

Uydularda Kullanılan

GÜNEŞ PANELLERİ

Dr. Arif Sinan Alağöz [*Başuzman Araştırmacı, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme Enstitüsü*]

Enerji kaynağı olarak güneş panellerinin kullanıldığı
Vanguard 1 uydusunun fırlatılmasından bugüne güneş panelleri sayesinde
uydular uzun yıllar görev yapabildi.



Sovyet Sosyalist Cumhuriyeti Birliği (SSCB) tarafından 4 Ekim 1957 tarihinde fırlatılan ve Dünya yörüngesine yerleşen ilk uydu olan *Sputnik 1* ile “Uzay Çağı”nın başladığı kabul edilir. Fotoğraflarda görülen yaklaşık 58 cm çapında ve 83,6 kg ağırlığındaki *Sputnik 1* uydusu, bugün Kırgızistan sınırları içerisindeki Baykonur Uzay Üssü’nden R-7 roketi ile fırlatılmıştı. *Sputnik 1* uydusu ile yörüngeye girme, yörüngedeki uyduyu optik ve radyo sinyalleri ile takip etme test edildi;

radyo sinyallerinin atmosferdeki yayılım davranışı ve atmosferin yoğunluğu hakkında bilgi toplandı. *Sputnik 1* uydusu tarafından yayılan 20 MHz bandındaki radyo sinyalleri dünya basınında geniş yankı buldu. Moskova radyosu 26 Ekim 1957 günü uydunun bataryaları tükendiği için iletişimin kesildiğini duyurdu. 92 gün boyunca dünya çevresinde 1440 tur tamamlayan *Sputnik 1* uydusu, 4 Ocak 1958 tarihinde dünya atmosferine girip yanarak yok oldu.



Sputnik 1 uydusu ve uydunun fırlatılma anı



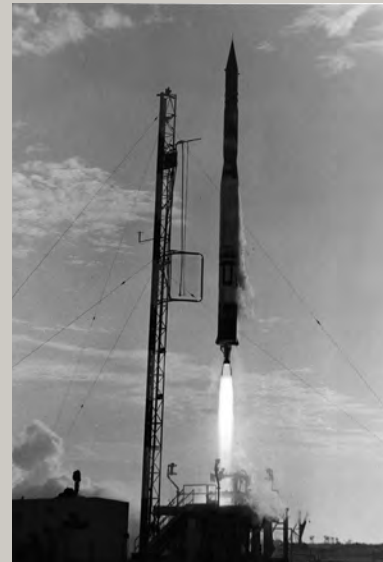


Sputnik 1 uydusu ile kaydedilen gelişmeler, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve SSCB arasındaki uzay yarışında SSCB'yi politik olarak da daha üstün bir konuma taşıdı. İlk uydunun SSCB tarafından uzaya gönderilmesine 31 Ocak 1958 tarihinde fırlattığı *Explorer 1* uydusu ile cevap veren ABD, uzay alanındaki çalışmalarına ivme kazandırmak üzere 1 Ekim 1958 tarihinde de Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'ni (NASA) kurdu. Radyasyon detektörü taşıyan *Explorer 1*, sonradan kullanılmaya başlanacak güneş panelleri başta olmak üzere uydularda kullanılan bileşenlerin performansını olumsuz etkileyen Dünya çevresindeki kozmik ışınım ölçümlerinde bulundu.

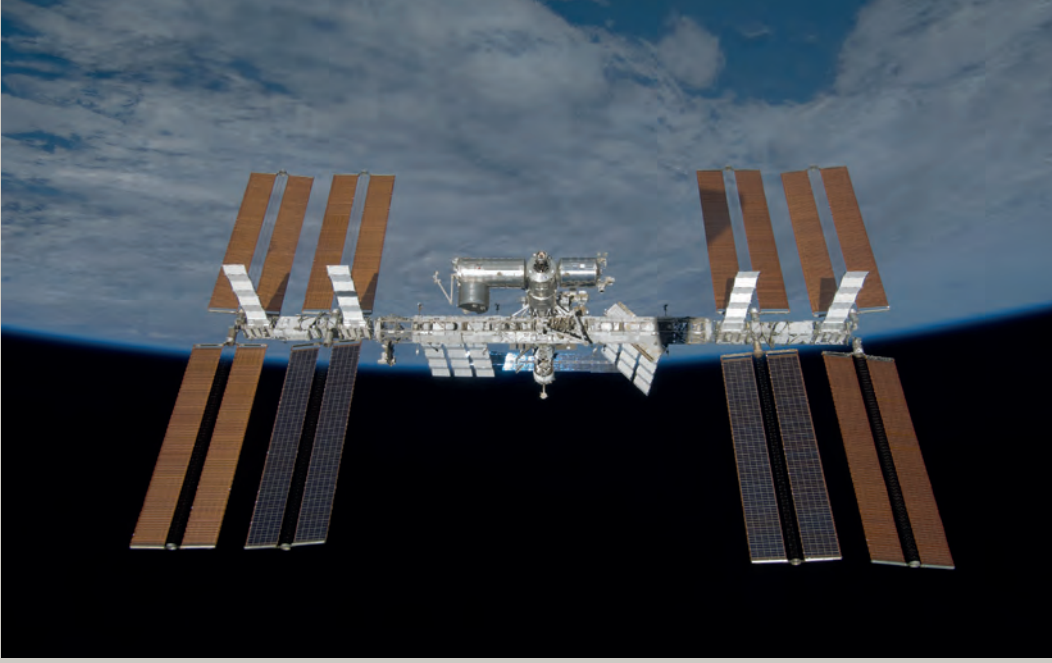
ABD tarafından 17 Mart 1958 tarihinde fırlatılıp Dünya'nın çevresindeki yörünge sine yerleşen ABD'nin ikinci ve dünyanın dördüncü uydusu olan *Vanguard 1*, uzay yarışında önemli bir ilki barındırır: güneş panelleri. *Vanguard 1* uydusuna elektrik enerjisini güneşten elde etmesi için 6 adet güneş paneli monte edildi. Her bir güneş panelinde, Signal Engineering Laboratories tarafından üretilen $2 \times \frac{1}{2}$ cm ebatlarında %8 verimli sekiz adet silisyum güneş hücresi kullanıldı. Ayrıca, güneş hücrelerini uzay ortamından korumak için üzerlerine 160 mikron kalınlığında kuvars camlar yerleştirildi.

Sağda görülen yaklaşık 16 cm çapındaki ve 1,6 kg ağırlığındaki *Vanguard 1* uydusu, ABD'nin Cape Canaveral Hava Kuvvetleri Üssü'nden fırlatıldı. *Vanguard 1* uydusu üzerinde 108 MHz bandında yayın yapan bir radyo bulunuyordu. Uydu sistemlerini besleyen bataryalar, yörüngede yirmi gün sonra devre dışı kalsa da güneş panelleri sayesinde uydu ile iletişim 1964'e kadar devam etti. *Vanguard 1* uydusu sayesinde, güneş paneli kullanılarak uyduların haftalarla ölçülen çalışma süresinin yıllara çıkarılabileceği anlaşıldı. *Vanguard 1* uydusu hâlen Dünya'nın çevresindeki yörüngesindedir ve uzay boşluğunda kalan insan yapımı en eski cisimdir.

Her ne kadar güneş enerjisi dışında enerji kaynağı seçenekleri bulunsa da *Vanguard 1* uydusundan günümüze dek birçok uzay aracı güneş enerjisi kullanılmamıştır. Bu noktada, insanlığın uzayda inşa ettiği en büyük yapı olan Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) ve istasyonun yüksek güç ihtiyacını karşılayan güneş panelleri bahsedilmeye değerdir. İstasyonun her iki yanında 11,9 m eninde ve 34,1 m boyunda 8'er adet güneş paneli bulunuyor. ISS güneş panellerindeki hücreler esnek taşıyıcı alt taban üzerine yerleştirildi. Bu sayede güneş panelleri katlanarak uzaya gönderilebildi, sonrasında da akordeon gibi açılarak son hâlini aldı.



Vanguard 1 uydusu (üstte) ve uydunun fırlatılma anı (altta)

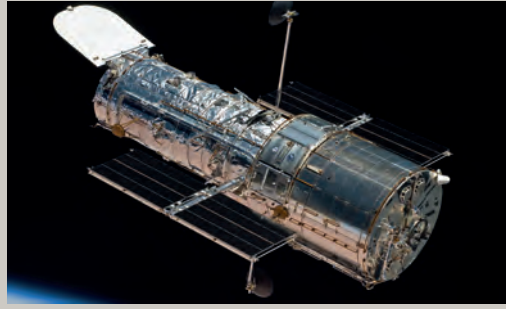


https://www.nasa.gov/images/content/195889main_1120e008242_hires.jpg
https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_299.html



Bu büyüklükteki güneş panellerinin ISS'ye taşınması ve montajı 2002 ile 2009 yılları arasında toplam 4 fırlatma ile gerçekleştirildi. Bu panellerde kullanılan %14,2 verimli 262.400 adet silisyum güneş hücresi 120 kW'a kadar güç üretebilir. Üretilen enerjinin %60'ı ISS'nin gölgede kaldığı anlarda değerlendirilmek üzere bataryaları şarj etmek için kullanılır.

ISS'de Avrupa Birliği (AB), ABD, Rusya, Kanada ve Japonya'dan ortalama altı astronot dönüşümlü olarak görev yapar. Astronotların görev tanımları arasında bilimsel deneyleri icra etmenin yanı sıra bakım ve onarım işleri de yer alır. Yeryüzünde çalışan sistemlerde arızalar ortaya çıktığı gibi uzayın zorlayıcı şartları altında bulunan uydu sistemlerinde de çeşitli arızalar meydana gelebilir. Uydular her ne kadar uzay şartlarına göre tasarlanmış ve test edilmiş olsa da bazen öngörülemeyen problemler doğabilir. Güneş panelleri ile ilgili sorunlar bu konuda istisnai değildir. Sağ üstte ISS'deki güneş panellerinden birinde panelin açılması sırasında oluşan yarıklık ve astronot Scott Parazynski'nin tamir işleminden fotoğraf kareleri görülüyor. Parazynski'nin elindeki imkânları kullanarak gerçekleştirdiği 7 saat 19 dakika süren tamir işleminden sonra güneş panelinin açılması başarı ile tamamlandı.



Uluslararası Uzay İstasyonu (sol üstte), hasar gören güneş paneli ve güneş panelini tamire çalışan astronot Scott Parazynski (üstte)

Hubble Uzay Teleskobu (solda) ve güneş panelinin yeryüzü incelemesi (sol altta)

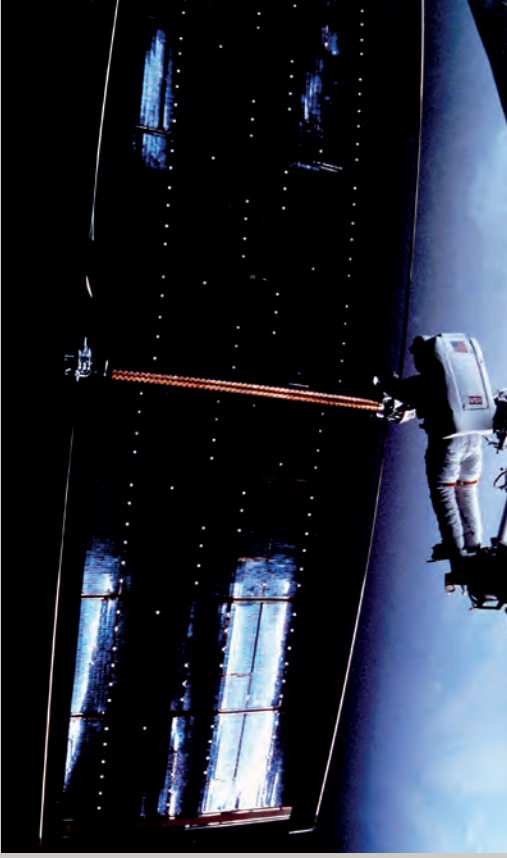


http://www.esa.int/SpaceInMages/Images/201012/hubble_solar_blankets_in_preparation_at_British_Aerospace

...

Yeryüzünde çalışan sistemlerde arızalar ortaya çıktığı gibi uzayın zorlayıcı şartları altında bulunan uydu sistemlerinde de çeşitli arızalar meydana gelebilir.

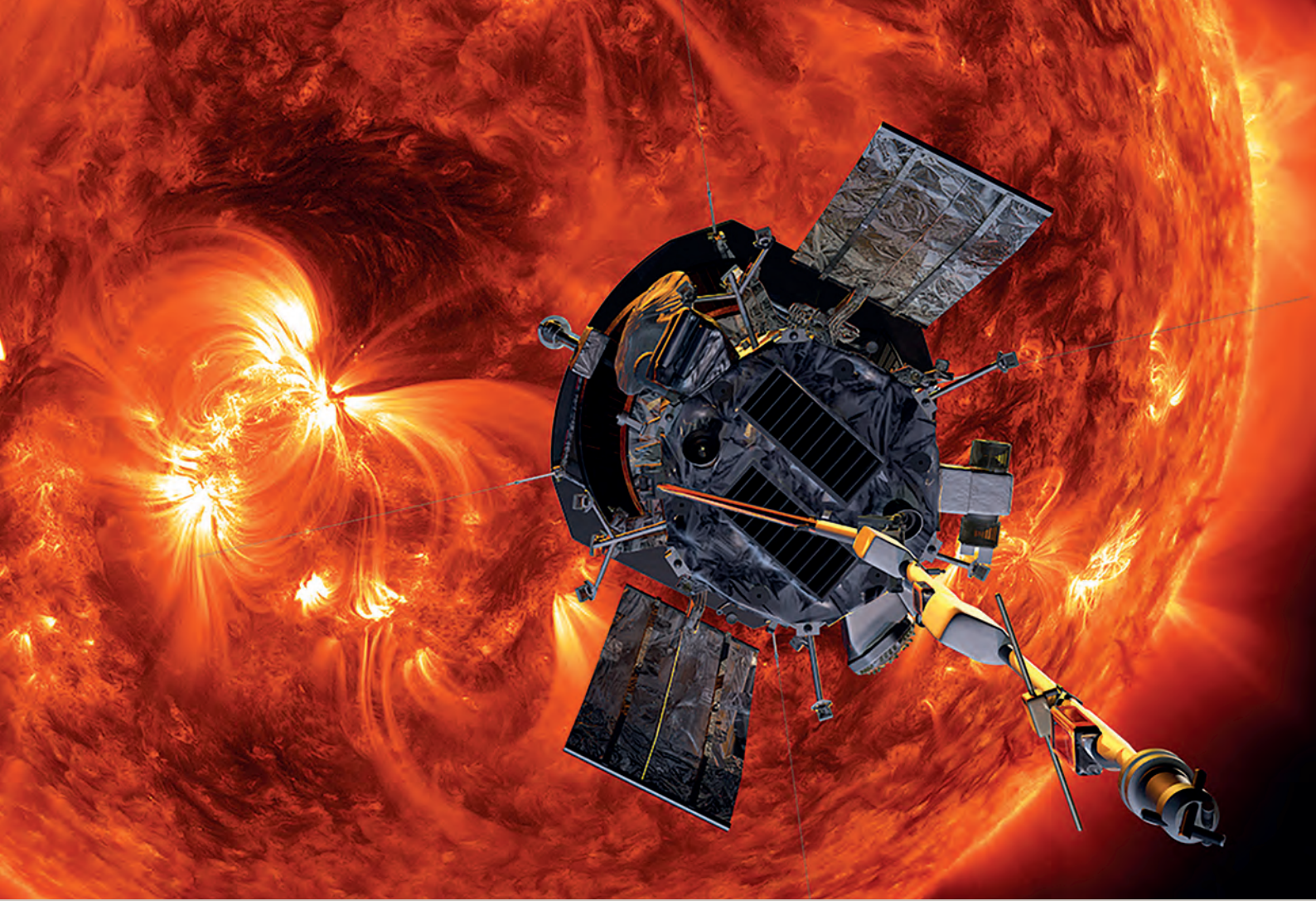
...



ISS’de her zaman astronotlar bulunduğu için oluşabilecek problemlere hızla müdahale edilebilir ancak bu durum uzay araçlarının birçoğu için mümkün değildir. Buna en güzel örneklerden biri de AB ve ABD ortaklığında tasarlanıp üretilen ilk uzay teleskobu Hubble’dır. 24 Nisan 1990 tarihinde Kennedy Uzay Merkezi’nden fırlatılan Hubble Uzay Teleskobu için üretilen güneş panellerinin uzay şartlarına maruz kaldıktan sonra incelenmek üzere tekrar yeryüzüne getirilmesi planmış, güneş paneli ve açma mekanizması bu yönde tasarlanmıştı. Yan sayfada gösterildiği gibi güneş hücreleri esnek bir taşıyıcı alt taban üzerine yerleştirildi, rulo gibi sarılabilen bir güneş paneli tasarımı yapıldı ve paneller yeryüzü testlerini başarı ile geçti. Ancak uydunun fırlatılmasından sonra teleskoptaki astigmatizm probleminin yanı sıra uydunun karanlık-aydınlık geçişlerinde de küçük sarsıntılar tespit edildi.

Bu sarsıntılar uzak yıldız ve gökadalari gözlemlerde kullanılması planlanan ve mekanik kararlılığı yüksek olması beklenen bir uydu için felaket niteliğindedir. Bu problemleri düzeltebilmek için fırlatmadan yaklaşık 3 sene sonra 2 Aralık 1993’de, yedi astronottan oluşan bir ekip on gün sürecek servis bakımını gerçekleştirmek üzere Kennedy Uzay Merkezi’nden fırlatıldı. 35 saat 28 dakika süren bakım çalışmasının 6 saat 35 dakikası eski güneş panellerinin sökülmesi, yeni panellerin takılması için harcandı. Eski güneş panellerinden biri katlanarak dünyaya geri getirilirken diğeri katlanma sırasında çıkan bir arıza sebebi ile üstteki fotoğrafta görüldüğü gibi, astronot Kathy Thornton tarafından teleskoptan sökülerek dünya atmosferine girip yanmak üzere serbest bırakıldı.

Servis bakımı sonrasında 8 yıl yörünge de kaldıktan sonra dünyaya geri getirilen güneş panelleri üzerindeki güneş hücrelerinde yapılan incelemede, sağ üstteki fotoğrafta görülen, mikrometeoroidlerden kaynaklanan çok sayıda çarpma izine rastlandı. Hücrelerin üzerinde bulunan koruyucu üst camın birçok yerde güneş hücrelerinin zarar görmesini engellediği ancak kimi yerlerde mikrometeoroidlerin hem hücreyi hem de alt tabanı delip geçecek derecede yüksek enerjiye sahip olduğu görüldü



Günümüz uzay araçlarında güneş panelleri kullanımı devam ediyor. Bunun için düşük güneş ışınımı ve düşük sıcaklıktan yüksek güneş ışınımı ve yüksek sıcaklığa kadar zorlayıcı şart altında çalışan güneş panelleri geliştiriliyor. ABD tarafından 12 Ağustos 2018 tarihinde güneşe gönderilen *Parker Solar Probe* uydusu 6 milyon kilometre mesafe ile şimdiye kadar güneşe en çok yaklaşan uydudur. Uydunun maruz kalacağı yüksek güneş ışınımı ve yüksek sıcaklık ile baş edebilmek için güneş panelleri su soğutma sistemi geliştirildi. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından 2020 yılı içerisinde güneşe fırlatılması beklenen *Solar Orbiter* uydusunun güneş paneli, güneşe yakın çalışırken ışığın önemli bir kısmını geri yansıtmak, oluşan ısıyı etkin bir şekilde panelin arka yüzeyine taşımak ve kızılötesi ısıma ile uzaklaştırmak üzere tasarlandı.

Ülkemizde ise uzay kalifiye güneş panelleri geliştirilmesi çalışmalarına TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde 2015 yılında başlanarak uluslararası standartlarda üretim ve test alt yapısı kuruldu. Bu alt yapı kullanılarak milli İMECE uydusu için deneysel güneş paneli geliştirme çalışmalarına devam ediliyor. ■



Kaynaklar

- http://www.russianspaceweb.com/sputnik_mission.html
- <https://history.nasa.gov/sputnik/sputorig.html>
- <https://history.nasa.gov/SP-4202.pdf>
- <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19710028154.pdf>
- <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20030022670.pdf>
- <https://www.nrl.navy.mil/news/releases/nrl-celebrates-60-years-space-vanguard>
- <https://www.nasa.gov/feature/international-space-station-solar-arrays>
- https://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/Building_the_International_Space_Station3
- <https://history.nasa.gov/sputnik/sputnik.wav>