

**Mars Gezegeni Keşifleri için Kızıl Gezegen Mars'a Son
Gönderilen Plutonyum-238 (Pu-238) Yakıtlı Uzay Araçları**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası (canguzel.taner@gmail.com)

Kızıl gezegen Mars üzerinde yapılan araştırmalar dünyanın geleceği senaryoları, projeksiyonları ve perspektifleri ile ilgili çalışmalara ışık tutması açısından çok önem taşımaktadır. Örneğin, kızıl gezegen Mars'ta bulunduğu ileri sürülen buzulların büyük bir kısmının nasıl yok olduğu ayrıntılı biçimde incelenmek suretiyle dünyada yeni gelişmeye başlayan küresel ısınma ve küresel iklim değişiklikleri mekanizmaları bilimsel araştırmaları temelinde Mars'ın ciddi bir laboratuvar oluşturması beklenmektedir. Bu bağlamda araştırmalar ve diğer can alıcı bilimsel incelemeler yapmak üzere Mars uzay araçları arasında en büyüğü, en donanımlısı ve en yüksek maliyetlisi sayılan Curiosity uydusu büyük umutlarla Mars'a gönderilmiştir. Yakıt olarak plutonyum-238 (Pu-238) kullanan Curiosity uzay aracı 26 Kasım 2011 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri Cape Canaveral üssünden Atlas V 541 roketi ile kızıl gezegen Mars'a fırlatılmıştır. Uzay aracı Curiosity'nin 05 Ağustos 2012'de Mars'ta Gale Crater bölgesine inmesi planlanmıştır. Curiosity uydusunun görevleri arasında Mars'ta hayat belirtileri olup olmadığı, Mars'ın iklimi, Mars'ın jeolojik yapısı, Mars'a insanlı uzay araçları gönderilmesi planları sıralanmaktadır. Temel bilimsel amaçlar olarak da Mars'ın yüzeyi ve yüzeye yakın bölgelerinde mineral yapısının incelenmesi, Mars'ta yaşama ait bulgular bağlamında kimyasal yapı taşlarının tespiti, şekil değiştirmiş kaya ve toprağın oluşma süreçleri, 4 milyar yıllık olduğu tahmin edilen Mars atmosferi gelişim periyodunun incelenmesi, Mars'ın su döngüsü, Mars'ın karbondioksit çevrimi ile mevcut durumun incelenmesi yanında galaktik radyasyon, kozmik radyasyonlar, güneş ışınları ve güneş radyasyonları, solar proton olayları, ikincil nötronlar gibi yüzey radyasyonlarının ayrıntılı düzeyde geniş spektrumlu karakteristiklerinin analizi hedeflenmektedir.

Dünyamız hariç tutulduğu takdirde güneş ve güneş sistemi içerisinde bilim insanları tarafından üzerinde en çok araştırılan ve en ayrıntılı çalışılan gezegen Mars'tır. 1997 yılından beri Amerika Birleşik Devletleri Havacılık ve Uzay İdaresi (**National Aeronautics and Space Administration-NASA**) tarafından Mars yüzeyine gönderilmiş uydular içinde modern kameralar ve teferruatlı bilimsel araştırmalar yapabilen cihazlarla donatılmış üç robot aracı içinde bulunduran (2.5 milyar dolar maliyetli) insansız uzay robotu Curiosity Mars'a gönderilmektedir. Uzay aracının 570 milyon km yol aldıktan sonra Ağustos 2012'de Mars gezegeni yüzeyine inmesi beklenmektedir. Her şey yolunda gittiği takdirde söz konusu robot uzay aracının kızıl gezegen Mars üzerinde ayrıntılı üst düzey bilimsel araştırmalar yapabilecek dördüncü uydu niteliğinde bulunmaktadır. Kızıl gezegenin iklimi, jeolojik yapısı ve hayat emarelerinin incelenmesi robot uzay aracının Mars'ta yapacağı bilimsel araştırmaların ana hatlarını oluşturmaktadır. 1997 yılında Mars'a ulaşan NASA'nın ilk uzay aracı Sojourner 65 cm boyunda ve 11.5 kg ağırlığında idi. Gezegenimizin büyüklüğü göz önüne alındığı takdirde dünyanın çekim kuvveti Mars'ın çekim kuvvetine kıyasla 2.5 kat daha fazla olduğundan buna paralel olarak dünyadaki ağırlıklar da 2.5 misli artmaktadır. Sojourner'den sonra Mars'a gönderilen ikiz uzay araçları Spirit ve Opportunity biraz daha büyük 1.6 metre boyunda 174 kg ağırlığındadır. Curiosity çok daha büyük 3 metre boyunda ve 900 kg yaklaşık küçük bir otomobil ağırlığına sahiptir. NASA tarafından Mars'a gönderilen uzay araçlarının büyüklükleri özet halinde aşağıda verilmektedir.

Mars Science Laboratory-MSL (Curiosity)	3 metre	900 kg
Mars Exploration Rovers (Spirit ve Opportunity)	1.6 metre	174 kg
Phoenix Mars Lander	5.5 metre	410 kg
Sojourner Rover	65 cm	11.5 kg

Curiosity robot uzay aracı farklı bir teknoloji ile çalışmaktadır. Diğer üç uzay aracı ise güneş panelleri vasıtasıyla güç almaktaydı. Curiosity yakıt olarak plutonyum kullanmaktadır. Elektrik üretim mekanizması tam ölçekli bir nükleer santral olmamakla beraber radyoaktif parçalanma sonucu plutonyum atomu ısı üretmektedir. Üretilen ısı bir jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Bu tür

nükleer teknoloji sayesinde yapılan elektrik üretimi üç avantaj sağlamaktadır. İlk sağlanan fayda ile Curiosity diğer uzay robotlarına kıyasla hassasiyeti yüksek bilimsel ölçümler yapabilen çok daha fazla elektrik enerjisi tüketen cihazlarla donatılmış ve buna karşılık elektrik temini sağlanmıştır. İkinci olarak nükleer enerji üretimi sayesinde Mars'ın çok şiddetli geçen kış koşullarında, uzay aracının ve robotlarının düzenli çalışması temin edilmektedir. Üçüncü avantaj ise güneş panelleri üzerinde toz birikimi sonucu uzay araçlarının zamanla enerji üretimi kesilmesi sürekli elektrik üretilen nükleer güç kanalıyla önlenebilmesidir. Curiosity uzay aracının tüm enerjisi radyoizotop termoelektrik jeneratörler (radioisotope thermoelectric generators-RTGs) ile karşılanmaktadır. 1976 yılında Mars'a başarılı iniş yapan Viking 1 ve Viking 2 uzay araçları da aynı tür nükleer enerji teknolojisi kullanmıştır. Radyoizotop güç sistemleri (radioisotope power systems-RPSs) tekniğinde plutonyum-238 (Pu-238) doğal bozunum ve tabii parçalanma sonucu elektrik üretmektedir. Pu-238 plutonyumun fisil olmayan bir izotopudur. Aynı zamanda plutonyum-238 (Pu-238); plutonyumun 87.7 yıl yarı ömrü olan bir radyoaktif izotopu halindedir. Çok güçlü alfa radyasyonu yayınlayıcı izotop Pu-238'in 1 gramı yaklaşık 0.5 watt'lık elektrik gücü oluşturmaktadır. Pu-238; plutonyumun ilk keşfedilen bir izotopu olup, uranyum-238 (U-238) döteronlarla bombardımanı sonrası neptünyum-238 (Np-238) meydana gelerek nükleer bozunum ile Pu-238'e dönüşmektedir. Pu-238 radyoaktif parçalanma sonucu uranyum-234 (U-234) ortaya çıkmakta, U-234 nükleer parçalanması ise radyum serisi boyunca devam ederek kararlı, radyasyonsuz, radyasyon yaymayan, radyoaktivitesiz kurşun-206 (Pb-206) izotopu ile son bulmaktadır. Pu-238'in tabii bozunumu sayesinde açığa çıkan ısı enerjisi elektriğe dönüştürülmektedir. Pu-238 nükleer güç üretici kesintisiz 24 saat elektrik üretimi sağlamakta bu arada oluşan atık ısı borular kanalıyla sistemleri ısıtmak için kullanılmakta aynı zamanda ölçüm cihazları ile uzay aracı ve robotlarının elektriğini temin etmektedir. Curiosity güç kaynağı Boeing Firması tarafından yeni nesil RTG teknolojisi ile imal edilmiştir. Yeni nesil nükleer güç kaynağı RTG çok amaçlı radyoizotop termoelektrik jeneratör (**Multi-Mission Radioisotope Thermoelectric Generator MMRTG**) olarak adlandırılmaktadır. Klasik RTG teknolojisi yaklaşık 2000 watt'lık termal güçten 125 watt'lık elektrik enerjisi üretmek için tasarlanmıştır. MMRTG

jeneratörü 32 adet pelet halindeki plutonyum yakıtlarının tabii parçalanma sonucu 100 watt'a kadar elektrik üretimi yapmaktadır. Curiosity-MSL nükleer güç jeneratörü tasarımı ise günde 2.5 kilowatt-saat elektrik üretimi temin etmek üzere dizayn edilmiştir. Mars Exploration Rover uzay aracı enerji kaynağı günde ancak 0.6 kilowatt-saat elektrik üretimi sağlayabilmektedir. Böylece, Curiosity MMRTG nükleer güç kaynağı sayesinde takribi 4 kat daha fazla elektrik enerjisi temin etmektedir.

Curiosity robot uzay aracının Mars gezegeninin yüzeyine güvenli bir şekilde inmesinin riskler ve güçlüklerle dolu olduğu şimdiden herkes tarafından bilinmektedir. Daha önceki uzay araçlarının kızıl gezegene inişlerini yavaşlatmak üzere paraşütler ve aynı zamanda Mars yüzeyine şiddetli biçimde çarpmayı yumuşatmak için hava yastıkları kullanılmıştır. Curiosity uzay aracının emsallerine kıyasla çok ağır yaklaşık bir ton'a yakın olması nedeni ile böyle bir iniş seçeneğini zora sokmaktadır. Bu seçenek yerine NASA; uzay aracının Mars'a iniş amacıyla çok değişik bir mekanizma kullanan gökyüzü vinci olarak adlandırılan yöntemi deneyecektir. Diğer uzay araçlarında olduğu gibi Curiosity'nin ana uzay aracı ısı ve hava direncine dayanıklı şekilde imal edilmiş ve iniş sırasında paraşüt kullanacak biçimde tasarlanmıştır. Mars gezegenine 1.6 km uzaklıkta iniş aşamasında uzay aracını taşıyan roket sistemden ayrılacaktır. Uydunun ana bölmesinin dört köşesinde bulunan sekiz adet roket motorları sayesinde uzay aracının Mars yüzeyine inişi gerçekleşecektir. Söz konusu motorlar robot uzay aracı hızını oldukça düşük düzeye saniyede 0.75 metre'ye kadar yavaşlatacaktır. Mars yüzeyine 20 metre kala robot uydunun kabloları ve telleri zemine indirilmek suretiyle uzay aracının çok yavaş olarak inmesi sağlanacaktır. Kızıl gezegene başarılı bir iniş gerçekleştirildikten sonra patlayıcılar vasıtasıyla kablolardan ayrılacak olan robot uzay aracı Curiosity, Mars'taki asıl görevine başlayacaktır.

Sonuç olarak yukarıda anlatılanların hepsi milyonlarca kilometre uzaklıkta hiç de denenmediği için şimdilik teoride kalmaktadır. Gökyüzü vinci daha önce kullanılmamış ve dünyada yapılan çalışmalarda da pek çok aksaklıkları görülmüştür. Öte yandan, şimdiye kadar Mars'a gönderilen 43 uzay aracından neredeyse üçte

ikisinden sonuç alınamamıştır. İlk olarak 1960 yılında Rusya'nın Mars gezegenine ulaşmak için başarısız girişiminden sonra yaklaşık yarıya yakın uzay aracının kızıl gezegene inişi akim kalmıştır. 1964 yılında NASA bilim insanı John Casani ve bir gazeteci arasında yapılan söyleşide özellikle Mars gezegeninin keşfi sırasında uzay araçlarını yutan sistem, bir canavara benzetilmektedir. Söz konusu sistemin son kurbanı Rus yapısı Phobos-Grunt adlı uzay aracı olmuştur. Rusya Federasyonu'nun çok önem verdiği uzay aracının görevi Mars'ın ayı ve uydusu Phobos'dan alınan kaya numunelerini dünyaya getirmektir. Rusya Uzay Ajansı mühendisleri 8 Kasım 2011'den beri ne yazık ki robot uzay aracı ile iletişimi kaybetmiştir. Sınırlı bir iletişim sağlanabilmesine rağmen uzay aracının faaliyetini sürdürüp sürdüremeyeceği konusu halen belirsizliğini korumaktadır. Diğer taraftan, NASA bilim insanları ve mühendisleri büyük emekler yüksek maliyetler ile Mars'a gönderilen Curiosity uzay aracının başarıya ulaşılabilmesi için talihsiz Mars uydularının karşılaştığı uğursuzlukların aşılmasını büyük umutlarla beklemektedir.

Kaynaklar:

- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Türleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008
- Evren, İnsan ve İyonlaştırıcı Radyasyonlar, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010
- The Economist Dergisi (26 Kasım – 02 Aralık 2011).

İnternet Sitesi: www.fmo.org.tr/_yayinlar/faydali-bilgiler