

Marstan Kaçış

Geçen ayın başında yirmi yıllık bir aradan sonra Dünya'dan gönderilen bir araç Kızıl Gezegen'e indi. Herşey yolunda giderse altı tekerlekli Pathfinder gezegen araştırmalarında yeni bir dönem açacak. Ve bu yalnızca başlangıç. Dünya'nın komşusu, yoğun çalışmaların sürdürüldüğü bir yer olacak.

Eylül'de Mars Global Surveyor gezegen çevresindeki yörüngesine girecek. Amacı; mineral yataklarını tespit etmek, küresel iklim çizelgelerini hazırlamak ve Mars topoğrafyasının haritasını çıkartmak. Birkaç yıl sonra yörüngesinde bir uzay aracı dönen gezegen, diğer robot uzay araçları tarafından boydan boya katedilmiş, üzerinde uçulmuş, oyulmuş ve delinmiş olacak. Bu görevler, önümüzdeki yüz yılın başlarında insanlara Mars araştırmalarının yolunu açacak olan bir dizi teknolojiyi sınyayacak. Eğer bu teknolojiler başarılı olursa bundan böyle uzay yolculuklarının doğasını değiştirecekler.

Şimdiye kadar uzay görevlerinde gerekli olabilecek herşey Dünya'dan alınır ve kalkıştan önce uzay aracına yerleştirilirdi. İnsanlı görevlerde, bu malzemeler arasında dönüş yolculuğunda kullanılacak, hayati önemdeki yakıt da bulunurdu. İlerdeki Mars görevlerinin bir amacı da bu durumu ortadan kaldırmak; bundan böyle küçük

bir fabrikayı da beraberlerinde götürecekler. Bu fabrika gezegenin pas renkli toprağına oturup uzay aracını dünyaya güvenli bir şekilde geri getirecek yakıtı üretecek.

Bu yaklaşımın temelinde ekonomi yatıyor. Uzay programının maliyetlerini azaltmak için NASA büyük bir baskı altında. Bütçeye yük olan konulardan biri de ağır yükleri olan uzay araçlarını Dünya'nın çekiminden kurtaracak fırlatışlar. Böyle olunca, tonlarca yakıtı uzaya göndermek yerine neden hafif bir makınayı yanlarına alıp yakıtı ona ürettirmesinler? Öte yandan bazıları da NASA'nın bu yolu izlemesi için daha derin nedenler olduğunu düşünüyor. Eğer insanlar Dünya sınırlarının dışında yaşayacaklarsa neresi olursa olsun yaşamlarını oradaki kaynaklar ile sürdürmeyi becermelidirler. NASA'nın planı bu yönde ilk adımları atıyor.

Mars'ta yakıt üretmenin başlangıç noktası, ince Mars atmosferinin yüzde doksanbeşini oluşturan karbondioksit. Amaç, dünyadan getirilecek ek bir madde ile birlikte bu gazdan yalnızca roket yakıtı değil aynı zamanda onu yakacak oksijeni de üretmek. Amerika'daki birkaç araştırma grubu konuyu geliştirme çalışmalarının ilk aşamalarında. Maddi desteği NASA'dan alıyorlar. NASA 2001, 2003 ve 2005 görevleri için bu ekiplerin ürünleri arasından en iyi olanını seçecek.

Şu anki plana göre, bu görevlerin sonuncusunda, Mars'ta üretilen yakıtı kullanan roketlerle kaya ve toprak örnekleri Dünya'ya getirilecek.

Uçuşlarda hangi yakıt fabrikasının götürüleceğine karar verecek kişi Teksas'ın Houston şehrindeki Johnson Uzay Merkezi'nde görevli havacılık ve uzay mühendisi David Kaplan. 2001 görevi için Eylül'e kadar kararını vermesi gerek. Şu anda Kaplan, bu uçuş için Tucson'daki Arizona Üniversitesi'nden Steven Crow ve arkadaşlarının geliştirdiği bir zirkonyum oksit pili üzerinde çalışıyor ve diyor ki "Eğer birilerinin, elimdekinden daha iyi çalıştığını gösterebilecekleri ürünleri varsa onu değerlendirmeye hazırım."

Zirkonyum oksit katı, elektrolit olarak kullanılabilen bir seramik. Atomik örgüsü, oksijen iyonları için mükemmel bir sığınak oluşturacak şekilde boşluklarla dolu. Pilin içinde, gözenekli elektrodların arasına sıkıştırılmış ve içerdiği boşlukların sayısını arttırmak üzere içine itriyum karıştırılmış, ince bir zirkonyum oksit kristal plakası var.

Karbondioksit (CO₂), yüksek sıcaklığın ve temin edilen serbest elektronların oksijeni ayırıp iyonlaştırdığı katoda nüfuz eder. Buradan, kristalin boşluklar ağına izleyerek, fazla elektronların tutulup oksijen moleküllerinin oluşturulduğu anoda giderler. Crow'un zirkonyum oksit pili, Mars atmosferinin taklit edildiği ortamlarda sınıandı. Arizona Üniversitesinden N. R. Sridhar'ın tasarladığı daha gelişmiş bir model ise daha iyi bir performans vaat etmekle beraber henüz sınanması sürmekte. Onun, 2003 görevi için kullanılabileceğini söylüyor Kaplan.

Pilin, 2001 uçuşunda kullanılması nedeni, diyor Kaplan, Mars'ta saf oksijen üretmenin mümkün olduğunu kanıtlaması ve hücrenin nasıl çalıştığını anladığımızdan emin olmamız.

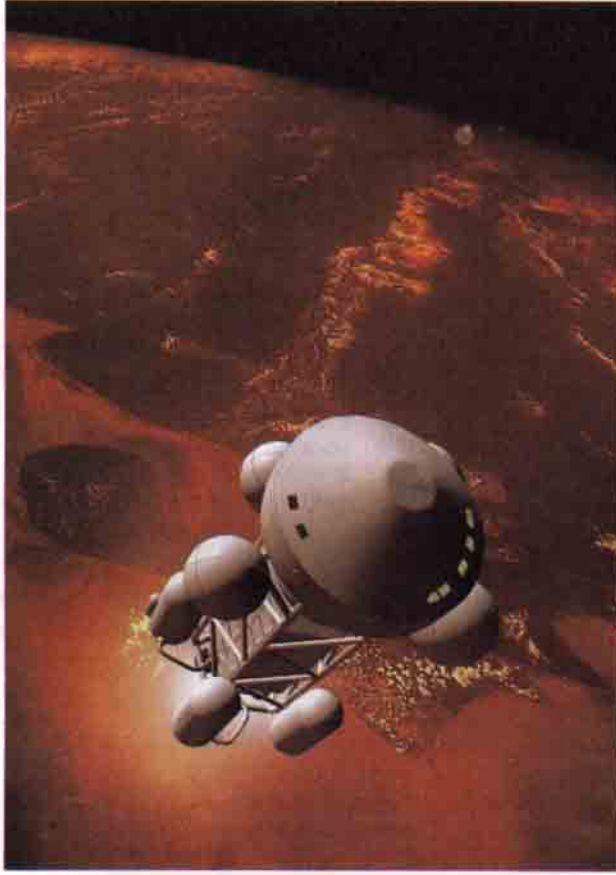
Araç aynı zamanda yakıt olarak ideal olmasa da kullanılabilecek, bol miktarda karbonmonoksit üretecek. Karbonmonoksitin özgül itkisi (speci-



fic impulse) uzay mekiğini tahrik eden sıvı hidrojenin yarısı kadar. "Çok zayıf", diyor Kaplan "bir insanlı görev için kabul edilemez ama bir robotu dünyaya geri getirebilir." Öyleyse yakıt üretmek için fazladan bazı şeylere gereksinim var. Ve en muhtemel taktik, yakıt hammaddesi olarak Mars'a daha az kütleli malzeme taşımak olacak. Bir seçenek sıvı hidrojenin özgül itkisinin yüzde seksenine sahip olan propan. Piknik tüplerinden çok farklı olmayan bir tüp propan Mars'ta bırakılabilir. Bir roketin her bir kilogram propan için dört kilogram oksijene gereksinimi olduğundan, yakıt-oksijen karışımının beşte dördü yine Mars'ta üretilmeli, diyor Kaplan.

Mars yolculuğu için bir diğer kimyasal aday da hidrojen ama muhafaza etmek propan kadar kolay değil. Sıvı halde yani çok soğuk olarak tutulmalı; bu da çok enerjiye mal olur. Hidrojen ile zirkonyum oksit pilden üretilen karbonmonoksit birleştirilerek, özgül itkisi sıvı hidrojenin %85'i olan metanol (metil alkol) elde edilebilir. Bu strateji ile taşınan her bir kilogram hidrojenden 18 kilogram metanol ve oksijen üretilir.

Hidrojen başta olmak üzere yakıt türleri ve onları üretme yolları için seçenekler çoğalmaya başlamış durumda. Colorado'nun Denver şehrindeki Lockheed Martin'de, Larry Clark ve ekibi su ve bir başka mükemmel yakıt olan metanı üretmek için karbondioksit ve hidrojeni bir Sabatier reaktöründe karıştırıyorlar. Sonra suyu da elektroliz edip oksijen ve yeniden hidrojen elde ediyorlar. Sabatier reaktörü 1899'da icat edilmiş ve uzay araçlarında havayı karbondioksitten arındırmak amacıyla kullanılıyor. Clark'ın elindeki ise özgün Sabatier reaktörünün yüksek teknolojiye yeni nesillerinden biri -içi, gizli tutulan, rutenyum temelli bir katalizörden yapılmış siyah çakıllarla dolu küçük bir tüp. Reaktör Mars atmosferinin taklit edildiği bir ortamda sinanmış. Ancak



Mars'ta çalışacağı kadar uzun süreli bir sinama yapılmamış.

Robert Zubrin, Denver'deki Pioneer Astronautics'in başkanı ve Mars'da koloniler kurulmasının etkili bir savunucusu. Daha önceleri de Clark ile beraber çalışmış. Eğer, Zubrin üstesinden gelebilirse 2001 yılında Mars'a gidecek reaktör bu olacak. Sabatier elektroliz sürecinin en etkin enerji üretme seçeneği olduğu kanısında. Mars'a gönderilecek her bir kilogram hidrojenden 12 kilogram yakıt ve oksijen üretebilecek.

Ancak iş bu kadarla bitmiyor. Bir roket için gereken oksijen-yakıt oranı üçe-bir iken bu yöntemle metanın ancak iki misli oksijen üretilabiliyor. Böyle olunca da bir miktar metan fazlası ortaya çıkıyor. Bu metan ya kullanılmadan atılacak ya da daha fazla oksijen üretecek bir diğer süreç bulunacak. Zubrin'in izlediği yol bu ikincisi. Dikkatini "ters su gaz kayma" (reverse water gas shift -RWGS) tepkimesine çevirmiş durumda. Sabatier tepkimesi gibi, RWGS de yine bir katalizörün bulunduğu çelik bir tüp içinde gerçekleşiyor. Karbondioksit ve hidrojen tüpün içine pompalanıyor ve karbonmonoksit ile su elde ediliyor.

Ancak birkaç hafta öncesine kadar büyük sorun, kullanılacak katalizörü bulmaktı. Zubrin sonunda tam istediği tepkimeyi gerçekleştirecek bakır ve alüminyum bir katalizör buldu. Üretilen su, daha fazla oksijen elde etmek için yine elektroliz ediliyor.

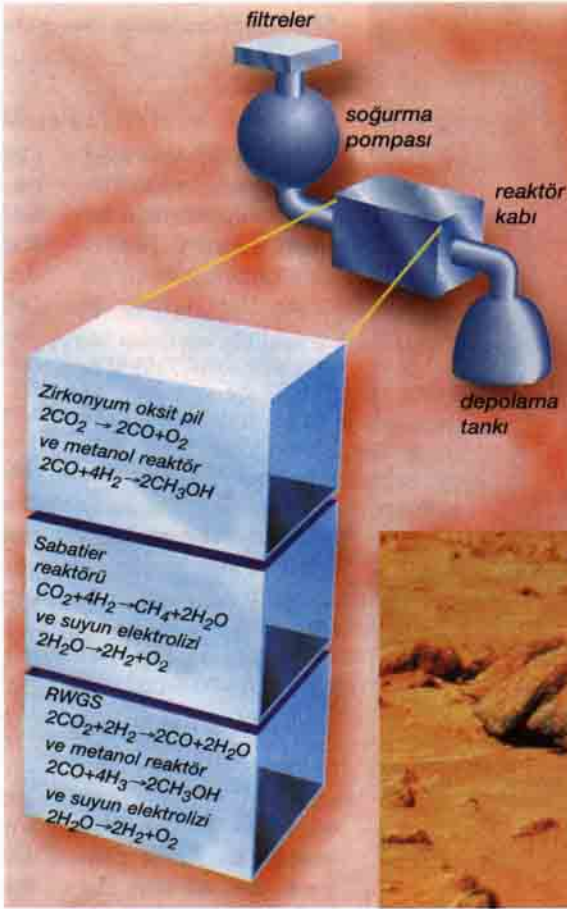
Şimdi Zubrin'in düşündüğü ikili bir yaklaşım. 400°C'de işleyen ve ısı veren Sabatier elektroliz sürecini gerçekleştirip artan enerjiyi de RWGS tepkimesinde kullanmak. En az miktarda enerji artışı ile, bu düzen, rokette metanı yakmak için gereken oksijenden daha fazlasını üretecek, diyor Zubrin. Her bir kilogram hidrojen 18 kilogram metan ve oksijen oluşturacak. "Bugün, bildiğim kadarıyla, gerçekleşecek en iyi fikir bu" diyor.

Hangi süreç seçilirse seçilsin fabrikayı tasarlayacak olanların zorlu görevinin ancak bir kısmı çözümlenmiş olacak. Bu fabrikaların 300 ile 500 Dünya günü boyunca güvenilir olarak çalışması gerek. Ve hiç hata yapmamalılar. Mars'ta sıcaklık, geceleri -120°C'ye kadar düşerken gündüzleri 22°C'ye çıkmakta.

Gün boyunca zirkonyum oksit piller yaklaşık 1000°C'de çalıştırılacak fakat geceleri durdurulacak. 1000°C ile -120°C arasında sürekli bir sıcaklık salınımına dayanıp dayanamayacakları henüz bilinmiyor. Bunu anlamak için, NASA Johnson Uzay Merkezi'ndeki patlamaya dayanıklı bir odada pilleri sinayacak. "Mars'ın günlük sıcaklık değişimlerini taklit etmek içi odayı sıvı nitrojen ile soğutarak taklit edilebilir." diyor Kaplan.

Zayıf olan bir diğer önemli nokta da aşırı soğuklara dayanamayan elektronik donanım. Korunmaları için ılık bir ortama yerleştirilmeleri gerek. Ancak bu bile yeterli olmayabilir. 2001 görevi sırasında Mars, Güneş'e en uzak konumda olacak. "Sonunda, ılık kutuyu ılık tutmak için yeteri kadar ışık veya ısı olmayacak", diyor Kaplan. "Elektronik donanım bir gece donacak ve bir daha da çalışmayacak."

Ancak sıcaklık salınımlarının faydalı olduğu yer de var: en azından yakıt üreticisinin bir parçası ondan ya-



Mars yakıtı:
NASA yetkilileri yeterli yakıtı üretebilmek için bir yöntem arayışında. Araştırma ekipleri şimdilik üç temel yöntem üzerinde yoğun bir şekilde çalışıyor; 1) zirkonyum oksit pil ve metanol reaktör, 2) Sabatier reaktörü ve suyun elektrolizi, 3) ters su gaz kayma (RWGS) tepkimesi, metanol reaktör ve suyun elektrolizi (yanda). Mars'tan Dünya'ya incelenmek üzere getirilecek kayalar (altta).



rarlanabilecek. CO_2 reaktör kabına, soğukken CO_2 'yi soğuran ve sıcakken de serbest bırakan, zeolit adında özel bir tür kilden yapılmış küçük topraklar içeren bir soğurma pompası ile itilir. Bu pompa geceleri atmosfere açılacak ve sabahları kapatılacak. Böylelikle zeolitın çıkardığı gaz birikerek basınç yükselecek. "Çok zarif bir çözüm", diyerek övünüyor Kaplan.

Ancak pompayı yapmak da pek kolay değil. Gündüz gerçekleşen yüksek sıcaklık pompa içinde yeterli basınç meydana getirmez. Bu durumda daha fazla CO_2 çıkartmak için ek ısıtmaya ve ısıyı da içerde tutmak için de yalıtıma gereksinim olacak. Ama bu da diğer bir soruna yol açıyor; geceleri pompayı yeterince hızlı soğutmak için muhtemelen bir radyatör eklenmeli. California'da Pasadena şehrindeki Jet Propulsion Laboratory'den (JPL) kıdemli araştırmacı Donald Rapp "Önemsiz olmayacak bir mühendislik işi değil" diyor.

Rapp, Mars atmosferinde az miktarda bulunan diğer gazların -esas olarak argon ve nitrojen- zeolit toprakların çevresinde birikerek engel oluşturabileceğine dikkat çekiyor. Böylece

listeye bir de Mars gazlarının pompasının içinde hareketini sağlayacak küçük ve sağlam bir vantilatör eklenmesi gerekiyor.

Mars'taki bir diğer çevresel tehlike de rüzgâr ile savrulan kumlar. Yirmi yıl önce gezegene inen Vikinglerden elde edilen bilgilere göre Mars'ın yüzeyi yakıcı bir toz tabakası ile kaplı. JPL'deki Mars araştırma programının mimarı Mark Adler "Hâlâ bu aşırı oksitleyici tozun etkileri hakkında hiçbir fikrimiz yok" diyor. Contaları yiyip, filtreleri tıkayarak aletleri işlemez hale getirebilir. Eğer toz, fotovoltaiik panoların üzerini kaplarsa yakıt fabrikası durur. "Bunlar, yanıtları yalnızca Mars'ta olan sorular" diyor Adler.

Tüm bu belirsizliklerin yanında, Mars kaya örneklerini Dünya'ya getirecek, Mars yakıtlı 2001 görevi için yapılan planlar hala kesinlik kazanmış değil. Bu günlerde tartışılan bir diğer seçenek de 2003 görevinde üretilen oksijen ile yakıtı küçük bir rokete doldurmak. Roket daha sonra Mars'ın gökyüzünde bir yay çizecek ve belki de inmeden önce yüzeyin yüksek çözünürlüklü fotoğraflarını çekecek. Bu

da Dünya'ya yapılacak bir yolculuktan daha ucuz olarak "bulunulan yerin öz kaynaklarını kullanarak yaşama" düşüncesinin uygulanabildiğini açıkça gösterecek.

Johnson Uzay Merkezi'ndeki araştırma bürosunun yöneticisi Doug Cooke, böyle bir gösteri uzay araştırmaları için büyük bir önem taşıyor, diyor. Gelecek yüzyılın başlarında NASA, insanlı Mars yolculuğu planını onaylattırmak için Kongre'nin yolunu tutacak. Bu görev için yapılan tahminler 20 milyar dolardan başlıyor ve hızla yükseliyor. Cooke'un inancına göre; eğer NASA, Mars kaynaklarını kullanmanın, faturanın düşmesine yardımcı olacağını gösteremezse Mars ebediyen uzakta kalacak. Cooke, Mars macerasının kavranılması pek kolay olmayan bir diğer boyutunu da görüyor. "Makinalar ve somut konular üzerine konuşmaya çok fazla eğilimliyiz" diyor. Mars gibi bir yere gitmek insanlar için 'gitme ve araştırma yapma' deneyimi olarak büyük bir kazanç". Bu noktada, Zubrin daha şamataca. Eğer insan ırkı gelişecekse bir Mars kolonisi kurulması esastır, diyor. "Gelişmiş iletişim ve ulaşım teknolojileri Dünya'nın kültür zenginliklerini aşındırdı. Öte yandan, eğer Mars sınırları açılırsa aynı teknolojik gelişme süreci insan kültürünün yeni bir dalını oluşturmamızı sağlayacaktır.

"Mars yaşamak için Ay'dan daha iyi bir yer". Her ikisinde de metaller ve diğer önemli elementler bulunurken yaşam için temel oluşturan karbon ve nitrojen yalnızca Mars'ta var. Ayrıca kutuplarındaki ve yeraltındaki donmuş suda bol miktarda hidrojen ve oksijen elde etmek için iyi bir kaynak.

Zubrin, çok iyi bir roket yakıtı olduğu gibi aynı zamanda plastikler için mükemmel bir hammadde olan etilenin (C_2H_4), RWGS tepkimesinden hemen sonraki aşamalarda elde edilebileceğine dikkat çekiyor. Yani, Mars yakıtı ile Dünya'ya dönecek astronotlar ile yeni bir sanayi kuruluşu arasında çok çok kısa bir mesafe olacak. "İlk adımı atıyoruz" diyor Zubrin. "Mars kaynaklarını kullanmayı öğrenen avcı-toplayıcılara benziyoruz.

David, L. "Escape from Mars", *New Scientist*, 28 Haziran 1997
Çeviri: Çağlar Sunay