

UZAYDA NÜKLEER ENERJİ

Dr. İ. Ethem DERMAN

İnsanoğlunun uzayda daha ileri adımlar atabilmesi, emin ve güvenilir bir enerji kaynağı bulmasına bağlıdır. Şu anda uzaya gönderilen birçok yapay uydu ve uzay sondası, kimyasal yakıt kullanarak fırlatılmakta ve üstlendikleri görevi yaparken de güneş enerjisinden faydalanmaktadırlar. Tüm bu uzay araçları, yanlarında buldukları çok az kimyasal yakıtı kullanarak da küçük yörünge manevraları yapabilmektedirler. Eğer yeterli enerji olsaydı, insanoğlu büyük uzay araçlarını Dünya'ya yakın yörüngelerden daha uzak yörüngelere sokabilecek, Dünya yörüngesinde ve Ay üzerinde büyük yerleşim merkezleri kurabilecek, güneş sistemimizdeki diğer gezegenlere insanlı veya insansız uzay uçuşları çok daha kolay ve ucuz gerçekleştirebilecek ve uzayda ticari amaçlı etkinlikleri daha hızlı bir şekilde geliştirebilecektir. Uzayda uygun enerji sorununda büyük bir ilerleme, bilimsel, sivil, ticari ve askeri gelişmelerde büyük bir adım atılmasını olası kılacaktır. Uzun zamandır bilim adamları böyle bir enerji kaynağının yalnız ve yalnız nükleer enerji olabileceğini ileri sürmekteler. Gerçekten, uzayda nükleer enerji kullanmanın en büyük kolaylığı, küçük ve hafif bir hacimde uzun süreli elde edilmesidir.

Isı kaynağı olarak Uranyum-235'in parçalanmasını kullanan reaktörler, uzayda kullanılan diğer enerji kaynaklarını bütünlüyecek özelliktedir. Şekil 1'den de görüleceği üzere birkaç saatten bir güne dek gerekli enerji kaynağı olarak kimyasal yakıtlar en uygundur. 25 kW'a dek uzun süreli enerji gereksinmesi ise güneş enerjisi ile karşılanmaktadır. Bir uzay aracı tasarımında, kullanılacak enerji türleri arasında yapılacak bir seçim, varolan teknoloji düzeyine, aracın çalışma çevresine, enerji kaynağının araçta kapladığı alana, yaşam süresine, aracın yörüngesine ve daha birçok teknik ve ekonomik faktörlere bağlıdır.

Radyoizotop ısısız elektrik üretici (RTG) denilen ve ısı kaynağı olarak Plutonyum-239'un kendiliğinden bozunmasını kullanan güç kaynakları, birkaç kW'a dek enerji gereksinmesini uzun süre karşılayabilmek gibi bir özelliğe sa-

2010 yılına dek planlanan birçok uzay projesinin gerçekleşmesi, büyük miktarda enerji üreten bir kaynağa gereksinme duymaktadır. Bugüne dek etkin şekilde kullanılan kimyasal, güneş ve radyoizotop elektrik enerjileri, insanlı Mars uçuşu, Ay'da sürekli istasyon, uzay madenciliği gibi projelerde yeterli olamayacaktır. En uygun enerji kaynağı, söz konusu uzay araçlarına ve istasyonlarına birer nükleer enerji santralleri yerleştirmektir. Böylece, bilimkurgu filmlerinde gördüğümüz bir olgu daha gerçekleşmektedir.

hiptir. RTG'lerin güç düzeyini kısıtlayan, yakıtın ekonomikliği ve güç kaynağının ağırlık sorunlarıdır. RTG sistemlerinde elde edilen enerji yoğunluğu, reaktörlerde elde edilen kırkta biri düzeyindedir. Bu nedenle reaktörler, Şekil 1'de de görüldüğü gibi, yaşam süresi ve enerji düzeyi olarak gittikçe RTG'lere göre daha çok kullanılmaktadır.

Gezegenlere gönderilen uzay sonda için, güneş enerjisi sistemleri sorun yaratmaktadır. Çünkü sonda Güneş'ten uzaklaştıkça, alınan ısı azalmaktadır. Bu azalma, sondanın Güneş'e olan uzaklığının karesi ile orantılıdır. Böylece, Dünya çevresinde bir yörüngede dolanan bir yapay uydu için hazırlanan güneş enerji sistemi 10 kW enerji üretiyorsa, aynı sistem Mars yörüngesinde sadece 4.3 kW enerji üretir. Bu durumda güneş sistemimizin Jüpiter, Neptün gibi daha dış gezegenlerine gönderilecek sondadaki enerji panellerinin ne denli az enerji üreteceğini tahmin edebilirsiniz. Soruna bir de enerjiyi üreten panellerin alanı bakımından göz atabiliriz. Dünya ve Mars yörüngesinde aynı düzeyde enerjiyi elde etmek istiyorsak, Mars'ta kullanılacak enerji panellerinin toplam alanı, Dünya yörüngesinde kullanılacak olanın iki katı olması gerekmektedir. Güneş enerji sistemlerinin karmaşık oluşu, ağırlıkları ve fiyatlarına ek olarak diğer özellikleri şunlardır: Dünya çevresindeki yörüngelerinde tutulmaya girip, güneş ışığı alamadıkları durumda, enerji gereksinmesini sağlamak için büyük güneş pilleri taşıma zorluğu, doğal evren ışınımına duyarlı olmaları ve uzay aracının manevra yeteneğine getirdikleri zorluklardır.

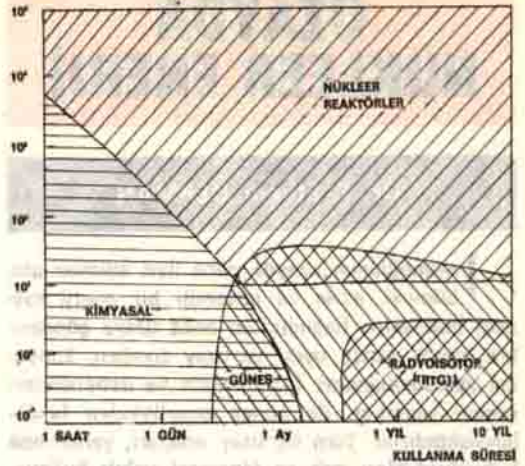
Diğer taraftan, nükleer reaktör güç sistemleri ise bu tür zorluklarla karşılaşmazlar ve en önemlisi, ürettiği enerji miktarı, kimyasal ve güneş enerji sistemlerinde olduğu gibi sınırlı değildir. Bu durumlarda üretilen enerjinin, onu meydana çıkaran kütleyle oranına bakılır. Söz konusu oran ne denli büyük olursa, güç sistemimiz o denli iyi demektir. Nükleer reaktörlerde bu oran, diğer güç sistemlerine göre çok iyidir. Ayrıca, uzun süre enerji üretebilirliği, güvenilirliği, Güneş'ten bağımsız oluşu, az yer kaplaması ve evren ışınımından etkilenmemesi, diğer yararlı yönleridir. Uzay araçlarında nükleer reaktör kullanmanın kötü yanları ise bir kaza sonucu aracın düşmesi ve insanların, çıkan ışınım ile karşı karşıya kalarak ölmesi veya sakat kalmasını, ayrıca, araçta bulunan yüke yine ışınım yoluyla yaptığı zararı gösterebiliriz. Aracın diğer bölümlerine yaptığı hasar, reaktörle yük arasında nötron ve gama kalkanı koyarak en az düzeye indirilebilir.

ABD uzayda kullanılabilecek nükleer elektrik güç sistemlerini geliştirmeye 1950'lerde, SNAP programı ile başladı. SNAP "Space Nuclear Auxiliary Power" kelimelerinin baş harflerinden oluşmakta ve uzayda nükleer yardımcı güç anlamına gelmektedir. SNAP programının amacı, hem RTG hem de nükleer reaktör güç sistemlerini geliştirmektir. Her iki amacı da gerçekleştirdiler; fakat 1960'larda uzay çalışmalarının tekrar hızlanması sonucu, düşük güç sistemleri olan RTG ve güneş enerji sistemlerinin tercih edilmesi, nükleer enerji sistemlerinin gelişmesini bir süre durdurdu.

Radyoizotop güç sistemleri, ABD uzay programında önemli bir rol oynadı. Radyoizotop parçalanmasından çıkan ısı, nükleer kaynağın yakınına yerleştirilen termoelektrik elementler kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürüldü. Çizelge 1'den görüldüğü gibi bu tür sistemler, 1961 yılında SNAP-3A'nın başarılı uçuşu ile başlayarak, bugüne değin 21 uzay aracında kullanıldı. RTG sistemlerinin güvenilirliği ve uzun yaşam süreli oluşunu, en iyi ÖNCÜ uyduları kanıtladı. Uzaya fırlatılması 11 yıl olmasına ve güneş sisteminin dışına çıkmasına karşın, hâlâ çalışır durumda bulunmaktadır. Satürn gezegeninin nefes fotoğraflarını çeken GEZGİN uzay sondası da RTG ile donatılmıştı.

Uzay mekiği programı kabul edilip çalışmalarına başlanınca, uzayda daha fazla enerji gerekeceği ortaya çıktı ve 1979 yılında ABD Enerji Dairesi, uzayda kullanılabilecek nükleer reaktör geliştirme projesine başladı. Tüm çabalar 10 ile 100 kW enerji üretebilecek güç sistem-

ELEKTRİK GÜÇ DÜZEYİ (KW)



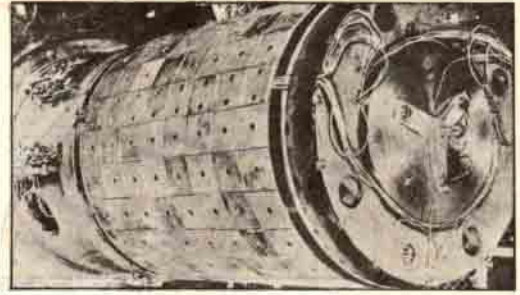
Uzayda kullanılabilecek enerji kaynaklarının, kullanma sürelerine karşılık güç düzeylerini gösteren grafiği görüyorsunuz. Kısa zamanda çok güç isteyen uygulamalarda kimyasal, daha az güç isteyen uzun süreli uygulamalarda ise güneş ve radyoizotop enerji kaynakları çok uygun görülmektedir. Büyük güç isteyen projelerde, nükleer enerji kullanmanın zorunluğu da grafikte açıkça görülmektedir.

leri yapmak için harcanmaktadır. Bu çalışmalar, New Mexico'da bulunan Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'nda, yeni termoelektrik elemanların yapımı ise Jet Fırlatma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmektedir. 1983 yılında bu program, NASA, ABD Enerji Dairesi ve Savunma Araştırma Projeleri Dairesi'nin ortak projesi olarak yürütülmeye başlanmıştır.

Uzayda niçin daha fazla enerjiye gereksinim duyuyoruz? Önceki yıllarda kullanılan uydular 1-5 kW enerji ile görevlerini yerine getirebiliyorlardı. Fakat gelecekte düşünülen birçok uzay araştırma projesi, 10 kW'dan daha fazla enerji üreten bir kaynağa sahip olma durumunda. Örneğin doğrudan doğruya evlere TV yayını gönderecek verici uydular 100 kW gücünde bir enerji kaynağı istemektedir. Hava ve deniz trafiğini denetleyecek, ayrıca erken uyarı sistemi olarak da kullanılacak uzay tabanlı radar sisteminin de, kullanılış alanına göre 40-50 kW'tan 2-3 MW'a dek enerji gereksinmesi olacak. Gezegenlere, kuyruklu yıldızlara, küçük gezegenlere gönderilecek uzay sondalarını kapsayan bilimsel projeler şimdi o denli planlıyor ki, bu tür uzay sondalarına önceki uçuşlara göre çok daha fazla enerji sağlanması gerekiyor. Ö-

negin, Satürn gezegeninin halkalarını ve kökenini inceleyecek uzay sondası, uzun süre Satürn'ün etrafında halkalara paralel bir yörünge de kalarak, halkaları oluşturan parçacıkların özelliklerini araştırmak ve gezegenin en büyük uydusu Titan'ın haritasını çıkarmak için çok ayrıntılı ölçümler yaparak, bunları Dünya'ya gönderecek. Sonda, Gezgin ve Öncü sondaları gibi sadece gezegenin yanından geçerken fotoğraf çekmeyecek, birçok bilimsel aygıt taşıyacak. Yine, Mars'a planlanan insanlı uçuş için büyük miktarda enerji gereksinmesi olacak. Gidiş, orada inceleme ve tekrar dönüşün yaklaşık 2.6 yıl süreceği, 5 astronottan üçünün Mars yüzeyine inip, jipe benzer bir araçla inceleme yapacakları düşünülürse ve o kadar verinin Dünya'ya gönderilme sorunları ayrıntılı göz önüne alınırsa, gerekli enerjinin ne denli büyük olduğu ortaya çıkar. 2010 yılına dek planlanan uzay istasyonu, Ay istasyonu, uzayda madencilik gibi daha bir sürü büyük projenin hepsinin de fazla miktarda enerji isteyeceği meydandadır. Bu enerjiyi ise sadece, uzay araçlarına veya uzay tabanlı istasyonlara yerleştirilecek nükleer reaktörler gerçekleştirebilir.

Rusların Cosmos-954 uydusu, 24 Ocak 1978 tarihinde Kanada üzerinden atmosfere girip, radyoaktif tehlike ortaya çıkartığında, Birleşmiş Milletler'in nükleer enerji kaynaklarının uzayda kullanılması konusunda görev yapan çalışma grubu toplanarak, bir rapor yayınlamıştı. Bu raporda, uzayda nükleer enerji kullanmanın yarar-



SSCB'nin Cosmos 1402 uydusundaki radarların çalışabilmeleri için gerekli enerjiyi sağlayan Ramachka tipi atom reaktörü.

ları ve riskinin çok az olduğu vurgulanmıştı. Nükleer enerji ile çalışan bir uzay aracı, görevi bittiğinde Dünya'dan çok uzak yüksek bir yörüngeye oturtularak tehlikenin ortadan kaldırılabileceği yine raporda belirtilmişti. Şu anda ABD'nin uzayda nükleer enerji geliştirme planları, SP-100 adı verilen bir projede yoğunlaşmış durumda. Bu proje, 11 Şubat 1983 tarihinde NASA Enerji Dairesi ve Savunma Araştırma Projeleri Dairesi arasında imzalanan bir anlaşma ile başladı. Uygulanan proje planına göre, 1985 ortalarında uzayda kullanılabilir, ilk uygun nükleer enerji santrali üretilmiş olacak.

Bilindiği gibi, 24 Ocak 1978 tarihinde Kanada üzerinden atmosfere girerek parçalanan Cosmos-954 Rus uydusundan sonra, yine aynı ülke

**1961-80 yılları arasında ABD'nin uzaya gönderdiği nükleer enerji kaynakları :
İçlerinde sadece SNAP-10 A, reaktör türü olup, geri kalan RTG türüdür.**

Nükleer Güç Kaynağı	Uzay Aracı	Görevi	Fırlatılma Tarihi	Notlar
SNAP-3A	Transit 4A	Yer Bulma ve Yönlendirme	29 Haz. 1961	Başarıyla yörüngeye oturtuldu.
SNAP-3A	Transit 4B	Yer Bulma ve Yönlendirme	15 Kas. 1961	Başarıyla yörüngeye oturtuldu.
SNAP-9A	Transit-SBN-1	Yer Bulma ve Yönlendirme	28 Eyl. 1963	Başarıyla yörüngeye oturtuldu.
SNAP-9A	Transit-SBN-2	Yer Bulma ve Yönlendirme	5 Ara. 1963	Başarıyla yörüngeye oturtuldu.
SNAP-9A	Transit-SBN-3	Yer Bulma ve Yönlendirme	21 Nis. 1964	Başarısız, atmosfere girip yandı.
SNAP-10A	Snapshot	Deneyisel	3 Nis. 1965	Başarıyla yörüngeye oturtuldu.
SNAP-19B2	Nimbus-B-1	Meteoroloji	18 May. 1968	Başarısız, Güç kaynağı ele geçirildi.
SNAP-19B3	Nimbus III	Meteoroloji	14 Nis. 1969	Başarıyla yörüngeye oturtuldu.
SNAP-27	Apollo-12	Ay uçuşu	14 Kas. 1969	Başarıyla Ay yüzeyine kondu.
SNAP-27	Apollo-13	Ay uçuşu	11 Nis. 1970	Başarısız, Güç kaynağı okyanusa düştü.
SNAP-27	Apollo-14	Ay uçuşu	31 Oca. 1971	Başarıyla Ay yüzeyine kondu.
SNAP-27	Apollo-15	Ay uçuşu	26 Tem. 1971	Başarıyla Ay yüzeyine kondu.
SNAP-19	ÖNCÜ-10	Gezegenler arası uçuş	2 Mar. 1972	Jüpiter ve ötesine başarıyla uçtu.
SNAP-27	Apollo-16	Ay uçuşu	16 Nis. 1972	Başarıyla Ay yüzeyine kondu.
Transit-RTG	TRIAD-01-1X	Yer Bulma ve Yönlendirme	2 Eyl. 1972	Başarıyla yörüngeye oturtuldu.
SNAP-19	ÖNCÜ-11	Gezegenler arası uçuş	5 Nis. 1973	Jüpiter ve ötesine başarıyla uçtu.
SNAP-19	Viking-1	Mars gezegenine uçuş	20 Ağu. 1975	Mars üzerine başarıyla kondu.
SNAP-19	Viking-2	Mars gezegenine uçuş	9 Eyl. 1975	Mars üzerine başarıyla kondu.
MHW	LES B/9	İletişim	14 Mar. 1976	Başarıyla yörüngeye oturtuldu.
MHW	GEZGİN-2	Gezegenler arası uçuş	20 Ağu. 1977	Jüpiter ve ötesine başarıyla uçtu.
MHW	GEZGİN-1	Gezegenler arası uçuş	5 Eyl. 1977	Jüpiter ve ötesine başarıyla uçtu.