



Dr. İ. Ethem DERMAN*

Apollo projesi çerçevesinde Temmuz 1969'da Ay'a ilk kez Neil Armstrong ayak bastı. 2,5 yıl süren projede, toplam altı Appolo ile bir düzine ASTRONOT Ay'da tam 300 saat çalıştılar, yüzeyde Ay aracı ile ve yürüyerek 90 km yol katettiler ve 1850 kg Ay toprağını Dünya'ya taşıdılar. 1972 yılının Aralık ayında, son Appolo da başarı ile Dünya'ya döndüğünde, tüm insanlar bundan sonra ne olacak diye soruyordu. Zamanın ünlü rock gruplarından Şikago "Bundan sonra nereye gideceğiz?" adlı şarkıyı müzikseverlere sunmuş ve parça çok başarılı bulunmuştu. Uzun teknolojinin zorluklarını bilmeyen kişilerin tüm düşüncesi, artık insanlığın Ay'dan sonra yakın gezegenlere de gidip araştırma yapacağı şekilindeydi. Fakat böyle bir projenin gerçekleştirilmesi için yeni uzay teknolojisi gerekiyordu ve bilim adamlarının kafasından böyle bir olasılık dahi geçmiyordu.

Son Appolo'dan bu yana geçen 13 yıllık zaman aralığı, ilginç uzay araçlarının yapımı ve her gün keşfedilen yeni aygıtları sayesinde bilim adamlarını, Mars'a insan göndermekten önce Ay'a insanlı bir üs kurmanın olabildiğini tartışmaya yöneltmiştir. Mars gezegenine insanlı bir uçuş, sadece aracı gönderen ülkeye prestij sağlayacaktır. Ay'a gidildiği gibi. Fakat Ay'a bir üs kurmanın düşünülen ekonomik, bilimsel ve askeri amaçları gerçekleşirse, harcanan büyük ölçüde paranın karşılığı alınmış olacaktır. Bu amaçları biraz açmaya çalışalım.

Uzaya fırlattığımız her araç çok miktarda yakıt tüketmektedir. Uzay istasyonu 1990'lardan sonra çalışmaya başladığında ekonomik olması bakımından birçok uydu, yerleşmesi gereken yörüngeye, tıpkı uzay mekiğinden gönderildiği

Supitnik aracı, 1957 yılında yola çıktı. Şundan bu yana birçok uzay projesi hazırlandı ve bunların çoğu gerçekleştirildi. Projelerden bazıları zaman ve bütçe bakımından diğerlerinden hemen ayrılıyordu. Geniş Ölçekli projeler adı verilen, "Appolo, Dış Gezegenleri Araştırma ve Uzay Mekiği" projeleri, ABD'nin gerçekleştirdiği geniş ölçekli izencelere örnektirler. Çok önceden uzun uzun tartışılan ve daha sonra planlaması yapılan bu projeler gerekli bütçe sağlandığında gerçekleştirme sürecine girmektedirler. Örneğin, yapımı kabul edilen iki geniş ölçekli proje; yani "yıldız savaşları" ve "uzay istasyonu" projeleri bugün yapım evresindedir. Bu yazıda sözünü edeceğimiz proje 2000 yılından sonra gerçekleştirilmesi düşünülen ve bugün henüz tartışma evresinde olan "İnsanlı Ay Üssü" projesidir. Bu önemli projenin nasıl gerçekleştirileceği, amaçlarının neler olduğu ve maliyetini bu yazımızda açıklamaya çalışacağız.

gibi uzay istasyonundan gönderilecek. Bu yakıtın Dünya'dan uzay istasyonuna getirilmesi, Ay'dan taşınmasından daha pahalıdır. Roket yakıtının % 85'i sıvı oksijen, % 15'i ise hidrojen meydan gelmektedir. Ay yüzeyinde ise demirle beraber, demiroksit durumunda bol miktarda bulunan oksijeni, demirden ayırıp elde etmek çok kolaydır. Üretilen sıvı oksijen, hem Ay yüzeyinde kullanılacak taşıtlarda, hem de çıkarılan madenleri Dünya'ya taşıyacak araçlarda; bunun dışında, uyduların ve her türlü uzay sondalarının uzay istasyonundan fırlatılmasında kullanılabilir. Ay yüzeyinde yapılacak madencilik ile alüminyum, magnezyum, krom ve mangan cevherleri çıkarılabilir ve bu metaller yeni yerleşim merkezleri, yeni uydular ve yeni uzay istasyonlarının yapımında kullanılabilir.

Gerçekleştirilmesi düşünülen bilimsel amaçların başında Ay'ın yapısını ve kökenini araştırmak geliyor. Appolo projesi çerçevesinde getirilen Ay taşlarının 10 yıldan uzun süren incelemeleri, henüz bilim adamlarının tüm sorularını yanıtlanamamıştır. Ay'ın nasıl oluştuğu konusu bir bilmece durumundadır. Taşların incelenmesi, ileri sürülen kuramların hiç birini doğru kılmak sonuçlar vermemiştir. Sadece kimyasal yapılarının çok benzer olması, Ay'ın Dünya'dan koptuğu fikrini biraz desteklemektedir. 5 milyar yıl önce, oluşumları sırasında ayrılan bu iki gök cismi üzerinde bulunan en yaşlı yapı, Ay'da 4,6, Dünya'da ise 3,75 milyar yıllıktır. Bu ise, Ay'ın daha çabuk soğuyup katılaştığını göstermektedir. Bununla beraber, Ay yankülerinin niçin asimetrik olduğu; yani bize bakan yüzeyinde Ay kabuğunun kalınlığı 60 km iken, görmediğimiz yüzeydeki kabuk kalınlığı niçin 20 km yöresin-

*A.Ü.Fen Fak. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü



*Dünyamızın uydusu Ay, öteden beri insanların ilgisini çekmiştir. Ama artık ilgiden öte, insan-
noğlu Ay'dan nasıl yararlanacağının yollarını
aramaktadır.*

dedir sorusu yanıtlanamamıştır. Ayrıca, niçin Ay denizleri-
nin, bize bakan yüzeyde diğer yüzeye göre çok olduğu da
bilinmemektedir. Bu nedenle, yerbilimciler Ay'a depremya-
zar gibi çok sayıda ve tüm yüzeye yayılacak şekilde aygıtlar
yerleştirip, bu tür soruların yanıtlarını bulmayı ümit ediyorlar.

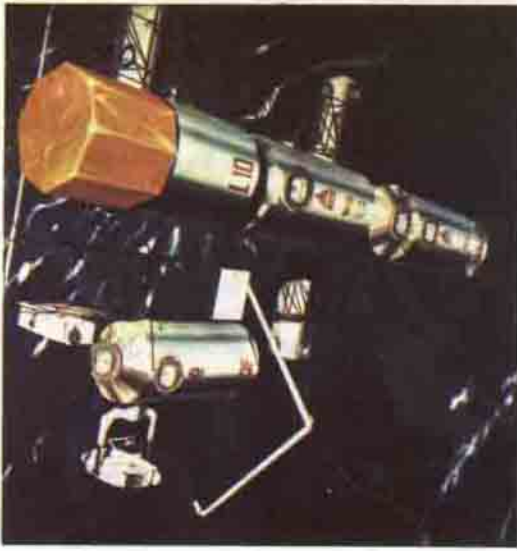
İkinci grup bilim adamı, kuşkusuz gökbilimciler. Bun-
ların amacı, Ay ile ilgili çalışmalar yapmak değil; Ay'ın at-
mosfersiz yüzeyinden yararlanmak. Dünya atmosferi, yeryü-
zünden yapılan gözlemleri çok etkilemektedir. Bunların ba-
şında meteorolojik olaylar gelmektedir. Fakat en önemlisi,
hava açık olsa dahi, hava katmanının varlığı ve ışığın bu or-
tamda çok küçükte olsa kırılması, gözlemleri çok etkilemek-
tedir. Gökbilimcilerin amacı, tüm gözlem araçlarını Ay yü-
zeyine yerleştirip oradan gözlem yapmak. Dünya'da çok radyo
yayını olduğundan, dışarıdan gelebilecek aynı frekanstan bir
yayını algılamak olanaksızdır. Buna radyo kirlenmesi denmek-
tedir. Dış uzayda zeki canlı yaşam arayan gökbilimciler, Ay'-
ın görünen kenarındaki bir dağ silsilesinin arkasına yerleşti-
rilecek bir radyoteleskopla dış uzayı dinlemek istiyorlar. Bir
başka grup radyo gökbilimci ise, Dünya atmosferinin so-

ğurduğu düşük frekanslı radyo bölgesinde gözlem yaparak,
gökcisimlerini, tayfın bu bölgesinde de incelemek istiyorlar.
Optik bölgede gözlem yapan ve 21. yüzyıldan önce Dünya'-
nın en büyük 25 metre çaplı teleskobunu planlayan gökbi-
limciler ise söz konusu bu dev teleskobu Ay'a yerleştirmeyi
düşünmektedirler. Çünkü eğer bu düş gerçekleşirse, ışın bir-
iktirme yönünden 2.5 metrelik uzay teleskobundan 100 kez
daha güçlü olacak bu dev teleskopla, başka yıldızların etraf-
larındaki gezegenler rahatlıkla izlenebilecek.

Son yıllarda uzay mekiğinde ve uzay laboratuvarında ger-
çekleştirilen birçok ürünü, Ay yüzeyine kurulacak fabrikalar-
da yapmak mümkün olacaktır. Bu ürünler, düşük çekim al-
tında yapıldığında çok iyi sonuç veren bir takım ilaçlar ve
entegre devrelerdir. Böyle bir üretim merkezi için özel şir-
ketlerin büyük ölçüde yatırım yapacağına kesin gözü ile ba-
kılmaktadır. Ayrıca, yine düşük çekimde gerçekleştirilmesi
gereken birçok bilimsel deney Ay yüzeyindeki laboratuvarlar-
da yapılabilecek ve düşük çekimin olmasından dolayı, bilim
adamları daha duyarlı sonuçlara ulaşabilecektir. Askeri yön-
den düşünüldüğünde, Ay üssünün ne denli yararlı olduğu tar-
tışma götürmez bir gerçektir. Yıldız savaşlarında yok olacak
uydu birimlerinin yerine, yenileri Ay üssünden sağlanacak-
tır. Yine Ay üssünden sağlanacak uzay araçları ile düşmana
uzaydan saldırmak, büyük üstünlük sağlayacaktır. En önem-
lisi de büyük nükleer bir savaştan sonra Dünya'da, uzun sü-
re canlı yaşam kalmayacaktır. İnsanın, soyunu sürdürebilmesi
için, uzayda bir yerde büyük bir koloni halinde yaşamın sür-
mesi gerekir. Bu iş içinde en uygun yer Ay üssüdür.

Ay üssünün yapım amaçlarını sıraladıktan sonra, söz
konusu üssün nasıl gerçekleştirileceği konusunda bilim adamlarının
planlarına bir bakalım. Düşünülen Ay üssünün, yaşa-
mı sürekli kilacak sistemlere sahip üs içerisindeki hava ve
suyu sürekli temizleyip tekrar kullanabilecek yapıda olması
düşünülmektedir. Üssün ilk biriminin, uzay istasyonu gibi si-
lindir yapıda olması planlanmaktadır. Alüminyumdan yapıla-
cak bu birim, 3 metre derinliğinde bir çukura yerleştirilecek
ve zararlı kozmik ışıdan korunmak için çevresi 2 - 2.5 metre
Ay toprağı ile örtülecek ve gerekli enerji, küçük bir nükleer
reaktör ile sağlanacak. Birim için Güneş enerjisinden yarar-
lanmak çok pratik değildir; çünkü Ay'da 15 gün gece, 15
gün gündüz egemen olduğundan, 15 gün süren gece boyun-
ca, üs enerjiden yoksun kalacaktır. Modül de denilen bu ba-
sıncılı binimlerde ve Ay toprağında buğday ve mısır yetiştir-
mek mümkün. Dolayısıyla üssün çok kısa zamanda kendi ken-
dine yeteceği hesaplanmakta. Bununla beraber su ve azotun
Ay'da olmaması, büyük talihsizlik. Bu tür gereksinimlerin
Dünya'dan karşılanması zorunlu olmaktadır.

Diğer bir grup bilim adamı da Ay üssünün yapılışını
şöyle planlamaktalar: 1992 yılında Uzay İstasyonu çalışmaya baş-
ladıktan sonra yapılacak insansız otomatik Ay araçları ile en



Bilim adamlarının yaptıkları planlara göre uydumuz Ay üzerinde yapılacak üssün ilk birimleri. Dünya çevresindeki uzay istasyonunda yapılacak ve Ay'a taşınacak. Yukarıdaki fotoğrafta uzay istasyonunda yapılmı gerçekleştirilen birim (alttaki silindir) görülüyor

İyi yerleşim merkezinin seçiminin ardından, küçük geçici bir birimi 2007 yılında; yani uzay çağının başlangıcının 50. yılında Ay yüzeyine yerleştirilir. Tam otomatik çalışan deneme fabrikaları faaliyete geçerek, yapı için gerekli çimento, cam ve çelik üretmeye başlar. Aynı anda, hem yaşamı sürekli kılmak, hem de roket yakıtı olarak kullanmak için oksijen üretimi sürdürülür. Yılda 20 araştırmacı ve teknisyeni barındıracak kalıcı üs gerçekleştirildikten sonra, yiyecek için küçük hayvanlar ve bitkiler yetiştirilebilir. Uzay feribotları da Ay'da üretilen oksijen ve yapı malzemelerini, hem Ay hem de Dünya etrafında dönen yeni uzay istasyonlarına taşıyarak, bu istasyonların büyümesini sağlar.

ABD'den bir özel şirketçe hazırlanan planda ise Ay'da insansız, tam otomatik madencilik yapılması düşünülmektedir. Fabrika, iki Ay kondusu ve iki uzay feribotundan oluşan bu üs, televizyon kameraları sayesinde yeryüzündeki teknisyenler tarafından uzaktan kumanda ile yönetilecektir. Üsteki fabrika, oksijen ve hidrojenle oluşan normal roket yakıtından başka, silane adı verilen ve silisyum ile hidrojen karışımından meydana gelen başka bir yakıt daha üretebilecektir. Silane yakıtı ile çalışan Ay konduları, işlenmemiş maden cevherlerini yükleyerek havalanacak ve yükü, yörüngedeki feribota aktaracaklardır. Uzay feribotu yükü ile Dünya'ya hareket edecek ve Dünya etrafında yakın bir yörüngede (örneğin uzay mekiğinki gibi) dönen maden fabrikasına getirecektir. Yükünü aktaran Ay kondusu Ay'a geri dönerken, Dünya'dan gelen ikinci feribotla buluşarak, Dünya'dan ithal edi-

len ve Ay'da da silane adı verilen yakıtı üretmede kullanılacak hidrojeni yükleyecek ve Ay üssüne götürecektir. Bu sırada, işlenmemiş maden cevheri taşıyan ikinci Ay kondusu birinci buluşma noktasına gelen ve daha önce hidrojen yükünü birinci Ay kondusuna aktarmış olan uzay feribotuna bu yükünü boşaltacak ve maden cevheri ile hidrojen dolaşımı bu şekilde sağlanmış olacaktır. Böyle bir teknikle, yılda 600 ton sıvı hidrojen ve silane üretilebileceği ileri sürülmektedir.

Yapılan bütçe hesapları Ay üssünün maliyetinin 52 ile 90 milyar dolar arasında değiştiğini göstermektedir. Ortalama olarak 70 milyar dolar (40 trilyon lira) dersek, bunun Apollo projesine harcanan miktar (73 milyar dolar) ile hemen hemen aynı olduğu görülmektedir. Apollo projesi için gerekli para 11 yıl da biriktirilip harcandığı halde, Ay üssü projesi için bu zaman aralığı 25 yıldır. Her ne kadar bütçenin tam olarak ne olacağı bugünden kestirilemiyorsa da Ay üssü için ortalama yılda 6 ile 9 milyar dolar arasında para harcanacağı ve bunun da Apollo, Uzay Mekiği ve Uzay İstasyonlarına yılda harcanan miktar ile aynı olduğu ileri sürülmektedir. Miktarın diğer büyük ölçekli projelere göre çok olmadığı görülmekteyse de şu anda iki büyük projeyi yürüten NASA için Ay üssü bir düş gibidir. Bir çıkar yol, uzay istasyonunda olduğu gibi projeyi uluslararası yapmaktır. Avrupa ülkeleri, Japonya ve Kanada bugünden böyle bir projeye girmeye gönüllü gözükmüyorlar. Bu konuda Sovyetlerle işbirliği ise daha uzun yıllar olanaklı görülmemektedir.

Uluslararası bir işbirliğine en büyük engel, süper güçlerden değil, mini güçlerden kaynaklanmaktadır. Birleşmiş Milletler'in "uzayın barışçıl amaçlarla kullanılması" komisyonu tarafından onaylanmış ve Ay antlaşması olarak bilinen yasaya göre, Ay insanlığın ortak bir mirasıdır. Bu nedenle, üçüncü dünya ülkeleri teknoloji ve finansman olarak bir katkıda bulunmamalarına karşın, Ay yüzeyinde yapılacak çalışmalarından ve kazançtan pay isteyebilmektedirler. Uzay teknolojisinde ileri ülkeler ise böyle bir isteme tamamen karşı olup, herhangi bir pay verme düşüncesinde değildirler. Dolayısıyla da karşı planları hemen hazırlamaktalar. Mevcut uzay yasaları barış amaçlı uluslararası işbirliğinden yanadır ve bu işbirliği ile Ay endüstrisi faaliyete geçer, her türlü servis, ulaşım ve güvenlik sağlanır. Böyle bir kuruluş tüm ülkelere açıktır, gelip her tür araştırmalarını yapabilirler denmektedir.

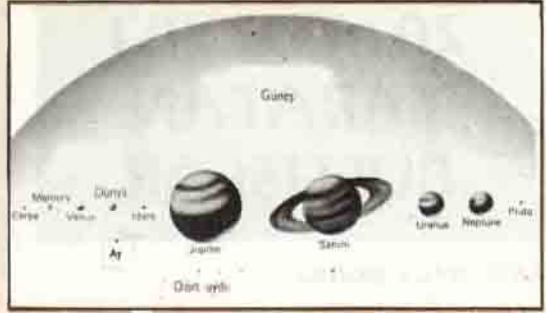
Reagan'ın bilim danışmanı ve NASA müdürünün proje hakkında olumlu fikir ileri sürmelerine karşın, bütçe, zamanlama ve gerekli teknoloji konusundaki belirsizlikler giderilmeye kadar; yani daha ayrıntılı planlar hazırlanmaya kadar, Ay üssü bir düş olmaktan ileri gidememektedir. Fakat mevcut planları yapan bilim adamları proje konusunda çok iyimserler. Bunlardan birine sorulan "Ay'da atölyeler ne zaman faaliyete geçecek" sorusu, "ilk birim 1995 yılında kurulabil-

AY NASIL DOĞMUŞ OLABİLİR?

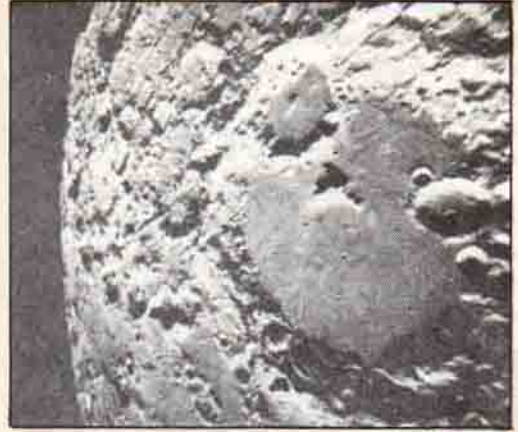
Ay gerçekten, Mars gezegeni büyüklüğünde bir gezegen Dünya'ya çarptığı zaman ortaya çıkan kalıntılardan mı oluşmuştur? Carnegie Enstitüsü astronomlarında George Wetherill'in bilgisayar hesaplamalarına göre, Güneş Sistemi'nin ilk günlerinde bu tür afetlerin ortaya çıkması olağandır.

Wetherill bu hesaplamalar dayanarak, Güneş Sistemi'nden önce var olan gaz ve toz bulutundan şekillenen, yaklaşık 500 dolayındaki yarı gezegen büyüklüğündeki gök cisimlerinin evrimini çizdi. Bu gök cisimleri, günümüzde Merkür, Venüs, Dünya ve Mars gezegenlerinin bulundukları, Güneş sisteminin iç bölgelerine dağılmışlardı. Araştırmacının yaptığı on ayrı bilgisayar programı, bu gezegenlerden üç ya da dördünün başlangıçta Dünya boyutunda olduğu şeklinde sonuçlandı. Daha da ötesi hesaplamalar, Yer yüzüne Mars kütlelerinin üç katı büyüklüğünde gök cisimlerinin de çarpmış olabileceğini gösterdi. Wetherill'e göre böyle bir çarpışmanın sıcaklığı, her iki cismin de erimesine yol açacak ve var oluşlarındaki atmosferlerinin ortaya çıkmasını sağlayabilecekti.

Bu açıklamalar bir başka bilmeceye de çözüm getiriyor: Büyük ölçüde erime sonucu demir, gezegenin merkezine akmış olabilir. Bu da Dünya'nın erimiş demir çekirdeğinin nasıl oluştuğu ile ilgili uygun bir açıklama. Aslında bu kuram, Ay'ın var oluşu üzerine geliştirilen senaryolardan yalnızca birisidir. Ama bu da diğerleri



Güneş ve gezegenlerin göreceli büyüklükleri (üstte). Ay'ın Apollo 16'dan çekilen yoğun kraterlerin bulunduğu bölgesi (altta.)



gibi kesinlik kazanmamış olup, Ay'ın doğumu hala gizemini korumaktadır.

Apollo 17 astronotları Eugene Cernan ve Harrison Schmitt'ten bu yana Ay yüzeyinde insanoğlunun yeni ayak izlerine rastlamak mümkün olmadı. Bilim adamları 2010 yılından önce Ay'da bir üs kurmak için harekete geçtiler.



lecek ve üsde 1000 kişilik bir nüfusa 2040 yılında ulaşılabilir" şeklinde yanıtlanmaktadır.

Ne olursa olsun bir gün gelecek ki, Ay'a baktığımızda bacası tüten fabrikaları görebileceğiz. Bu fabrikalarda yapılan uzay gemileri ile insanoğlu diğer gezegenlere de gidip gelebilecektir.

Başarının, insanları şımartıp, onları tembel, bencil ve övünge yaptığını yaygın kanı, aslında yanlıştır. Tam tersine, başarı insanları yumuşak başlı, iyi yürekli ve hoşgörülü yapar. Kişileri kırıncı ve sert yapan yenilgidir.

S.MAUGHAM