

UZAYDA İNSAN

Son 40 yılda başarıyla sonuçlandırılan birçok görev, uzayın keşfinde insan kullanılmasının yararlarını ve gerekliliğini gösterdi. Ancak 21. yüzyılda uzay yolculuğunun daha olanaklı hale gelmesi, geleceğin uzay kaşiflerinin sağlığı ve güvenliği konusunu da gündeme getirecek. İnsan ve Dünya arasındaki uzaklık arttıkça, yerçekimsiz ortamda hareketin ve radyasyonun oluşturduğu riskler üzerinde yapılacak çalışmaların önemi de artacak.

Geçtiğimiz 100 yılda mühendislik alanında elde edilen başarılar, gerek Dünya üzerinde gerekse Dünya dışına yapılacak yolculuklarda insanoğluna eşsiz fırsatlar sağladı. Bize sunulan bu fırsatları kullanarak gökyüzünde o kadar çok yolculuk yaptık ki, yaşadığımız yüzyıl artık "Hava Taşımacılığı Yüzyılı" olarak anılıyor. Bu yolculuklarımız sayesinde bizler de "dünya vatandaşları" haline geldik. Şu anda sahip olduğumuz olanaklara, yaşadığımız gezegenin dışına yolculuk yapmamızı ve birer "Güneş Sistemi vatandaşı" haline gelmemizi sağlayabilir nitelikte. Ancak uzayın keşfi için yapılacak yolculuklar ağırlıksız ortam ve radyasyon risklerinin üstesinden gelecek yöntemler gerektiriyor.

Son 40 yıl boyunca astronotların ve kozmonotların yaşadığı deneyimler, uzayın keşfinde insanın önemini ve gerekliliğini kanıtıyor. Bilimsel deney yapmak, malzemeyi ve donanımı onararak sorunları gidermek gibi karmaşık görevler insan yeteneğini ve karar verme mekanizmasını gerektiriyor. Astronotların "miyopluluğunu" düzelterek milyarlarca dolara mal olan projenin devam etmesini sağladıkları Hubble Uzay Teleskopu, bu örneklerden biri. Bir diğer örneğe Apollo projesi. Bu projede Ay yüzeyindeki astronotlar, örneğin bindikleri "ay çipinin" bozulması gibi önceden hesaplanmamış aksiliklerle başedebilmek, eğitimlerini kullanarak elde ettikleri önemli bulguları değerlendirmek ve yerde görevli bilimadamlarıyla iletişimlerinden yararlanarak belirtilen herhangi bir yerden örnekler toplamakla görevliydi.

Mars yüzeyinde yapılacak çalışmalarda da insanlar benzer amaçlarla görevlendirilecek.

Uzay yolculuğunun temel amaçlarından biri, gezegenleri keşfetmek ve yaşam belirtisi aramak. Gezegenlerin geçmişlerini ve süreçlerini derinlemesine anlamak, alan araştırması gerektiriyor. Robotlarla yapılan çalışmalar böyle bir araştırma için en etkin ve ucuz yol gibi görünse de, mevcut robotlar, başarılı bilimsel alan çalışmalarını için gerekli işlemleri yerine getirmek için yetersiz. Ayrıca insanlı keşifler robotlarla gerçekleştirilemeyecek birçok değişik seçeneğe olanak sağlıyor. Bu da bilimsel açıdan insanlı keşifleri daha az maliyetli kılıyor.

Keşfedilen gezegen üzerinde bir yaşam belirtisi engebeli alanda uzun bir

yolculuk yapmayı, çok derinlere kadar kazmayı, çok sayıda bölgenin incelenmesini, kaya ve toprak tabakalarının ayrıntılı biçimde incelenmesini gerektirecek kadar mikroskobik boyutta ve

saklı olabilir. Bunların tümü robotların bugünkü kapasitelerini aşan karmaşık görevler. Son Mars Pathfinder (Mars Rehberi) projesi deneyimi de bunu destekliyor. Amaçlarını yerine getiren başarılı bir proje olduğu halde gezgin robot Sojourner, bilimsel araştırmaları gerçekleştirmede yetersiz kaldı. Gezicinin iniş bölgesi çevresinde ancak 100 metre hareket edebilmesi, elde edilecek bilimsel sonucu ciddi ölçüde sınırladı. Bazı kaya örneklerinin spektroskopik yapılan kimyasal incelemeleri sonucunda beklenmedik bir bileşim elde edildi. Ancak bu bileşim üzerinde daha ayrıntılı bir değerlendirme yapılamaması, araştırmanın bilimsel değerini oldukça azalttı. Bu projede astronot bir bilim adamı görev alsaydı kayayı tanımlayabilir, alan belirlemelerini yapabilir, örnekler toplayabilir, alan testleri uygulayabilir ve böylece çok önemli bilimsel veriler elde edebilirdi. Gezegen yüzeyindeki örnekler üzerinde "yerinde" yapılacak incelemelerin büyük önemi var. Böylesine ayrıntılı analizlerin yakın gelecekte robotlar tarafından yapılabilmesi imkansız değilse de çok zor görünüyor.

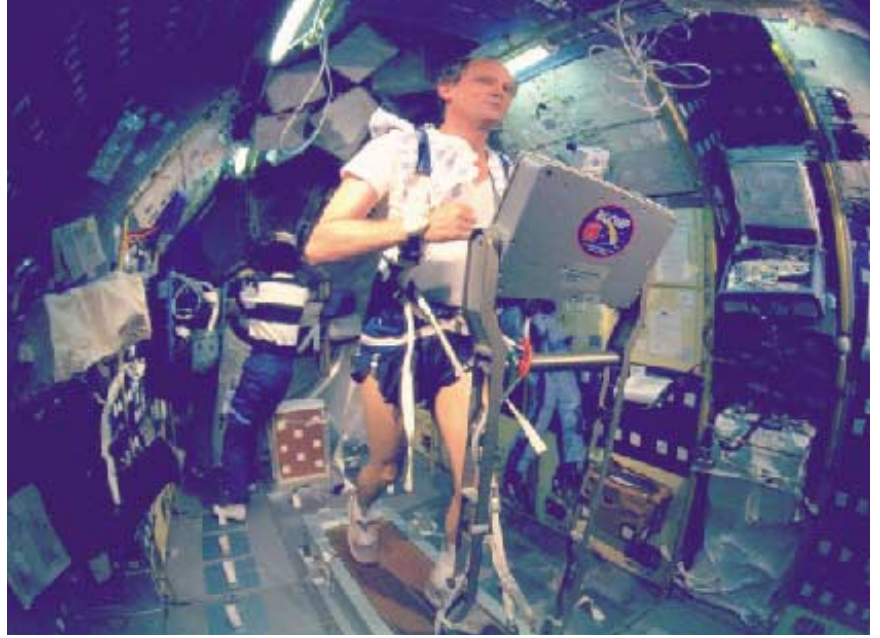
Mars'ın keşfi için gerekli temel bilimsel soruları yanıtlamak yerbilim, paleoantoloji, biyoloji, jeofizik, atmosfer bilimi ve iklimbilim alanlarında



araştırma gerektirir. Başlangıçtaki araştırmalar ve değerlendirmeler robotlar kullanılarak yapılabilir. Ancak daha sonraki ayrıntılı araştırma ve keşiflerin gezegen yüzeyi üzerinde görevli, insanlardan oluşan bir ekipce yapılması gerekir.

Keşif yolculukları uzay gezginlerini ciddi ve birbiriyle bağlantılı üç tehlikle karşı karşıya bırakır: (1) kütleçeksiz ortam nedeniyle vücut bileşenlerinin ağırlığındaki azalma sonucu vücudu etkileyen fiziksel kuvvetlerdeki değişimler; (2) uzun süreli kapalı kalmanın etkisiyle oluşan psikososyal değişimler; ve (3) ortamın radyasyon düzeyi ve tipindeki değişimler. Birarada oluşan bu değişiklikler, insan vücudunda zamana bağlı olarak gelişen bir olaylar zinciri oluşturur. Bu zincir hakkındaki bilgiler son 40 yıldır birikiyor. Vücudun bu değişikliklere tepkisi, görevi yapan kişilerin sağlığı ve görevin başarıyla tamamlanması açısından ciddi riskler doğurur. Neyse ki bu risklerin çoğu etkin bir araştırma programı uygulandığında kabul edilebilir bir düzeye indirilebilir nitelikte.

Bir uzay uçuşu boyunca oluşan temel fiziksel olaylar insan vücudunda genel biyolojik sonuçlar doğuruyor. Yolculuğun büyük bir kısmı boyunca ağırlık neredeyse sifıra kadar düştüğünden, vücudun ağırlık taşıyıcı mekanizmaları her zamankinden farklı bir baskıyla karşı karşıya kalır. Vücut eksenleri boyunca değişen hidrostatik basınç eğrileri, vücut içinde bir sıvı hareketine yol açar ve vücudun kütleçekimi algılayıcılarınca hissedilen girdi-



ler belirgin oranda değişir. Vücut bileşenlerinin ve sistemlerinin neredeyse tümü bu değişikliklere tepki gösterir.

1 yıl ya da daha uzun süreli uzay yolculukları boyunca maruz kalınan ağırlıksızlık, kemiklerdeki kırılma riskini ciddi olarak artırır. 4,5 - 14,5 ay süren Mir uzay uçuşları süresince kemiğin mineralik yoğunluğu üzerindeki ölçüm sonuçlarına göre kayıplar omurilikten % 5-6, leğen kemiğinden % 10-12 ve bacak kemiğinden % 7-9 oranında. Astronotlardaki kemik kaybı % 0 ile % 20 arasında değişiklik gösteriyor. Kadınların menopoz sonrası her on yılda yaklaşık %2-3 oranında kemik kaybına uğradıkları göz önüne alınırsa, bu oldukça hatırı sayılır bir oran. Gözlemciler Mars'a yapılması

planlanan 3,5 yıl gibi uzun süreli uzay uçuşlarında kemik kırılmalarının ciddi bir risk oluşturduğu düşüncesini paylaşıyor.

Uzaydayken ve dönüş sonrasında uygulanan egzersiz programları, kemik kaybının iyileştirilmesinde fazla etkin değil. Kalsiyum ve D vitamini destekleri de kemik kaybını önlemiyor. Neyse ki kemik erimesi arttığında bisfosfonatların kaybı kontrol altına alındığını ve bu yaklaşıma ilişkin yapılan çalışmaların ilerlemekte olduğunu biliyoruz. Belki de düzenleyici etmenler konusunda bugün yapılan çalışmalardan yola çıkarak gelecekte ulaşılabilecek noktalar daha etkin sonuçlar doğurabilir. Varsayımlardan biri, uzun uzay uçuşları süresince kemik kaybının önlenmesi için sürekli egzersiz ve farmakolojik uygulamaların birarada kullanılması gerektiği.

Astronot ve kozmonotların hem kişisel hem de birbirleriyle sorunlar yaşadıkları gerek ABD gerekse Rus uzay çalışmalarının belgelerine göre, uzun süreli uçuşlarda astronotlarda rastlanan psikososyal tepkiler görevin başarısı açısından ciddi bir risk kaynağı oluşturuyor. Çok uzun bir süre aynı küçük insan grubuyla birarada yaşamak, aile ve arkadaşlardan ayrı kalmak, Dünya'yla sınırlı iletişim ve koşulların elverişsizliğinden kaynaklanan mahremiyet eksikliği, uzun süreli uzay keşifleri sırasında baskı yaratan etmenlerden başlıcaları. Uzaydaki düşük kütleçekimi, radyasyon ve kullanı-





lan araç-gereçlerin bozulması gibi etmenler de bunlara ek davranışsal riskler doğuruyor. Ayrıca yaşanan deneyimler dil, kültür, cinsiyet ve iş dağılımındaki farklılıkların ekip içi iletişim ve ekibin etkinliği üzerinde etkili olduğunu gösteriyor.

Herhangi bir müdahalede bulunulmazsa bu etmenler astronotların davranışsal kapasitesi ve sağlığı üzerinde, hem bireysel hem de topluca baskı yaratır. Bu baskı altında kalan astronotun algı düzeyinin azalması, sinirsel salgılarının, kalp-damar ve bağışıklık tepkilerinin değişmesi, iştah, uyku gibi düzenli temel fizyolojilerinin bozulması gibi sıkıntı ve depresyona yol açarak psikiyatrik bozukluğa neden olacak sonuçlar doğurur ve ekip elemanları arasında ciddi kişisel sorunlar yaratma potansiyeli artar.

Bugün araştırmaların neredeyse tümü Dünya'daki laboratuvarlarda ya da Antarktika gibi özel bölgelerde yapılıyor. Odaklandıkları noktaysa bireylerin ya da grupların psikososyal (örneğin kişilik) ve davranışsal (örneğin liderlik) özellikleriyle performans ve baskılara verdikleri tepkiler arasındaki ilişki. Davranışsal performansın nesnel ölçümleri, duygusal baskının bilgisayar tarafından tanınmasını sağlayan yeni teknolojiler kullanılarak yapılıyor. Ayrıca en uygun davranışsal ve farmakolojik ölçütleri bulmak amacıyla hayvan ve insanlarda belli başlı

baskı uygulayıcı ve uyarıcı tepkileri oluşturan biyolojik süreçler inceleniyor. Temel amaç fizyolojik fonksiyon ve davranışları doğru şekilde kontrol ederek riski azaltmak ve keşif yolculuğu süresince performansı, motivasyonu ve yaşam kalitesini arttırmayı sağlayacak doğru kaynağı bulmak.

Keşif amacıyla uzaya giden kişiler Güneş rüzgârındaki parçacıklardan kaynaklanan geçici radyasyona ve yüksek enerjili kozmik ışınlardan kaynaklanan sürekli radyasyona maruz kalır. Protonlar ve yüksek enerjili ağır parçacıklar (HZE) belirgin biyolojik etkiler yaratır. Ayrıca nötronlar ve HZE kırıntıları gibi ikincil parçacıkların



oluşturabileceği etkiler de var. Dünya üzerinde maruz kalınan radyasyonla başa çıkmanın yolları az çok biliniyor. Ancak uzaydaki radyasyonun yarattığı sağlık riskleri konusunda bilinenler şimdilik çok daha az. Keşif görevlerinde radyasyona maruz kalan astronotlar, birbirinden bağımsız birçok etmenin biraraya gelmesi sonucu oluşan bir riskle karşı karşıya kalıyor. En çok kaygı uyandıran sonradan ortaya çıkan kanserler. Ayrıca radyasyon etkisiyle oluşan hücre kaybı, merkezi sinir sisteminin fonksiyonel bütünlüğünü etkilediğinden, merkezi sinir sisteminin uğrayacağı zarar da görev için bir tehdit oluşturuyor.

Son 40 yılda uzay kâşiflerinin sağlıklarının korunması konusunda yapılan çalışmalar, insan vücudundaki tüm sistem ve organların birbiriyle etkileşimli bir bütün halinde ele alınması gerektiğini gösterdi. ABD Ulusal Biyomedikal Uzay Araştırmaları Enstitüsü bundan yola çıkarak çalışmalarını entegre bir fizyoloji programı üzerine yoğunlaştırdı. Uzun süreli bu programın temel amacı, bir insan vücudunun "sağlıklı" olarak nitelendirilebilmesi için gerekli her bileşenin ve bu bileşenlerin birbirleriyle ilişkilerinin nicel tanımına ulaşmak. "Dijital insan" olarak adlandırılan bu tanım, insan fizyolojisi hakkında bilinen tüm bilgileri içerecek. Bu programın uzay çalışmalarındaki amacı, bir keşif yolculuğunda görev alan her ekip üyesi için "kişiyeye özel" bir model elde etmek. Bu sağlandığında astronotların herbirinin anatomisi, fizyolojisi, işlevsel yeteneği, sağlık ve çevresel altyapılarını kontrol etme ve iyileştirme kolaylaşacak. Ayrıca bu yaklaşım başarılı olduğunda elde edilecek sonuç, uzay keşfi çalışmalarında kullanılmakla kalmayıp, herhangi bir hastalık ya da tedavi sırasında vücutta beklenmedik fonksiyonlar gösteren sistem ya da bileşenlerin anlaşılmasını da sağlayacak. Bu nedenle uzay kâşiflerinin sağlıklarının korunması için yapılan çalışmalar aslında genel olarak insan sağlığının kalitesinin artırılmasına odaklanmış bir merceğe görevi de yapıyor. Yani belki de insanın uzayı keşfetmek için duyduğu arzunun temel nedeni aslında kendisini keşfetmek için duyduğu istek.

Nature, 22 Şubat 2001/www.nature.com

Çeviri: Ayşenur Topçuoğlu