



Bilim kurgu filmlerinde kurt delikleri gibi geçitlerden geçerek zamanda ve mekanda atlama yapılabileceği düşüncesine hepimiz aşinayız. Ne var ki bu günkü bilginiz ışığında bunlar gerçek olmaktan çok uzak görünüyor.

İnsan vücudunun yolculuk süresince dondurulması buna bir çözüm olabilir. Günümüzde insanların dondurulması ve gelecekte yeniden yaşama döndürülmesi üzerine çeşitli çalışmalar yapılıyor. Hatta uygun teknolojinin geliştirildiğinde yeniden canlandırılmak üzere öldükten sonra dondurulan insanlar var. Çok pahalı olduğu için çok yaygın bir uygulama olmasa da, özellikle günümüzde çaresi olmayan hastalıklara yakalanmış insanlar bu yöntemle başvuruyor. Bu koşullar altında dondurmaya, ancak ölümden sonra izin veriliyor. Ancak gelecekte dondurulmuş insan canlandırmak mümkün olursa, bu teknoloji yıldızlararası yolculuklarda sıradan bir uygulama haline gelebilir.

Yıldızlararası yolculuklarda iletişim önemli bir sorun olacak. Bize en yakın yıldız 4,2 ışık yılı uzakta. Yani buradan gönderilecek bir sinyalin Dünya'ya ulaşması için 4,2 yıl gerekir. O nedenle yıldızlararası yolculuğa çıkan yakınlarımızla telefon görüşmesi yapmamız olanaksız olacak. En basit sorumuza bile yanıt almamız için yıllar geçmesi gerekecek.

Yıldızlararası yolculuklar için uzay gemisinin nasıl hızlandırılacağı da önem taşıyor. Her ne kadar kısa süreli olarak yoğun bir itki sağlayabilseler de, gelecekteki uzay uçuşlarında da kullanılabilir. Ne var ki, bu motorların gerektirdiği yakıt miktarı uzay aracını hiçbir zaman istenilen hıza ulaştırmayabilir. Bunun için çoğu varsayımsal olsa da çeşitli itki sistemleri

üzerinde çalışılıyor. İtki için nükleer patlamalardan ya da karşı-maddeden yararlanma gibi düşünceler var.

İtkinin neyle sağlandığı bir yana, uzmanlar en etkin itki stratejisinin sürekli itki olduğunu düşünüyor. Böylece hedefe yaklaşıncaya kadar uzay aracı sürekli olarak hız kazanacak ve yolculuk olabildiğince kısa sürede tamamlanacak. Örneğin elde edilen itki uzay aracını kütleçekiminin bizi yere çektiği ivmeyle hızlandırırsa bile (bu sırada uzay aracındaki tıpkı yeryüzündeki gibi bir yapay kütleçekimi hissedecektir) uzay aracı ancak bir yılda ışık hızına yaklaşır.

Gökcisimleri arasındaki inanılması güç uzaklıklar Güneş Sistemimiz için önemli bir sorun olmasa da başka yıldızlara yolculuk yapma hayalimizi söndürüyor. Ancak günümüzdeki teknolojiyle ulaşabileceğimiz ışık hızının binde biri bir hızla bile tüm Samanyolu'na yerleşmek için 250 milyon yıl yeterli. Hayal gücünü zorlayan bir süre, ama gökbilimsel açıdan bakıldığında hiç de öyle değil. Ayrıca gelişen teknolojiyi de hesaba katınca bu sürenin kısılması işten bile değil. Bu varsayımdan yola çıkarak önümüzdeki 250 milyon yıl içinde Samanyolu'na yayılmış olacağız. Bu arada Dünya da belki insanın doğuşunu simgeleyen bir müze haline dönüştürülmüş olur.

#### Kaynaklar

Akoğlu, A., "İnsanoğlu Uzay Yolunda", Bilim ve Teknik, Ocak 2006.  
 Akoğlu, A., "Yeni Dünyalar Arayışında", Bilim ve Teknik, Şubat 2009.  
 Akoğlu, A., "Yeni Dünyalara Doğru", Bilim ve Teknik, Mart 1999.  
 Austen, B., "After Earth: Why, Where, How, and When We Might Leave Our Home Planet", Popular Science, Mart 2011.

McKay, C. P., Zubrin, R. M., Technological Requirements for Terraforming Mars (<http://www.users.globalnet.co.uk/~mfogg/zubrin.htm>)  
 Morgan, R., "Life After Earth: Imagining Survival Beyond This Terra Firma", New York Times, 1 Ağustos 2006.  
 Sagan, C., Pale Blue Dot, Random House Inc., 1994.