



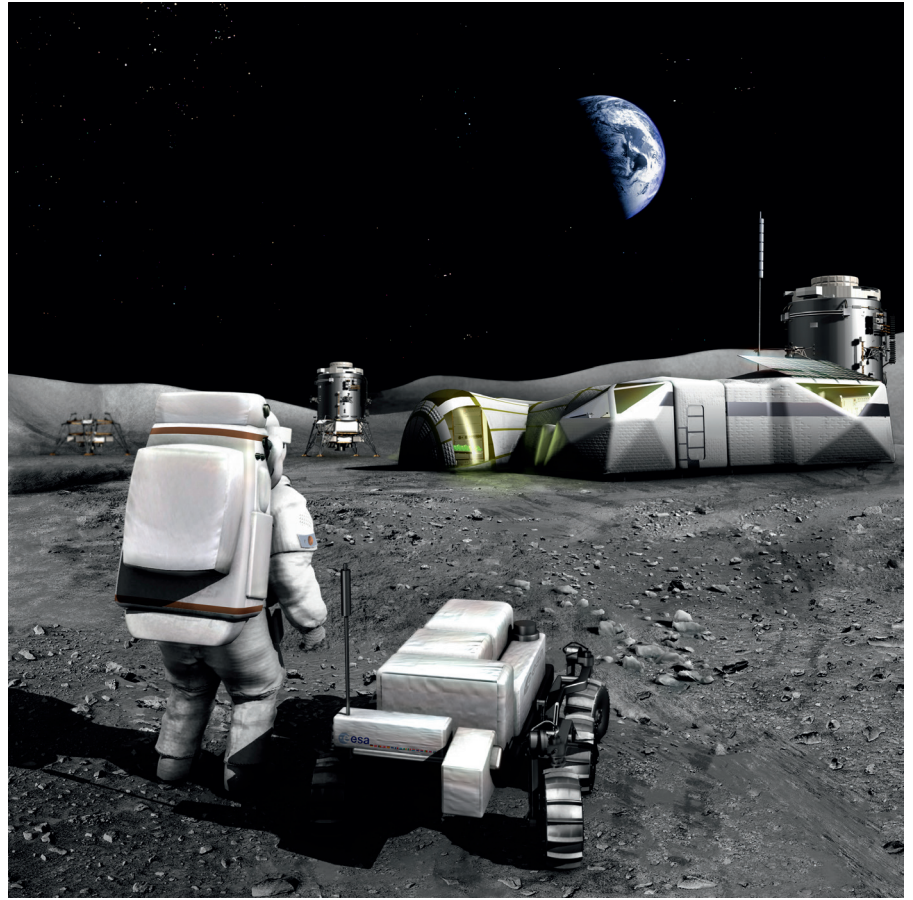
# Ay'da ve Ötesinde Neler Oluyor?

ABD ve Sovyetler Birliği arasındaki uzay yarışı sonucunda Ay, insanların üzerine inip yürüdüğü ilk ve tek gök cismi olma unvanına sahip. Ama Ay'a insanoğlunun son ayak basışından bu yana da 42 yıl geçti. Önceleri ülkelerin uzay teknolojilerini ve programlarını yarıştırmaya çabası ve liderliği ele geçirme hırsları olarak başlayan Ay ve uzay yarışı şimdilerde yeniden hareketlenmeye başladı. Günümüzdeki yarışta ABD'nin ve Rusya'nın yanı sıra Japonya, Hindistan, Güney Kore, özellikle de Çin ve Avrupa Uzay Ajansı, Ay'a ve uzayın derinliklerine insanlı veya insansız yolculuk planlarıyla kendilerini göstermeye başladı. Ay'a yönelik ilginin tekrar canlanması ve yıllar sonra yeniden başlayan uluslararası uzay yarışı, ilginç ve büyük bütçeli projeleri de beraberinde getiriyor.

## Geçmişten Günümüze Uzay Yarışı

ABD ve Sovyetler Birliği arasındaki Soğuk Savaş'ın bir parçası olarak başlayan uzay yarışı, 1957-1976 yılları arasında iki ülkenin uzaydaki kıyasıya rekabetini içeren bir süreç olarak tarihteki yerini aldı. İki ülke arasındaki bu yarış Ay'a ilginin de giderek artmasına neden oldu. Bu rekabet sayesinde uzay teknolojisi bir hayli gelişti; sondalar, uydular, yörünge ve iniş araçları, istasyonlar uzaydaki ve Ay'daki yerlerini aldı. Sovyetler Birliği'nin *Luna* programında kullanılan insansız uzay araçları ilk defa Ay'ın yörüngesine yerleşti ve yüzeyine yumuşak iniş yaptı. ABD'nin *Apollo* programının insanlı uzay araçları 1969 ve 1972 yılları arasında başarılı altı iniş gerçekleştirdi ve Ay'ın yüzeyine ilk defa insanın ayak izi bırakılmış oldu. *Apollo* uçuşlarının tümünde bilimsel ölçüm aletleri ve geçici istasyonlar iniş yapılan yüzeylere yerleştirildi. ABD ve Sovyetler Birliği'nden sonra 1990 yılında Japonya, Ay yörüngesine uzay aracı oturtan üçüncü ülke oldu. Ay'ın doğrudan insanlar tarafından incelenmesine *Apollo* programının bitişiyle son verildi. 42 yıldır Ay'a herhangi bir insanlı uzay aracı inmedi. Uzay araştırmalarında öncü olan ülkeler daha sonra ilgilerini Güneş Sistemi'ndeki başka gezegenlere (Mars ve Venüs), asteroidlere ve insanlı uzay istasyonlarına yöneltti. Uzaydaki incelemeler 1990'lı yıllardan beri keşif araçları, gezgin araçlar, yörünge araçlarıyla, teleskop ve uydularla devam ediyor.

21. yüzyılın uzay yarışı ise, Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) geliştirdiği *Ariane* roketleri ve ABD Ulusal Havaçılık ve Uzay Dairesi NASA'nın geliştirdiği en büyük ve güçlü roket olan *Space Launch System* (SLS) yani Uzay Ateşleme Sistemi'ni duyurması ile başladı. ESA'nın uzay araştırmalarındaki çabaları Mars'a en geç 2030 yılına kadar insan göndermeyi hedefleyen *Aurora* programıyla doruk noktasına ulaştı ve bu doğrultuda öncü birçok görev gerçekleştirildi. Aynı şekilde NASA'nın 2011 yılında Mars'a gönderdiği *Curiosity* adlı gezgin araç ilerde gerçekleştirilmesi planlanan insanlı Mars görevi için bir ön hazırlık



özelliğindedir. Rusya ile 2005 yılı itibarıyla ortaklık anlaşması imzalayan ESA, rakibi NASA'ya nazaran büyük bir avantaja sahip oldu. NASA da Mars'a 2030 yılına kadar insan göndermeyi hedeflediklerini ve 2017 yılında ilk deneme uçuşunu gerçekleştirmesi planlanan SLS roketi ile yakın gelecekte astronotlarını Güneş Sistemi'nin bugüne kadar ulaşılabileceği düşünülmeyen noktalarına taşıyarak uzay keşfinde yeni bir sayfa açacağını duyurdu.

### Ay'daki Uluslararası İzler

Ay yüzeyine bugüne kadar sadece üç ülke toplam 20 uzay aracı indirmeyi başardı. Sovyetler Birliği (8 adet *Luna*) ve ABD'nin (5 adet *Surveyor*, 6 adet *Apollo*) 1966-1976 yılları arasında Ay'ın yüzeyine indirdiği uzay araçlarından *Luna* ve *Surveyor* insansız araçlardı. Sadece NASA'nın *Apollo* uzay programına dâhil olan 12 astronot Ay yüzeyinde yürüme şansı yakaladı. En son insanlı Ay yolculuğu *Apollo* 17 tarafından 1972'de Durgunluk Deni-

zi bölgesinin kuzeyindeki Taurus-Littrow Vadisi'ne yapıldı. Ay yüzeyindeki Krizler Denizi bölgesine en son inişi gerçekleştiren Sovyetler'in *Luna 24* insansız aracından sonra Ay'a sadece yörünge araçları ve veri toplamak için kasıtlı olarak yüzeye düşürülen füzeler gönderildi.

Çin, 37 yıl sonra Ay'a araç indiren üçüncü ülke oldu. Çin'in ilk gezgin aracı *Yutu*'yu taşıyan *Change-3* uzay mekiği, Ay yüzeyindeki Yağmurlar Denizi bölgesine 14 Aralık 2013'te yumuşak iniş yaptı. *Yutu*'nun beş kilometrelik alanda jeolojik yapı, yüzey materyalleri ve doğal kaynaklar gibi konularda bilimsel incelemeler yapması bekleniyor.

Gelişen uzay teknolojisi sayesinde başarılı inişler yapılan Ay yüzeyinden toprak ve taş örnekleri Dünya'ya getirilip incelendi. Yörüngesine yerleştirilen araçlar, insansız robotik gezgin araçlar ve uydular sayesinde Ay'ın fiziksel, kimyasal özellikleri, sıcaklığı, topoğrafyası, kütleçekimi ve manyetik alanı, atmosferi ve yörüngesi ile ilgili önemli bilgiler, veriler elde edildi.



NASA'nın 2009'da fırlattığı LRO (*Lunar Reconnaissance Orbiter*) uydusu Ay'ın çok ayrıntılı haritasını çıkardı. Bu harita ile ride yapılması planlanan Ay yolculukları için hayli önemli. Gene NASA tarafından Eylül 2013'te fırlatılan LADEE (*Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer*) uydusu Ay yörüngesinde dolaşırken Ay'ın ince atmosferinin yapısı ve bileşimi hakkında detaylı veri toplayacak. Ayrıca atmosfere doğru yükselen Ay tozlarından da örnek toplayıp inceleyecek. Yörüngedeki uyduların bir başka görevi de kutupların sürekli gölgede kalan kısımlarındaki kraterlerde su buzulları ve hidrojen elementi olup olmadığını tespit etmek. Nitekim NASA'nın 2009 yılında fırlattığı LCROSS (*Lunar Crater Observation and Sensing Satellite*) uydusu Ay'ın Güney Kutbu'na yakın olan Cabeus kraterinde su molekülü olduğunu belirlemeyi başardı.

## Ay'a İniş İçin Sırada Bekleyenler

Birçok ülke ve özel şirket önümüzdeki birkaç yıl içinde Ay'ın yüzeyine keşif amacıyla insansız robotik uzay araçları göndereceğini duyurdu. Özellikle

Google'in insansız Ay yolculuklarına 30 milyon dolarlık bir yarışmayla destek veriyor olması özel şirketleri daha da hareketlendirdi. Firmanın Lunar X adlı yarışması dünyadaki tüm özel sektöre ve hükümet dışı kurumlara açık. Ödülün 20 milyon doları, insansız bir uzay roketini Ay'a ilk olarak indirip 500 metrelik bir yürüyüş yaptırdıktan sonra Dünya'ya fotoğraf ve video yayını gönderebilen gruba verilecek. Aracını Ay'a ikinci olarak indiren firma 5 milyon dolar alacak. ABD'nin Apollo Ay yürüyüşünden veya Sovyetler Birliği'nin Luna Ay araştırmalarından kalıntılar bulan, su veya buz tespit edebileni ise en az 4 milyon dolarlık fazladan ödüller bekliyor. Lunar X ödülü için yarışan, özel bir robot ve uzay teknolojisi firması olan Astrobotic 2015'te Ay'ın Kuzey Kutbu'na ilk robotik uzay aracını indireceğini duyurdu. Carnegie Mellon Üniversitesi Robotik Enstitüsü araştırmacıları tarafından kurulan bu firma özellikle uzayda keşif, turizm, kaynak ve maden arama konularıyla ilgili bilimsel çalışmalar yürütüyor.



Google'in Lunar X yarışması dışında başka özel firmaların da ticari kazanç amaçlı projeleri var. Teksas'taki Shackleton Enerji Şirketi 2018'de Ay'ın Güney Kutbu'na göndermeyi planladığı robotik gezgin araç ile maden arama işine girecek. Aynı yıl ABD, Kanada ve Japonya da kutuplara maden arama aracı göndermeyi planlıyor. Mevcut bilgilere göre

Ay'ın kutup bölgelerinde demir, titanyum ve magnezyum içeren madenler var.

İleride Ay'da bir üs kurulduğunda Ay'dan veya asteroidlerden elde edilecek madenlerin çok gerekli olacağı da biliniyor. Çıkarılan madenler ve mineraller daha ileriki aşamalarda

Ay üzerinde kurulacak maden işletme üslerinde 3D yazıcılar ve robotlar kullanılarak işlenecek. Örneğin Ay taşlarında bulunan oksijenden yaşam destek ünitesinde faydalanılabilecek. Madencilik çalışmalarından elde edilen kuvvetli ama bir o kadar da hafif bir metal olan titanyum roketlerde kullanılabilir. Ayrıca Ay'da yoğun olarak bulunduğu bilinen helyum-3 gazı elde edildiğinde Dünya'nın enerji ihtiyacının birkaç bin yıl boyunca karşılan-

bileceği belirtiliyor. Özellikle kutuplarda ki kayalardan ve kraterlerden elde edilecek su, astronotlar için içme suyu ve radyasyondan koruyucu kalkan işlevi görebilecek. Su molekülünden ayrıştırılan hidrojen ve oksijen, roketlerde yakıt veya itici gaz olarak kullanılabilir. Günümüzde roketlerin ağırlığının büyük bir kısmını yakıt tankları oluşturuyor. Ay'da kurulan fırlatma rampasında ve yakıt istasyonunda sürekli kullanmaya hazır yedek yakıtın bulunması, ileride Ay'ın ötesine gerçekleştirilmesi planlanan görevler için büyük yarar sağlayacak. Roketler yakıt üslerinden sağladıkları yakıt ile daha uzak mesafelere kolayca gidebilecek. Ayrıca Dünyadan kalkarken yanlarında çok fazla yakıt yerine uzay üslerinde kullanılabilir 3D yazıcı, robotik sondaj cihazları gibi malzemeler taşıyabilecekler. *Bilim ve Teknik* dergisinin Eylül 2013 sayısında yayımlanan "Uzay Madenciliği" yazımızda bu konuları ayrıntılı bir şekilde anlatmıştık.

Uzay keşifleri, teknolojisi, madenciliği ve Ay turizmi konularında söz sahibi olan özel şirketlerden bazılarının NASA ile ortak çalışmalar yürütmek üzere anlaşmalar imzaladığı biliniyor. NASA'nın Ocak 2014'te duyurduğu *Lunar CATALYST* projesi, kargo ve mürettebatın uzaya taşınması, ayrıca yüzeye yumuşak iniş yapılması aşamalarını içeriyor. Bu proje kapsamında Dünya yörüngesi ile Ay yüzeyi arasında malzeme alışverişini sağlayacak bir asansör sisteminin kurulması da gündemde. Astronotları uzay istasyonlarına taşıyacak ve Dünya'ya geri getirecek ticari bir uzay taksi sistemi de geliştirilecek. Ayrıca Ay'da inşa edilecek kalıcı istasyon ve astronotlar için yaşam alanı projelerinde kullanılacak malzemeler de bazı özel firmalar tarafından üretilecek.

Ay'da faaliyet gösterecek araçlar ve mürettebat için en büyük sıkıntı yaklaşık 14 gün süren ve sıcaklığın  $-150^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düştüğü Ay geceleri. Bilim insanları bu süreçte ihtiyaç duyulan enerjiyi sağlayacak ve depolayacak bir sistem de geliştirdi. Detayları *Astronautica* dergisinde yayımlanan sistem aynalardan, çeşitli madenler-örneğin alüminyum- içeren işlenmiş Ay toprağından ve ısı motorundan oluşuyor.

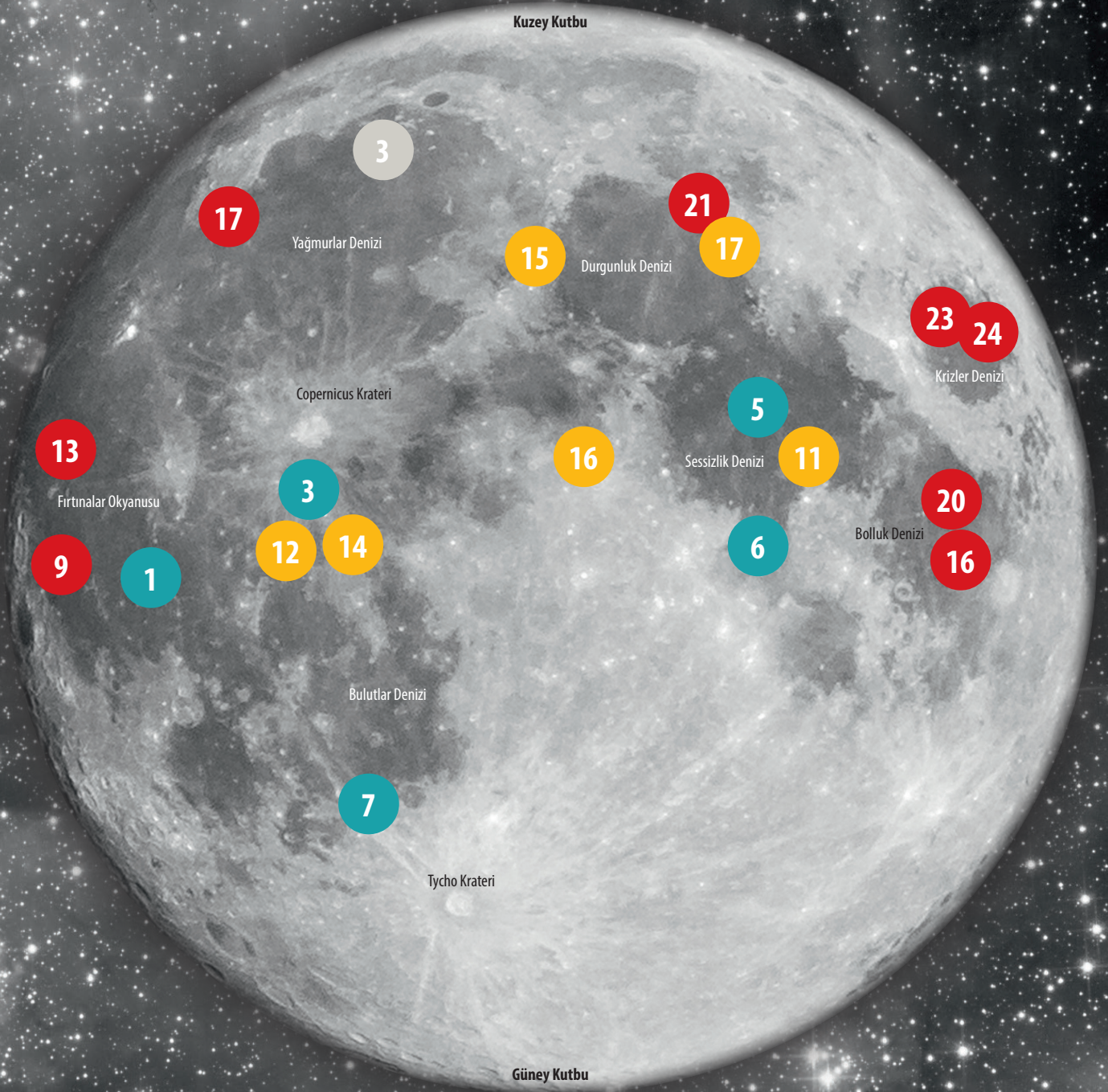


Başka ülkelerin de yakın zamanda Ay'a insansız uzay aracı indirme planları var. Rusya ve Avrupa Uzay Ajansı ESA ortaklaşa yürütülen çalışmalar sonucunda Güney Kutup bölgesinde Luna-Glob, Kuzey Kutup bölgesinde ise Luna-Resource alanlarına 2016 yılında iniş yapmayı planlıyor. Rusya ayrıca 2020 yılına kadar Ay'a insan taşıyacak füzenin yapımını bitireceğini de duyurdu. Hindistan *Chandrayaan-2* roketini 2017 yılında, Japonya ise *Selene-2* roketini 2018 yılında Ay yüzeyine indirmeyi planlıyor. Ay çevresinde yörüngeye girecek olan bu araçlar, yüzeyde gezerek araştırma yapacak ve yüzeyden örnek toplayıp Dünya'ya geri getirecek robotik görevler olarak tasarlanıyor. Bu araçlar aynı zamanda 2020 yılından itibaren başlanması

planlanan insanlı Ay yolculukları için Ay'a yumuşak iniş ve oradan kalkarak Dünya'ya dönüş tekniklerini de denemiş olacak.

Ay'a insan göndermek özellikle Çin için önemli bir hedef gibi görünüyor. Kaldı ki 2030 yılına kadar bu hedefi gerçekleştirmeyi planlıyorlar. Tasarımı süren *LM-9* füznesinin ABD'nin Ay'a insan götüren *Saturn* füznesinden %40 daha fazla kalış gücüne sahip olduğu bildiriliyor.

NASA 2018'de Ay'ın Dünyadan görülmeyen arka yüzüne sismometre ve ısı hareketleri ölçen cihazlar yerleştirmeyi planlıyor. Ay'ın görünmeyen yüzünden toplanacak veriler uydu aracılığı ile Dünya'ya aktarılacak. Bu proje hazırlanmakta olan Uluslararası Ay Araştırmaları Programı'nın da bir parçası.



**Ay'a İniş Bölgeleri**

● Luna (1966-1976)

● Surveyor (1966-1968)

● Apollo (1969-1972)

● Chang'e (2013)

## Ay'ın Ötesine Yolculuk Planları

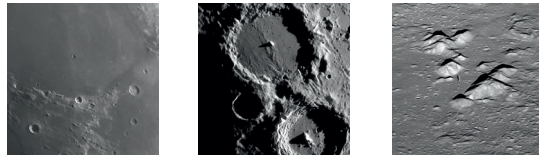
NASA Ay da dâhil olmak üzere yörünge altı uçuşları, tamamen özel şirketlere devretmeyi, Mars başta olmak üzere Güneş Sistemi'nin milyonlarca kilometre uzaklıktaki noktalarına gidecek teknolojiyi ise kendisi geliştirmeyi planlıyor. NASA'nın üzerinde çalıştığı süper dev roket SLS'in 3,5 milyon tondan fazla itiş gücü olacağı ve yörüngeye 143 ton yük taşıyabileceği belirtiliyor. Roketin yüksek itiş ve ateşleme gücü sayesinde uzay keşif araçlarının hedeflerine ulaşacağı sürenin de 3 yıl kadar kısılacacağı vurgulanıyor. SLS göreve hazır olduğunda şu an geliştirilmekte olan yeni nesil uzay kapsülü Orion'u taşıyacak. Astronotları uzaya taşıyacak olan bu kapsül, gelecek yıl ilk olarak Atlas V roketiyle denenecek; ısıya ne kadar dayanıklı olduğu ve Dünya'ya başarıyla dönüp dönebileceği kontrol edilecek. NASA, kapsülün 2021'de göreve hazır olacağını umuyor. SLS'nin taşıma kuvveti sayesinde, Orion'u Ay'ın ötesindeki yörünge olarak tanımlanan L2 noktasına ve Dünya'ya yakın asteroitlere ulaştırması bekleniyor. Özellikle bazı asteroitlerin Dünya'nın ya da Ay'ın yörüngesine doğru robotik çekici araçlar vasıtasıyla sürüklenmesi ve yörüngeye girmelerinden sonra Orion'un bu asteroitlere gönderilmesi hedefleniyor. Daha önce de belirttiğimiz gibi asteroitlerdeki asıl hedef, değerli ve Dünya'da ender bulunan madenlerin ve elementlerin aranıp bulunması. Ayrıca Jüpiter'e ve Venüs'e de SLS füzesi ile yörünge ve gezgin tipi uzay araçları gönderilebilecek.



Rusya Uzay Ajansı Roskosmos ve ESA arasında ortaklaşa yürütülecek olan ExoMars projesi kapsamında Mars'a yolculuk 2016 ve 2018 yıllarında, iki aşamalı olarak gerçekleşecek. Rusya'ya ait Proton füze taşıyıcı ilk olarak 2016 yılında özel bir aygıt taşıyan yörünge aracını Mars'a götürecektir. Bu aygıt Mars atmosferindeki metan gazı izlerini ve yüzeyinin altındaki suyun dağılımını araştırarak. Aynı sırada ESA'nın geliştirdiği bir iniş aracı da gönderilecek. Bu araç ile Mars'ın atmosferine giriş ve Mars'a iniş teknolojisi denenmiş olacak. Projenin 2018 yılı için planlanan ikinci aşamasında ise Mars yüzeyine kalıcı bir iniş platformu inşa edilecek. Platformda örnek almak ve incelemek için mekanik kol, mikroskop, meteoroloji kompleksi, panoramik kamera ve sismometre gibi bazı aygıtlar bulunacak. Platformun enerjisi atom piliyle sağlanacak. Ayrıca bu platform ESA'nın geliştirdiği Mars gezgin robotu Paster'i gezegenin yüzeyine ulaştıracak. Robota, Rusya'ya ait kızılötesi tayf aygıtı ve Mars toprağı regolitin incelenmesi için nötron detektörü yerleştirilecek. Mars robotunun esas görevi bakteri aramak. Robot her gün 100 metrelik yol alarak toz fırtınaları mevsiminden sonra radyasyonun sızmadığı derinliğe yani olası mikroorganizmaların bulunabileceği yerlere kadar arama sondajı yapacak.

Hem NASA hem de Rusya ve ESA, Mars'ın ve Jüpiter'in doğal uyduları olan Phobos'a ve Europa'ya 2022 yılına kadar yörünge uzay aracı göndermeyi ve bu gezegenlerde su arama çalışmalarına hızla başlamayı planlıyor.

Uluslararası uzay yarışında amaç artık sadece Ay'a ayak basmak değil; Ay'da kalıcı bir uzay üssü ve araştırma laboratuvarı kurarak buradan uzayın ve Güneş Sistemi'nin bilinmeyen derinliklerine yolculuk etmek.



### Kaynaklar

- <http://www.newscientist.com/article/dn24759-china-lands-on-moon-kicks-off-next-lunar-space-race.html#.Uyq5uKODXlc>
- <http://liftport.com/>
- <http://siliconangle.com/blog/2014/02/11/nasa-just-made-moon-mining-a-real-possibility/>
- <http://phys.org/news/2013-12-electricity-moon-night.html>
- <http://www.nasa.gov/exploration/home/#.Uyq4dKODXlc>
- [http://voiceofrussia.com/news/2014\\_03\\_05/Russian-European-space-agency-chiefs-discuss-Mars-Moon-projects-2813/](http://voiceofrussia.com/news/2014_03_05/Russian-European-space-agency-chiefs-discuss-Mars-Moon-projects-2813/)
- <http://guardianlv.com/2014/02/nasa-begins-production-of-water-on-moon-and-oxygen-on-mars/>
- <http://exploration.esa.int/mars/>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Moon\\_landing](http://en.wikipedia.org/wiki/Moon_landing)