

AY HAKKINDA YENİ BİLGİLER*

Prof. Dr. İhsan METİN

İ.T.Ü — Maden Fakültesi Öğretim Üyesi

Dünyamızın biricik uydusu olan Ay, son yıllarda bütün insanları yakından ilgilendiren bir konu olmuştur. İnsan oğlunun ay üzerine inmesi ve oradan taş - toprak alıp tekrar yeryüzüne dönmesinden sonra ilgi daha çok artmış, özellikle bilim adamları için yeni bir araştırma alanı ortaya çıkmıştır.

Aydan getirelen malzemenin çeşitli yönleri ile incelenmesi sonucu, Yerküresi de dahil bütün Güneş sistemi'nin ve de tüm evrenin yaşı, oluşumu, yapısı ve gelişmesi hakkında yeni - yeni bilgiler ve veriler elde edilmiştir.

Şimdi, Ay ile ilgili bildiklerimizi özetliyelim: Dünya etrafında, elips şeklindeki bir yörünge üzerinde dolaşan Ay, saatte ortalama 3681 km. (saniyede 1023 m.) hızla, 27 gün, 7 saat, 43 dakika ve 11,5 saniyede bir dolanımını tamamlar. Aynı süre içinde, kendi eksenini etrafında da bir kez döner ve bu nedenle, yeryüzünden Ayın hep aynı tarafı görünür. (Ay yüzünün % 59 u). Ayın yörünge düzlemi ile Yerin yörünge düzlemi arasında 5 derece 9 dakikalık bir açı farkı vardır; Ayın dönme eksenini ise, yörünge düzlemine hemen hemen dikler.

Ay, Dünyaya en yakın olduğu zaman 356.000 km., en uzak olduğunda 407.000 km. uzaklıkta bulunur; ortalama uzaklığı ise, 384.400 km. olarak kabul edilir.

Ayın yarıçapı 1738 km'dir; büyüklük bakımından yer yarıçapının 1/4'ü kadardır; alanı yeryüzünün % 0,74 ü, hacmi yer hacminin % 0,20'si ($2,2 \times 10^{19} \text{ m}^3$), kütlesi ise, yer kütesinin % 0,12 si ($7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$) kadardır. Bu miktar, gök cisimleri için çok küçük bir değer sayılır.

* Türk Coğrafya Kurumunun, 20-30. IX. 1972 günlerinde İzmir'de düzenlenmiş olduğu XXI. Coğrafya Meslek Haftası toplantılarına sunulan tebliğin metnidir.

Ayın ortalama yoğunluğu $3,34 \text{ gr/cm}^3$; yüzeyindeki çekim ivmesi yer çekiminin $1/6$ sı kadar (162 cm/san^2). Böylece, Ay üzerindeki cisimler, yeryüzündekilere kıyasla, çok hafif gelirler.

Ayda atmosfer yok gibidir; onu dış etkenlere karşı koruyacak bir gaz tabakası mevcut değildir.

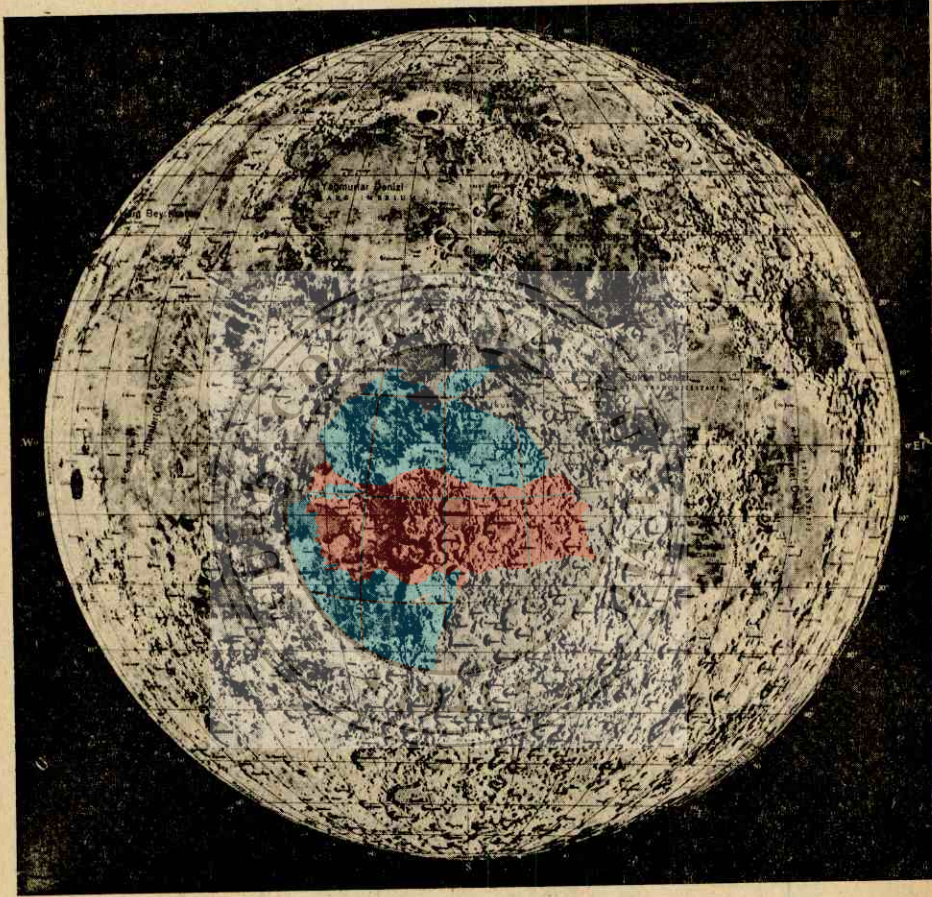
Ay, Güneşten aldığı ışığın ancak % 7 sini yansıtır. Ay üzerindeki sıcaklık, öğle vakti tropik bölgesinde 130°C , gecenin geç vakitlerinde ise -200°C dir. Bu ortamda, Ay yüzeyi üstünde hidrojen, helyum, su buharı gibi gazlar tutunamamışlar, Aydan uzaklaşmışlardır. Aynı nedenlerle, Ay üzerinde sıvı bir maddenin bulunması da mümkün değildir. Ayın yüzü, başlangıçtan beri kuru bir alandır.

Ayda su ve hava bulunmadığı için, ay yüzeyindeki doğal yapılar, ayrışma, aşınma ve taşınma gibi dış etkenlerden korunmuşlar ve dolayısıyla ilk şekillerini sürekli olarak muhafaza etmişlerdir. Aydaki kayalarda akarsu tesirine veya suyun donma ve tekrar erime olaylarına rastlanmamıştır. Yeryüzündeki erozyon ayda yoktur ve hiçbir zamanda olmamıştır. Bu nedenlerle ay yüzeyindeki şekillerin meydana gelişi çok eski olmalıdır; bunlar Güneş sisteminin ilk teşekkülünden beri var idiler. Dünyada ve diğer gezegenlerde ise, bu ilk şekiller zamanla kaybolmuşlardır; buna karşı Ayda muhafaza edilegelmişlerdir. Bu vakıanın bilimsel değeri büyüktür.

Yeryüzünden gözle veya dürbünle bakıldığı zaman, Ay yüzünde birbirinden farklı başlıca iki arazi şekli göze çarpar. Bunlardan birincisi, açık renkli, engebeli (inişli-çıkışlı), güneş ışınlarının % 18 ini yansıtan "Kıtalar" (Terra) dır; görünen Ay yüzünün ortalama $2/3$ ünü teşkil ederler. Diğeri ise, koyu renkli, az ışık yansıtan (% 6-7), düzgün yüzeyli, su sathına benzer bölgelerdir. Bunlara yanlışlıkla "deniz" (Mare) denilmiştir. Aydaki "Kıtalar", genellikle açıkrenkli kayalardan anortozit, anortozitik gabro, norit, süngertaşı, trakit gibi; Mare'ler (Denizler) ise, koyu renkli bazaltik lav akıntılarından meydana gelmişlerdir; bunların içleri, meteorit çarpmasından sonra, düzgün yüzeyli bazalt akıntıları ile dolmuştur. Dev bir "krater" biçiminde olan "Mare Imbrium" (yağmurlar denizi) nin çapı 1300 km. , derinliği ise Ay yüzeyinden 51 , krater kenarından itibaren 76 km. dir.

Ay yüzünün diğer bir özelliği de, çok sayıda ve değişik şekillerde "kraterlerin" bulunmasıdır. Bunlar hem "kıtalarda" ve hem de, "denizlerde" yer almışlar ve ay yüzünü çopur bir insan yüzüne benzetmişlerdir (Şek. 1).

Kraterlerden en büyükleri 300-400 km. çapındadır. Çapı bir kilometreden büyük olanların sayısı, ayın yalnız görünen tarafında 300.000 den fazladır; çapı daha küçük olanların sayısı ise, belli değildir ama, pek çoktur.



Sek. 1 — Ayın kraterle kaplı öz yüzü.

Kraterlerden hiç birisi, tam olarak diğerine benzemez. Genellikle, kenarları basık, dip kısımları düzdür. Bunların çoğu gök cisimlerinin (asteroidlerin, meteorit ve kuyruklu yıldızların) Ay üzerine çarpmaları (düşmeleri) sonucu meydana gelmişlerdir; diğer bir deyimle, "meteor kraterleri"dir. Bunlar daha önce de belirtildiği gibi, Ay evriminin ilk safhalarından beri şekillerini muhafaza etmektedirler.

Ayda volkanik kökenli kraterler de vardır, fakat bunların sayısı az ve boyutları küçüktür. Ayda, Dünyadakinden daha fazla volkanik faaliyetin vukua gelmiş olduğu belli değildir. Aksine, Ay yüzünde *Vezüv* veya *Fuji*'ye benzer volkanlara, onlar kadar büyük konilere rastlanmamıştır. Buna rağmen, uzay araçlarının çektiği fotoğraflarda, "*Aristarchus*" platosu kuzeyinde, morfoloji bakımından yerdekilere benzer volkan örnekleri teşhis edilmiştir.

"Lunar Orbiter IV"ün aldığı fotoğraflarda ise, çapları 1,2-1,4 km. olan kraterler belli olmaktadır. Volkanik kökenli olduğu sanılan bu kraterlerin tabanı, kenarlarından 220-230 m. aşağıda, çevredeki arazi ise, krater kenarından 290 m. derindedir. Bu iki seviye arasındaki fark meteor kraterlerinde daha büyüktür.

Ay sathında kubbe şeklinde veya kesikli ve sürekli "sıradağlar" mevcut (5500 m. yükseklikteki "Apeninler" gibi) ise de, bunların nasıl meydana geldikleri henüz bilinmemektedir. Ayrıca, oluk biçiminde, 2-3 km. genişlikte ve 300-500 km. uzunlukta yarıklar tespit edilmiştir. Bunlar, kuruma veya tansiyon çatlakları olabilir. Fotoğraflarda grabenlere ve normal faylara benzer şekiller de görülmüştür. Yine bu fotoğraflara göre, Ay yüzünde 300 kadar blok ve moloz akıntıları (*boulder tracks*)nın ve birçok bloklu kraterlerin mevcut olabileceği tahmin edilmektedir. Blokların çaplarının 50 m. ile 5-10 m. arasında buldukları da tespit olunmuştur.

Diğer yönden, ay üzerinde kıvrımlı sıradağlar ve doğrultu atımlı büyük faylar bulunmamaktadır; özellikle, kıvrılma olayını teyit edecek bir emareye henüz rastlanmamıştır.

Ayın yüzeyi, başlangıçtan beri, Ay içindeki termal ve gerilme olaylarının ve de dışardan Ay sathına çarpan meteoritlerin etkisi altında gelişmiştir. Aykabağunun rijiditesi, Yerkabağunun rijiditesinden fazladır.

Apollo 11 astronotlarının 1969 yılı Temmuzunda "Durgunluk Denizinden" (*Mare Tranquillitatis*) (Şek. 2) getirdikleri 22 kg. taş-toprak numuneleri arasında, dört çeşit malzeme ayırd edilmişti. Bunlardan *birinci*: koyu gri renkli, ince taneli ve gözenekli mağmatik kayalar (Ay bazaltları)dır; yoğunlukları 3,4 gr/cm³; mineralojik bileşimleri % 53 klinopiroksen, %27 plajioklas, %18 opak mineraller (ilmenit ve Truvalit) ve % 2 diğer eser elementlerden oluşmuştur.

İkinci tip, koyu kahverenkli, orta taneli gözeneksiz volkanik-kristalin kayalardır; yoğunlukları 3,2 gr/cm³, tanelerin büyüklüğü 0,2-

köşeli veya elipsoid şeklinde olurlar. Ay regoliti, ince zerrelili tozdan 80 cm. boyutlu taş parçalarına kadar değişik büyüklükte ayıklanmamış maddelerden oluşmuş, ay yüzünü örten bir moloz tabakasıdır. Yüzeyde gevşek, derinlere doğru daha sıkı bir yapısı vardır. Regolit, Dünyadaki anlamda, fiziksel ve kimyasal ayrışma sonucu meydana gelmiş "Toprak" değildir.

Apollo 12 nin Fırtınalar Okyanusundan (*Oceanus Procellarum*) (Şek. 2) getirdiği numuneler daha çok kristalin kayalardan, Apollo 14'ün getirdiği malzeme ise, hemen-tamamen breşlerden ibaret bulunmakta idi. Apollo 15'in Apenninler kenarından, Hadley-Bölgesinden (Şek. 2) getirdiği malzeme arasında ise, Anortozit bulunmaktadır.

Aydan getirilen taş örneklerinde, yeryüzündeki kayalarda bulunmayan bazı yeni mineraller tespit edilmiştir; ancak bunların katılma oranları küçüktür. (% 1-10 veya % 1 den daha az).

Yeni minerallerin başlıcaları:

Piroksferroit (*Pyroxferroite* = $\text{CaFe}_6(\text{SiO}_3)_7$ ve

Armalkolit (*Armalcolite* = $(\text{Fe}, \text{Mg})\text{Ti}_2\text{O}_5$ 'dir (Neil Armstrong, Edwin Aldrin ve Michael Collins, e izafeten

Kayaç numunelerinin kimyasal analizlerinde, atomik muhteva bakımından:

% 40 — 60 Oksijen % 4 — 6 Titanyum

% 17 — 20 Silisyum

% 4 — 7 Alüminyum % 4 — 6 Mağnezyum;

Oksit halindeki moleküller bileşimlerinde ise:

% 38 — 43 SiO_2 % 9 — 12 CaO

% 16 — 21 FeO % 7 — 14 TiO_2

% 9 — 13 Al_2O_3 % 7 — 10 MgO

bulunmaktadır.

Diğer maddelerin katılma oranları, ağırlık bakımından % 1 den daha küçüktür.

Aslında, Ayın kimyasal bileşimi Güneşin ve Yerin bileşiminden farklıdır.

Ayda: Titan, krom ve zirkon miktarı, Güneşin atmosferinden ve de yer kabuğu kayalarındaki miktarlardan çok fazladır. Buna karşı, nikel, sodyum, potasyum ve europyum ayda çok azdır. Özellikle Aydaki Fe/Ni oranı, bilinen diğer kozmik cisimlerdekinden çok yüksektir; buna karşı Ay kabuğunda, Dünyada bol olan karbon ve azot hemen-hemen hiç yoktur. Apollo 11 ve 12 araçları ile getirilen kayalarda tespit edilen başlıca mineraller ve bunların katılma oranları şöylece özetlenebilir:

Katılma oranı % 10 dan fazla olanlar: Piroksen, Plajiolklas ve Ilmenit;

Katılma oranı % 10-1 arasında olanlar: olivin, kristobalit, Tridimit, Piroksferroit ($\text{CaFe}_6(\text{SiO}_3)_7$);

Katılma oranı % 1 den az olanlar: Bakır; Demir, Nikel-Demir, kohenit (Fe_3C),

Şraybersit (Fe, Ni), P, Truvalit (FeS), ortoklas feldispat, kuvars, Armalkolit [Fe, Mg], Ti_2O_5], ulvöspinel (Fe_2TiO_4), kromit, spinel, perovskit (CaTiO_3), Baddeleyit (ZrO_2), zirkon, Apatit, vitlokite [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$]. (MASON — MELSON, 1970).

Ay taşlarındaki plajiolklaslar çoğunlukla saf anortit halindedir. Ayın kristalli kayaları porfirik, ofitik veya granüler yapılıdır. Bu kayalar 1300° ile 1050°C arasındaki sıcaklık ortamında kristallenmişlerdir.

Apollo 11 malzemesi diğer Apollo 12, Apollo 14 ve Luna 16 malzemelerine kıyasla, titanyum bakımından zengin, buna karşı silisyumca daha fakirdir; keza ay taşları, yeryüzü bazaltlarına kıyasla, titan ve kromca zengin (10 kat fazla!), fakat sodyum bakımından fakirdir. Aşağıdaki çizelgede bu durum açıkça görülmektedir:

Genellikle, Ay mağması Ti, Cr, Zr, ve nadir elementler bakımından yer mağmasından zengin; buna karşı uçucu elementler ve soy metallerce ondan fakirdir.

Ayın iç kısımlarında hidrostatik basınçlar hâkimdir; bu basıncın değeri, yerküresinin 150 km. derinliğindeki basınca eşittir. (44.000 kg/cm^2). Ay içindeki sıcaklık 1100°C ile 1300°C ı geçmez; ortalama sıcaklığı 1000°C ın altındadır.

Ayın yüzey malzemesinin yoğunluğu 3,1; merkez kısımlarının yoğunluğu ise 3,5 ilâ 3,7 gr/cm^3 dir. Ortalama yoğunluk $3,34 \text{ gr/cm}^3$ olduğuna

göre Ayda demir ve Nikel gibi ağır maddeler çok az olmalıdır. Ayın bileşimi, daha çok dünyanın "Manto" bölgesinin bileşimine benzer.

Ağırlık bakımından % olarak	Apollo 11 bazaltı	Apollo 12 bazaltı	Luna 16 kayacı	Apollo 14 bazaltı	Apollo 15 Anortoziti bazaltı	Yer bazaltı
SiO ₂	40,38	45,16	43,8	47	43,7	52,6
TiO ₂	10,90	3,43	4,9	1,8	0,5	1,1
Al ₂ O ₃	9,43	9,45	13,65	17	32,7	14,9
FeO	19,32	20,23	19,35	10,2	5,6	10,0
MgO	7,20	10,46	7,05	10,5	8,4	6,6
CaO	11,05	9,92	10,4	10,5	16,8	11,0
Na ₂ O	0,46	0,31	0,38	0,48	0,5	2,1
K ₂ O	0,17	0,06	0,15	0,51	0,1	0,64
MnO	0,26	0,27	0,20	0,19	—	0,16
Cr ₂ O ₃	0,33	0,54	0,28	0,20	—	0,02
P ₂ O ₅	0,12	0,08	0,12	0,52	—	0,14

Büyük kraterlerin tabanında, "Mare"lerin 25-125 km. derinliklerinde disk şeklinde, yüksek gravite anomalileri (+100—200 mg/l) gösteren ağır kütlelerin (Masccons) bulunduğu tahmin edilmektedir.

Apollo 11 ve 12 astronotlarının Ay yüzeyine yerleştirdikleri sismometreler (4 tane) güneş enerjisinden yararlanarak çalışmakta ve kaydettikleri sarsıntıları yeryüzüne yansıtılmaktadırlar.

Apollo 12'den atılan parçanın Ayda meydana getirdiği sun'i depremde P — dalgalarının hızı 3,1 km/san, S — dalgalarının hızı ise 1,8 km/san; Apollo 13'e ait parçanın yaptığı sarsıntıda ise, P — dalgalarının hızı 4,64 km/san, S — dalgalarının hızı 3,88 ve S — dalgalarının hızı 2,5 km/san. olarak hesaplanmıştır. 20 km. derinde hız artmakta, 5 km/san lik bir değer almaktadır.

Aydaki depremler hafiftir, en büyüklerinin magnitudü 1-2 kadardır; enerjileri de buna göre küçüktür (3×10^{13} - 10^{14} erg/sene); yerdeki boşalan deprem enerjisi ise, ortalama 5×10^{24} erg/sene'dir.

Ay yüzeyine inen astronotlar, oraya magnetometreler de yerleştirdiler; bunlardan devamlı olarak sinyaller alınmaktadır. Ay yüzeyinde bu

aletlerin kaydettikleri mağnetik alan şiddeti 38 γ , 43 γ , ve en çok 108 γ 'dır ve yeryüzündeki mağnetik alan şiddetinin 1/100 ünden daha azdır; Aydaki alan "dipol" de değildir.

Aydan getirilen kayaç nümunelerinde mevcut kalıcı (residüel) magnetizasyon da incelenmekte ve bu miknatıslanmayı 3,7 veya 3,6 milyar yıl önce, lavların soğurken veya soğuduktan sonra kazanmış olduklarına inanılmaktadır. (S.K. RUNCORN — D.S. STRANGWAY).

Apollo 11 astronotlarının "Mare Tranquilitatis" ten getirdikleri kristallenmiş kayaç parçalarının radiometrik metodlarla yapılan yaş tayinlerinde, bunların kristallenme yaşlarının 3-4 milyar yıl, ortalama 3,7 milyar yıl olduğu tespit edilmiştir. Diğer yönden, Apollo 12 nin "Oceanus Procellarum" dan getirdiği taş örnekleri 2-3 milyar (en fazla 3,3 milyar) ve Apollo 14,ün kayaçları 4,3 milyar yıl yaşlıdır.

Apollo 11 ve Apollo 12 nin iniş bölgelerinden alınan ince zerrelili-ince taneli maddelerin yaşı ise 4,6 milyar yıl olarak saptanmıştır.

Bu yaş, en eski meteorit malzemesinin yaşının aynidir. Bu ufak taneli parçalar, Ayın "Kıta" olan kısımlarında katılaşmışlar ve sonradan, meteorit çarpması ile, şimdi buldukları yere gelmişlerdir. "Mare" bölgelerindeki koyu renkli bazaltik kayaçların katılaşması ise, daha sonra, bölgesel kristallenme olayları ile, vukua gelmiş olmalıdır.

O halde, bugün Ay üzerinde aynı bölgede yer alan kayaçlar, buldukları yerde ve aynı zamanda katılaşmış değillerdir. Ay yüzeyindeki taş ve toz parçaları bir bölgeden diğer bir bölgeye taşınmış olabildikleri gibi, katılaşma (kristallenme) olayı da aynı bir alanda farklı zamanlarda vukua gelmiş olabilir: arada en az bir milyar senelik bir farkla! Bu konu ile ilgili diğer bir özellik te, aynı bir yerden getirilen malzeme içinde, küçük parçacıkların (tozların), iri taş parçalarından daha yaşlı oluşlarıdır.

Her ne şekilde olursa olsun, Ay yüzeyinde 4,6 milyar yıldan beri katı maddeler bulunmaktadır ve o zamandan beri de bunlar erimiş veya ergimiş değillerdir. Yeryüzünde bilinen en eski kayaç ise 3,5 milyar yıl yaşlıdır.

Ay üstündeki "Kıtalar", güneş sisteminin ilk oluş safhaları esnasında teşekkül etmiş olmalıdır; zira, ne yerkağında ne de diğer gezegenlerde bu yaşta bir katı maddeye rastlanmamıştır. Diğer yönden, Ay üzerinde aşınma-taşınma gibi olayların vukua gelmediği ve de Ay yapısının

çok eski olduğu göz önünde tutulursa, onun gerek Güneş sisteminin ve gerekse tüm Evrenin oluşum ve gelişimini aydınlatan iyi bir "karakteristik fosil" durumunda olduğu anlaşılır.

Ay, 4 milyar yıldan daha önce, katı parçacıkların bir araya gelmesi, bir merkez etrafında toplanması veya yığılması (akümülyasyonu) sonucu meydana gelmiş olmalıdır. Bu oluşum, Yer yörüngesinin dışında bir mahalde vukua gelmiş ve bir kaç milyar yıl önce Yerküresi tarafından yakalanarak Dünyanın uydusu haline getirilmiştir.

30 Temmuz 1971 günü, içerisinde "Rover" adlı bir arazi arabasının da bulunduğu Apollo 15 aracının Ay modülü "Şahin" (Falcon), 5000 m. yükseklikteki Apenninlerin eteğine inmişti. Şahinden ay yüzüne çıkan astronotlar (D.R. SCOTT ve J.B. IRWIN) arabaları Rover ile 18 saat Ay yüzünde dolaşmışlar, 27 km. yol almışlar, özellikle Hadley yarığını, Apenin dağlarının eteklerini ve Mare yüzeyini incelemişlerdir. Astronotlar dünyaya dönüşlerinde 77 Kilogram ağırlığında 350 kadar taş örneği ve 2,4 metre boyunda bir karot tüpünü birlikte getirmişlerdi. Gerek bu nünunelerin laboratuvarlarda incelenmesinden ve gerekse astronotların gözlemlerinden ve çektikleri 10.000'e yakın fotoğraflardan, Ay hakkında daha yeni ve tamamlayıcı bilgiler elde edilmiştir. Bunlardan bazı önemli olanları aşağıda kısaca belirtilmektedir.

a) Tatlı meyilli tepelerden oluşan ve Mare yüzeyinden 5000 m. yüksekte bulunan Apenninler, Mare Imbrium'un (Yağmurlar denizinin) teşekkülünden daha önce mevcut idi;

b) Apollo 15 Ay modülünün iniş yeri çevresinde bulunan, kanyonlara benzer yüzlerce yarık'tan (Rilles) en genç olan "Hadley yarığının" menderesler biçiminde bir gidişi vardır.

c) "Hadley deltası" denilen bölgede doğuya eğimli paralel bir yapı gelişmiştir.

d) Hadley yarığında tabakalı lav akıntıları yer almakta, Hadley düzlüğü ve çevresindeki Mare'ler lav akıntıları ile dolmuş bulunmaktadır.

e) Mare düzlüklerinde çok sayıda kraterler vardır. Bu nedenle Mare yüzeyleri hafif dalgalı ve tümsekli görünürler. Burada 15 metre çapında küçük ve çok yeni bir krater, camsı malzeme ile çevrilmiştir.

f) Apollo 15'in getirdiği 77 kilo malzeme içinde 1 gramdan 9,5 kilograma kadar ağırlığı olan parçalar bulunmaktadır.

Bu parçalar arasında: Anortozit (Hemen-hemen yalnız plajioklaslardan oluşmuş açık renkli mağmatik kayaç); piroksen, olivin plajioklas fenokristallerini kapsıyan boşluklu bazalt; değişik boyutta parçalardan oluşmuş breşler; farklı derecelerde darbe (şok) metamorfizması geçirmiş kayaçlar; yuvarlak ve küçük cam parçaları; değişik tanelerden oluşmuş, farklı dokuda toprak örnekleri tespit edilmiştir.

g) Hadley - Apenninleri eteğinden getirilen bazaltlar, daha çok bazalt parçaları ihtiva eden breşlerdir ve Mare - bazaltlarından hem görünüş ve hem de bileşim bakımından farklıdırlar: bunlar alüminyumca zengin bazaltlardır.

h) "Başlangıç kayacı" (*Genesis rock*) denilen 269 gram ağırlığında ve sütbeyazı renkteki Anortozit taşı, ilginç bir örnek olarak astronotları fazlasile etkilemiştir.

i) Ayın yüksek bölgelerinde alüminyumca zengin kayaçların bulunması ve bunların 4,5 milyar yıl yaşında olmaları; buna karşı demirce zengin Maretaşlarının takriben 3,5 milyar senelik bulunmaları, önemli bazı sorunlar ortaya çıkarmıştır; örneğin: bu kayaçlar acaba farklı mağmalardan mı türemişlerdir? yoksa, Ay yapısında farklı malzemeler, heterojen yataklar mı vardır? Fakat bu gibi sorunların cevabı henüz verilebilecek durumda değildir.

j) Hadley alanından getirilen toprak (*soil*), esas itibariyle daha öncekilere benzer ise de, bunun içinde, onlarda rastlanmayan, yuvarlak-yeşil cam kürecikler bulunmaktadır; ayrıca, toprağın bileşimi, aynı yerden alınan taşların bileşiminden farklıdır.

k) Hadley bölgesinden getirilen 2,4 metrelik karotta, kalınlıkları 0,5 ilâ 21 cm. arasında değişen 50 farklı "tabaka" tespit edilmiştir. Bunlar, Mare Imbrium'un post-volkanik tarihçesini aydınlatan ilginç bir stratigrafik vesikadır".

ı) Hadley bölgesindeki bazı kayaçların aflörman yaşı (*exposure age*) 50 milyon ilâ 500 milyon yıl olarak tespit edilmiştir; diğer bir deyimle, bu kayaçlar Kambrien zamanından beri hiçbir değişikliğe uğramadan ay yüzünde bulunmuşlardır.

m) Apollo 12, 14 ve 15 astronotlarının Ay yüzüne yerleştirdikleri üç takım sismometrelerin kayıtlarından, yerküresinde olduğu gibi, Ayda'da "Kabuk" ve "Manto" kısımlarının bulunduğu anlaşılmıştır. Aykabunun kalınlığı, Apollo 12 ve Apollo 14'ün iniş bölgesinde 25 km. ile 70 km.

arasında bir değer gösterir ve bu kabuk kısmında kompresyon dalgalarının hızı 6-7,5 km/san. dir. Kabuktan Mantoya geçiş tedrici olup, 25 km. derinlikten başlayarak 70 km. derinliğe kadar yavaş-yavaş ilerlemekte ve 70 inci kilometrede kesin bir sınır (süreksizlik yüzeyi) ile Mantoya ulaşmaktadır. Burada kompresyon dalgalarının hızı da artmakta, 9 km/san'ye çıkmaktadır. Bu iki bölgenin (Kabuk ve Manto kısımlarının) elastik özellikleri arasındaki fark, Yerküresindeki farklar kadar büyüktür.

Ayda şimdiye kadar kaydedilen sarsıntıların % 80 oranındaki sismik enerji kaynağı, Apollo 12 ve 14'ün iniş bölgelerinin 600 km. SSW'inde ve 800 km. derinlerde bulunmaktadır; odak kısmı ise, birkaç km. genişliktedir. Buna göre, Ayın takriben yarıçapının ortasına kadar olan iç kısmı, oldukça şiddetli gerilmeleri meydana getirecek kadar rijit olması gerekir. Ayda iki saatlik periodlarla, sürekli olarak küçük depremler vukua gelmektedir.

n) Apollo 15'in iniş bölgesine yerleştirilen magnetometre, o çevrede 5γ değerinde sürekli bir magnetik alanın bulunduğunu göstermiştir. Bu değer, Apollo 12 magnetometresinin kaydettiği 38γ ve Apollo 14'ün bölgesinde kaydedilen 50-100γ lık alan şiddetinden çok küçüktür. Diğer yonden, Aydan getirilen bütün kayalarda yüksek değerlerde kalıcı magnetizma (remnant magnetisation) tespit edilmiştir.

o) Magnetik alan dağılımına ve sıcaklık derecesine göre, Ay küresini simetrik olarak üç kısımda mütalâa etmek mümkün görülmektedir; şöyle ki: dış kısımda kalınlığı takriben (70 - 80 km. ve sıcaklığı 440°K olan bir "Kabuk"; ortada sıcaklığı 800°K olan bir "Manto" ve içerde yarıçapı takriben 1000 km. ve sıcaklığı 1100°K olan bir "Çekirdek" düşünülmektedir. İç kısmın en önemli maddesi olivin olmalıdır; esasen bu mineral Ayda pek çoktur.

p) Ay yüzünde, 1 - 1,5 m. derinlikte yapılan ısı akışı ölçmeleri ile, Ay zeminini teşkil eden regolitlerin termal gradyeni ve termal geçirgenliği sıhhatli olarak tespit edilebilmiştir. Buna göre, Ay yüzünün 70 cm. derinliğinde en az sıcaklık bulunmakta ve buradan itibaren sıcaklık % 1,75-2° K/m. hızla derinlere doğru artmaktadır. Hadley iniş bölgesi (üssü) altındaki ısı akışı $3,3 \times 10^{-6} \pm \%15$ Watts/cm². kadardır. Buna rağmen Ayda radioaktif maddeler Yere nazaran daha fazla olabilir.

r) Apollo 15. astronotlarından D.R.SCOTT, Ay yüzeyinde bir çekim deneyi yapmış, bir çekiçle bir kuş tüyünü beraberce ay üzerine bırakmış ve her iki cismin aynı hızla, aynı zamanda Ay yüzüne düştüğünü, televizyon aracılığı ile, Dünyada'ki seyircilere göstermiştir.

s) Mare bölgelerinin kimyasal bileşimi ile yüksek dağlık bölgelerin bileşimi arasında bariz bir fark olduğu da kesinlikle anlaşılmış bulunmaktadır. Örneğin: Alüminyum/silisyum oranı yüksek alanlarda büyük, Marialarda ise küçüktür. Keza; daha önce belirtildiği gibi, Hadley Apenninlerinden getirilen örneklerde yüksek oranda Alüminyum bulunduğu halde, Maria'lardan gelen bazaltlarda alüminyum miktarı çok düşüktür. Bu duruma göre, ayın ilk oluşum safhasından sonra, Ayda alüminyumca zengin bir kabuk gelişmiş ve daha ileri bir dönemde Marelerde bazaltik lav akıntıları vukua gelmiş olmalıdır. Kimyasal bileşim bakımından bu iki farklı bölge, yeryüzünden Aya bakıldığında, açık ve koyu lekeler hâlinde birbirinden kolayca ayırt edilebilir.

16 Nisan 1972 de beşinci olarak ay yolculuğuna çıkan ve 21 Nisan günü kayalık "Descartes" bölgesine inen Apollo 16 astronotları (J. JOUNG ve ch. DUKE) beraber getirdikleri jeep ile arazi üzerinde üç kez dolaştılar, ve büyük kaya parçaları karşısında heyecanlanarak: "burası harika!" diye seslendiler.

Apollo 16 astronotlarının aydan getirdikleri 110 kilo ağırlığındaki taş ve toprak malzeme hâlen Amerika'nın ve bir kısım Avrupa'nın büyük araştırma laboratuvarlarında incelenmektedir. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların ilk sonuçları, Ağustos'un son haftasında, Montreal'de yapılan 24. üncü uluslararası Jeoloji Kongresinde bir seri tebliğler şeklinde açıklanmış, Aydan getirilen bu yeni malzemenin petrografik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri belirtilmiştir. Ancak bu tebliğlerde verilen bilgiler preliminer mahiyette ilk haberler olup, araştırma ve incelemelerin kesin sonuçları değildir ve bu nedenle de bu Veriler henüz basılmış, yayınlanmış değildir. Bunlar yayımlandıktan sonra, Ay hakkındaki bilgilerimiz şüphesiz biraz daha artacaktır. Bu gün için Kongre esnasında izlemek imkânını bulduğumuz tebliğlerden elde ettiğimiz bazı yeni bilgileri aşağıda kısaca arzetmeği yararlı bulmaktayız:

1 — "Descartes" çevresinden getirilen kayaç örnekleri arasında:

- a — Kataklastik anortozit
- b — Kısmen erimiş - ergimiş breşler;
- c — Mağmatik ve metamorfik kayaçlar;
- d — %70 — 90 oranında plajiolklas ihtiva eden Polimikt breşler bulunmaktadır. Bunların mineralojik ve kimyasal bileşimleri ile K/U oranları ve Karbon muhtevaları da tespit edilmiştir.

2 — Apollo 11, 12, 14, ve 15 astronotlarının Aydan getirdikleri taş nümunelerinde 55 çeşit mineral tespit edilmiştir. Bunlardan üçü, yerka-
buğunda bilinmeyen yeni minerallerdir. (Armalkolit, Piroksferroit gibi).
Ayrıca 20 tane de iyi tayin edilememiş madde vardır; bunlar arasın-
da yeni minerallerin bulunması da mümkündür.

Ay malzemesi içerisinde, değişik şekil ve bileşimlerde ve çok miktar-
da cam yer almaktadır. Buna karşı, her şekli ile su ihtiva eden mineral-
lerin mevcut olmadıkları açıkça görülmektedir.

Ayın evrimi süresince, pegmatit ve benzeri damar teşekkülüne el-
verişli bir ortam da gelişmemiştir. Ayda Uranyum, Thoryum ve Zirkon
gibi elementlerle, Sülfidler, nâbit metaller ve alaşımlar mikroskopik öl-
çüde ve dağınık, serpilmiş vaziyette bulunurlar. Ferrik demir (üç kıy-
metli demir) ve ayrışma ürünü sekonder mineraller ise mevcut değildir.

3 — Lunar orbiter araştırma uydusunun çektiği fotoğrafların in-
celenmesi ile, ay yüzünde sığ çukurluklar ve çizgisel basamaklar şek-
linde yapılar (*Lineaments*) tespit edilmiştir. Bunlar ay evriminin birçok
devirlerinde (İmbrien, Eratostenien, Kopernikien) hüküm süren geril-
melerin etkisi ile meydana gelmiş tektonik teşekküllerdir ve Ayın ön
yüzünde başlıca iki doğrultuda: N 39° — 65°E, N 21° — 57°W ve arka
yüzeyde N — S yönünde gelişmişlerdir. Bunların büyük kısmı sistema-
tik kırık sistemleridir. Farklı yaşlardaki bu kırık sistemlerinin tercihli
orientasyonlarındaki muntazam sıralanış bize tüm Ay kütlelerinde: Üst İm-
berien öncesinden başlayarak Kopernikien sonuna kadar süregelen üni-
form — yönlü gerilmelerin sürekli veya geçici olarak mevcut olduğunu
göstermektedir.

4 — W.M. KAULA'ya göre:

a — Ayın litosferi yer litosferinden daha kalındır ve muhtemelen
200 km. kadardır. (Yerin litosferi ortalama 100 km.) Büyük Mareler
altında "Mascon" denilen, yoğunluğu fazla ağır kütlelerin bulunuşu ve
bariz bir yüzey tektoniğinin olmayışı bu ölçüdeki litosfer kalınlığının bir
sonucudur.

b — Ay litosferinin yapısında yüzeyden itibaren 25 km. derinliğe
kadar Gabro; buradan 60 km. derinliğe kadar Eklogit ve 60 ile 120 km.
arasında Dümit bileşimli kayalar hâkim durumda bulunmakta ve bun-
larda P — dalgalarının hızı 6,5 ilâ 9,5 km/san. arasında değişmektedir.

c — Ay içinde konveksiyon yapabilecek yüksek sıcaklıkta bir çekirdeğin mevcut olması çok şüphelidir.

d — Ayın, fiziksel durumu bakımından Yerden başlıca farkı: Ayda demirin daha az, değişikliklerin çok yavaş, Ay maddelerinin büyük ölçüde homojen ve Ayın izostazi bakımından denge hâline çok yakın durumda olmasıdır.

5 — A.G.W. CAMERON'a göre: Ay, ilk yerküresinin çok yaygın olan silikat atmosferinden meydana gelmiş olmalıdır ve S.F. SINGER'e göre de: Ayın bileşimi Güneş sisteminin ilk gelişme safhaları için iyi bir örnektir.

Izmir, 26 Eylül 1972

FAYDALANILAN BAŞLICA ESERLER:

Abstracts (section 14 and 15) 24 th. Int. Geol. Congress, Montreal, 1972, CANADA.

ALLEN, J.P. (1972): Apollo 15: Scientific journey to Hadley - Apennine. American Scientist, vol. 60

FIELDER, G. (1971): Geology and physics of the Moon., American Elsevier.

MASON, B. — MELSON, W.G. (1970): The Lunar Rocks. Wiley — Interscience, Newyork, London.

MOORE, H.J. (1971): Geologic Interpretation of Lunar data. Earth — Science Reviews, vol. 7 No. 1, Feb. 1971

RYAN, P. (1969): Ayda ilk adımlar, Apollo 11 ve sonrası, Sander yayınları Science, vol. 167, No. 3918,30 Jan. 1970 (Özel Baskı)

WEAVER, K.F. (1969) The moon. Nat Geogr. Mag. vol. 135, Feb. 1969.