

# AY'A YOLCULUK

## İnsanlı ve İnsansız Ay Görevleri

Doç. Dr. Selçuk Topal [ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fizik Bölümü, Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği Anabilim Dalı

**D**ünya'nın tek doğal uydusu olan Ay, genel kabul gören teoriye göre, yaklaşık 4,5 milyar yıl önce Mars büyüklüğündeki bir gök cisminin Dünya'ya çarpması sonucu açığa çıkan parçacıkların bir araya gelmesiyle oluştu.

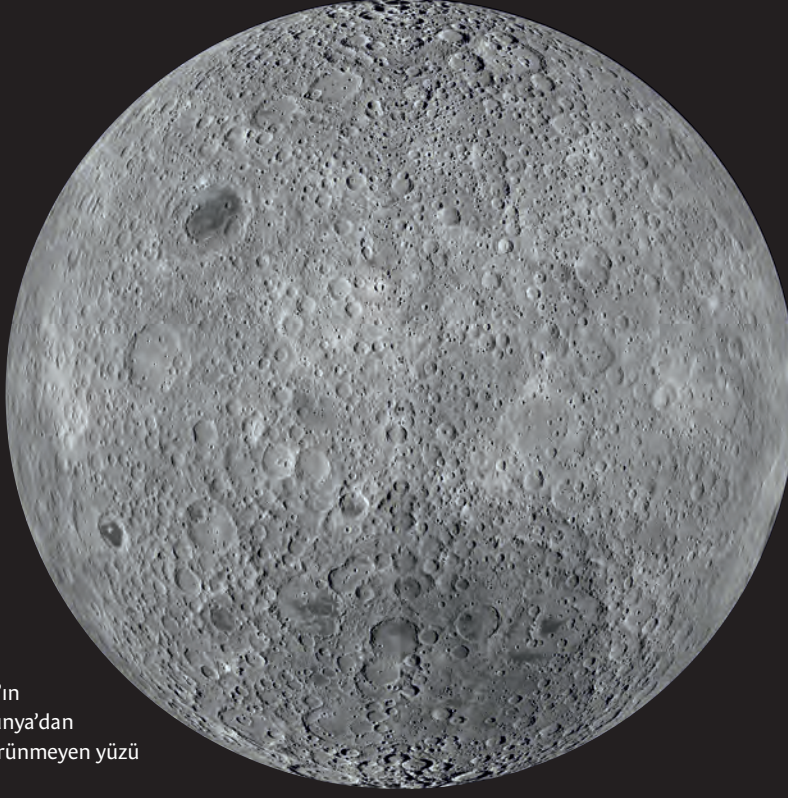
Geceleri gökyüzünde gördüğümüz en büyük ve en parlak gök cismi olan Ay ile Dünya arasındaki mesafe ortalama 384.400 km'dir. Bu da yaklaşık olarak ışığın bir saniyede aldığı yola eşittir. Dünya'ya en yakın gök cismi olan Ay, aynı zamanda, en fazla uzay aracı gönderilen ve insanların Dünya dışında ayak bastığı tek gök cismi olma unvanını da taşır.

Uzay yarışının başladığı 1950'li yıllardan itibaren Ay'a ulaşmak amacıyla çok sayıda uzay aracı geliştirildi. Ancak 1980'li ve 1990'lı yıllarda Ay görevlerine duyulan ilgi azaldı. Son yıllarda ise Ay, uzay araştırmaları için tekrar popüler hedeflerden biri hâline geldi. Yakın bir gelecekte Ay'ın yüzeyinde kalıcı yaşam alanları inşa edildiğine tanık olabiliriz. Bu yazıda bugüne kadar Ay'a gönderilen önemli uzay araçlarını tanıtacak ve gelecek Ay projelerini anlatacağız. Ayrıca, doğal uydumuz Ay ile ilgili bazı temel bilgilere de yer vereceğiz.









NASA / SPL

Ay'ın  
Dünya'dan  
görünmeyen yüzü

## Ay'ın Karanlık Yüzü ve Gelgit Etkisi

Ay'ın Dünya'dan görülemeyen yüzüne "Ay'ın karanlık yüzü" de denir. Ancak bu yanlış bir isimlendirmedir. Çünkü Ay'ın arka yüzü de güneş ışığı alır. Örneğin Ay dolunay evresindeyken Dünya'ya bakan yüzü tamamen güneş ışığı alırken, yeni ay evresindeyken bu kez Ay'ın Dünya'dan görünmeyen arka yüzü güneş ışığı alır.

Ay, Dünya'nın etrafında dolanıyor denir. Ancak aslında her iki gök cismi de ortak kütle merkezlerinin etrafında tur atar. Dünya'nın kütlesi Ay'inkinden

Ruslara ait Luna 2 uzay aracı Ay'ın yüzeyine temas eden ilk uzay aracı oldu. Bir itki sistemine sahip olmayan uzay aracı, 13 Eylül 1959 tarihinde kasıtlı olarak Ay yüzeyine çarptırıldı. Üzerinde manyetometre ve mikrometeor dedektörü bulunan Luna 2'nin elde ettiği ölçümler sayesinde, Ay'ın kayda değer bir manyetik alanının ve Dünya'daki Van Allen Radyasyon Kuşakları'na benzer bir radyasyon kuşağının olmadığı anlaşıldı.

Yine Ruslara ait olan Luna 3, Ay'ın Dünya'dan görünmeyen yüzünün fotoğrafını çekmek için tasarlanan bir uzay aracıydı. Luna 3, Ay'ın arka yüzünün ilk fotoğraflarını 7 Ekim 1959 tarihinde Ay'dan 63.500 km uzaktayken çekti.

Luna 9, Ay'a yumuşak iniş yapan ve Dünya dışında bir gök cismine inmeyi başaran ilk uzay aracı oldu. Luna 9, 3 Şubat 1966 tarihinde Ay yüzeyine başarılı bir iniş gerçekleştirdi ve üç gün boyunca Ay'dan Dünya'ya veri gönderdi. Luna 9, Ay'ın yüzeyinden fotoğraflar gönderen ilk uzay aracı oldu.



Ay'ın yüzeyindeki Luna 9 uzay aracı

çok daha büyük olduğu için ortak kütle merkezi Dünya'nın merkezine daha yakındır ve yerin yüzeyinin 1.700 km altında bulunur.

Aralarındaki kütle çekim etkileşimi nedeniyle Ay ile Dünya arasında gelgit etkisi ortaya çıkar. Gelgit etkisiyle okyanuslar ve hatta yer kabuğu bir miktar yer değiştirir. Gelgit etkisi okyanus gibi büyük su kütlelerinde daha fazla hissedilir.

Ay'ın Dünya üzerinde oluşturduğu gelgit etkisi, Güneş'in oluşturduğu gelgit etkisinden 2,2 kat daha fazladır.

Dünya, Ay ve Güneş neredeyse aynı hizada olduğunda yani Ay yeni ay veya dolunay evresindeyken, Ay'ın sebep olduğu gelgit etkisi maksimum seviyeye ulaşır.

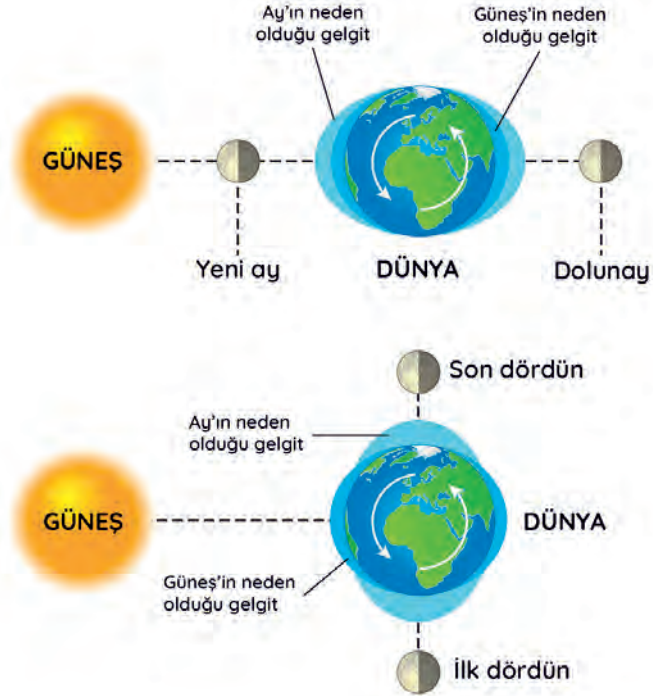
Ay ile Dünya'yı ve Dünya ile Güneş'i birleştiren doğrular arasındaki açı doksan derece olduğunda, yani Ay ilk dördün veya son dördün evresindeyken, gelgit etkisi minimum seviyede gerçekleşir. Gelgit etkisi nedeniyle Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşü yüz yılda ortalama 2 milisaniye yavaşlıyor. Bu nedenle Dünya'nın gün süresi giderek uzuyor. Ancak bu olay çok yavaş gerçekleşiyor. Örneğin bugün 24 saat olan gün süresi 180 milyon yıl sonra 25 saate ulaşabilecek.

Dünya'nın dönüşü sürekli yavaşladığı için uzun zaman sonra bir Dünya günü 27,3 güne eşit olacaktır. Bu durumda Dünya'nın bir yüzü sürekli olarak Ay'a bakacak. Ancak Ay ile Dünya arasındaki mesafe de sabit değil.

Ay, Dünya'dan yılda ortalama 4 cm uzaklaşıyor. Bu nedenle Ay'ın Dünya etrafında bir tam turunu tamamlaması için geçen süre giderek artıyor. Ay ile Dünya arasındaki mesafe arttıkça Ay'ın Dünya'nın üzerindeki gelgit etkisi azalacağı için Dünya'nın dönüş hızı üzerindeki yavaşlatıcı etkisi de azalacaktır. Ancak Dünya'nın bir gün süresi bu derece uzamadan çok önce Güneş bir kırmızı deve dönüşmüş olacak.

Ay, Dünya'yı sadece gelgit kuvveti yoluyla etkilemez. Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşü sırasında oluşan salınım hareketi Ay nedeniyle daha düzenli hâle gelir. Bu durum ise Dünya'daki iklimin daha kararlı olmasını sağlar.

Güneş'in ve Ay'ın kütleçekimi sebebiyle Dünya'da meydana gelen gelgit sadece okyanusları değil tüm gezegeni etkiler. Fakat karaların akışkanlığı okyanuslardan çok daha az olduğu için gelgitin karalarda neden olduğu deformasyon okyanuslarda olduğundan çok azdır. Üzerinde hiçbir kuvvet olmadığı zaman mükemmel bir küre şeklinde olan bir uydunun kesit alanı, gezegeninin kütleçekiminin etkisiyle zaman içinde ovalleşir (Dünya'nın gelgitler sırasında aldığı şekil). Şişkin kısımlardan birinin her zaman gezegene dönük olduğu durum ise sistemin en kararlı olduğu haldir.





## Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

ABD'nin Ay'a yumuşak iniş amacıyla geliştirilen ilk projesi Surveyor programıydı. Surveyor 1 uzay aracı, Luna 9'un başarısından dört ay sonra, 2 Haziran 1966 tarihinde Ay'a yumuşak iniş yapmayı başardı. 1966-1968 yılları arasında gerçekleştirilen yedi görevden beşi başarılı bir şekilde Ay'ın yüzeyine ulaştı.



## Ay'a İlk İnsanlı Yolculuk: Apollo Projesi

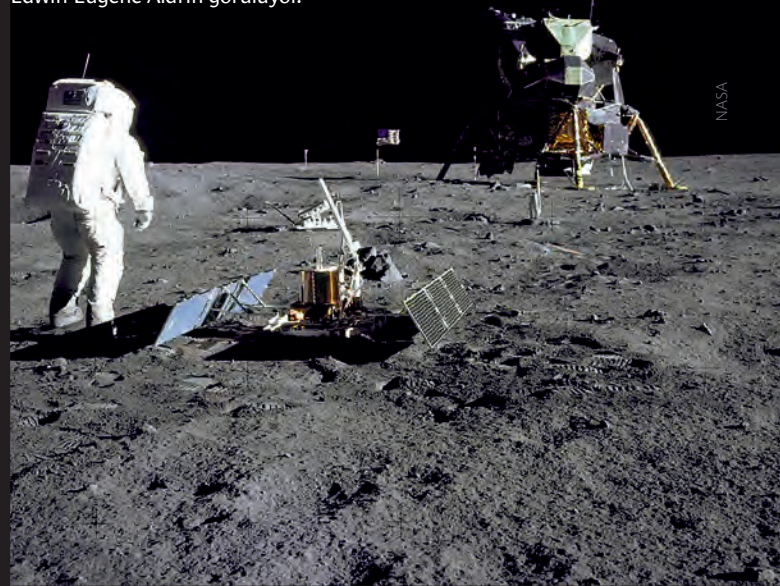
Apollo projesinin amacı Ay'a insan göndermekti. 1961 yılında başlayıp 1972 yılında sonlanan projenin toplam maliyeti 28 milyar dolardı. Bu tutar günümüzde 280 milyar dolara karşılık geliyor. Proje kapsamında toplam 11 görev gerçekleştirildi.

İlk dört uçuş gerekli ekipman ve sistemlerin testi için yapıldı. Kalan yedi görevin altısında -Apollo 11, 12, 14, 15, 16 ve 17- Ay'a ulaşılabilirdi. Ay'a ulaşan toplam insan sayısı 24 iken, bunlardan 12'si Ay'ın yüzeyine indi.

İlk insanlı Ay görevi olan Apollo 7 uçuşu 1968 yılında yapıldı. Ay'a insanlı ilk iniş ise Apollo 11 göreviyle 1969'da gerçekleştirildi. Ay'a ulaşan son insanlı uzay görevi ise 1972 yılında gerçekleştirilen Apollo 17 oldu.

Apollo 11, Ay yüzeyine başarılı bir şekilde insan taşıyan ilk uzay görevi oldu. 20 Temmuz 1969 tarihinde iki astronot ilk kez Ay'ın yüzeyine ulaştı. Neil Armstrong Ay'ın yüzeyine ayak basan ilk insan oldu. Görev sırasında Ay'ın yüzeyinden toplanan toz ve kayaç örnekleri Dünya'ya getirildi. Görev sonucunda Ay yüzeyinde üç yeni mineral keşfedildi. Bu minerallerden birine Apollo 11 astronotlarının isimlerinden esinlenerek Armalcolite adı verildi. Ayrıca görev sırasında Ay'ın yüzeyine yerleştirilen sismograf cihazı ile Ay'ın tektonik olarak aktif bir gök cismi olup olmadığı incelendi.

Fotoğrafta, Apollo 11 görevi sırasında, Ay'ın yüzeyindeki deney düzeneklerinin kurulumunu gerçekleştiren Edwin Eugene Aldrin görülüyor.



# Çin

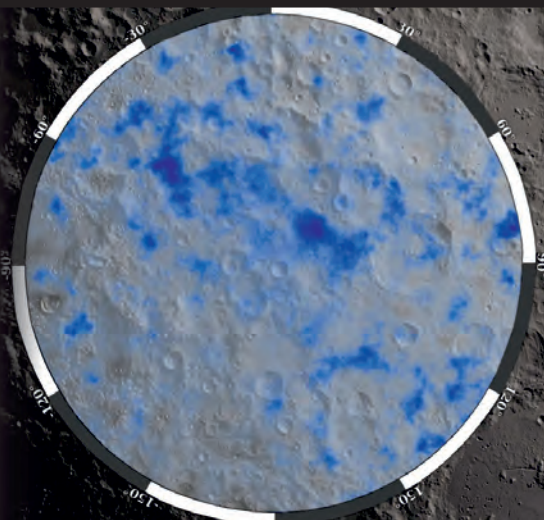
Çin, 14 Aralık 2013 tarihinde Ay'a inen Chang'e 3 uzay aracıyla Ay'a yumuşak iniş yapabilen üçüncü ülke oldu. Görev sırasında Chang'e 3, Yutu isimli keşif aracını taşıyordu. Yutu, Ay'ın yüzeyinde hâlâ aktif olarak görev yapmaya devam ediyor. Projenin hedefi ise Ay'ın yüzey özelliklerini, Ay'ın yüzeyindeki toz parçacıklarının ve kayaçların bileşimini ve Ay'ın kabuk katmanının yapısını birkaç yüz metre derinliğe kadar incelemek.

Çin'e ait Chang'e 4 ise 3 Ocak 2019 tarihinde Ay'ın arka yüzüne başarılı bir şekilde inen ilk uzay aracı oldu. Chang'e 4, Yutu-2 isimli bir de keşif aracı taşıyordu. Projenin temel hedefleri Ay'ın yüzeyindeki toz parçacıklarının ve kayaçların kimyasal bileşimini incelemek, Ay'ın yüzey sıcaklığındaki değişimleri ölçmek; ayrıca taşıdığı radyo teleskop ile Ay'ın yüzeyinden astronomik gözlemler yapmak, kozmik ışınımı ve Güneş etkinliğini incelemek.

Çin'in Ay'dan örnek getirme projesi olan Chang'e 5 uzay aracı, 1 Aralık 2020 tarihinde Ay yüzeyine indi ve 1,7 kg Ay toprağını 16 Aralık 2020 tarihinde Dünya'ya getirmeyi başardı. Böylece Çin, Ay'dan örnek getirebilen üçüncü ülke oldu. Diğer iki ülke ise ABD ve Rusya.

## Ay'da Su Var mı?

Geçmişte Ay yüzeyinden alınan örneklerde yapılan incelemeler Ay yüzeyinin su içermediğini gösteriyordu. Ay yüzeyinde suyun varlığına ilişkin ilk kanıt 2008 yılında Ay'ın yüzeyine inen Hindistan'a ait Chandrayaan-1 isimli yüzey aracı tarafından elde edildi ve hidroksil (OH) molekülü bulundu.



NASA'nın Lunar Reconnaissance Orbiter uzay aracından elde edilen verilerden Ay'ın güney kutbunda su buzu bulunabilecek bölgelerin haritası çıkarıldı.



Chang'e 5 uzay aracı

## Ay'ın Atmosferi

Ay'ın, ekzosfer olarak isimlendirilen çok ince atmosferinin özellikle yüzeye yakın bölgelerinde argon, neon, hidrojen ve helyum gazları bulunur. Ay'ın yüzeyine çarpan gök taşları, güneş rüzgârları ile taşınan yüksek enerjili parçacıklar ve morötesi dalga boyundaki ışınlar Ay'ın atmosferinin yapısını etkiler.

Ay'ın gündüzleri ve geceleri yaklaşık iki hafta sürer. Gündüz vakti Ay'ın yüzeyindeki atom ve moleküller güneş rüzgârları nedeniyle iyonlaşır yani elektron alışverişi sonucu elektriksel olarak yüklü hâle gelir.

Ay'ın yüzeyine çarpan mikro ölçekteki gök taşları çok yüksek hızlarda hareket ederler ve yüzeye çarptıklarında büyük miktarda ısının açığa çıkmasına yol açarlar. Bu da Ay'ın yüzeyindeki toz parçacıklarının buharlaşmasına neden olur. Açığa çıkan gazlar ise atmosfere karışır.

Atmosferin çok ince olmasından dolayı Ay'ın güneş ışığı alan ve almayan kısımları arasında belirgin bir sıcaklık farkı olur. Örneğin gündüzleri sıcaklık 121 °C'ye çıkabilirken, geceleri -133 °C'ye kadar düşebilir. Ayrıca Ay'ın yüzeyindeki kraterlerin hiç güneş ışığı almayan bölgelerinde sıcaklık çok daha düşüktür. Bu bölgelerde bulunan atomlar veya moleküller aşırı soğuk nedeniyle neredeyse hiç hareket edemez ve adeta hapsolür.



Daha sonra yapılan gözlemler ve ölçümler sayesinde Ay'ın kutup bölgelerindeki kraterlerin hiç güneş ışığı almayan iç bölgelerinde su buzu olduğu keşfedildi.

Ay'ın yüzeyi birkaç santimetre kalınlığında bir toz katmanı ile kaplıdır. Ay'ın yüzeyine çarpan mikro ölçekteki gök taşları sayesinde yüzeyin altında bulunan ve toz tanecikleri tarafından üzeri

kaplanan su moleküllerinin yüzeye yayıldığı anlaşıldı. 2020 yılında ise Ay'ın sadece kutuplarına yakın bölgelerinde değil, aynı zamanda güneş ışığı alan bölgelerinde de su molekülleri bulundu.



## Ay'ın Yörünge Özellikleri

Ay, Dünya etrafındaki yörüngesinde hareket ettikçe Güneş'ten aldığı ışık nedeniyle dönemsel olarak yüzeyinin bir kısmı veya tamamı aydınlanır veya kararır. Bunun sonucunda sırasıyla yeni ay, hilal, ilk dördün (yarım ay), şişkin ay (dolunay öncesi), dolunay, şişkin ay (dolunay sonrası), son dördün (yarım ay) ve hilal şeklinde isimlendirilen evrelere sahip olur.

Ay'ın Dünya etrafındaki yörüngesini tamamlama süresi iki şekilde tanımlanabilir. Dünya'dan Ay'a bakan bir gözlemci için uzaktaki bir yıldız referans alalım. Ay, Dünya etrafındaki yörünge hareketi sırasında o yıldızla tekrar aynı doğrultuya geldiğinde Dünya etrafındaki bir turunu tamamlamış olur. Ay'ın Dünya etrafındaki bir tam turunu tamamlama süresi 27,3 gündür. Buna "yıldız dönemi" denir.

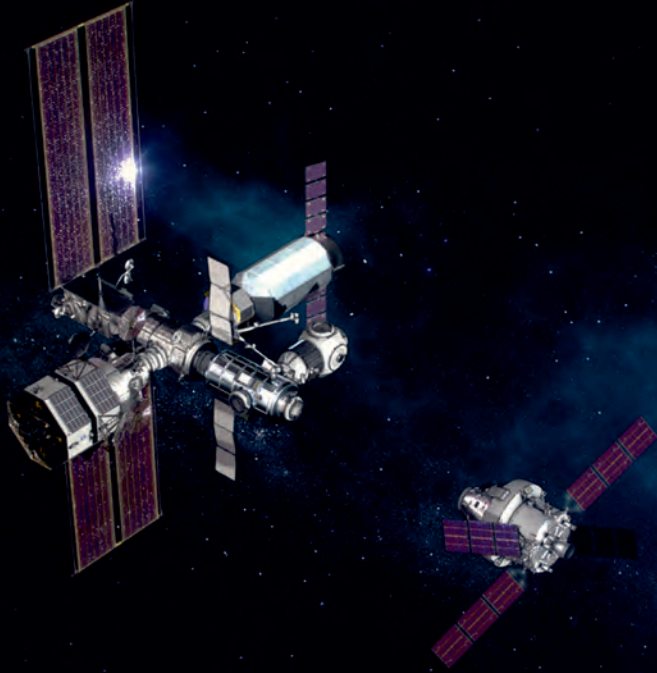
Ay bir evreden (mesela hilal) tekrar aynı evreye gelene kadar geçen süreye ise "kavuşum dönemi" denir ve 29,5 gün sürer. Yıldız döneminin kavuşum döneminden daha kısa sürmesinin nedeni, Dünya'nın da Güneş etrafında hareket ediyor olmasıdır. Ay'ın evreleri, güneş ışığının Ay'a geliş açısına bağlı olarak değişir. Bunun sonucu olarak Dünya-Ay doğrultusu, Ay'ın kavuşum dönemi sonlanmadan, uzaktaki referans yıldızıyla aynı hizaya gelir ve bir yıldız dönemi tamamlanmış olur.

## Neden Ay'ın Hep Aynı Yüzünü Görürüz ?

Bir gezegene ait uydunun yüzeyi, gezegenden bakan gözlemcinin gözlem zamanına ve bakış açısına bağlı olarak gerçek veya görünen bir salınım hareketi yapabilir. Buna astronomide librasyon denir.

Ay'ın kendi eksenini etrafındaki dönme süresi ile Dünya etrafındaki dolanma süresi neredeyse birbirine eşittir. Buna dönme-dolanma kilitlenmesi veya senkronize dönme denir. Bu nedenle Ay bize her zaman aynı yüzünü gösterir. Ancak Ay'ın dönme ekseninin salınım hareketi yapması nedeniyle Ay'ın yüzeyinin %50'lik kısmını değil biraz daha fazlasını görürüz.

Ay'ın kendi eksenini etrafındaki dönme düzlemi ile Dünya etrafındaki yörünge düzlemi arasında 1,5 derecelik bir açı vardır. Bu nedenle Ay'ın Dünya etrafındaki bir turu boyunca Dünya'dan bakan bir gözlemci Ay'ın kutup bölgelerinin bir kısmını da gözleyebilir. Buna enlemsel librasyon denir. Ay'ın Dünya etrafındaki yörüngesi elips şeklinde olduğu için yörüngesinde farklı noktalarda farklı hızlarla hareket eder. Kendi eksenini etrafındaki dönme hareketi ise daha düzenlidir. Bunun sonucu olarak Ay, bir tam yörünge hareketi boyunca doğu ve batı yönünde bir miktar salınım yapar. Buna boylamsal librasyon denir. Bu iki etkinin birleşmesi sonucu Ay yüzeyinin %50'sini değil, %59'unu görürüz.



## Hindistan

Hindistan'a ait Chandrayaan-1 yörünge aracı 8 Kasım 2008 tarihinde Ay etrafında bir yörüngeye yerleştirildi ve 10 ay boyunca görev yaptı. 14 Kasım 2008 tarihinde taşıdığı sonda kasıtlı olarak Ay yüzeyine çarptırıldı. Projenin amaçları Ay'ın yüzeyinin 3 boyutlu ve yüksek çözünürlüklü haritalarını elde etmek, Ay yüzeyindeki kimyasal elementlerin dağılımını haritalandırmak ve yüzeyin altında katı hâlde su bulunup bulunmadığını araştırmak.

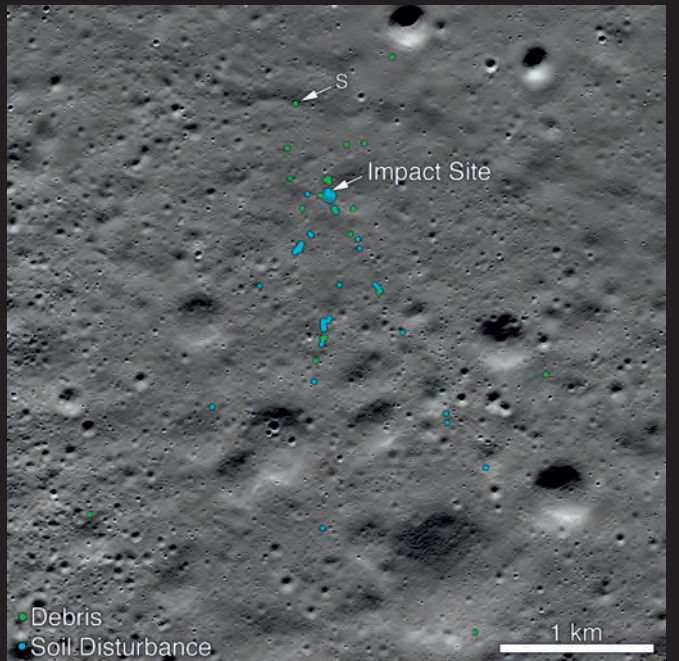
Chandrayaan-1'in üzerinde bulunan ve NASA tarafından geliştirilen Ay Mineraloji Haritalayıcısı isimli cihaz sayesinde, 2008 yılında, Ay'da ilk kez su keşfedildi. Minerallerin içinde kristalleşerek hapsedilmiş hâlde bulunan su, Ay'ın kutup bölgelerindeki kraterlerin güneş ışığı almayan kısımlarında yer alıyor. Sonraki yıllarda yapılan gözlem ve ölçümlerle de bu keşif doğrulandı.

Chandrayaan-2 uzay aracında bulunan Vikram isimli iniş modülü 6 Eylül 2019 tarihinde Ay'a yumuşak iniş denemesi gerçekleştirdi ancak başarısız oldu.

Chandrayaan-3, 23 Ağustos 2023 tarihinde Ay'ın güney kutbuna yakın bir bölgeye yumuşak iniş gerçekleştirdi. Böylece Chandrayaan-3, Ay'ın güney kutbuna inen ilk uzay aracı, Hindistan ise Ay'a yumuşak iniş yapabilen



Hindistan'a ait Chandrayaan-3 uzay aracı



Vikram iniş modülünün Ay'ın yüzeyin çarpışma bölgesinin (impact site) görüntüleri NASA'ya ait LRO yörünge aracı tarafından çekildi.



dördüncü ülke oldu. Chandrayaan-3 uzay aracı, Vikram isimli bir iniş modülü ve Pragyan isimli minik bir yüzey aracı taşıyor. Ay'ın yüzeyine başarıyla yumuşak iniş yapılmasıyla yüzey aracının test edilmesi ve Ay yüzeyinde bilimsel deney yapılması hedefleri de gerçekleştirilmeye çalışılacak.

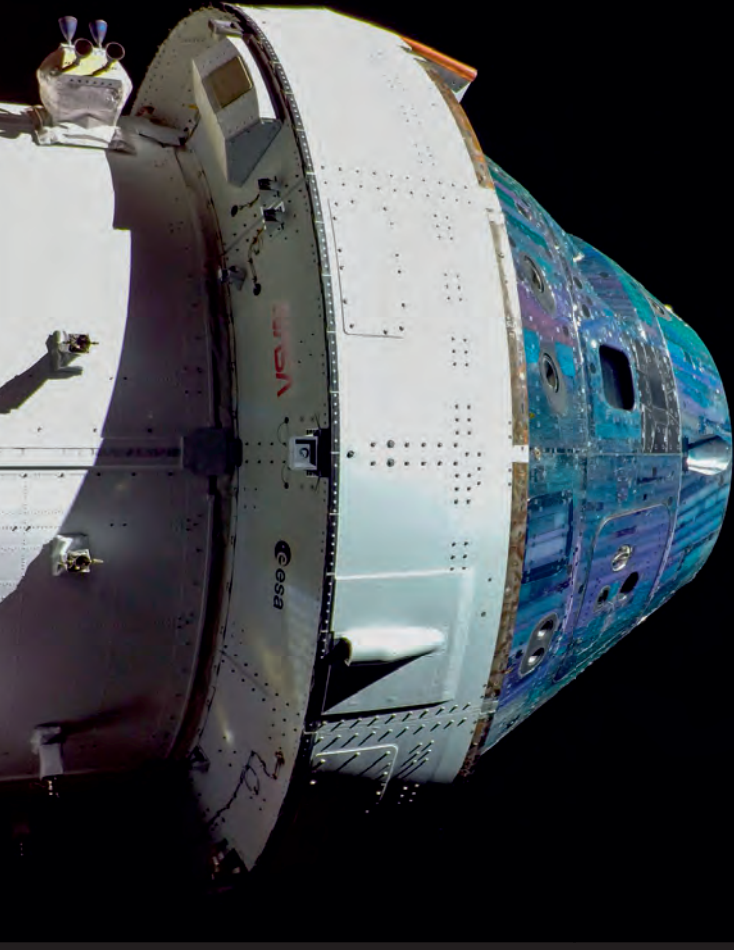
## Gelecek Ay Görevleri Artemis Projesi

NASA'nın Artemis projesinde insanların tekrar Ay'a dönüşü ve Ay'ın yüzeyinde kalıcı yaşam alanları kurulması amaçlanıyor. Bu sayede gelecekte Güneş sisteminin derinliklerine yapılması planlanan insanlı yolculuklar için deneyim kazanılabilecek.

### Ay Hakkında Bilmeniz Gereken 10 Şey

- ▶ Ay'ın çapı, Dünya'nın çapının yaklaşık dörtte biri kadardır. Yani Dünya orta boy bir karpuz olsaydı Ay bir elma olurdu.
- ▶ Ay'ın Dünya'ya uyguladığı gelgit kuvveti, Güneş'in uyguladığından 2,2 kat fazladır.
- ▶ Güneş sistemindeki tüm gezegenlerin Dünya'ya uyguladığı kütle çekim kuvveti Ay'ın uyguladığının sadece %2'si kadardır.
- ▶ Ay, Dünya'nın tek doğal uydusudur.
- ▶ Ay ile Dünya arasında dönme-dolanma kilitlemesi olduğu için Dünya'dan bakınca Ay'ın hep aynı yüzünü görürüz.
- ▶ Bugüne kadar 100'ün üzerinde robotik uzay aracı Ay'ı incelemek için gönderildi.
- ▶ Apollo görevleri sonunda Ay'dan Dünya'ya 382 kg Ay kayası getirildi.
- ▶ Dünya dışında insanların üzerinde yürüdüğü ilk ve tek gök cismi Ay'dır.
- ▶ Ay, Güneş sistemindeki 200'den fazla doğal uydu arasında en büyük 5. Uydudur.
- ▶ Ay, Dünya'dan her yıl yaklaşık 4 cm uzaklaşır.





Artemis projesinin ilk aşaması olan Artemis I görevi 16 Kasım 2022 ve 11 Aralık 2022 tarihleri arasında başarıyla gerçekleştirildi. Görev sırasında astronotları Ay'a taşıyacak Orion kapsülü ve SLS roketi başarıyla test edildi. Orion kapsülü Ay etrafında iki tur atarak 11 Aralık 2022 tarihinde Dünya'ya başarılı bir şekilde geri döndü.

## Artemis II, III ve Sonrası

Projenin ikinci aşaması olan Artemis II görevi sırasında dört kişiden oluşan mürettebat, Ay etrafındaki yörüngede tur attıktan sonra Dünya'ya geri dönecek. Artemis II görevinin 2025 yılında tamamlanması hedefleniyor.

### Ay'ın İç Yapısı

Ay'ın iç yapısı çekirdek, manto tabakası ve yüzey kabuğundan oluşur. Ay'ın demir yönünden zengin yaklaşık 250 km'lik bir yarıçapa sahip katı hâlde bir iç çekirdeği olduğu düşünülüyor. İç çekirdeğin üzerinde 90 km kalınlığa sahip sıvı demirden oluşan bir dış çekirdek bulunuyor. Çekirdek ve onun dışındaki sıvı demir katmanını erimiş maddelerden oluşan 150 km kalınlıktaki başka bir katman çevreliyor.

Bu katmandan sonra Ay'ın yüzeyini saran kabuk katmanına kadar bir manto tabakası yer alıyor. Ay'ın manto tabakasının magnezyum, demir, silisyum ve oksijen atomlarından meydana gelen minerallerden oluştuğu düşünülüyor.

Ay kabuğunun kalınlığı Dünya'ya bakan yüzünde 70 km iken, Ay'ın Dünya'dan görülemeyen yüzünde 150 km'ye ulaşabiliyor. Yani Ay'ın bazı bölgelerindeki kabuk katmanının kalınlığı Dünya'nın yer kabuğundan daha kalındır.

Ay'ın geçmişte güçlü bir manyetik alana sahip olduğu düşünülüyor. Bugün ise Ay'ın manyetik alan şiddeti, Dünya'nın manyetik alanından binlerce kez daha zayıf.

Artemis III göreviyle ise 1972'den sonra ilk kez Ay yüzeyine insan gönderilmesi ve ilk kez bir kadının Ay yüzeyine ayak basması planlanıyor. Görev sırasında astronotlar Ay'ın güney kutbuna inecek. Geçmişte yapılan araştırmalarda Ay'ın güney kutbunda bulunan kraterlerin hiç güneş ışığı almayan bölgelerinde katı hâlde su olduğu belirlenmişti. Artemis projesi kapsamında Ay'da kurulması planlanan kalıcı üslerin Ay'ın güney kutup bölgesine inşa edilmesinin nedeni de su ve yakıt ihtiyacını buradan karşılamak.

Daha sonraki Artemis görevleriyle Ay etrafında bir uzay istasyonu kurulması ve Ay'ın yüzeyinde kalıcı yaşam alanlarının inşa edilmesi planlanıyor.

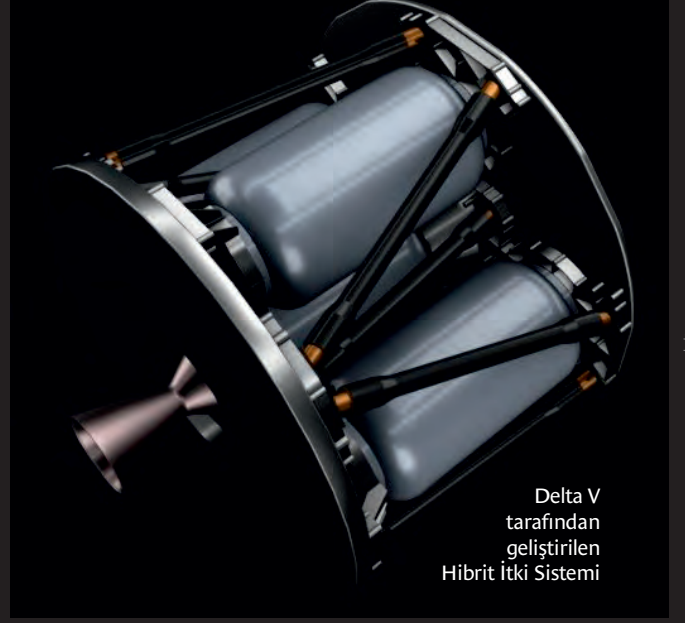


## Ay'ın Kütlesi ve Büyüklüğü

Ay, Güneş sistemindeki beşinci en büyük uydudur. Ancak uyduların gezegenin kütle oranı dikkate alındığında, Ay ile Dünya arasındaki kütle oranı diğer uydular ve gezegen çiftlerine kıyasla en yüksektir. Dünya'nın çapı, Ay'ın çapının dört katı iken kütlesi Ay'ınkinin 81 katıdır. Kütle ve yarıçapa bağlı olarak Ay'ın yer çekimi ivmesi Dünya'nınkinin altıda biridir. Ay yüzeyinde bir cisim belirli bir yükseklikten serbest düşmeye bırakılırsa cisim Dünya yüzeyine kıyasla altıda biri daha düşük bir hızla düşer. Başka bir deyişle, Ay yüzeyinde kütleniz değişmez ancak ağırlığınız Dünya'dakinin altıda biri olacaktır.



Jalphet Seehawong / iStock



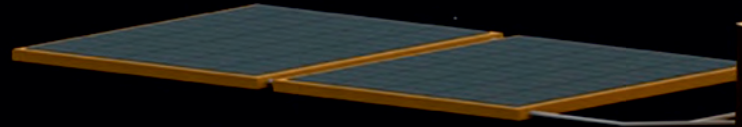
Delta V tarafından geliştirilen Hibrit İtki Sistemi

deltav.com

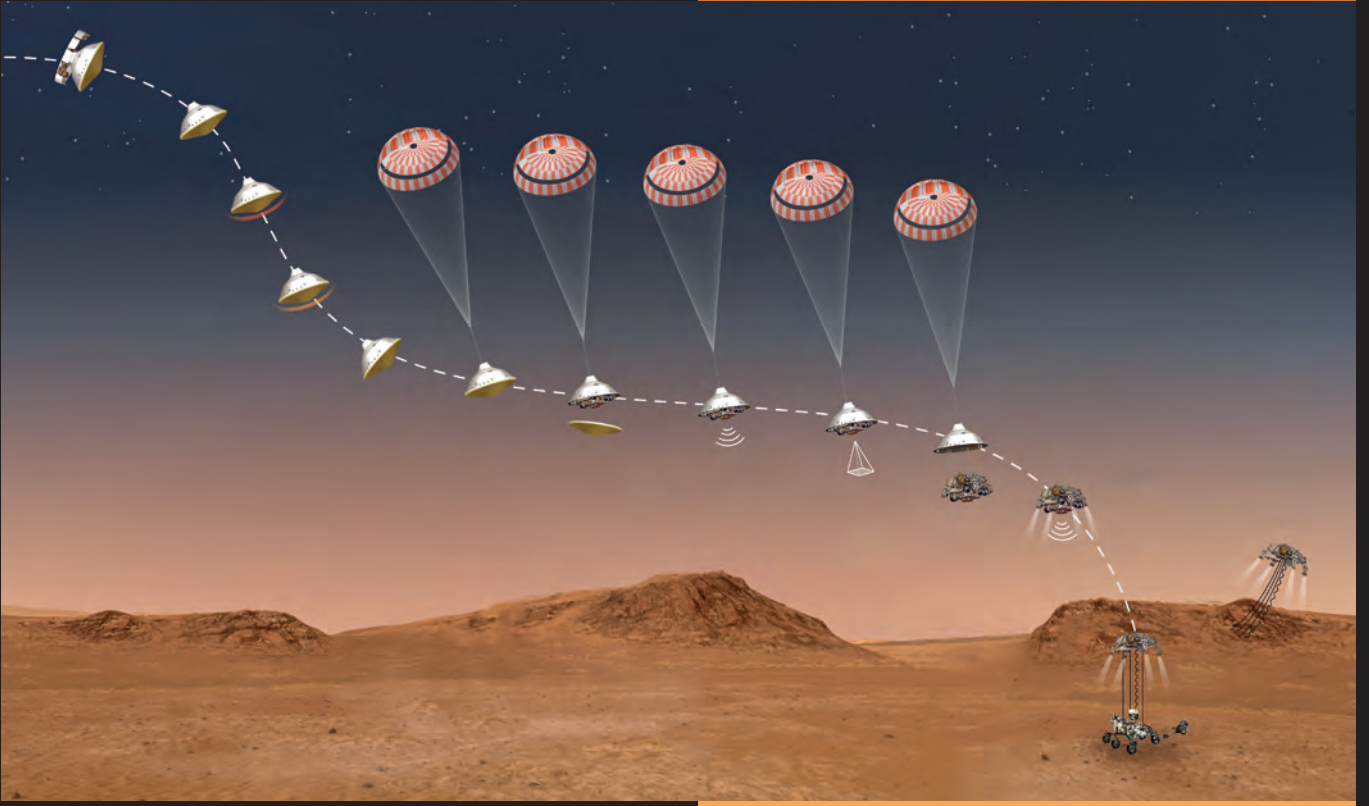
## Türkiye'nin Ay Araştırma Programı

Milli Uzay Programı'nda yer alan Ay Araştırma Programı ile ülkemiz de Ay'da uzay araştırmaları gerçekleştiren az sayıdaki ülke arasında yer alabilecek.

Ay Araştırma Programı'nın ilk aşaması olan Ay'a Sert İniş Projesi'nde Ay'ın yörüngesine ulaşılması ve Ay'ın yüzeyi ile ilk temasın gerçekleştirilmesi hedefleniyor. Ay'a sert iniş yapacak uzay aracımızın 2024'te fırlatılması planlanıyor. TÜBİTAK UZAY; uzay aracının tasarlanması, geliştirilmesi, test edilmesi,



Ay'a Sert İniş Projesi'nde kullanılacak uzay aracı



NASA

fırlatılması ve diğer operasyonlarından sorumlu. Ay'a sert iniş görevinde Delta V Uzay Teknolojileri A.Ş. tarafından geliştirilen hibrit itki teknolojisi kullanılacak.

Programın ikinci aşaması olan Ay'a Yumuşak İniş Projesi'nde ise amaç yumuşak iniş yöntemi ile Ay yüzeyine ulaşılması. Bu aracın 2028 yılında Ay'a gönderilmesi planlanıyor.

Bu yazı TÜBİTAK'ın dijital popüler bilim yayını olan Bilim Genç'te yayınlanmıştır. ■



## Yumuşak ve Sert İniş Ne Demek?

Bir uzay aracının veya roketin bir gök cisminin yüzeyine zarar görmeden inmesine yumuşak iniş denir. Temel olarak gök cismine temas etmek için planlanan ve muhtemelen uzay aracının ciddi hasar alacağı inişler ise sert iniş olarak isimlendirilir.

## Kaynaklar

- <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1966-006A>
- [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/apollo/missions/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/index.html)
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0265964622000029>
- <https://www.planetary.org/space-policy/cost-of-apollo>
- <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-was-apollo-program-58.html>
- <https://curator.jsc.nasa.gov/lunar/>
- <https://www.isro.gov.in>
- <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>
- <https://www.planetary.org/articles/water-on-the-moon-guide>
- <https://moon.nasa.gov/exploration/moon-missions/>
- <https://solarsystem.nasa.gov/moons/earths-moon/in-depth/>
- <https://moon.nasa.gov/inside-and-out/formation/>
- <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>
- <https://www.britannica.com/place/Moon/Distinctive-features>

