

# APOLLO: İnsanoğlunun En

*Son yüz yıl içinde, bir insan hayatına sığabilecek bir sürede insanoğlu, önce uçağı yaptı, sonra uzaya çıktı ve nihayet Dünya'dan başka bir gökcisminde yürüdü. Bilinen insanlık tarihinin hiçbir döneminde insanoğlu, fiziksel çevresiyle etkileşimi bakımından bu kadar hızlı bir değişim ve gelişim içinde olmadı. Bu hızlı gelişim içinde insanoğlunu Ay'a ulaştıran Apollo Programı'nın özel bir yeri var...*

*1960'lara gelindiğinde bilimsel gelişmeler Apollo Programı'na girilmesini mümkün kılıyordu. Ancak, tamamlandığında başlı başına birçok bilimsel gelişmeye yol açan Apollo Programı öylesine dev bir projeydi ki, başlatılmasına ancak en üst düzeydeki siyasi sorumlular karar verebilirdi...*

## Dr.Üstün AYDINGÖZ

**25** Mayıs 1961... Amerikan Kongresi'nde Başkan John Kennedy konuşuyor: "...Bu milletin, bu on yıl bitmeden Ay'a bir insan göndermeyi ve onu salimen Dünya'ya geri getirmeyi taahhüt etmesi gerektiğine inanıyorum. Bu süre içinde hiçbir uzay projesi, insanlık için daha etkileyici veya uzayın uzun vadeli keşfinde daha önemli olmayacaktır ve hiçbirinin gerçekleştirilmesi bu kadar güç ve masraflı olmayacaktır". Kennedy bu açıklamasını yaptığında, Sovyetler Birliği "uzay yarışı"nda öndeydi. İlk uzay aracını onlar fırlatmışlardı, Ay'a ilk aracı onlar yollamışlardı ve birbuçuk ay kadar önce uzaya ilk insanı onlar göndermişlerdi. Amerikalılar, Sovyetlerle aralarındaki mesafeyi kapayabileceklerine ve kapamaları gerektiğine inanıyorlardı. Kamuoyu, Kennedy'nin Ay projesine sıcak bakıyordu ve Amerikan Kongresi 20-40 milyar dolarlık maliyet tahminlerine rağmen, Ay programını büyük çoğunlukla kabul etti.

Kennedy'nin bu tarihi açıklamasından bir yıl önce Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi NASA, Ay çevresine insanlı bir uçuş yapılmasını tasarlamış ve bunun isminin "Apollo" olmasını kararlaştırmıştı (29 Temmuz 1960). Apollo, eski Yunan mitolojisindeki bir Güneş tanrısının adıydı; atların çektiği altın arabasıyla Apollo'nun her gün gökyüzünde Güneş'i sürüklediğine inanılırdı. Amerikalılar 1970'ten önce Ay'a insan indirmeyi kararlaştırdıklarında, bu dev proje Apollo Programı adını aldı.

Apollo Ay uçuşlarında yapılacak olan şey beliydi: Dünya'dan kalkılacak ve 385 bin km uzaklıktaki Ay'a gidilerek yüzeye inilecekti. Ay'a gidenler orada gözlemler yapacak, örnekler toplayacak ve

Dünya'ya bilgi iletecek aletler yerleştirecekti. Sonra Dünya'ya geri dönülecekti. Ancak yalnızca bir tek uçuş yapılmayacaktı. NASA, bu işi defalarca yapabileceği güvenilir bir sistem geliştirmek zorundaydı.

Amerikan yönetimi, üniversiteleri, sanayi kuruluşları ve NASA, büyük bir ortaklaşa çalışma içine girdiler. NASA'nın o dönemdeki başkanı James Webb, "Tarihçiler gelecekteki büyük ölçekli girişimlerin yöneticileri için Apollo Programı'nda birçok dersler bulunduğunu görecekler" demişti. "[Apollo Programı] birdenbire ve dramatik bir şekilde çok sayıda, fazlasıyla güç bilimsel ve teknik problemi çözmek üzere, eylem adamlarıyla düşünce adamlarını yakın çalışma ilişkisine sokmuş oldu".

## AY'A GİDİŞ TEKNİĞİ

Ay'a gidiş kararı verilmişti; ancak nasıl gidileceği belli değildi. İlk çalışmalarda Ay'a gidiş için kullanılabilecek üç teknik ön plana çıktı. Bunlardan birincisi "doğrudan gidiş" olarak adlandırılabilir. Buna göre Dünya'dan kalkacak bir uzay aracı, doğrudan doğruya Ay'a giderek yüzeye inecekti. Burada diğer tekniklerdeki karmaşık buluşma ve kenetlenme işlemlerine gerek yoktu; ancak dev bir roketin kullanılması gerekiyordu.

Başlangıçta, "doğrudan gidiş" ağırlıklı olarak görülürken, zamanla başka bir teknik daha ön plana çıkmaya başladı. "Dünya çevresinde buluşma" adı verilen bu tekniğe göre, önce Dünya çevresindeki bir yörüngeye bir roket sistemi yerleştirilecek, bunu takiben Ay'a gidecek insanları taşı-

# üyük Macerası...

yan bir uzay aracı aynı yörüngeye gönderilecekti. Bu iki araç Dünya çevresinde kenetlenecek ve birlikte Ay'a doğru yol alacaktı. Ay'a yaklaşırken, inici araç sistemden ayrılarak doğrudan doğruya Ay yüzeyine inecekti. Ay'dan kalkışta da araç doğrudan Dünya'ya dönecekti. Bu teknik ile daha küçük araçların kullanılması mümkün olacaktı.

Üçüncü teknik ise "Ay çevresinde buluşma" olarak gündeme geldi. Bu teknikte ana araçtan Ay çevresinde ayrılacak bir inicin Ay yüzeyine inmesi ve sonra Dünya'ya dönüş yolculuğu için tekrar ana araca dönmesi ve onunla kenetlenmesi söz konusuydu. Burada kullanılacak araçların boyutlarının daha da küçük olması mühendislerce bu tekniğin önemli bir avantajı olarak değerlendiriliyordu.

Üçüncü teknikle ilgili çalışmalar devam ededursun, NASA yetkilileri 1962 ilkbaharında Kongre'deki bütçe görüşmelerinde Apollo için en uygun tekniğin "Dünya çevresinde buluşma", bunun yedeğinin de "doğrudan gidiş" olduğunu söylediler. "Ay çevresinde buluşma"nın ise ilginç bir yaklaşım olduğunu belirttiler.

"Ay çevresinde buluşma"nın, görünüşteki en



İnsanoğlunu Ay'a götüren Saturn V roketinin tasarımcısı von Braun (sağ başta).



Ay'a ilk iniş yapan Apollo 11 ekibinin 18500 km uzak-tan çektikleri Ay fotoğrafı.

önemli zayıf noktası çok riskli olmasıydı. Ay çevresinde kenetlenme çok zor bir işti ve başarılmazsa sonuç tek kelimeyle facia olurdu. Ayrıca bu teknikte Ay'a gönderilmesi planlanan üç kişiden biri zorunlu olarak Ay'a inmeyecek, Ay çevresindeki ana araçta kalacaktı.

Ancak "Ay çevresinde buluşma"nın getirdiği önemli bir olanak vardı: Ana araç ve inici araç ayrı gruplarca geliştirilebilirdi. Bu durum idari planlama açısından önemli bir kolaylık ve zamana karşı yürütülen bu çalışmada belirgin bir çabukluk getirebilirdi. Yapılan hesaplamalar, "Ay çevresinde buluşma"nın diğer sistemlere göre Ay'a inişi 6-8 ay daha önce mümkün kılacağını ve 1,5 milyar dolar daha ucuza malolacağını gösterdi. 1962 Temmuz'unda "Ay çevresinde buluşma", Ay'a gidiş tekniği olarak resmen kabul edildi.

Amerikalılar Ay'a insan göndereceklerini açıkladıklarında, yalnızca bir tek insanlı uzay uçuşu gerçekleştirmişlerdi. Ay'a gitmek bir tarafa, öncelikle Dünya çevresindeki yakın bir yörüngeye güvenli bir şekilde uçuş yapabileceklerini göstermek ve deneyim kazanmak zorundaydılar. İşte bu deneyim ve bilgi birikimi ile kendine güven duygusunu Mercury ve Gemini Projeleri sağladı. 1963'e kadar süren Mercury Projesi'ndeki 6 uçuşun her birinde birer astronaut uzaya çıktı. Gemini Projesi ise adını ikizler takımyıldızından alıyordu ve 1965-66 yıllarında yapı-

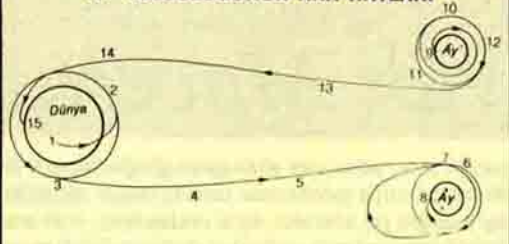
İlan 10 uçuşun her birinde ikiye astronot yer aldı. Gemini uçuşları, Ay projesinde çok gerekli olacak buluşma ve kenetlenme konularında Amerikalıların büyük deneyim kazanmalarını sağladı. Gemini uçuşlarına katılan astronotların tamamına yakını, daha sonra Ay uçuşlarında görev aldı.

## APOLLO UZAY ARAÇLARI VE İNİŞ YERLERİ

Ay'a hangi teknikle gidileceği belirlendikten sonra Apollo uzay araçları için ihaleler açıldı. Ay modülünü ayrı, kumanda ve servis modülünü ayrı şirketler yapacaktı. Ayrıca bu uzay araçlarını Ay'a götürececek itici gücü sağlayacak olan dev bir roket sistemi üzerinde çalışmalar sürüyordu. Bu, II. Dünya Savaşı sonrasında ABD'ye getirilen Alman mühendis Wernher von Braun'un geliştirdiği Saturn V roketi idi. İnsanoğlunun yaptığı en güçlü roket olan Saturn V, üç ayrı ana-kısımdan oluşuyordu ve bu kısımların her biri de ayrı şirketlerce imal edilecekti.

Apollo uzay araçlarının ve roketinin ana birimlerini yapan şirketlerden başka, bir de bu ana birimlerin daha küçük alt-birimlerini (örneğin, Ay modülünün soğutma düzenini) yapan ikincil şirketler vardı. NASA'nın görevi, bütün bu şirketler arasındaki uyumlu çalışmayı yönetmek, yapılan işleri kontrol et-

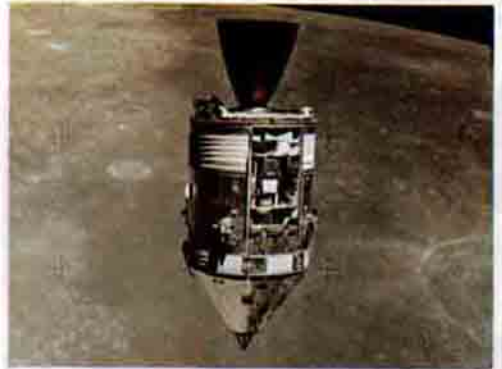
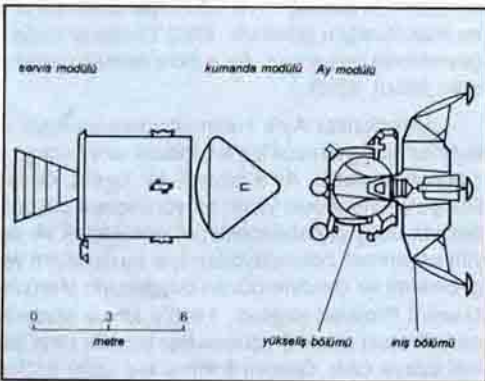
## AY YOLCULUĞUNUN ANA HATLARI



- 1) fırlatılış
- 2) Dünya çevresinde yörüngeye giriş
- 3) Ay'a doğru ateşleme
- 4) kumanda modülünün Ay modülü ile kenetlenmesi (Bkz. Sayfa 34)
- 5) yol-ortası düzeltme manevrası
- 6) Ay çevresinde yörüngeye giriş
- 7) Ay modülünün ayrılışı
- 8) Ay'a iniş
- 9) Ay'dan kalkış
- 10) Ay çevresinde buluşma ve kenetlenme
- 11) Ay modülünün ayrılıp Ay'a düşmesi
- 12) Dünya'ya doğru ateşleme
- 13) yol-ortası düzeltme manevrası
- 14) servis modülünün bırakılması
- 15) kumanda modülünün okyanusa düşmesi

## APOLLO UZAY ARAÇLARI

**Servis modülü :** Uzay aracının en ağır kısmıydı. Gerekli maddelerin büyük kısmından başka Ay çevresinde yörüngeye girmek ve oradan çıkmak için gerekli ana motoru da içeriyordu. **Kumanda modülü :** Üç kişilik ekibin yaşadığı kısımdı ve bir kontrol merkezi görevindeydi. Ekiptekilerden biri uçuş boyunca sürekli bu kısımda kaldı. Koni şeklindeki bu kısmın tabanında Dünya atmosferine girişte gerekli koruyucu özel yalıtım tabakası bulunuyordu. **Ay modülü :** Ekiptekilerden ikisi Ay'a iniş için bunu kullanırlardı. Apollo 15'ten itibaren bu aracın iniş bölümünün deposunda bir Ay arabası taşındı. İniş bölümünde Ay yüzeyine ulaşmayı kolaylaştıran bir merdiven bulunuyordu ve bu bö-



Apollo 15 kumanda ve servis modülünün bu fotoğrafı Ay modülündeki astronotlar tarafından çekilmişti. Arka planda Ay'ın Durgunluk "Denizi" bölgesi görülüyor.

lüm, üzerinde yer alan yükseliş bölümünün Ay'dan kalkışında bir tür rampa gibi görev görüyordu. Yükseliş bölümünün Ay'dan kalkışı sağlayacak roket motoru vardı. Yükseliş bölümü, Ay'dan kalkıp Ay çevresinde kumanda modülü ile kenetleniyor, iki astronot kumanda modülüne geçtikten sonra da Ay yüzeyine düşmek üzere bırakılıyordu.

mek, bazı birimleri geliştirmek, bu arada gerekli uzay uçuşlarını gerçekleştirmek ve bütün işlerin öngörülen zaman içinde bitirilmesini sağlamaktı. 1960'ların ortalarında Amerikan sanayi kuruluşlarında 390 bin, NASA merkezlerinde 33 bin, üniversitelerde 10 bin olmak üzere toplam olarak yarım milyona yakın insan Apollo Programı için çalışıyordu.

Apollo uzay aracı iki ana birimden oluşuyordu: Kumanda ve servis modülü ile Ay modülü. Kumanda ve servis modülü, uçuşun sonlarına kadar tek bir birim olarak da düşünülebilir. Bir koniye benzeyen kumanda modülü, Dünya'ya dönerken atmosfere giristen önce servis modülünden ayrılacaktı. Kumanda modülünü, atmosfere saniyede 11 km'lik müthiş bir hızla girerken oluşacak sürtünmenin yaratacağı muazzam ısıdan, tabanında yer alan özel bir yalıtıcı tabaka koruyacaktı. Üç astronottan biri uçuşun tamamını, diğer ikisi ise büyük kısmını bu araçta geçirecekti. Kumanda modülü 3,5 m uzunluğunda, 4 m çapında ve 6 ton ağırlığındaydı.

Servis modülü, yolculuk sırasında gerekli olan oksijen, enerji üretim teçhizatı ve enerji üretiminin bir yan ürünü olan su için bir depo görevi görüyordu. Ayrıca arka kısmında bir roket sistemi vardı. Servis modülü 4 m çapında, 7 m uzunluğunda bir silindirdi ve 26 ton ağırlığındaydı.

Ay modülü ise 7 m yüksekliğinde 16 ton ağırlığında ilginç görünüşlü bir uzay aracıydı. Görevi, Ay çevresindeki yörüngeden iki astronotu Ay'a indirmek, onlar için Ay'da bir üs olmak, Ay'dan kalkışta ise üst kısmını yörüngedeki kumanda ve servis modülüyle kenetlenmek üzere göndermekti. Ay modülünün alt kısmı Ay'da kalacaktı.

Evet, Apollo uzay araçları bunlardı: İki ana birim, 17 ton alüminyum, çelik, bakır, titanyum ve diğer sentetik maddeler, 33 ton yakıt, 4 milyon parça, 65 km uzunluğunda tel, 26 alt-sistem, 1088 düğme...

Apollo uzay araçlarının bütün alt-sistemlerinin hayatı işlevleri vardı. Bu karmaşık alt-sistemlerden biri "çevresel kontrol sistemi" idi. Bu sistem, verimlilik ve güvenilirlik açısından bir mühendislik harikasıydı. Bir dalgıcın oksijen tüpü yaklaşık 60 dakikalıktır; Apollo'da aynı miktarda oksijen 15 saat kullanılabilirdi; çünkü solunan havadaki CO<sub>2</sub> ayıştırılarak oksijen tekrar sisteme sokuluyordu. Aynı zamanda kabin sıcaklığı uygun bir düzeyde tutuluyor, rutubet ve kokular gideriliyordu. Dahası, aynı sistem, uygun kabin basıncını muhafaza ediyor, sıcak ve soğuk su ile, elektronik aksamı uygun sıcaklıkta tutacak bir soğutucu sıvının dolanımını sağlıyordu (uzayın ağırlıksız ortamında konveksiyon akımları bulunmadığı için cihazların soğutulması sıvı dolanımı düzenekleriyle sağlanıyordu). Astronotların hayatı bu sisteme bağlı olduğu için, sistem birimlerinin çoğunun yedekleri de vardı. Yine de bütün bu sistemin büyüklüğü, pencerelere yerleştirilen soğutuculardan pek fazla değildi.

Güvenlik önlemi olarak çeşitli alt-sistemlerin yedeklerinin de bulunması, Apollo uzay araçlarının önemli bir özelliği idi. Bir anza veya tehlike durumunda bunlar devreye girecekti. Yine de, uçuş senaryosunun öyle bölümleri vardı ki, buralarda birer alternatif söz konusu değildi. Örneğin, Ay'dan kalkışta, Ay modülünün kullanabileceği bir tek motoru (ve roketi) vardı; eğer bu motor çalışmazsa, Ay yüzeyindeki iki astronot oksijenleri tükenip ölünceye kadar orada kalmaya mahkumdu. Çünkü civardaki tek uzay aracı olan kumanda ve servis modülü Ay'a inemezdi. Felaket senaryolarına başka bir örnek de, Ay modülünün Ay yüzeyine indiğinde, 45 dereceden daha eğik bir açıyla durması halinde astronotların Ay'dan kalkış yapamayacağı idi.

Bir yandan Apollo uzay araçları yapılırken, bir yandan da bu araçlarla Ay'a gidecek ekipler ve Ay'-

### APOLLO KUMANDA MODÜLÜ





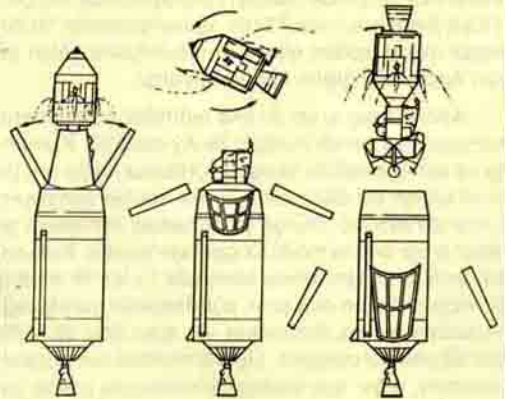
*Binlerce yıldır Ay'ı seyreden insanoğlu Apollo uçurları sırasında ilk defa Ay'dan kendi gezegenini görecek.*

da inilecek yerler saptanıyordu. Apollo astronotları başka bir yazımızın konusu olacak. Ay'da inilecek yerlerin seçimine gelince... Aslında, Ay uzun yıllar boyunca Dünya'dan teleskoplarla incelenmişti. Ancak Ay yüzeyinin nasıl bir yer olduğu bilinmiyordu. Ay'a inilecek araçların yüzeye "batacaklarını" düşününler vardı. Güvenlik açısından ayrıntılı haritaların ve yüzey özellikleriyle ilgili bilgilerin elde edilebilmesi için bir seri insansız uzay aracı Ay'a gönderildi. Bunlardan üç Ranger aracı Ay'a düşüp parçalanmadan önce Dünya'ya radyo sinyalleri halinde resimler gönderdi. Beş tane Surveyor aracı ise yüzeye yumuşak iniş yaptı. Ay çevresinde yörüngeye giren beş Lunar Orbiter de önemli bilgiler sağladı. Sonuçta hem Ay yüzeyinin ayrıntılı haritaları elde edildi, hem de Ay çevresindeki radyasyon ve meteor düzeylerinin tehlikeli boyutta olmadığı anlaşıldı. Ancak yine bu araçların sağladığı veriler gösterdi ki, Ay'ın iç yapısındaki değişik kitle birikimleri önemli ölçüde çekimsel değişikliklere yol açmaktadır; planlayıcılar hassas Apollo rotalarının belirlenmesinde bu durumu göz önüne aldılar. Göz önüne alınan başka bir noktada da, iniş güvenliği açısından Ay'da inilecek yerlerin Ay ekvatoruna yakın bölgelerde seçilmesi; bu durum ilk üç inişte (Apollo 11, 12 ve 14) daha belirgindi, son üç iniş (Apollo 15, 16 ve 17) için yer seçimleri biraz daha cüretkardı.

## BİR KAZA VE SONRASI

Apollo Programı bütün hızıyla devam ederken, 27 Ocak 1967'de meydana gelen bir kaza her şeyi altüst etti. O Cuma günü, üç astronot (Edward White, Virgil Grissom ve Patrick Chaffee), Cape Kennedy'deki rampada duran roketi, fırlatılış provası yapmak üzere çıkmıştı. Astronotlar uzay aracındayken, yaklaşık bin kişi de önlerindeki kontrol panellerinden onları ve uzay aracının çeşitli sistemlerinin yerdeki performansını izliyordu. Birden kapsüldeki astronotla-

## AYRILMA VE KENETLENME



*Apollo, Dünya çevresindeki yörüngesinden Ay'a doğru ateşlendikten sonra yol almaktayken gerçekleştirilen bu önemli manevrada kumanda ve servis modülü, Saturn V roketinin üçüncü (yani en üstteki) kısmından ayrılarak biraz uzaklaştıktan sonra 180° dönüyor, yaklaşıyor ve Ay modülü ile kenetleniyordu. Sonra Ay modülü koruyucu kalkanından çıkarılıyor ve Ay modülü ile kumanda ve servis modülü Ay'a kadar, kenetlenmiş olarak yol alıyordu.*

rın sesi duyuldu: "Burada yangın çıktı". Üç astronot kurtarılamadı.

Amerikalılar daha hiçbir Apollo uçuşu yapmadan yerdeki bir prova sırasında üç astronotlarını kaybetmişti. Bir şeyler yanlış olmalıydı. Bu kaza NASA yöneticilerini Apollo Programı'nı yeniden gözden geçirmeye itti. Planlanan uçuşlar süresiz ertelendi. Apollo'nun bütün güvenlik unsurları gözden geçirildi. Bazı sistemlerde ve özellikle de uzay aracının kapağının içeriden kolayca açılmasını sağlamak üzere ulaşım sisteminde değişiklikler yapıldı (Haziran 1967 - Temmuz 1969 arasında onaylanan değişikliklerin sayısı 1341'dir). Tabii bütün bu işler zaman aldı. Kazadan sonraki ilk insanlı hazırlık uçuşu 21 ay sonra, yani Ekim 1968'de yapılabilirdi. Yani "bu onyıllar" bitimine 15 aydan kısa bir süre kala...

Evet... Sizler bu hikâyenin sonunu biliyorsunuz: 21 Temmuz 1969'da, yani "1970'ten önce", Ay'a ayak basıldı. 1967'den itibaren olanlar bundan sonraki yazımızda anlatacağız. □

**Bu yazının devamını ve Dr.Üstün Aydingöz'ün Ay'a inen astronotlardan James Irwin ile yaptığı söyleşiyi önümüzdeki sayıda yayınlatacağız.**