

Uzay Aracı ve Roket Motorları



Şekil 1: NASA'nın Columbia (STS-1) uzay aracı fırlatma anından önce rampada hazırlanıyor¹.

1 2 Nisan 1981'de uzay çağında yeni bir döneme girildi. NASA'nın uzay aracı olan Columbia (STS-1) Florida'da bulunan Kennedy Uzay Merkezi'nden fırlatılarak dünya yörüngesinde seyreden ilk yeniden kullanılabilir uzay aracı oldu. Aslında bu olaydan 20 yıl önce Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği (SSCB) gönderdiği kapsülle uzaya çıkan ilk insan olan Yuri Gagarin ile tarihe adını yazdırmıştı ancak insanlı uzay araçları çağını başlatan ABD oldu¹.

ABD ile SSCB arasında yaşanan uzay yarışı birçok yeni teknolojinin ortaya çıkmasına imkân verdi. Bu sayede geliştirilen uzay araçları, uçaklar, motor sistemleri ve yakıt sistemleri birçok alanda kullanılmaya devam ediyor.

Mayıs 2021'de NASA'nın yeni Uzay Ateşleme Sistemi'ni içeren yeni bir roket için Kennedy Uzay Merkezi'nde birleştirme çalışmaları başlatıldı. Uzay araştırmalarında önemli bir yeri olan Apollo Programı'nın 50 yıl önce

¹ https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_2488.html

sonlandırılmasından bu yana Kennedy Uzay Merkezi ilk defa bir insanlı uzay roketi için çalışma yapıyor. Space Launch System (SLS) yeni bir sistem olsa da içerisinde bazı eski ve önemli sistemleri de barındırıyor. Bunların başında ise Aerojet Rocketdyne tasarımı olan RS-25 motorları bulunuyor. RS-25 motor tasarımı ilk olarak 1970'lerde ortaya çıkmıştı. 2011'de gerçekleşen ve son uçuşunu yapan Atlantis uzay aracının görevi sonrasında hiç kullanım imkânı bulamayan 16 adet RS-25 motoru rafa kaldırılmıştı. NASA'nın yeni girişimleriyle bu motor teknolojisinin yeniden hayat bulması bekleniyor².

Uzay Aracı Ana Motorunun Özellikleri

Her uzay aracı üç ana motordan güç alır. Bu motorlar uzay aracının fırlatma rampasından hareket etmesiyle beraber kalkışa destek sağlamak için sekiz buçuk dakika boyunca çalışmaya devam eder. Roketlerin katı yakıtlarının bitmesiyle birlikte ana motorların itici güç etkisi uzay aracını altı dakikada 4.828 km/s hızdan 27.358 km/s hıza çıkararak yörüngeye ulaşmasını sağlar. Bu sırada motorlar yaklaşık 37 milyon beygir güç üretir. Motorların türbin dönüş hızı ise normal bir aracın otoyolda hızla seyrederkenki dönüşüne oranla 13 kat daha fazladır³.

Rocketdyne tasarımı olan RS-25 Uzay Aracı ana motorları ilk olarak 31 Mart 1972'de üretildi. Yüksek ısı testleri 1975'de başlayan motorun uzun yıllar süren testler sonrası demiri bile eritebilecek sıcaklıklarda çalışabilir hâle gelmesi sağlandı. RS-25 ana motoru 30 yıl boyunca uzay aracı görevlerinde kullanıldı. Motorun başarı oranı ise yüzde 99,95 ile oldukça yüksekti. RS-25'in tek motor hatası Challenger faciasında yaşandı. Challenger Uzay Aracı, 28 Ocak 1986'da Florida'daki Cape Canaveral üssünden fırlatıldıktan yaklaşık 73 saniye sonra patladı ve uzay aracındaki yedi astronotun tamamı hayatını kaybetti. RS-25 2011 yılında emekliye ayrıldı.

RS-25'ler Yeniden Görev Başında

NASA'nın SLS sistemiyle birlikte tekrar göreve dönen RS-25 motorunun beklenen görevleri yerine getirmesi için yüzde 111 kapasiteyle çalışması gerekiyor. Neyseki testleri sırasında çok daha büyük zorluklara dayanan motorun bu kapasitede sorunsuz çalışma olasılığı bulunuyor. NASA, RS-25'in tasarımcısı ve üreticisi Aerojet Rocketdyne'la 18 adet yeni motor için 1,79 milyar dolarlık bir sözleşme imzaladı. Daha önce de altı adet yeni motor için sipariş veren NASA'nın her bir SLS sistemi için 146 milyon dolarlık ödeme yapması ise dikkat çekti. Bunun sebebi RS-25 motorunun üretim maliyetinin 40 milyon dolar olmasıydı. Aynı zamanda Rus tasarımı olan RD-180 motoru 20 milyon dolar ve Blue Origin BE-4 tasarımı motoru ise 16 milyon dolarlık bir bütçeye sahip olduğundan ödenen rakamın yüksekliği tartışmalara neden oldu. Aerojet yetkilileri bu durumun her motorun yeni teknolojilerle donatılması ve yeni testlere tabi tutulmasından kaynaklı olduğunu bildirdi.

NASA'nın SLS sisteminin uçuşu şimdilik 2022'ye ertelenmiş gibi görünüyor. Bu sırada Aerojet, Rocketdyne motorlarının temel bileşenlerinin üretimi ve test sürelerinin kısaltılması için lazer baskı ve 21'inci yüzyıl üretim teknolojilerini seferber ediyor. Yeni teknolojilerle RS-25 motorlarının sadece testte bir kere ve daha sonra ateşlemede kullanılmasına imkân veriliyor².

NASA'nın yeni SLS sistemi dört adet RS-25 motoruyla destekleniyor. İki adet yakıt roketiyle desteklenen sistem sekiz milyon pounddan fazla itici güç üretiyor. SLS sisteme sahip ve dört personel taşıyacak olan Artemis II'nin 2023 yılında Ay etrafından dönmesi bekleniyor⁴.

² <https://www.popularmechanics.com/space/rockets/a36880258/space-shuttle-rs-25-engine/>

³ <https://www.nasa.gov/agency/crm/shuttle/engines.html>

⁴ <https://www.space.com/nasa-artemis-1-sls-moon-rocket-stacked-photos>



Şekil 2: NASA'nın SLS sistemi için testleri yapılan RS-25 motoru⁴.

Eski Motor Teknolojileri Yeni Tasarımlara İlham Veriyor

Rus tasarımı olan RD-180 motorunun da uzay yolculuklarında önemli bir yeri bulunuyor. 24 Mayıs 2000'de, Cape Canaveral Hava Kuvvetleri İstasyonu'nda bulunan Fırlatma Kompleksi 36'dan alışılmadık bir roket fırlatıldı. Çoğu roket gibi Atlas 3 de tasarım mirasını kıtalararası bir balistik füzeden, yani SSCB'yi nükleer tahribatla tehdit etmek üzere tasarlanmış ilk Amerikan füzelerinden almıştı. Bu roketin RD-180 kod adlı motoru, Moskova'nın dışındaki bir fabrikada NPO Energomash tarafından yapılmıştı. Uzay yarışının zirvesinde hayal bile edilemeyecek bir ortaklıkla, bir Amerikan roketini bir Rus motoru çalıştırıyordu. Aradan geçen 20 yılda, bu roketlerden Florida'da 83 tane daha fırlatıldı. Atlas 3 ve ondan sonra gelen Atlas 5'te kullanılan RD-180 motoruyla, 13 askeri iletişim uydusu, yarım düzine GPS uydusu, iki askeri hava durumu uydusu ve diğer ülkelerin yanı sıra kendi üretildiği ülkeden de atılabilecek roketleri tespit edecek şekilde tasarlanan üç tane füze uyarı uydusuyla birlikte en az 16 Amerikan casus uydusunu yörüngeye taşıdı. RD-180 ayrıca dört adet Amerikan Mars görevinde de yer aldı.

Her ne kadar başarılı performans gösterse de ABD Hava Kuvvetleri, Rus tasarımı RD-180'in ihtiyaçtan fazla oranda gösterdiği performansını nedeniyle yeni bir motor ve roket tasarımı arayışına başladı. Bu alanda ciddi rekabet içinde olan SpaceX, Blue Origin, United Launch Alliance (ULA) ve Northrop Grumman yeni tasarımı gerçekleştirme konusunda öne çıkan firmalar oldu. Rekabetin artmaması ve üretimin tekele dönmemesi için ABD iki firma belirleyerek ilerleme kararı aldı.

SpaceX'in Raptor ve Blue Origin'in BE-4 tasarımlarının RD-180 motoruna benzerliği dikkat çekiyor. Tek aşamalı oksijen zengin yanma sistemli motorlar yakıt ve oksitleyici bakımından turbo pompalarına güç veriyor. Bu iki yeni motorun en büyük özelliği ise RD-180'de kullanılan gazyağı yerine metan tercih edilmesi. Bu sayede tıkanmalar engellenirken yeniden kullanım imkânı da öne çıkıyor. Ayrıca metanın daha yüksek itici gücü ve temiz yanma özelliği de ayrı bir avantaj sağlıyor⁵.



Şekil 3: Blue Origin BD-4 motor testleri⁶.

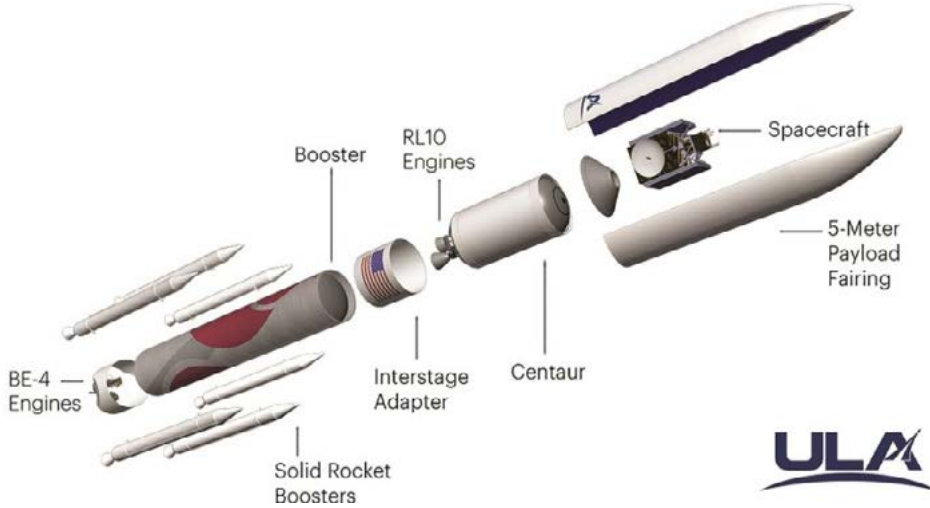


Şekil 4: SpaceX Raptor motoru⁷.

⁶ <https://arstechnica.com/science/2021/08/blue-origins-powerful-be-4-engine-is-more-than-four-years-late-heres-why/>

⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX_Raptor

Sonuç olarak bu yarış, ateşlemelerin yüzde 60'ı ULA Vulcan (Blue Origin BE-4 motoruna sahip bir roket) ve yüzde 40'ı SpaceX Raptor olacak şekilde iki firma kazandı. 2022'de başlayacak ve dört yıl sürecek ateşleme görevleri için yıllık bir milyar dolarlık bir sözleşme imzalandı. Boeing ve Lockheed Martin ortaklığı olan ULA ve SpaceX ateşleme başına 100 milyon dolarlık bir bütçe planlıyor. ABD ordusunun daha önce de ULA ve SpaceX'e 2012-2019 yılları arasında 12 milyar dolarlık sözleşme sunduğu biliniyor⁸.



Şekil 5: ULA Vulcan Roket tasarımı Blue Origin BE-4 motoru kullanıyor⁹.

Blue Origin her ne kadar ABD Hava Kuvvetleri sözleşmesini kaybetmiş gibi görünse de ULA'ın kullandığı BE-4 motoru ile yarışa farklı bir kulvardan devam ediyor.

Uzay Araçlarında Geleceğin Motor Teknolojileri

Geleceğin uzay operasyonlarında kimyasal tepkimeli uzay aracı motorlarının yerini yeni nesil temiz enerjili motorların da alması bekleniyor. Özellikle Mars görevlerinde dokuz ay süren yolculuğun kısaltılması için güneş enerjisi, nükleer enerji ve iyon itiş motorlarıyla yapılan araştırmalar umut vadediyor.

Güneş enerji sistemli itici motorların uzaya çıkıldıktan sonra temiz enerji kaynağıyla hareket imkânı sunması olumlu bir etki iken, tasarlanması gereken uzay aracının çok hafif olma gerekliliği ve düşük itici güç etkisiyle yolculuğun daha da uzun sürme riski daha çok araştırma ihtiyacını ortaya çıkarıyor. Kargo taşımacılığı için otonom olarak kullanılabilen bu motorların günümüz şartlarında kargoyu Mars'a iki buçuk yılda teslim edebilmesi bekleniyor.

Nükleer enerji motorları ise katı yakıtlı motorlarla yüzeyden havalandıktan sonra uzayda kullanılması için tasarlanıyor. Bu motor yapısında küçük bir nükleer reaktör likit hidrojeni gerekli ısıya çıkararak enerjisi sağlıyor. Ancak nükleer enerji nedeniyle astronotların radyasyona maruz kalma riski dikkat edilmesi gereken bir alan olarak ortaya çıkıyor. Seyahat süresinin 60 günün altına inmesi problemin çözümünde kritik bir rol oynuyor. Araştırmacılar ise simülasyonlarda şimdilik 90 güne inebildiklerini açıklıyor.

Uzaydaki uydularda kullanımda olan iyon itiş motorları ise uzay seyahatlerinde gelecekte büyük önem kazanma potansiyeli gösteriyor. Düşük hızlanma oranı bir sorun yaratırken zaman içinde yüksek hızlara çıkabilen tasarımlar üzerinde çalışmalar devam ediyor. Günümüz teknolojileri henüz hızlanma konusunda zayıf

⁸ <https://www.cnbc.com/2020/08/07/spacex-and-ula-win-2022-pentagon-rocket-launch-contracts.html>

⁹ <https://spacenews.com/ula-to-fly-vulcan-technology-on-atlas-5-to-gain-flight-heritage/>

kalırken, iyon itiş motorları geleceğin elektrikli uzay araçları teknolojileri için en güvenilir ve iyi tercih olarak tanımlanıyor¹⁰.

İyon motorlarına dair son zamanların en etkileyici fikri Avrupa Uzay Ajansının (European Space Agency ESA) geliştirmekte olduğu “havayla” çalışan bir motor projesidir.

ESA’daki mühendisler alçak Dünya yörüngesindeki bir uzay aracının atmosferden hava moleküllerini çekmesi ve ardından onları iyonize ederek iyon motorlu taşıtı fırlatmasını planlıyor. Böylece taşıtın herhangi bir itici gaz taşıması gerekmiyor. Dahası uzay aracı elektriğini sınırsız güç enerjisinden ve yakıtını da atmosferden almış oluyor ve uzun süre yakıt ikmali yapmadan çalışabiliyor¹¹.

Yeniden kullanılabilir roketler, uzay araçları ve fırlatma sistemleri geleceğin yeni nesil uzay yarışında büyük rol oynayacak gibi görünüyor. Daha temiz enerji kaynaklarına erişimin de artmasıyla yüksek itiş güçlü yeni nesil motorlar Ay ve Mars’a yolculuğun kapısını aralıyor. 

¹⁰ <https://www.bbc.com/news/science-environment-48912458>

¹¹ <https://futurism.com/esa-ion-thruster-breathes-air>